การศึกษาคุณภาพน้ำและภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ธวัชชัย ทรายขาว

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ตุลาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

การศึกษาคุณภาพน้ำและภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ธวัชชัย ทรายขาว

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองเสนอเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม
ตุลาคม 2562
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยพะเยา

THE STUDY OF WATER QUALITY AND POLLUTANT LOADINGS FROM LAND USE ACTIVITY IN UPPER ING WATERSHED AND SUB-WATERSHEDS

TAWATCHAI SAIKOWN

An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment

of the Requirements for the Master of Engineering Degree

in Environmental Engineering

October 2019

Copyright 2019 by University of Phayao

การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพน้ำและภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ของ ธวัชชัย ทรายขาว

ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม

ของมหาวิทยาลัยพะเยา

..... อาจารย์ที่ปรึกษาการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง

(ดร. สุปรีดา หอมกลิ่น)

..... คณบดีคณะพลังงานและสิ่งแวดล้อม

(รองศาสตราจารย์ ดร. ต่อพงศ์ กรีธาชาติ)

เรื่อง: การศึกษาคุณภาพน้ำและภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ผู้ศึกษาค้นคว้า: ธวัชชัย ทรายขาว, การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง: วศ.ม. (วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม), มหาวิทยาลัยพะเยา, 2562

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร. สุปรีดา หอมกลิ่น

คำสำคัญ อิง, คุณภาพน้ำ, พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน, ภาระบรรทุกไนโตรเจน, ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวม

บทคัดย่อ

กว๊านพะเยาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำที่มีสำคัญของจังหวัดพะเยา รับน้ำจากลำน้ำสาขาทั้งหมด 11 ลำน้ำ ที่ผ่านมาพบว่าคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยามีระดับพอใช้ถึงเสื่อมโทรมและมีแนวโน้มเสื่อมโทรมลงทุกปี โดยมีแม่น้ำอิงตอนบนเป็นลำน้ำสายหลักที่มีพื้นที่รับน้ำมากที่สุดที่ไหลลงสู่กว๊านพะเยา ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำของลำน้ำอิงตอนบน และลำน้ำสาขา, เพื่อประเมินภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา (ตั้งแต่หนองเล็งทรายถึงกว๊านพะเยา) และเสนอแนวทางการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อลดมลสารที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงตอนบน งานวิจัยนี้เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงกันยายน 2561 คุณภาพน้ำของลำน้ำที่ทำการศึกษาประกอบด้วย ลำน้ำอิงตอนบน และลำน้ำสาขาจำนวน 8 สาขา ได้แก่ 1) ลำน้ำแม่ใจ 2) ลำน้ำแม่สุก 3) ลำน้ำแม่จว้า 4) ลำน้ำแม่เหยี่ยน 5) ลำน้ำแม่ปืม 6) ลำน้ำแม่ตุ้ม 7) ลำน้ำแม่ต๋ำ และ 8) ลำน้ำแม่ต๋อม ผลจากการศึกษา พบว่า ปริมาณภาระบรรทุกมลสารมีแนวโน้มที่คล้ายกัน คือ ช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้ง โดยลำน้ำแม่ใจมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงตอนบนสูงที่สุดเท่ากับ 437 ตัน/ปี ลำน้ำแม่ปืมมีภาระบรรทุกแอมโมเนีย ฟอสฟอรัสรวม และของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด เท่ากับ 65.2, 14.4 และ 1,380.0 ตัน/ปี ตามลำดับ ในรอบปี แม่น้ำอิงตอนบนสามารถรองรับมลสารสารอินทรีย์ แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสรวม ได้ 340, 113 และ 11 ตัน/ปี ตามลำดับ แต่มีการปลดปล่อยมลสารลงไปเกินความสามารถในการรองรับมลสารดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 481.24, 122.38 และ 261.81 ตามลำดับ เมื่อทำการวิเคราะห์แหล่งที่มาของมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่า ภาคการเกษตรกรรม (เพาะปลูก) เป็นแหล่งพื้นที่หลักของการใช้ประโยชน์ที่ดินและเป็นแหล่งปล่อยมลสารหลักโดยเฉพาะภาระบรรทุกแอมโมเนียและฟอสฟอรัสรวมเนื่องจากขาดการวิเคราะห์แร่ธาตุในดิน ทำให้มีการใช้ปุ๋ยเคมีในอัตราที่สูงเกินความต้องการของพืช ปุ๋ยสั่งตัดเป็นแนวทางเลือกหนึ่งที่ช่วยลดปัญหาการรั่วไหลของมลสารลงสู่แหล่งน้ำ โดยทำการวิเคราะห์แร่ธาตุในดินและจัดทำปุ๋ยที่เหมาะสมกับลักษณะดินในพื้นที่ หากมีการนำปุ๋ยสั่งตัดมาใช้ในการเกษตรกรรมจะช่วยลดภาระบรรทุกแอมโมเนียและฟอสฟอรัสรวมได้ถึงร้อยละ 17.40 และ 12.80 ตามลำดับ

Title: THE STUDY OF WATER QUALITY AND POLLUTANT LOADINGS FROM LAND USE ACTIVITY IN UPPER ING WATERSHED AND SUB-WATERSHEDS

Author: Tawatchai Saikown, Independent Study: M.Eng. (Environmental Engineering), University of Phayao, 2019

Advisor: Dr. Supreeda Homklin

Keyword Ing, Water Qualities, Land Use, Nitrogen Loading, Phosphorus Loading

ABSTRACT

Kwan Phayao is an important lake in Phayao Province. It receives water from 11 watersheds. Until now, the water quality in Kwan Phayao has been classified as moderate to low level and has been deteriorated every year. Due to the large area of the upper Ing watershed, the upper Ing River is the main stream into the Kwan Phayao. Therefore, this research aimed to study the water quality in upper Ing watershed and sub-watersheds, to determine the pollutant loadings from land use activities in upper Ing watershed (Nong Leng Sai to Kwan Phayao) and to suggest the reduction of pollutant loading into the upper Ing watershed. This research was studied during October 2017 to September 2018. The water quality of the upper Ing watershed and 8 sub-watersheds including 1) Mae Chai 2) Mae Suk 3) Mae Cha Wa 4) Mae Yian 5) Mae Puem 6) Mae Tum 7) Mae Tam and 8) Mae Tom were analyzed. The result found that all pollutant loadings from watershed and sub-watersheds were similarly higher in the rainy season than that in the dry season. The highest organic loading was found in Mae Chai sub-watershed in the concentration of 437 tons/year. The highest ammonia, total phosphorus and solid suspension loading were found in Mae Puem sub-watershed at 65.2, 14.4 and 1,380.0 tons/year, respectively. Normally, the carrying capacity of the upper Ing River for organic, ammonia, and total phosphorus loading are 340, 113 and 11 tons/year, respectively. However, the organic, ammonia, and total phosphorus loading into the river were over its carrying capacity about 481.24, 122.38 and 261.81 %, respectively. Then, the pollutant loadings from land use activities surrounding the upper Ing watershed were evaluated. The result showed that agricultural land use is the main activity in this area resulting in the main source of the pollutant loadings especially ammonia and total phosphorus. Without the nutrient testing in soil, the high amount of fertilizer has been used in crop. The tailor-made fertilizer by testing the nutrient in soil before applying the fertilizer is the way to reduce the leachate of nutrient into the receiving water. When the tailor-made fertilizer will be used, the ammonia and total phosphorus loading can be reduced about 17.40 and 12.80%, respectively.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.สุปรีดา หอมกลิ่น อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เนทิยา กรีธาชาติ และ ดร.ศักดิ์สิทธิ์ อิ่มแมน คณะกรรมการสอบการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง รองศาสตราจารย์ ดร.ต่อพงศ์ กรีธาชาติ คณบดีวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม ที่กรุณาให้คำปรึกษา และแนะนำแก้ไขการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณวีระวัฒน์ เมืองคำ และ คุณไพฑูรย์ ขำจันทร์ ที่ได้ช่วยเหลือในการใช้ห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม ตลอดจนวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อมที่ให้โอกาสในการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองในครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณพิทักษ์ งามเมืองตึง ที่ได้ให้คำแนะนำด้านการประมวลผลข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน และร่วมลงพื้นที่เพื่อเก็บข้อมูลเพิ่มเติม

ขอขอบคุณ คุณสุชาติ ถุงออน นักวิชาการส่งเสริมการเกษตรปฏิบัติการ อำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ที่กรุณาแนะนำและอนุเคราะห์ข้อมูลด้านการเกษตรกรรม

ขอขอบคุณ กลุ่มเกษตรกรอำเภอแม่ใจ ที่ได้ให้ข้อมูลสำหรับตอบแบบสอบถามการใช้ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกพืชเกษตรกรรม

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเพื่อการพัฒนาเชิงพื้นที่ (สกว.) ที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัย

สุดท้ายกราบขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่คอยให้การสนับสนุนทุกเรื่องและเป็นกำลังใจจนการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองฉบับนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ธวัชชัย ทรายขาว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

ขอบเขตของการวิจัย 3

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

ลักษณะพื้นที่จังหวัดพะเยา 4

แม่น้ำอิง 5

สถานการณ์คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินจังหวัดพะเยา 7

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน 9

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านการเกษตร 12

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านชุมชนที่อยู่อาศัย 15

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านการประมง 17

พารามิเตอร์ที่สำคัญต่อการตรวจวัดคุณภาพน้ำ 24

การจัดการคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินประเภทต่าง ๆ 25

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง....29
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....33
กรอบการศึกษาวิจัย....33
การสำรวจปริมาณน้ำของแม่น้ำอิงและลำน้ำสาขา....34
การสำรวจคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงและลำน้ำสาขา....35
การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำ....37
การสำรวจกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน....39
การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสาร....39
การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลทางการเกษตร....43
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย....44
ลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....44
ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....47
ปริมาณมลสารลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....49
ศักยภาพการรองรับมลสาร (Carrying Capacity) ของน้ำในแม่น้ำอิงตอนบน....57
การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....58
ภาระบรรทุกมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Phase) ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....62
การสำรวจข้อมูลด้านการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา....64
การลดปริมาณมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ....67
บทที่ 5 บทสรุป....70
สรุปผลการทดลอง....70
ข้อเสนอแนะ....71
บรรณานุกรม....73
ภาคผนวก....77

ประวัติผู้วิจัย 92

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 คุณภาพน้ำกว๊านพะเยาบริเวณสะพานขุนเดช 2559 7
ตาราง 2 ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน ระดับที่ 1 และ 2 9
ตาราง 3 การจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินของพื้นที่แหล่งน้ำ ระดับที่ 1, 2 และ 3 10
ตาราง 4 ข้อมูลผลผลิตทางเกษตรที่สำคัญของจังหวัดพะเยา ปี 2555-2557 12
ตาราง 5 สัดส่วนปริมาณมลสารจากธาตุอาหารจากกิจกรรมการเพาะปลูกที่ระบายลงแหล่งน้ำ 14
ตาราง 6 จำนวนครัวเรือนและประชากร อำเภอแม่ใจและอำเภอเมืองพะเยา 15
ตาราง 7 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน 16
ตาราง 8 ค่าสมมูลประชากรแบ่งตามภาคต่าง ๆ 17
ตาราง 9 ช่วงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล 19
ตาราง 10 ปริมาณน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดชนิดต่าง ๆ 22
ตาราง 11 ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด 22
ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง และช่วงเก็บเกี่ยวของสัตว์น้ำจืด 23
ตาราง 13 ค่ามาตรฐานควบคุมระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด 23
ตาราง 14 พารามิเตอร์ที่ควรตรวจสอบตามพื้นที่และแหล่งมลพิษ 24
ตาราง 15 ตำแหน่งเก็บข้อมูลอัตราการไหลของน้ำลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา 34
ตาราง 16 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา 36
ตาราง 17 การวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำ 38
ตาราง 18 จำนวนครัวเรือนและประชากร อำเภอแม่ใจและอำเภอเมืองพะเยา 40
ตาราง 19 ลักษณะน้ำเสียชุมชน 41
ตาราง 20 อัตราภาระบรรทุกจากการเกษตร 42

ตาราง 21 ค่าคงที่ (F_n) ของปริมาณมลพิษจากการเพาะเลี้ยงปลานิล 43

ตาราง 22 ลุ่มน้ำสาขาย่อยของแม่น้ำอิงตอนบน 47

ตาราง 23 การใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา.....59

ตาราง 24 การใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 3 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา 60

ตาราง 25 ความเป็นกรดและด่าง (pH) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน 81

ตาราง 26 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l) 82

ตาราง 27 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l) 83

ตาราง 28 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3–N) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)84

ตาราง 29 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l) 85

ตาราง 30 ความเป็นกรดและด่าง (pH) แม่น้ำอิงตอนบน 86

ตาราง 31 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l).....87

ตาราง 32 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)...88

ตาราง 33 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3–N) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l).....89

ตาราง 34 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l) 90

ตาราง 35 ค่าต้นทุนการผลิตจากปุ๋ยเคมีที่และปริมาณผลผลิตจากการใช้เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด 91

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพ 1 แผนที่ขอบเขตการปกครองในเขตลุ่มน้ำอิง.....6

ภาพ 2 แผนภูมิแสดงร้อยละคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2559 7

ภาพ 3 แผนที่คุณภาพน้ำกว๊านพะเยา และแม่น้ำอิง ปี 2559.....8

ภาพ 4 แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน จังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2558.....11

ภาพ 5 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้ของจังหวัดพะเยา ปี 2556..... 18

ภาพ 6 แนวคิดในการประเมินปริมาณน้ำทิ้งและมลพิษจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด 21

ภาพ 7 ชุดทดสอบค่า เอ็น พี เค และกรด-ด่าง ของดิน (NPK pH Test Kit for Soil) 26

ภาพ 8 กรอบการศึกษาวิจัย 33

ภาพ 9 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบใบพัด 35

ภาพ 10 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา.....37

ภาพ 11 การเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง.....38

ภาพ 12 พื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา.....45

ภาพ 13 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลำน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน.....48

ภาพ 14 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของแม่น้ำอิงตอนบน 49

ภาพ 15 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน 50

ภาพ 16 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์แม่น้ำอิงตอนบน 51

ภาพ 17 การสะสมตัวของพืชและวัชพืชน้ำบริเวณสะพานขุนเดช 51

ภาพ 18 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน 52

ภาพ 19 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยแม่น้ำอิงตอนบน 53

ภาพ 20 น้ำขุ่นจากการกระจายตัวของของแข็งแขวนลอย (ฤดูฝน).....53

ภาพ 21 ภาระบรรทุกแอมโมเนียลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน.....54

ภาพ 22 ภาระบรรทุกแอมโมเนียแม่น้ำอิงตอนบน 55
ภาพ 23 ลักษณะน้ำที่มีสีเขียวและขุ่นของลำน้ำแม่ต๋ำช่วงกลางน้ำ 55
ภาพ 24 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน.....56
ภาพ 25 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมแม่น้ำอิงตอนบน.....57
ภาพ 26 ความสามารถในการรองรับมลสารและปริมาณที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำอิงตอนบน 58
ภาพ 27 ร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา 59
ภาพ 28 ร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 3 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา 61
ภาพ 29 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน.....62
ภาพ 30 ภาระบรรทุกแอมโมเนียจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน.....63
ภาพ 31 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน.....63
ภาพ 32 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน 64
ภาพ 33 การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลในเขตพื้นที่อำเภอแม่ใจ (ก) วันที่ 31 มีนาคม 2561 (ข) วันที่ 6 เมษายน 2561 และ (ค) วันที่ 9 มิถุนายน 2561.....65
ภาพ 34 สัดส่วนการปลูกข้าวนาปีและพืชเสริมชนิดอื่น ๆ 66
ภาพ 35 ประมาณการปลดปล่อยมลสารแอมโมเนียจากเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด 68
ภาพ 36 ประมาณการปลดปล่อยมลสารฟอสฟอรัสรวมจากเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด.....69

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

กว๊านพะเยาเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำอยู่ในเขตอำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา เป็นทะเลสาบน้ำจืดขนาดใหญ่ที่สุดในภาคเหนือ (วรัญญา ไชยทารินทร์, 2560) มีเนื้อที่ประมาณ 12,831 ไร่ มีความลึกเฉลี่ยตลอดปีประมาณ 1.93 เมตร (วีระชัย ณ นคร และคณะ, 2553) ตั้งอยู่ในเขตลุ่มน้ำอิง มีลักษณะคล้ายแอ่งกระทะรูปพระจันทร์เสี้ยวเกือบครึ่งวงกลม แหว่งทางด้านตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นแหล่งรองรับน้ำทั้งหมด 11 สาขา (ณภัทร จักรวัฒนา และคณะ, 2560) มีความสำคัญต่อกิจกรรมต่าง ๆ ของประชาชน ทั้งด้านการประมง การเกษตรกรรม อุตสาหกรรม และการอุปโภคบริโภค และยังถือว่าเป็นพื้นที่ชุ่มน้ำระดับนานาชาติ ที่มีความละเอียดอ่อนต้องได้รับการฟื้นฟูอย่างสม่ำเสมอ มีระบบนิเวศน์น้ำจืดแบบกึ่งปิดที่ค่อนข้างตื้น และการไหลเวียนของน้ำแบบไม่ต่อเนื่อง (สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล และคณะ, 2558) ตลอดทั้งมีความสมบูรณ์ของระบบนิเวศน์และความหลากหลายทางชีวภาพ เป็นแหล่งเพาะพันธุ์สัตว์น้ำที่สำคัญ (กัญญาณัฐ สุนธรประสิทธิ์, 2556) อีกทั้งยังมีความสำคัญต่อการดูดซับสารเคมีและตะกอนจากกิจกรรมต่าง ๆ ก่อนไหลลงสู่แหล่งน้ำ เนื่องด้วยกว๊านพะเยามีความอุดมสมบูรณ์ด้านระบบนิเวศสูง จึงมีการใช้ประโยชน์พื้นที่รอบกว๊านพะเยาอย่างหนาแน่น (สถาบันปวงผญาพยาว, 2555) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ ฝั่งด้านตะวันตก เป็นพื้นที่สำหรับ ชุมชนชนบท มีการทำการเกษตร การประมง และการปศุสัตว์ ส่วนฝั่งด้านตะวันออกเป็นพื้นที่ของชุมชนเมือง เป็นที่อยู่อาศัย แหล่งธุรกิจ ร้านค้า และร้านอาหารจำนวนมาก (สำนักงานเทศบาลเมืองพะเยา, 2558)

จากการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำของกว๊านพะเยา ประจำปี 2559 ของสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 พบว่า ภาพรวมอยู่ในเกณฑ์ “เสื่อมโทรม” เมื่อเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ซึ่งแบ่งคุณภาพน้ำออกเป็น 5 ประเภท คือ (1) ดีมาก (2) ดี (3) พอใช้ (4) เสื่อมโทรม และ (5) เสื่อมโทรมมาก จัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน และเพื่อการอุตสาหกรรม

กรมควบคุมมลพิษได้ทำการตรวจวัดคุณภาพน้ำในกว๊านพะเยาพบว่าจุดตรวจวัดคุณภาพน้ำบริเวณสะพานขุนเดชที่แม่น้ำอิงมาบรรจบกับกว๊านพะเยามีคุณภาพน้ำต่ำสุด มีระดับค่า DO (Dissolve Oxygen) เฉลี่ย 4.85 มิลลิกรัมต่อลิตร และ BOD เฉลี่ย 3.6 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่า WQI 54 จัดว่าอยู่ในระดับเสื่อมโทรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2559) เมื่อพิจารณาคุณภาพแหล่งน้ำที่เชื่อมต่อกับกว๊านพะเยา ซึ่งก็คือ แม่น้ำอิง พบว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิง ปี 2559 อยู่ในเกณฑ์ “เสื่อมโทรม” เช่นกัน โดยเฉพาะช่วงบริเวณแม่น้ำอิงตอนบนซึ่งไหลผ่านแหล่งชุมชนและเกษตรกรรม และในช่วงฤดูแล้งที่มีปริมาณน้ำน้อยทำให้ปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น (กัญญาณัฐ สุนธรประสิทธิ์ และคณะ, 2560)

แม่น้ำอิง ถือว่าเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง มีต้นกำเนิดมาจากหนองเล็งทราย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติบนที่ราบสูง หนองเล็งทรายมีพื้นที่ 5,500 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่เขตอำเภอแม่ใจ จังหวัดพะเยา ประชาชนใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภคในครัวเรือนร้อยละ 60 การเกษตรกรรมร้อยละ 40 (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพะเยา, 2559) จากการตรวจติดตามคุณภาพน้ำของหนองเล็งทราย พบว่า ตรวจพบยาฆ่าแมลงในปริมาณมากเกินค่าความปลอดภัยร้อยละ 57.14 เนื่องมาจากสาเหตุการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลงในพื้นที่การเกษตรรอบ ๆ บริเวณดังกล่าว (กรรณิกา รัถยาธรรมกูล, 2555) นอกจากนี้ยังพบว่าคุณภาพของลำน้ำอิงตอนบนอยู่ในเกณฑ์ “เสื่อมโทรม” (สำนักสิ่งแวดล้อมภาค 2, 2559) แต่อย่างไรก็ตามปัญหาคุณภาพน้ำเสื่อมโทรมในลำน้ำอิงนั้นยังมีข้อกังขาว่ามีสาเหตุมาจากแหล่งกำเนิดมลสารใดเป็นหลัก ทำให้การจัดการคุณภาพน้ำที่ผ่านมายังไม่ตรงจุดและไม่มีประสิทธิผลเท่าที่ควร

ดังนั้นในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาคุณภาพแม่น้ำอิงตอนบน และลำนำสาขาที่ไหลเข้าสู่แม่น้ำอิงตอนบน ตั้งแต่หนองเล็งทรายจนถึงกว๊านพะเยา และศึกษาปริมาณมลสารจากแต่ละแหล่งกำเนิดตามกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบน พร้อมทั้งเสนอแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อลดมลสารที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงตอนบน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงตอนบนตั้งแต่หนองเล็งทรายถึงกว๊านพะเยา
2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงและภาระบรรทุกมลสารในแม่น้ำอิงตอนบน
3. เพื่อเสนอแนวทางในการจัดการคุณภาพน้ำเพื่อลดมลสารที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงตอนบน

ขอบเขตของการวิจัย

1. การเก็บข้อมูลคุณภาพน้ำจากแม่น้ำอิงตอนบนตั้งแต่หนองเล็งทรายจนถึงกว๊านพะเยา ระยะเวลาในการดำเนินงาน 12 เดือน

2. การสำรวจกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนหาได้จากการลงพื้นที่สำรวจและเก็บข้อมูลด้วยโปรแกรม ArcGIS

3. ภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนเป็นข้อมูลทูติยภูมิที่ได้จากการคำนวณ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ชัดเจนถึงสภาพปัญหาปริมาณน้ำ คุณภาพน้ำ และที่มาของมลสารจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินประเภทต่าง ๆ ทำให้หน่วยงานหรือผู้ที่เกี่ยวข้องนำข้อมูลดังกล่าวไปสนับสนุนการตัดสินใจเพื่อกำหนดนโยบายในการแก้ไขปัญหาคุณภาพน้ำกว๊านพะเยาได้อย่างตรงจุด

2. หน่วยงานราชการ หน่วยงานท้องถิ่น และผู้มีส่วนได้เสีย สามารถนำแนวทางที่งานวิจัยได้นำเสนอในการจัดการคุณภาพน้ำตั้งแต่ต้นทางไปปฏิบัติใช้กับส่วนงานที่ตนเองรับผิดชอบได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ลักษณะพื้นที่จังหวัดพะเยา

จังหวัดพะเยา ตั้งอยู่ทางภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย อยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 18 องศา 44 ลิปดา เหนือ ถึง 19 องศา 44 ลิปดา เหนือ และเส้นแวงที่ 99 องศา 40 ลิปดา ตะวันออก ถึง 100 องศา 40 ลิปดา ตะวันออก มีภูมิประเทศล้อมรอบไปด้วยเทือกเขา มีที่ราบเหมาะแก่การเพาะปลูกอยู่สองข้างเทือกเขาและระหว่างลำน้ำ มีพื้นที่ 6,335.06 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,959,412 ไร่ คิดเป็นเนื้อที่ป่าไม้ ร้อยละ 51.9 เนื้อที่ถือครองทางการเกษตร ร้อยละ 37.9 และเป็นเนื้อที่นอกการเกษตร ร้อยละ 10.2 (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2558) เทือกเขาที่สำคัญของจังหวัดพะเยา ได้แก่ เทือกเขาดอยภูลังกา ดอยสันปันน้ำ ดอยแม่สุก ดอยขุนแม่ฝาด ดอยขุนแม่ต๋ำ และดอยขุนแม่ต๋อม จังหวัดพะเยาตั้งอยู่ในลุ่มน้ำอิง ซึ่งเป็นแม่น้ำสาขาของแม่น้ำโขง ครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำ 7,388 ตารางกิโลเมตร มีปริมาณน้ำท่าตามธรรมชาติ 2,247 ล้านลูกบาศก์เมตร แหล่งน้ำผิวดินที่สำคัญของจังหวัดพะเยา ประกอบด้วย กว๊านพะเยา หนองเล็งทราย แม่น้ำอิง และแม่น้ำยม

กว๊านพะเยา มีเนื้อที่ประมาณ 20.53 ตารางกิโลเมตร หรือประมาณ 12,831 ไร่ เก็บกักน้ำได้ 33.84 ล้านลูกบาศก์เมตร รองรับลำน้ำหลักทั้งหมด 11 สาย ได้แก่ แม่น้ำอิง ห้วยทับช้าง ห้วยแม่ต๋ำ ห้วยแม่ใส ห้วยแม่นาเรือ ห้วยแม่ตุ่น ห้วยแม่ต๋อม ห้วยแม่ต๊ำ ห้วยแม่เหยียบ ห้วยแม่ตุ้ม และห้วยแม่ปิน (ณภัทร จักรวัฒนา และคณะ, 2560) มีความสำคัญต่อพื้นที่ทำการเกษตรพื้นที่ท้ายกว๊านพะเยา ทั้งช่วงฤดูฝนและฤดูแล้ง

หนองเล็งทราย ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบน เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติบนที่ราบสูง ซึ่งเป็นต้นกำเนิดของลุ่มน้ำอิง ตั้งอยู่ในเขตอำเภอแม่ใจ มีเนื้อที่ประมาณ 5,563 ไร่ สามารถเก็บกักน้ำได้ 6.5 ล้านลูกบาศก์เมตร

แม่น้ำอิง เป็นแม่น้ำที่มีต้นกำเนิดมาจากดอยหลวง ลำน้ำส่วนหนึ่งจะไหลไปรวมกันที่หนองเล็งทรายเกิดเป็นแหล่งน้ำอิง แล้วไหลลงกว๊านพะเยา และไหลไปต่อจนบรรจบกับลำน้ำโขงที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย รวมระยะทางทั้งสิ้น 240 กิโลเมตร และมีความยาวของแม่น้ำถึง 154 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่จังหวัดพะเยา (สำนักงานทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมจังหวัดพะเยา, 2558)

แม่น้ำยม มีต้นกำเนิดจากดอยภูลังกาของเทือกเขาผีปันน้ำในเขตอำเภอปง ไหลผ่านอำเภอเชียงม่วน ผ่านอำเภอสอง จังหวัดแพร่ บรรจบกับแม่น้ำน่าน อำเภอชุมแสง จังหวัดนครสวรรค์ มีความยาวที่ไหลผ่านจังหวัดพะเยา 120 กิโลเมตร

แม่น้ำอิง

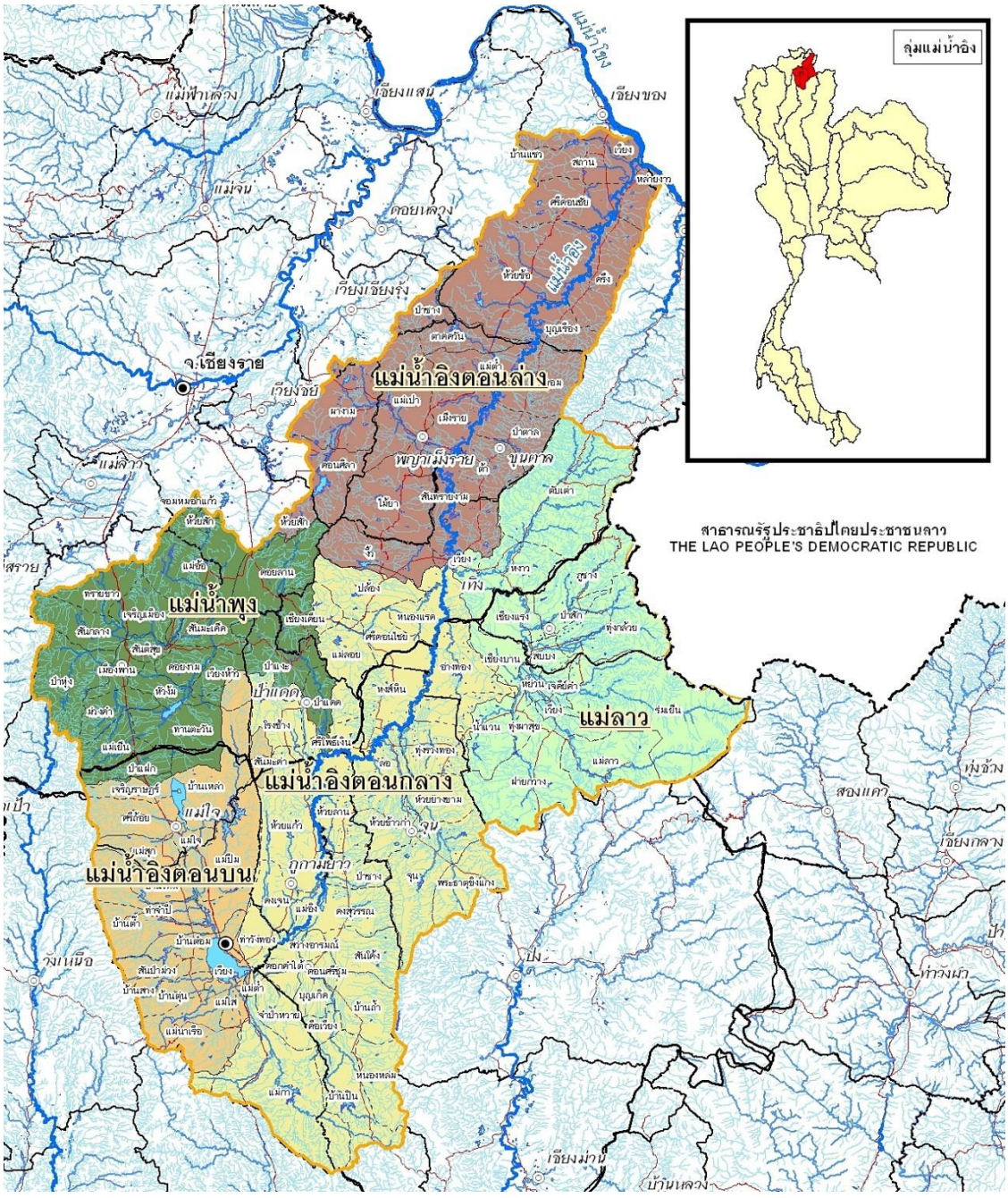
แม่น้ำอิงเป็นแม่น้ำสาขาที่สำคัญของน้ำโขง เป็นแม่น้ำสายหลักที่มีต้นกำเนิดมาจากดอยหลวงหรือเทือกเขาผีปันน้ำ 12 ลำห้วย ไหลผ่านที่ราบน้อยใหญ่ทั้งที่เป็นชุมชนที่อยู่อาศัยและพื้นที่การเกษตรกรรม แม่น้ำอิงถูกกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 มีระยะทางตั้งแต่บริเวณบ้านปากอิง หมู่ที่ 2 ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย กิโลเมตรที่ 0 จนถึงบริเวณบ้านร่องห้า หมู่ที่ 13 ตำบลต่อม อำเภอเมืองพะเยา จังหวัดพะเยา กิโลเมตรที่ 256 (กรมควบคุมมลพิษ, 2551) มีพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสิ้น 7,388 ตารางกิโลเมตร ครอบคลุมพื้นที่จังหวัดเชียงรายและพะเยา ตามหลักภูมิศาสตร์ได้แบ่งลุ่มน้ำอิงตามความแตกต่างทางกายภาพเป็น 3 ส่วน คือ

1. ลุ่มน้ำอิงตอนบน “ป่าต้นน้ำกว๊านพะเยา” ถือได้ว่าเป็นแหล่งกำเนิดของลำห้วยทั้ง 11 สาย ที่ไหลลงกว๊านพะเยา ได้แก่ ห้วยแม่สุก ห้วยแม่ใจ ห้วยแม่ตุ้ม ห้วยแม่จว้า ห้วยแม่ต๋ำ ห้วยแม่เหยี่ยน ห้วยแม่ตุ่น ห้วยแม่ต่อม ห้วยแม่ใส ห้วยแม่นาเรือ และห้วยแม่ต๋ำ ครอบคลุมพื้นที่ตั้งแต่ต้นน้ำของแม่น้ำอิงจนถึงกว๊านพะเยา มีความยาวของลำน้ำอิงประมาณ 34 กิโลเมตร ไหลผ่านอำเภอแม่ใจ ลงใต้สู่กว๊านพะเยาที่อำเภอเมือง จังหวัดพะเยา

2. ลุ่มน้ำอิงตอนกลาง เริ่มจากประตูระบายน้ำกว๊านพะเยา ไหลไปทางทิศเหนือจนถึงจุดบรรจบแม่น้ำพุง แล้วไหลไปทางทิศตะวันออกเข้าสู่เขตอำเภอจุน จังหวัดพะเยา จากนั้นไหลไปทางทิศเหนือ เข้าอำเภอเทิงไปบรรจบแม่ลาวทางฝั่งขวาของลำน้ำบริเวณตำบลเวียง อำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย ความยาวของลำน้ำอิงในช่วงนี้ประมาณ 158 กิโลเมตร ในช่วงต้นเขตอำเภอดอกคำใต้และอำเภอภูกามยาว ลำน้ำจะแคบและตื้น มีการจัดการน้ำโดยใช้ระบบเหมืองฝายเพื่อนำน้ำเข้าพื้นที่การเกษตร แม่น้ำอิงจะเริ่มกว้างและลึกเมื่อเข้าสู่เขตอำเภอจุน จังหวัดพะเยา มีแม่น้ำสาขาหลายสายไหลลงแม่น้ำอิง ได้แก่ น้ำร่องช้าง น้ำแม่พุง น้ำร่องปอ และน้ำจุน

3. ลุ่มน้ำอิงตอนล่าง เริ่มตั้งแต่จุดบรรจบแม่ลาว อำเภอเทิง ผ่านอำเภอขุนตาล และบรรจบแม่น้ำโขงที่บ้านปากอิง ตำบลศรีดอนชัย อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงราย ความยาวของลำน้ำอิงในช่วงนี้ประมาณ 133 กิโลเมตร ลำน้ำอิงตอนปลายจะมีความลึกมากกว่าลำน้ำอิง

ตอนกลาง ทำให้ให้มีปริมาณน้ำมาก ปลาในแม่น้ำโขงมักจะขึ้นมาวางไข่ในฤดูน้ำหลาก บริเวณคุ้งน้ำต่าง ๆ ทำให้มีปริมาณและชนิดของพันธุ์ปลามากกว่าลุ่มน้ำอิงตอนต้นและตอนกลาง

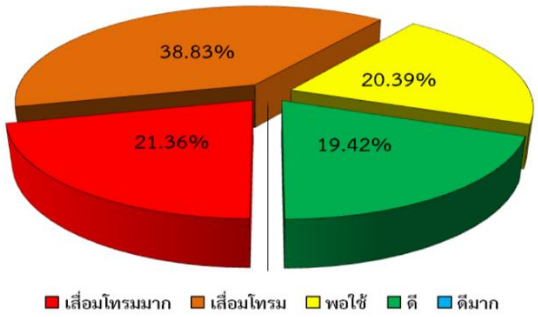


ภาพ 1 แผนที่ขอบเขตการปกครองในเขตลุ่มน้ำอิง

ที่มา: กรมทรัพยากรน้ำ กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2558

สถานการณ์คุณภาพแหล่งน้ำผิวดินจังหวัดพะเยา

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง ได้ดำเนินโครงการตรวจติดตามคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน มีพื้นที่รับผิดชอบ ได้แก่ จังหวัดลำปาง จังหวัดแพร่ จังหวัดพะเยา และจังหวัดสุโขทัย (แหล่งน้ำไหล ได้แก่ แม่น้ำวัง แม่น้ำจาง แม่น้ำยม แม่น้ำอิง แหล่งน้ำนิ่ง ได้แก่ กว๊านพะเยา) จากผลการตรวจติดตามคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2559 พบว่าแหล่งน้ำส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมถึงร้อยละ 38.83 เป็นแหล่งน้ำไหลที่ไหลผ่านเขตชุมชมที่อยู่อาศัยหนาแน่น



ภาพ 2 แผนภูมิแสดงร้อยละคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ปี 2559

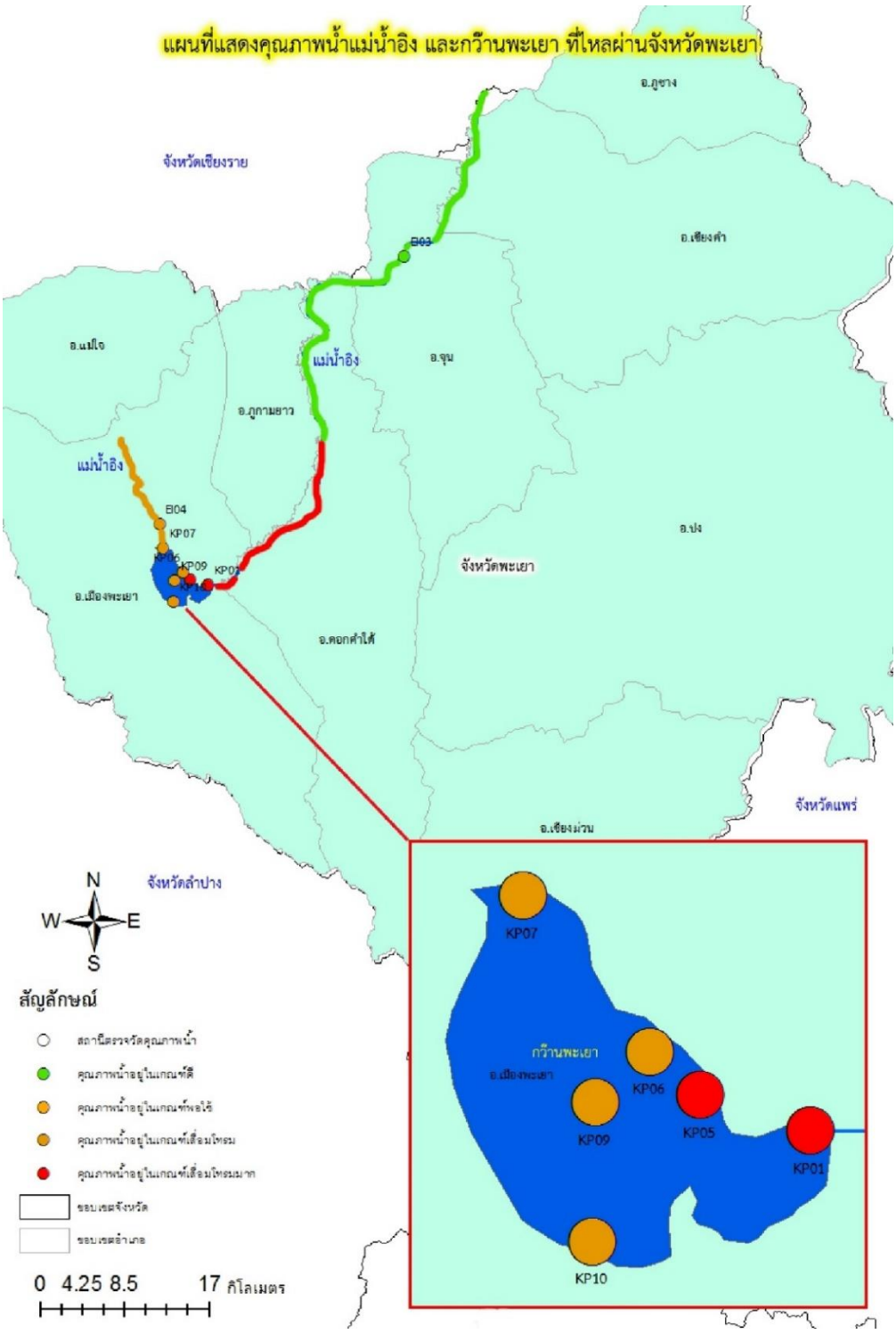
ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง, 2559

นอกจากนี้ยังพบว่ากว๊านพะเยาและแม่น้ำอิง ซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่สำคัญของจังหวัดพะเยามีคุณภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์ **“เสื่อมโทรม”**โดยเฉพาะกว๊านพะเยานั้น พบปัญหาพารามิเตอร์น้ำที่ไม่ได้มาตรฐาน ได้แก่ BOD และ NH_3 บริเวณด้านที่ติดกับเขตชุมชนหนาแน่น เมื่อพิจารณาจุดเชื่อมโยงระหว่างกว๊านพะเยาและแม่น้ำอิงตอนบนบริเวณสะพานขุนเดช พบว่าคุณภาพน้ำมีแนวโน้มอยู่ในเกณฑ์ **“เสื่อมโทรมมาก”**

ตาราง 1 คุณภาพน้ำกว๊านพะเยาบริเวณสะพานขุนเดช 2559

รายละเอียดจุดเก็บตัวอย่าง	**คุณภาพน้ำ**			
	ครั้งที่ 1	**ครั้งที่ 2**	**ครั้งที่ 3**	**ครั้งที่ 4**
	ต.ค.–ธ.ค.58	**ม.ค.–มี.ค.59**	**เม.ย.–มิ.ย.59**	**ก.ค.–ก.ย.59**
ปากน้ำอิงบริเวณสะพานขุนเดช อ.เมือง จ.พะเยา	พอใช้	เสื่อมโทรม BOD	เสื่อมโทรมมาก BOD, NH_3	เสื่อมโทรมมาก NH_3

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง, 2559



ภาพ 3 แผนที่คุณภาพน้ำกว๊านพะเยา และแม่น้ำอิง ปี 2559

ที่มา: สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2 ลำปาง, 2559

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน

ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน ประกอบด้วย ข้อมูลประเภทการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินที่ได้ข้อมูลจากการสำรวจระยะไกลและการสำรวจภาคสนามประกอบกัน อาศัยแนวคิดพื้นฐานของระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินและสิ่งปกคลุมดินของ (Anderson et al., 1976) เป็นมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (Fundamental Geographic Data Set, FDGS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) สามารถจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินได้ถึง 3 ระดับ ได้แก่ ระดับที่ 1, ระดับที่ 2 และ ระดับที่ 3 ตามความละเอียดของชั้นข้อมูล ดังตาราง 2 และ 3

ตาราง 2 ระบบการจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดิน ระดับที่ 1 และ 2

ระดับที่ 1	รหัส	ระดับที่ 2	รหัส
1. พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	U	เมืองและย่านการค้า	U1
		ที่อยู่อาศัย	U2
		สถานที่ราชการและสถาบัน	U3
		สถานีคมนาคม การสื่อสาร และสาธารณูปโภค	U4
		ย่านอุตสาหกรรม	U5
		สิ่งปลูกสร้างอื่น ๆ	U6
		สนามกอล์ฟ	U7
2. พื้นที่เกษตรกรรม	A	พื้นที่นา	A1
		พืชไร่	A2
		ไม้ยืนต้น	A3
		ไม้ผล	A4
		พืชสวน	A5
		ไร่หมุนเวียน	A6
		ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์และโรงเรือน	A7
		พืชน้ำ	A8
		สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	A9
		เกษตรผสมผสาน	A0

ตาราง 2 (ต่อ)

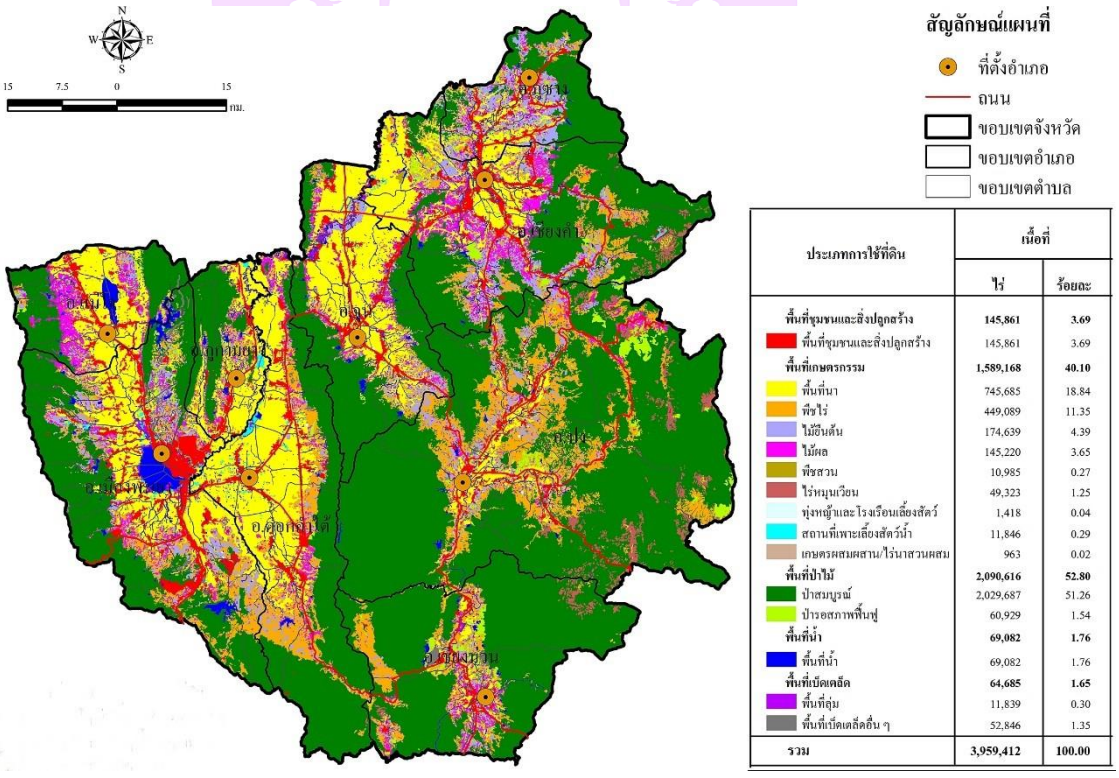
ระดับที่ 1	รหัส	ระดับที่ 2	รหัส
3. พื้นที่ป่าไม้	F	ป่าไม่ผลัดใบ	F1
		ป่าผลัดใบ	F2
		ป่าชายเลน	F3
		ป่าพรุ	F4
		ป่าปลูก	F5
		วนเกษตร	F6
		ป่าชายหาด	F7
4. พื้นที่แหล่งน้ำ	W	แหล่งน้ำตามธรรมชาติ	W1
5. พื้นที่เบ็ดเตล็ด	M	ทุ่งหญ้าและไม้ละเมาะ	M1
		พื้นที่ลุ่มชื้นแฉะและพื้นที่น้ำขัง	M2
		เหมืองและบ่อขุด	M3
		พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	M4
		นาเกลือ	M5
		หาดทราย	M6
		ที่ทิ้งขยะ	M7

ตาราง 3 การจำแนกการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินของพื้นที่แหล่งน้ำ ระดับที่ 1, 2 และ 3

ระดับที่ 1	ระดับที่ 2		ระดับที่ 3		
W	W1	แหล่งน้ำธรรมชาติ	W101	แม่น้ำลำคลอง	River, Canal
พื้นที่			W102	หนอง บึง ทะเลสาบ	Natural Water
แหล่งน้ำ					Resource
	W2	แหล่งน้ำที่มนุษย์	W201	อ่างเก็บน้ำ	Reservoir
		สร้างขึ้น	W202	บ่อน้ำในไร่นา	Farm Pond
			W203	คลองชลประทาน	Irrigation Canal

1. พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดพะเยา (ลุ่มน้ำอิงตอนบน)

จังหวัดพะเยามีพื้นที่ 6,335.06 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,959,412 ไร่ โดยแบ่งเป็นพื้นที่ป่าไม้ 2,090,616 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 52.80 รองลงมา คือ พื้นที่เกษตรกรรม จำนวน 1,589,168 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 40.10 พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง 145,861 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 3.69 พื้นที่น้ำ 69,082 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.76 และพื้นที่เบ็ดเตล็ด 64,685 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 1.65 ตามลำดับ (กรมพัฒนาที่ดิน, 2558) จากการศึกษาแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินจังหวัดพะเยา ปี 2558 พบว่า พื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินตลอดลำน้ำอิงตอนบน เริ่มตั้งแต่หนองเล็งทราย ที่อยู่ในพื้นที่ของตำบลบ้านเหล่า ตำบลเจริญราษฎร์ ตำบลศรีถ้อย ผ่านตำบลแม่ใจ ตำบลแม่สุก อำเภอแม่ใจ เข้าสู่ตำบลบ้านใหม่ ตำบลท่าจำปี ตำบลบ้านต๋ำ ตำบลบ้านต๋อม ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพะเยา ก่อนจะไหลลงยังกว๊านพะเยา ส่วนใหญ่ใช้พื้นที่เพื่อการทำนาเป็นหลัก มีพื้นที่ที่อยู่อาศัย เขตชุมชน สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่ลุ่มน้ำกระจายอยู่บางเป็นระยะข้างลำน้ำ



ประเภทการใช้ที่ดิน	เนื้อที่	
	ไร่	ร้อยละ
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	**145,861**	**3.69**
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง	145,861	3.69
พื้นที่เกษตรกรรม	**1,589,168**	**40.10**
พื้นที่นา	745,685	18.84
พืชไร่	449,089	11.35
ไม้ยืนต้น	174,639	4.39
ไม้ผล	145,220	3.65
พืชสวน	10,985	0.27
ไร่หมุนเวียน	49,323	1.25
ทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์	1,418	0.04
สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ	11,846	0.29
เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม	963	0.02
พื้นที่ป่าไม้	**2,090,616**	**52.80**
ป่าสมบูรณ์	2,029,687	51.26
ป่ารอสภาพฟื้นฟู	60,929	1.54
พื้นที่น้ำ	**69,082**	**1.76**
พื้นที่น้ำ	69,082	1.76
พื้นที่เบ็ดเตล็ด	**64,685**	**1.65**
พื้นที่ลุ่ม	11,839	0.30
พื้นที่เบ็ดเตล็ดอื่น ๆ	52,846	1.35
รวม	**3,959,412**	**100.00**

ภาพ 4 แผนที่สภาพการใช้ที่ดิน จังหวัดพะเยา ปี พ.ศ. 2558

ที่มา: กรมพัฒนาที่ดิน, 2558

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านการเกษตร

1. ผลผลิตทางการเกษตร

ปี พ.ศ. 2558 จังหวัดพะเยามีเนื้อที่ทำการเกษตร 1,589,168 ไร่ โดยใช้เป็นพื้นที่ทำนามากสุดถึง 745,685 ไร่ รองลงมา คือ ปลูกพืชไร่ 449,089 ไร่ ปลูกไม้ผลไม้ยืนต้น 319,859 ไร่ ตามลำดับ ส่วนที่เหลือเป็นพืชสวน ไร่หมุนเวียน ทุ่งหญ้าและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ สถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และพื้นที่เกษตรผสมผสาน/ไร่นาสวนผสม ดังนั้นอาชีพหลักของประชากรจังหวัดพะเยา คือ การทำนา มีข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ โดยเฉพาะข้าวหอมมะลิที่มีชื่อเสียงและคุณภาพที่สุดของภาคเหนือ

ตาราง 4 ข้อมูลผลผลิตทางเกษตรที่สำคัญของจังหวัดพะเยา ปี 2555–2557

พ.ศ.	เนื้อที่ปลูก/ผลผลิตรวม	ชนิดพืช							
		ข้าวนาปี				พืชไร่		ไม้ผล	
		ข้าวเจ้านาปี		ข้าวนาปรัง		ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (ฝน)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (แล้ง)	ลำไย	ลิ้นจี่
		ข้าวหอมมะลิ	ข้าวเหนียว	ข้าวเจ้านาปรัง	ข้าวเหนียวนาปรัง				
2555	เนื้อที่ (ไร่)	468,036	201,838	79,830	5,192	282,994	42,066	59,064	20,985
	ผลผลิต (ตัน)	258,183	114,549	54,285	3,591	184,461	32,651	29,041	9,794
2556	เนื้อที่ (ไร่)	522,452	143,547	100,578	7,087	284,686	45,370	57,911	17,048
	ผลผลิต (ตัน)	296,325	76,322	74,794	5,198	187,532	33,302	22,358	7,279
2557	เนื้อที่ (ไร่)	465,954	154,159	99,500	9,924	278,620	33,890	57,482	16,738
	ผลผลิต (ตัน)	242,935	94,027	81,152	6,773	190,961	24,833	34,727	9,805

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา, 2559

2. การใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรกับการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ

ในปี พ.ศ. 2552 พื้นที่การปลูกข้าวมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเนื่องจากราคาข้าวที่ค่อนข้างสูง ประกอบกับโครงการประกันรายได้ จูงใจให้เกษตรกรขยายพื้นที่เพาะปลูก โดยภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีพื้นที่การปลูกข้าวมากที่สุด รองลงมาคือภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ ตามลำดับ โดยพบว่าทุกภาคมีการขยายตัวการทำนาปรังมากขึ้น ประเทศไทยมีพื้นที่ปลูกข้าวประมาณ 57 ล้านไร่ ทั้งนี้การจำแนกพื้นที่ทำนาข้าวที่สอดคล้องกับการประเมินการระบายมลสารลงสู่แหล่งน้ำ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ขอบเขตพื้นที่จังหวัด และขอบเขตลุ่มน้ำ

โดยจังหวัดพะเยาจัดอยู่ในขอบเขตลุ่มน้ำโขง มีพื้นที่ปลูกข้าว 611,866 คิดเป็นร้อยละ 0.85 ของพื้นที่ปลูกข้าวทั้งประเทศ ประเทศไทยแบ่งฤดูกาลปลูกข้าว 2 ฤดูกาล คือ นาปีและนาปรัง โดยข้าวนาปีเป็นข้าวที่เพาะปลูกในฤดูกาลทำนาปกติในฤดูฝน ระหว่างวันที่ 1 พฤษภาคม ถึง 1 ตุลาคม และข้าวนาปรังเป็นข้าวที่เพาะปลูกในฤดูแล้ง ระหว่างวันที่ 1 พฤศจิกายน ถึง 30 เมษายน ของปีถัดไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2555) พบว่านาข้าวมีความต้องการใช้ปุ๋ยเคมีมากที่สุดในภาคการเกษตร โดยส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศเป็นหลักและมีแนวโน้มที่เพิ่มมากขึ้นในทุก ๆ ปี มีการนำเข้าปุ๋ยเคมีเข้าจากต่างประเทศ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 – 2552 คิดเป็น 3.3, 3.5, 4.3, 3.7 และ 3.8 ล้านตัน ตามลำดับ (สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, 2554)

3. สารมลพิษทางน้ำที่เกิดจากนาข้าว

การใช้น้ำในการปลูกข้าว แตกต่างกันไปตามวิธีทำนา โดยนาหว่านมีการใช้น้ำ 960 ลบ.ม./ไร่ ส่วนนาดำมีการใช้น้ำ 1,140 ลบ.ม./ไร่ (กรมควบคุมมลพิษ, 2554) ในภาวะปกติ การทำนาส่วนใหญ่จะไม่ค่อยระบายน้ำออกจากแปลงนาแต่จะจัดการน้ำที่ขังในแปลงนาให้มีความพอดีต่อความต้องการน้ำของต้นข้าวและปล่อยให้แห้งก่อนช่วงเก็บเกี่ยว คิดเป็นมลพิษที่ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ 0.17 กก./ไร่/ปี แต่ในสภาวะที่ไม่ปกติ กรณีน้ำท่วมขังแปลงนาจะเกิดปัญหาการเน่าเสียของต้นข้าว ส่งผลให้น้ำที่ระบายออกจากแปลงนามีปริมาณมลสารที่สูงมากขึ้น หรือบางครั้งเกิดฝนตกหนักน้ำที่ไหลล้นออกจากที่นาได้ชะปุ๋ยที่ตกค้างในที่นาลงสู่แหล่งน้ำ น้ำทิ้งจากนาข้าวทำให้เกิดมลพิษทางน้ำ ทำให้คุณภาพของน้ำในแหล่งน้ำเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ชนิดของสารมลพิษที่สำคัญ คือ

1. สารอินทรีย์ในรูปบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD) เป็นค่าที่แสดงความสกปรกของแหล่งน้ำ ยิ่งมีค่ามากย่อมแสดงว่าแหล่งน้ำมีความสกปรกมาก เนื่องจากจุลินทรีย์ต้องใช้ออกซิเจนต้องการออกซิเจนจำนวนมากในการย่อยสารอินทรีย์ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลงอย่างรวดเร็วเป็นอันตรายต่อการดำรงชีวิตของพืชและสัตว์น้ำ

2. ไนโตรเจน (N) และฟอสฟอรัส (P) ถือได้ว่าเป็นธาตุอาหารหลักของเกษตรกรรมที่ก่อให้เกิดความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำ โดยไนโตรเจนนั้นจัดเป็นธาตุอาหารที่มีความสำคัญในกระบวนการ Eutrophication ส่งผลให้พืชน้ำมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ส่วนฟอสฟอรัส โดยเฉพาะในรูปของฟอสเฟตที่เพิ่มมากขึ้นจะเป็นตัวเร่งให้เกิดกระบวนการ Eutrophication

3. ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids; SS) ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำที่ประกอบด้วยสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ มาตรฐานการระบายน้ำที่มีคุณภาพต่ำลงแหล่งน้ำชลประทาน กำหนดให้มีสารแขวนลอยไม่เกิน 30 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 5 สัดส่วนปริมาณมลสารจากธาตุอาหารจากกิจกรรมการเพาะปลูกที่ระบายลงแหล่งน้ำ

ชนิดของกลุ่มพืช	ไนโตรเจน		ฟอสฟอรัส	
	ระบาย (ตัน/ปี)	ร้อยละ	ระบาย (ตัน/ปี)	ร้อยละ
นาข้าว	17,585	57.96	1,966	87.89
พืชไร่	9,359	30.85	191	8.54
พืชผัก	1,271	4.19	41	1.83
พืชพุ่มเตี้ย	385	1.27	26	1.16
พืชผลทรงพุ่ม	565	1.86	9	0.40
ไม้เลื้อย	1,174	3.87	4	0.18
รวม	30,339	100.00	2,237	100.00

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2554

4. การคำนวณปริมาณมลพิษทางน้ำจากนาข้าว

ปริมาณมลพิษจากนาข้าวจะปะปนไปกับน้ำที่ระบายลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนใหญ่เกิดจากการทำนาดำ และนาหว่าน มีรายละเอียด ดังนี้

4.1 ฤดูกาลปลูกข้าว ในรอบหนึ่งปีจะปลูกข้าวได้ 2 รอบ คือ นาปีและนาปรัง (ข้อมูลกระทรวงเกษตรและสหกรณ์)

4.2 วิธีการทำนา การประเมินปริมาณมลพิษที่เกิดขึ้นจากการทำนาข้าวจะคำนวณจากวิธีการทำนาดำและนาหว่าน แยกเป็นฤดูกาล คือ นาปี และนาปรัง โดยนาปีจะปลูกข้าวในฤดูทำนา คิดเป็นวิธีการทำนาดำ ร้อยละ 45 ทำนาหว่าน ร้อยละ 55 ส่วนนาปรังจะปลูกข้าวนอกฤดูทำนา คิดเป็นวิธีการทำนาหว่าน ร้อยละ 100

4.3 ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารมลพิษจากนาข้าว ความเข้มข้นเฉลี่ยของสารมลพิษจากการทำนาดำ มีค่าบีโอดี ไนโตรเจนทั้งหมด ฟอสฟอรัสทั้งหมด ของแข็งแขวนลอย อยู่ที่ 2.4, 4.3, 1.0 และ 96.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ส่วนการทำนาหว่าน อยู่ที่ 3.2, 4.3, 0.16 และ 382.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับเช่นกัน

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านชุมชนที่อยู่อาศัย

จังหวัดพะเยา ประกอบด้วย 9 อำเภอ คือ เมืองพะเยา แม่ใจ เชียงคำ ดอกคำใต้ ปง จุน เชียงม่วน ภูซาง และภูกามยาว แบ่งเป็น 68 ตำบล 779 หมู่บ้าน/39 ชุมชน มีองค์การบริหารส่วนจังหวัด 1 แห่ง เทศบาลเมือง 2 แห่ง เทศบาลตำบล 33 แห่ง และองค์การบริหารส่วนตำบล 36 แห่ง มีประชากรทั้งสิ้น 482,657 คน เป็นชาย 235,804 คน หญิง 246,853 คน มีจำนวนบ้านทั้งสิ้น 183,240 หลังคาเรือน (สำนักงานทะเบียนกลาง กรมการปกครอง, 2558) และประชาชนที่อาศัยอยู่ตามบริเวณเทือกเขาสูง ได้แก่ ม้ง เมี่ยน ลีซู ลั๊วะ และอื่น ๆ รวม 60 หมู่บ้าน 6,729 ครัวเรือน มีจำนวนประชากร 60,655 คน (ศูนย์พัฒนาชาวเขาจังหวัดพะเยา, 2559)

เนื่องจากลำน้ำอิงตอนบน เริ่มตั้งแต่หนองเล็งทรายไปถึงกว๊านพะเยานั้น ได้ไหลผ่าน 2 อำเภอที่สำคัญ คือ อำเภอแม่ใจ และอำเภอเมืองพะเยา ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องศึกษาลักษณะชุมชน จำนวนครัวเรือน จำนวนประชากร กิจกรรม ต่าง ๆ ของทั้ง 2 อำเภอนี้

ตาราง 6 จำนวนครัวเรือนและประชากร อำเภอแม่ใจและอำเภอเมืองพะเยา

ที่	อำเภอ/อปท.	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
1	อำเภอแม่ใจ	10,343	10,702	21,045	8,914
	ตำบลแม่ใจ	1,001	1,095	2,096	888
	ตำบลศรีถ้อย	2,163	2,189	4,352	1,943
	ตำบลแม่สุก	2,728	2,759	5,487	2,454
	ตำบลป่าแฝก	2,523	2,639	5,162	2,021
	ตำบลเจริญราษฎร์	1,928	2,020	3,948	1,608
	เทศบาลตำบลบ้านเหล่า	3,934	4,018	7,952	2,788
	เทศบาลตำบลแม่ใจ	2,567	2,755	5,322	2,048
2	อำเภอเมืองพะเยา	22,031	23,059	45,090	16,551
	เทศบาลเมืองพะเยา	8,063	9,291	17,354	7,946
	ตำบลแม่นาเรือ	4,361	4,517	8,878	3,564
	ตำบลบ้านตุ่น	2,425	2,521	4,946	1,861
	ตำบลบ้านใหม่	2,297	2,435	4,732	1,703
	ตำบลจำป่าหวาย	4,157	4,284	8,441	3,048
	ตำบลแม่ใส	2,994	3,247	6,241	2,272
	ตำบลบ้านสาง	2,113	2,193	4,306	1,566
	ตำบลท่าจำปี	1,925	2,006	3,931	1,433
	ตำบลสันป่าม่วง	1,759	1,856	3,615	1,104

ตาราง 6 (ต่อ)

ที่	อำเภอ/อปท.	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
	เทศบาลตำบลบ้านต๋อม	5,898	6,658	12,556	6,786
	เทศบาลตำบลแม่กา	8,051	10,723	18,774	5,989
	เทศบาลตำบลแม่ปืม	4,515	4,709	9,224	3,207
	เทศบาลตำบลบ้านต๋ำ	3,545	3,716	7,261	2,989
	เทศบาลตำบลท่าวังทอง	7,720	7,372	15,092	8,309

ที่มา: ที่ทำการปกครองจังหวัดพะเยา, 2558

1. น้ำเสียชุมชน

หมายถึง นำเสียที่เกิดจากกิจกรรมประจำวันของประชาชนที่อาศัยอยู่ในชุมชน และกิจกรรมที่เป็นอาชีพ ได้แก่ น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบอาหารและชำระล้างสิ่งสกปรกภายในครัวเรือน และอาคารประเภทต่าง ๆ เป็นต้น (กรมควบคุมมลพิษ) โดยปริมาณน้ำเสียนั้น จะมีค่าประมาณร้อยละ 80 ของปริมาณน้ำใช้ หรือประเมินได้จากจำนวนประชากร หรือพื้นที่ใช้สอยของอาคารแต่ละประเภท น้ำเสียที่เกิดจากชุมชนที่พักอาศัยนั้น จะมีองค์ประกอบด้วยสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ โลหะหนักและสารพิษ น้ำมันและสานลอยน้ำต่าง ๆ ของแข็งสารก่อให้เกิดฟอง/สารซักฟอก จุลินทรีย์ ธาตุอาหาร และกลิ่น

ตาราง 7 อัตราการเกิดน้ำเสียต่อคนต่อวัน

ภาค	อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน-วัน)					
	2536	2540	2545	2550	2555	2560
กลาง	160-214	165-242	170-288	176-342	183-406	189-482
เหนือ	183	200	225	252	282	316
ตะวันออกเฉียงเหนือ	200-253	216-263	239-277	264-291	291-306	318-322
ใต้	171	185	204	226	249	275

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538

2. สมมูลประชากร

คือ ค่าความสกปรกหรือมลสารในรูปสารอินทรีย์ที่วัดได้โดยหน่วยวัดบีโอดี ที่เกิดขึ้นจากการดำเนินชีวิตของคน ๆ หนึ่ง หาได้จากความสัมพันธ์

สมมูลประชากร = บีโอดีในน้ำเสีย x ปริมาณน้ำเสียที่คน ๆ หนึ่งผลิตออกมาต่อวัน

= บีโอดี (กรัม/คน–วัน)

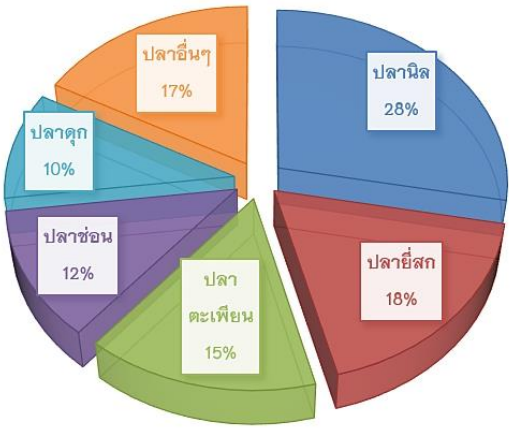
ตาราง 8 ค่าสมมูลประชากรแบ่งตามภาคต่าง ๆ

ภาค	ค่าสมมูลประชากร (กรัม บีโอดี/คน–วัน)				
	2540	2545	2550	2555	2560
กลาง	30	34	36	38	40
เหนือ	30	34	36	38	40
ตะวันออกเฉียงเหนือ	35	40	43	47	50
ใต้	35	38	42	46	50

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2538

การใช้ประโยชน์พื้นที่ดินด้านการประมง

จังหวัดพะเยามีพื้นที่แหล่งน้ำจืด 80,928 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 2.05 ของพื้นที่ทั้งหมด โดยใช้เป็นสถานที่เพาะเลี้ยงสัตว์ด้านการประมง 11,846 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 0.29 ของพื้นที่ทั้งหมด มีแหล่งประมงที่สำคัญ คือ กว๊านพะเยา อ่างเก็บน้ำแม่ปืม และแหล่งน้ำแต่ละอำเภอ รวม 9 อำเภอ โดยมีแหล่งเพาะพันธุ์ปลา คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาประมงน้ำจืดพะเยา เป็นหน่วยงานหลักที่เพาะพันธุ์ปลาต่าง ๆ ในปี 2556 จังหวัดพะเยามีปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้จากการทำประมง มีจำนวน 3,198,716 กิโลกรัม มีมูลค่ากว่า 155 ล้านบาท โดยปลาที่จับได้ส่วนใหญ่เป็น ปลานิล ปลานวลจันทร์ ปลาใน ปลายี่สก ปลาตะเพียน และอื่น ๆ มีแหล่งเพาะพันธุ์ปลาทั้งหมด 12,183 ราย จำนวน 20,203 บ่อ มีจำนวนฟาร์มที่เพาะพันธุ์และอนุบาลสัตว์น้ำจืดทั้งหมด 13 ฟาร์ม พันธุ์ปลาที่เลี้ยงและผลิตมากสุด คือ ปลานิล



ภาพ 5 แผนภูมิแสดงอัตราส่วนปริมาณสัตว์น้ำจืดที่จับได้ของจังหวัดพะเยา ปี 2556

ที่มา: สำนักงานประมงจังหวัดพะเยา, 2557

1. การเลี้ยงสัตว์น้ำ

การเลี้ยงสัตว์น้ำสามารถแบ่งประเภทของการเลี้ยง โดยใช้หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังนี้ การเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้ ลักษณะการให้อาหาร เป็นเกณฑ์แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1.1 การเลี้ยงแบบธรรมชาติ (Extensive Farm) เป็นการเลี้ยงแบบให้กินอาหารที่มีอยู่ตามธรรมชาติ ไม่มีอาหารเสริม เกษตรกรมักใช้วิธีตัดหญ้าแล้วหมักให้เน่าเปื่อยข้างบ่อ สัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงด้วยวิธีนี้ ได้แก่ ปลานิล ปลาตะเพียน กุ้ง

1.2 การเลี้ยงแบบกึ่งพัฒนา (Semi-Extensive Farm) เป็นการเลี้ยงโดยเพิ่มปริมาณอาหารในบ่อเลี้ยง เช่น การใส่ปุ๋ยคอก ปุ๋ยวิทยาศาสตร์ หรืออาหารสมทบครั้งคราว สัตว์น้ำที่นิยมเลี้ยงด้วยวิธีนี้ ได้แก่ ปลาจีน ปลาตะเพียนขาว ปลายี่สก เป็นต้น

1.3 การเลี้ยงแบบผสมผสาน (Integrated Farm) เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมกับสัตว์บก และสัตว์ปีก เช่น หมู ไก่ เป็ด โดยสร้างโรงเรือนไว้ใกล้หรือบนบ่อปลา เพื่อให้มูลสัตว์และเศษอาหารกลายมาเป็นอาหารปลาในบ่อ ปลาสวายเป็นพันธุ์ปลาที่นิยมเลี้ยงด้วยวิธีนี้

1.4 การเลี้ยงแบบพัฒนา (Intensive Farm) เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำเพื่อการพาณิชย์ โดยจะเลี้ยงในปริมาณที่มากและหนาแน่น ใช้อาหารสมทบเป็นอาหารหลัก มีการควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อ ป้องกันโรคที่อาหารเกิดกับสัตว์น้ำ ตัวอย่างการเลี้ยงด้วยวิธีนี้ ได้แก่ การเลี้ยงปลาดุกในบ่อซีเมนต์ การเลี้ยงปลาบู่ในกระชัง การเลี้ยงกุ้งก้ามกราม เป็นต้น

การเลี้ยงสัตว์น้ำโดยใช้ ลักษณะวิธีการเลี้ยง เป็นเกณฑ์แบ่งได้เป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. การเลี้ยงในบ่อเป็นการเลี้ยงโดยใช้บ่อดินสี่เหลี่ยม หรือบ่อปูนซีเมนต์ทรงสี่เหลี่ยม การเลี้ยงลักษณะนี้มักจะมีหนองน้ำ คลองส่งน้ำ อยู่ใกล้เคียงเพื่อสะดวกต่อการถ่ายเทน้ำในบ่อ การเลี้ยงวิธีนี้มีข้อเสีย คือ ใช้พื้นที่มา

2. การเลี้ยงในนาเป็นการเลี้ยงแบบนาปลามีลักษณะคล้ายนาข้าว

3. การเลี้ยงในร่องสวน เป็นการเลี้ยงโดยใช้ร่องสวนเป็นที่เลี้ยงสัตว์น้ำ

4. การเลี้ยงในกระชัง เป็นการเลี้ยงสัตว์น้ำในกรงหรือตะกร้าขนาดใหญ่ มีทุ่นลูกบวบขนาบเพื่อพยุงให้ลอยน้ำ หรือมีลักษณะคล้ายลังไม้ขนาดใหญ่ที่มีทุ่นลูกบวบขนาบให้ปากลังลอยระดับน้ำ (กรมประมง, 2551)

ปัจจุบัน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด นิยมเลี้ยงภายในบ่อหรือกระชังเป็นอย่างมาก เนื่องจากให้ผลผลิตสูง ก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดในเชิงเศรษฐศาสตร์และการใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำทั่วไป อย่างไรก็ดี การเลี้ยงสัตว์น้ำบางประเภทในบ่อหรือกระชัง เช่น ปลานิล อาจมีปัญหาเรื่องสภาพแวดล้อมด้านคุณภาพน้ำตามมา ดังนั้น จึงได้มีการกำหนดให้บ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องมีมาตรฐานควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือสิ่งแวดล้อม (ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2550)

การเลี้ยงสัตว์น้ำจืดมีปริมาณการใช้น้ำแตกต่างกันไป โดยมีปัจจัยด้านปริมาณและคุณภาพน้ำเป็นสำคัญ ของเสียที่ปนเปื้อนในน้ำทิ้งการการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปอินทรียสารที่ตกค้างของเศษอาหารและของเสียจากการขับถ่ายของสัตว์น้ำ การจัดการคุณภาพน้ำอย่างเหมาะสมจะลดปัญหามลภาวะทางน้ำก่อนระบายออกสู่แหล่งน้ำสาธารณะได้

2. คุณภาพน้ำที่เหมาะสมกับการเลี้ยงปลานิล

คุณภาพน้ำถือได้ว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเลี้ยงปลานิล เนื่องจากน้ำเป็นปัจจัยหลักในการดำรงชีวิตของปลา และส่งผลต่อผลผลิตปลา ด้วย

ตาราง 9 ช่วงค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลานิล

ลำดับ	พารามิเตอร์	ช่วงที่เหมาะสม	ผลกระทบ
1	ความเป็นกรด – ด่าง (pH)	6.5 – 8.3	หากน้ำมีความเป็นกรด – ด่าง มากน้อยเกินไป ส่งผลให้ปลาไม่เติบโต และตายได้
2	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (DO)	> 3.0 มิลลิกรัมต่อลิตร	หากปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำกว่า 3.0 จะทำให้ปลาขึ้นมาหายใจที่ผิวน้ำ หากน้อยมาก ๆ จะทำให้ปลาตายได้

ตาราง 9 (ต่อ)

ลำดับ	พารามิเตอร์	ช่วงที่เหมาะสม	ผลกระทบ
3	คาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2)	< 30 มิลลิกรัมต่อลิตร	หากระดับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำสูง จะทำให้ปลาตายได้
4	อุณหภูมิ (Temperature)	25 – 32 องศาเซลเซียส	หากน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน จะทำให้ปลาตายได้
5	ความกระด้างของน้ำ (Hardness)	15 – 300 มิลลิกรัมต่อลิตร	ถ้าในบ่อเลี้ยงปลามีค่าความกระด้างต่ำกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร จะทำให้ปลาโตช้า เครียด และตายได้
6	ความเป็นด่าง (Alkalinity)	25 – 500 มิลลิกรัมต่อลิตร	ความเป็นด่างเป็นตัวช่วยควบคุมไม่ให้น้ำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรด – ด่างอย่างรวดเร็ว
7	ความเค็ม (Salinity)	0 – 25 ppt	การเปลี่ยนแปลงความเค็มของน้ำกะทันหันจะทำให้ปลาตายได้
8	สารประกอบไนโตรเจน (แอมโมเนีย และไนไตรท์)	– แอมโมเนีย < 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร – ไนโตรท์ < 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร	ไนไตรท์จะไปรบกวนการแลกเปลี่ยนออกซิเจนของเม็ดเลือด ทำให้สัตว์น้ำขาดออกซิเจนได้
9	ฟอสฟอรัส	< 0.6 มิลลิกรัมต่อลิตร	หากมีปริมาณมากเกินไปจะทำให้ออกซิเจนในน้ำมากเกินไป
10	ความโปร่งแสง (Transparency)	30 –60 เซนติเมตร	น้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์จะมีความโปร่งแสงน้อย
11	ความขุ่น (Turbidity)	30 –60 เซนติเมตร	หากความขุ่นมากจะทำให้แสงผ่านลงไปในน้ำได้น้อย และยังมีผลเข้าไปอุดตันที่ซี่เหงือกของปลา
12	ก๊าซไข่เน่า (H_2S)	0.1 – 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร	หากมีมากจะทำให้ออกซิเจนในน้ำลดลง ส่งผลให้ปลาตายได้

ที่มา: กรมประมง, 2556

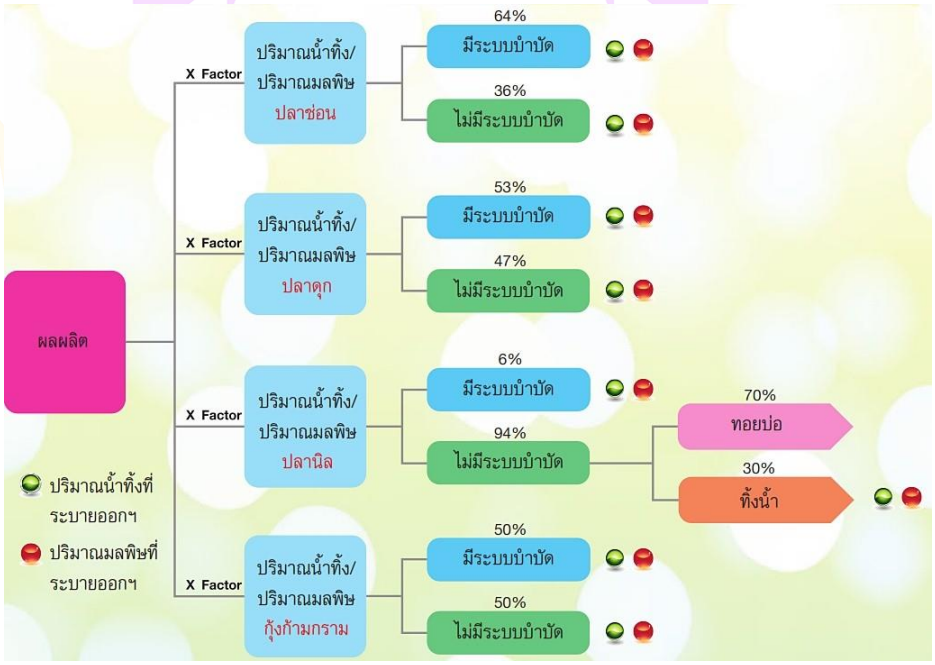
3. การประเมินปริมาณน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

โดยทั่วไปกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด จะแบ่งออกเป็น 3 ช่วงเวลา ดังนี้

3.1 ระหว่างการเลี้ยง เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะทำการหมุนเวียนน้ำภายในบ่อ โดยระบายน้ำจากบ่อเพาะเลี้ยงลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และนำน้ำจากแหล่งน้ำสาธารณะเติมเข้าไปในบ่อ เพื่อเพิ่มอัตราการบริโภคอาหารของสัตว์น้ำ

3.2 ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะเริ่มเลี้ยงสัตว์น้ำตั้งแต่อนุบาลหรือขนาดเล็ก เมื่อสัตว์น้ำมีขนาดใหญ่ขึ้น อัตราความหนาแน่นภายในบ่อจะมากขึ้น ส่งผลให้สัตว์น้ำเกิดความเครียด กินอาหารน้อยลง เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำต้องจับเพื่อจำหน่ายหรือนำไปเพาะเลี้ยงต่อในบ่ออื่น เพื่อลดอัตราความหนาแน่นของสัตว์น้ำ เพื่อสะดวกต่อการจับสัตว์น้ำจะมีการระบายน้ำออกจากบ่อเพาะเลี้ยงประมาณร้อยละ 20

3.3 ช่วงเก็บเกี่ยว เกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจะทำการจับสัตว์น้ำเพื่อจำหน่ายทั้งบ่อ ด้วย 3 สาเหตุ คือ ถึงระยะเวลาการจับสัตว์น้ำ ราคาของสัตว์น้ำในขณะนั้น และ/หรือสัตว์น้ำเป็นโรค โดยต้องระบายน้ำออกจากบ่อทั้งหมดและมีการเตรียมบ่อสำหรับเลี้ยงรอบต่อไป



ภาพ 6 แนวคิดในการประเมินปริมาณน้ำทิ้งและมลพิษจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547 และกรมควบคุมมลพิษ, 2551

4. ปริมาณน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ปริมาณน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดทั้งหมด มีค่าเท่ากับผลรวมของปริมาณน้ำทิ้งทั้ง 3 ช่วงเวลา ได้แก่ ช่วงระหว่างการเลี้ยง ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ และช่วงเก็บเกี่ยวจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดแต่ละชนิด การประเมินปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดจะใช้ข้อมูลปริมาณน้ำทิ้งที่เกิดขึ้นจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดต่อหนึ่งหน่วยผลผลิต

ตาราง 10 ปริมาณน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืดชนิดต่าง ๆ

รายการ	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	กุ้งก้ามกราม
ปริมาณน้ำทิ้ง (ลบ.ม.ต่อตันผลผลิต) ; TW				
ทั้งหมด	3,339.7	384.1	3,332.0	5,512.4
ระหว่างการเลี้ยง	3,090.0	9.6	5.5	2,004.0
ช่วงเก็บเกี่ยว	208.1	312.1	2,772.1	2,506.0
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	41.6	62.4	554.4	1,002.4

ที่มา: ดัดแปลงข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2547

หมายเหตุ: ไม่คิดอัตราการระเหยและรั่วซึมของน้ำภายในบ่อเพาะเลี้ยง

ตาราง 11 ปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

รายการ	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	กุ้งก้ามกราม
บีโอดี	51.74	5.36	64.77	69.61
ระหว่างการเลี้ยง	46.66	0.15	0.07	17.84
ช่วงเก็บเกี่ยว	4.45	4.24	57.66	42.85
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.63	0.97	7.04	8.92
สารแขวนลอย	359.21	98.45	565.25	461.03
ระหว่างการเลี้ยง	245.96	1.37	0.19	53.91
ช่วงเก็บเกี่ยว	106.94	88.17	545.27	380.16
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	3.31	8.91	19.79	26.96
แอมโมเนียไนโตรเจน	7.112	0.307	1.931	3.271
ระหว่างการเลี้ยง	5.890	0.005	0.001	0.864
ช่วงเก็บเกี่ยว	1.143	0.268	1.802	1.975
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.079	0.034	0.128	0.432

ตาราง 11 (ต่อ)

รายการ	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	กุ้งก้ามกราม
ไนโตรเจนรวม	14.122	1.588	7.556	7.398
ระหว่างการเลี้ยง	12.280	0.016	0.003	2.429
ช่วงเก็บเกี่ยว	1.677	1.471	7.207	3.754
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.165	0.101	0.346	1.215
ฟอสฟอรัสรวม	2.272	0.144	0.779	0.464
ระหว่างการเลี้ยง	1.981	0.003	0.003	0.162
ช่วงเก็บเกี่ยว	0.264	0.122	0.455	0.221
ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.027	0.019	0.321	0.081

ที่มา: ดัดแปลงข้อมูลจาก กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตาราง 12 ค่าเฉลี่ยคุณภาพน้ำระหว่างการเลี้ยง และช่วงเก็บเกี่ยวของสัตว์น้ำจืด

ชนิดสัตว์น้ำ	ระหว่างการเลี้ยง(มก./ลิตร)				ช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต(มก./ลิตร)			
พารามิเตอร์	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	กุ้งก้ามกราม	ปลาช่อน	ปลาดุก	ปลานิล	กุ้งก้ามกราม
บีโอดี	15.1	15.6	12.7	8.9	21.4	13.6	20.8	17.1
สารแขวนลอย	79.6	142.8	35.7	26.9	528.3	282.5	196.7	151.7
แอมโมเนียไนโตรเจน	1.906	0.543	0.231	0.431	5.493	0.860	0.650	0.788
ไนโตรเจนรวม	3.974	1.614	0.624	1.212	8.060	4.714	2.600	1.498
ฟอสฟอรัสรวม	0.641	0.300	0.579	0.081	1.269	0.390	0.164	0.088

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

ตาราง 13 ค่ามาตรฐานควบคุมระบายน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำจืด

ลำดับ	พารามิเตอร์น้ำทิ้ง	ค่าที่กำหนด
1	บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand)	ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร
2	สารแขวนลอย (Suspended Solids)	ไม่เกิน 80 มิลลิกรัมต่อลิตร
3	แอมโมเนีย (NH_3-N)	ไม่เกิน 1.1 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร
4	ไนโตรเจนรวม (Total Nitrogen)	ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมไนโตรเจนต่อลิตร
5	ฟอสฟอรัสรวม (Total Phosphorus)	ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัมฟอสฟอรัสต่อลิตร
6	ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH)	6.5 – 8.5

ที่มา: ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2551

พารามิเตอร์ที่สำคัญต่อการตรวจวัดคุณภาพน้ำ

การติดตามคุณภาพน้ำจำเป็นต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ในการตรวจสอบ โดยคัดเลือกพารามิเตอร์ที่มีความสำคัญหรือบ่งชี้ถึงคุณภาพน้ำได้ และยังต้องคำนึงถึงปัจจัยอื่น ๆ อีก ได้แก่ ศักยภาพท้องถิ่น งบประมาณ และสภาพแวดล้อมของท้องถิ่น

ตาราง 14 พารามิเตอร์ที่ควรตรวจสอบตามพื้นที่และแหล่งมลพิษ

พื้นที่และแหล่งกำเนิดมลพิษ	พารามิเตอร์ที่ควรตรวจวัด
พื้นที่การเกษตร	ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย
ป่าไม้	ความขุ่น อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย
พื้นที่ปศุสัตว์	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย
พื้นที่อุตสาหกรรม	อุณหภูมิ ความเป็นกรด-ด่าง ความนำไฟฟ้า โลหะหนัก ออกซิเจนละลาย
เหมือง	อุณหภูมิ ความขุ่น ความเป็นกรด-ด่าง ความนำไฟฟ้า ออกซิเจนละลาย
พื้นที่ชุมชน	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี ความนำไฟฟ้า
โรงบำบัดน้ำเสีย	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี ความนำไฟฟ้า
พื้นที่ก่อสร้าง	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี โลหะหนัก
ปากแม่น้ำ	ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย ความเค็ม
ชายฝั่งทะเล	ความขุ่น ฟอสฟอรัส ไนเตรท อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย ความเค็ม
แหล่งสันทนาการและพักผ่อน	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม ความขุ่น อุณหภูมิ ออกซิเจนละลาย บีโอดี

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

การจัดการคุณภาพน้ำจากการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินประเภทต่าง ๆ

1. การจัดการคุณภาพน้ำจากด้านการเกษตร

1.1 การชะลอของธาตุอาหารลงสู่ลำน้ำ

เพื่อให้มีการบูรณาการร่วมกันระหว่างแต่ละภาคส่วน เพื่อลดการสูญเสียไนโตรเจนจากพื้นที่การเกษตรกรรม ควรมีการดำเนินการดังต่อไปนี้ (Schlegel, Grant and Havlin, 2005)

1.1.1 การเลือกปุ๋ยที่มีราคาและคุณภาพที่เหมาะสม และไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อคุณภาพของพืชผลและสิ่งแวดล้อม

1.1.2 การเลือกปุ๋ยที่ไม่หมดอายุและมีวิธีการใช้งานอย่างละเอียด

1.1.3 เลือกเวลาที่เหมาะสมต่อระยะที่พืชต้องการ และก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุน้อย

1.1.4 เลือกพื้นที่เพาะปลูกที่มีแร่ธาตุที่พืชต้องการ และก่อให้เกิดการสูญเสียแร่ธาตุน้อย

1.2 Wortman และคณะ ได้แนะนำวิธีลดการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสจากพื้นที่การเกษตรกรรม ดังนี้

1.2.1 หลีกเลี่ยงการใช้ปุ๋ยมากเกินปริมาณที่เหมาะสม

1.2.2 กำหนดโซนการใช้ปุ๋ยเคมีและมูลสัตว์ กรณีที่แปลงเพาะปลูกแต่ละแปลงมีความเสี่ยงต่อการสูญเสียธาตุฟอสฟอรัสต่างกัน

1.2.3 การใช้เอนไซม์ที่สามารถเพิ่มปริมาณธาตุฟอสฟอรัสที่อยู่ในรูปที่พืชนำไปใช้ประโยชน์ได้

1.2.4 ใส่ปุ๋ยหลังจากช่วงที่มีน้ำท่าไหลบ่ามากอย่างน้อยสามอาทิตย์

1.2.5 หลีกเลี่ยงการเล็มหญ้าของสัตว์และการไถกลบมากเกินไปก่อนการใส่ปุ๋ย

1.2.6 รักษาการคลุมดินด้วยหญ้าหรือเศษพืชที่เหลืออยู่ในแปลงเกษตรก่อนการใส่ปุ๋ย

1.2.7 การใช้พืชเป็นตัวกันหรือรับการไหลของน้ำท่า ช่วยชะลอการกัดกร่อนของหน้าดิน

1.3 เทคโนโลยีการวิเคราะห์ธาตุอาหารในดินและการทำปุ๋ยสั่งตัด

ปุ๋ยถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบสำคัญต่อการเพาะปลูกพืช โดยให้ธาตุอาหารที่เป็นประโยชน์ต่อพืช ไม่ว่าจะโดยวิธีใดหรือการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเพื่อบำรุงการเจริญเติบโต (อำนาจ สุวรรณฤทธิ์, 2554) หากมีการใช้ที่ถูกปริมาณ ถูกชนิดกับดิน ถูกกับสถาพภูมิอากาศและความต้องการของพืช ย่อมส่งผลดีต่อการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม (แสงดาว แลนรอด, 2557) การทำปุ๋ยสั่งตัดถือได้ว่าเป็นการปรับปรุงลักษณะการใส่ปุ๋ยให้สอดคล้องกับปริมาณธาตุอาหารและความอุดมสมบูรณ์ของดินในแต่ละพื้นที่ โดยคำนึงถึงความเหมาะสมของการเพาะปลูกตลอดจนพันธุ์พืชและสภาพภูมิอากาศ เป็นต้น (พิทักษ์ งามเมืองตึง, 2560) จากการทดลองใช้ปุ๋ยเคมีแบบสั่งตัดในการปลูกข้าวเขตชลประทานภาคกลาง สามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมี คิดเป็นร้อยละ 47 ในขณะที่ผลผลิตข้าวมีปริมาณมากขึ้น ร้อยละ 7 ทำให้ต้นทุนการปลูกข้าวลดลงประมาณ 10,000 ล้านบาทต่อปี (ทัศนีย์ อัตตะนันท์, 2557) การทำปุ๋ยสั่งตัดนั้นมีหลักสำคัญคือการวิเคราะห์ความอุดมสมบูรณ์และธาตุอาหารหลักในดิน ได้แก่ ไนโตรเจน (N) ฟอสฟอรัส (P) และโพแทสเซียม (K) และวิเคราะห์หาปริมาณสัดส่วนปุ๋ยที่เหมาะสมในพื้นที่เพาะปลูก โดยการวิเคราะห์ดินสามารถทำได้หลายวิธี ได้แก่ การใช้ชุด Soil Test Kit แบบพกพา เช่น ชุดทดสอบค่า เอ็น พี เค และกรด–ด่าง ของดิน (NPK pH Test Kit for Soil) ดังภาพ 7

ภาพ 7 ชุดทดสอบค่า เอ็น พี เค และกรด–ด่าง ของดิน (NPK pH Test Kit for Soil) ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หรือจะเป็นการส่งตัวอย่างดินให้ห้องปฏิบัติการที่มีมาตรฐานทำการวิเคราะห์ โดยช่วงเวลาที่เหมาะแก่การเก็บดินเพื่อส่งวิเคราะห์ควรเก็บตัวอย่างดินก่อนการเพาะปลูกพืช เพื่อให้ได้ข้อมูลธาตุอาหารพืชในดินที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด ส่วนใหญ่จะเก็บก่อนปลูกพืชอย่างน้อย 1 เดือน หลักการเก็บตัวอย่างดินโดยทั่วไปจะประกอบด้วย

1. ตัวอย่างดินต้องเป็นตัวแทนพื้นที่มากที่สุด โดยเดินเก็บดินแบบซิกแซก เก็บดินจำนวน 15–20 จุด ต่อขนาดพื้นที่ 25 ไร่

2. ใช้อุปกรณ์เหมาะสมและสะอาด อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องสะอาด ไม่ทำจากสังกะสี หรือทองแดง และไม่เปื้อนปุ๋ยใด ๆ

3. เก็บในระดับความลึกที่เหมาะสม สำหรับข้าวขุดประมาณ 20 เซนติเมตร

4. ตากดินอย่างถูกต้อง การผึ่งในที่ร่มโดยใช้กระดาษทำเป็นกระทง หากต้องการให้แห้งเร็วอาจใช้พัดลมเป่าเบา ๆ

5. รู้จักการแบ่งดินที่เป็นตัวแทน คลุกเคล้าดินให้เข้ากัน จากนั้นแบ่งดินเป็น 4 ส่วน เก็บเพียง 1 ส่วน ไปวิเคราะห์ ควรมีน้ำหนักอยู่ในช่วง 0.5–1.0 กิโลกรัม

6. รู้จักการเก็บดินหลังการบดเพื่อไปวิเคราะห์ บรรจุใส่ภาชนะที่สะอาด เช่น ถุงพลาสติก จากนั้นบันทึกข้อมูลที่จำเป็น

2. การจัดการคุณภาพน้ำจากด้านการประมง

2.1 การจัดการคุณภาพน้ำระดับฟาร์มด้วยหญ้าเนเปียร์

หญ้าเนเปียร์ (*Pennisetum purpureum* และ *Pennisetum americanum*) เป็นหญ้าที่เจริญเติบโตเร็ว ความสูงต้นประมาณ 2.5–3.5 เมตร เป็นหญ้าที่ให้โปรตีนสูง 10.6–11.9% และคาร์โบไฮเดรตละลายน้ำ 33.3–36.5% สามารถให้ผลผลิตทั้งปี ให้น้ำหนักสดประมาณ 100 ตัน/ไร่/ปี สามารถนำมาผสมกับเศษไก่ ปลาป่น ไก่ป่น หรืออาหารสำเร็จรูป ลดต้นทุนอาหารปลาในช่วงที่ปลาล้นตลาด (ชุติพงศ์ ว่องส่งสาร, 2556) การเลี้ยงปลาร่วมกับการปลูกหญ้าเนเปียร์จะมีความสำคัญ เนื่องจากในน้ำจากการเลี้ยงปลามีธาตุอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ซึ่งเป็นธาตุอาหารหลักของพืช จึงสามารถนำมารดหญ้าเนเปียร์ ทำให้ต้นพืชได้รับธาตุอาหารหลัก ลดปริมาณการใช้น้ำได้ ส่งผลดีกว่าการปล่อยน้ำทิ้งจากบ่อปลาลงสู่แหล่งน้ำโดยตรง ทำให้เกิดปัญหามลพิษทางน้ำตามมา หญ้าเนเปียร์เป็นพืชเศรษฐกิจ ลงทุนน้อย และใช้น้ำน้อย ให้ราคาดีอยู่ที่ 1.50 บาท/กิโลกรัม เก็บเกี่ยวได้วันละ 1,000 กิโลกรัม ชาวปทุมธานีได้นำหญ้าเนเปียร์มาเลี้ยงปลาสลิดซึ่งเป็นปลากินพืช โดยนำหญ้าเนเปียร์มาปลูกบนคันดินของบ่อ แล้วนำมาสับให้เป็นอาหารปลาทำให้ลดต้นทุนอาหารเหลือเพียง 10% และทำให้กำไรเพิ่มจาก 1–2 ล้านบาทต่อ 200 ไร่ เป็น 7 ล้านบาทต่อ 200 ไร่

(คัมภีร์วิถีรวย, 2559) เกษตรกรอำเภอเชียงแสน จังหวัดเชียงราย ได้จัดตั้งกลุ่มผู้เลี้ยงปลาด้วยหญ้าเนเปียร์ปากช่อง 1 โดยใช้สูตรอาหารปลา ในสัดส่วน หญ้าเนเปียร์: รำ: หัวเชื้อ เท่ากับ 6:4:1 สูตรอาหารปลาดังกล่าวช่วยลดค่าอาหารปลาได้ถึงกิโลกรัมละ 20 บาท โดยน้ำที่ได้จากการเลี้ยงปลาด้วยหญ้าเนเปียร์ไม่เน่าเสีย มีสีเขียวอ่อน ๆ ตามธรรมชาติ (ประชาชาติธุรกิจ, 2560)

2.2 การจัดการคุณภาพน้ำด้วยโปรไบโอติก

การใช้โปรไบโอติกในสัตว์น้ำมีหลายรูปแบบ ทั้งการผสมในอาหารสัตว์น้ำหรือการเติมลงในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โปรไบโอติกจะช่วยรักษาระดับความสมดุลของจำนวนแบคทีเรียในทางเดินอาหาร ทำให้ตัวอ่อนของสัตว์น้ำมีอัตราการรอดชีวิต ช่วยเสริมด้านการเจริญเติบโต ช่วยเสริมสุขภาพ เพิ่มผลผลิตของสัตว์น้ำมากขึ้น (Villamil et al., 2003) ส่วนใหญ่นิยมใช้เชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่ม Bacillus spp. มาเป็นโปรไบโอติก จุลินทรีย์ในกลุ่ม Bacillus spp. เป็นแบคทีเรียแกรมบวก รูปร่างเป็นท่อนกลมยาว (rod-shaped) เคลื่อนที่ได้ สามารถใช้คาร์บอนไดออกไซด์เป็นแหล่งคาร์บอน และได้พลังงานจากการออกซิไดซ์สารรีดิวส์พวกสารอินทรีย์และอนินทรีย์ (Chemoautotrophic) มีโครงสร้างของสปอร์ทำให้ทนต่ออุณหภูมิสูงได้ดี (ต่ำกว่า 100 °C) และสามารถทนต่อยาฆ่าเชื้อทั่วไป (ชัยวุฒิ สุดทองคง, 2556) ส่วนการใช้โปรไบโอติกในการปรับปรุงคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำ เพื่อวัตถุประสงค์คือช่วยในการย่อยสลาย และลดปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและพื้นก้นบ่อ เห็นได้ว่าการนำโปรไบโอติกมาใช้ในการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ เป็นอีกทางเลือกในการลดการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์น้ำ ทำให้สัตว์น้ำที่ได้ปลอดภัย อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

2.3 การจัดการคุณภาพน้ำด้วยกังหันเติมอากาศพลังงานแสงอาทิตย์

เกษตรกรจะใช้กังหันตีน้ำเพื่อเติมอากาศในช่วงที่มีออกซิเจนในน้ำลดต่ำลง เช่น ช่วงเวลาเช้ามืด เพื่อเพิ่มโอกาสการรอดตายของปลา ระบบนี้มีต้นทุนสูงและมีจุดคุ้มทุนอยู่ที่ 2.5 ปี ระบบนี้มีประสิทธิภาพในการกำจัด BOD, SS, TN และ TP ได้ 55, 0, 32 และ 22% ตามลำดับ (ณภัทร จักรวัฒนา และคณะ, 2560)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. คุณภาพน้ำกว๊านพะเยา

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ (2554) ได้ทำการศึกษาสถานการณ์สิ่งแวดล้อมทางน้ำและประเมินมลภาวะทางน้ำในกว๊านพะเยา โดยรวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์ชุมชนด้านรูปแบบลักษณะการใช้ประโยชน์ของชุมชน และเก็บตัวอย่างน้ำมาวิเคราะห์คุณภาพน้ำทุกเดือน ตั้งแต่เดือนมกราคม – สิงหาคม 2553 โดยเก็บตัวอย่างในกว๊านพะเยาจำนวน 21 สถานี และในคลองที่เชื่อมต่อกับกว๊านพะเยาอีก 10 สาย จากการศึกษาพบว่าความเข้มข้นในรูปของแอมโมเนียและออร์โธฟอสฟอรัส มีค่า 35.25 และ 16.675 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีระดับความเข้มข้นของมลพิษมากที่สุด และจะมีค่าสูงขึ้นในช่วงฤดูแล้งที่มีปริมาณน้ำน้อย ลักษณะที่พบอาจส่งผลเสียทางด้านสิ่งแวดล้อมต่อลำห้วย 4 สาขา ได้แก่ ห้วยร่องไฮ ห้วยร่องห้า ห้วยแม่นาเรือ และห้วยแม่ต๋ำ

ธีระพงษ์ ตุ้ยเครือ (2555) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำภายในกว๊านพะเยาระหว่างเดือนมกราคม – ธันวาคม 2554 จากการศึกษาพบว่า อุณหภูมิของน้ำมีค่าระหว่าง 23.3 – 32.0 องศาเซลเซียส ความโปร่งแสงมีค่าระหว่าง 28.0 – 94.6 เซนติเมตร ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าระหว่าง 4.70 – 6.63 มิลลิกรัมต่อลิตร pH มีค่าอยู่ระหว่าง 6.21 – 8.40 ปริมาณไนไตรท์มีค่า 0.001 – 1.42 มิลลิกรัมต่อลิตร แอมโมเนียไนโตรเจนมีค่าระหว่าง 0.075 – 0.592 มิลลิกรัมต่อลิตร และบีโอดีมีค่าระหว่าง 0.45 – 4.65 มิลลิกรัมต่อลิตร เทียบคุณภาพน้ำของกว๊านพะเยาอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมจัดเป็นแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 4 เกิดปัญหาพืชน้ำจากปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชัน อธิบายได้ด้วยการทำการทดลองในห้องปฏิบัติการ ได้ผลการการศึกษา คือ ผักตบชวาจะเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในสภาวะบีโอดี 8.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นระดับบีโอดีที่สูงที่สุดในชุดทดลอง

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ (2559) ได้ศึกษาการประเมินปริมาณมลพิษทางน้ำจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินที่ปลดปล่อยลงสู่กว๊านพะเยา และประเมินศักยภาพการบำบัดมลพิษทางน้ำที่ได้รับตามธรรมชาติ โดยเก็บตัวอย่างน้ำจากในกว๊านพะเยา 12 สถานี และลำห้วย 10 สาย พบว่าแหล่งที่อยู่อาศัยเป็นแหล่งที่มีการปลดปล่อยมลพิษลงสู่แหล่งน้ำมากที่สุด มีค่าสูงในฤดูน้ำหลาก ยกเว้นออร์โธฟอสเฟตที่มีมากในฤดูแล้ง แม่น้ำอิง ห้วยร่องไฮ ห้วยแม่ตุ่น และห้วยแม่ต๋ำ ถือได้ว่าเป็นลำห้วยสาขาที่ได้รับมลพิษอย่างชัดเจน โดยห้วยร่องไฮและห้วยแม่ตุ่น ควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วนในฤดูแล้งเป็นพิเศษ ส่วนแม่น้ำอิงพบว่ามีความสามารถในการบำบัดตัวเองได้ดีตลอดทั้งปี

2. การประเมินมลสารจากนาข้าว

จันทร์จิรา ช่ออังชัญ (2555) ได้ทำการศึกษาการไหลของฟอสฟอรัสจากระบบเกษตรกรรมนาข้าว โดยใช้วิธีการวิเคราะห์การไหลของสาร (Material Flow Analysis : MFA) เพื่อหาวิธีการลดปริมาณฟอสฟอรัสที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่น ส่งผลให้น้ำเสียอย่างรวดเร็ว โดยอาศัยทฤษฎีพื้นฐานสมดุลมวลของสารขาเข้า (Input) และสารขาออก (Output) ของระบบย่อยฟอสฟอรัสแต่ละจุด ในระบบเกษตรกรรมนาข้าวริมกว๊านพะเยา ครอบคลุมพื้นที่ 24 ไร่ โดยมีสารขาเข้า ได้แก่ ปุ๋ย 96 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 75 ฟอสฟอรัสจากน้ำที่ปล่อยน้ำเข้ามีค่าเท่ากับ 1.53 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 1 ฟอสฟอรัสจากต้นกล้ามีค่าเท่ากับ 5.93 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 5 ฟอสฟอรัสจากฟางจากการเกษตรรอบก่อนหน้ามีค่าเท่ากับ 23.85 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 19 ฟอสฟอรัสในส่วนขาออกนั้นมีอยู่สองทาง คือ ออกจากระบบโดยเป็นเมล็ดข้าวซึ่งมีค่าเท่ากับ 101.74 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 80 และออกจากระบบโดยการระบายน้ำเท่ากับ 2.20 กิโลกรัมต่อรอบการผลิต หรือประมาณร้อยละ 2 พบว่ามีฟอสฟอรัสคงค้าง 23.37 กิโลกรัมต่อรอบการผลิตหรือประมาณร้อยละ 18 อยู่ในพื้นที่ทำการเกษตร

3. การจัดการคุณภาพน้ำทิ้งจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ศิราภรณ์ ชื่นบาล (2554) ได้ศึกษาถึงการใช้ระบบบึงประดิษฐ์ แบบน้ำไหลใต้ดินตามแนวดิ่ง (Vertical Subsurface Flow Constructed Wetland) ในการบำบัดน้ำเสียจากบ่อเลี้ยงปลา โดยใช้พืช 2 ชนิด คือ บอน และผักบุ้ง และสาหร่าย 1 ชนิด คือ สาหร่าย Phormidium sp. สร้างแบบจำลองบึงประดิษฐ์จำนวน 4 บ่อ ทำการตกตะกอนน้ำทิ้งจากบ่อปลาในถังตกตะกอนเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ก่อนเข้าระบบบึงประดิษฐ์ ระยะเวลาในการกักเก็บ 3 วัน พบว่าระบบบึงประดิษฐ์ที่ปลูกต้นพืชและสาหร่ายจะมีประสิทธิภาพในการบำบัดได้ดีกว่าระบบที่ไม่มีพืช โดยให้ผลประสิทธิภาพในการบำบัดที่แตกต่างกัน

จรียา ยิ้มรัตนบวร (2556) ศึกษาการนำระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียจากการเพาะเลี้ยงปลาดุกลูกผสม และหมุนเวียนน้ำกลับมาใช้ใหม่ โดยใช้ระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์แบบผสมระหว่าง แบบไหลใต้ผิว – แบบไหลผ่านพื้นผิว (SF–FWS) ทำการเดินระบบภายใต้สภาวะอัตราภาระรับน้ำทางชลศาสตร์ 0.32 ลูกบาศก์เมตรต่อตารางเมตรต่อวัน ผลการศึกษาพบว่าระบบ SF–FWS มีประสิทธิภาพในการกำจัด สารอินทรีย์ในรูป BOD_5 COD TKN และ TP เท่ากับ ร้อยละ 55.29, 79.83, 42.36 และ 48.18 ตามลำดับ ค่าคุณภาพน้ำที่หมุนเวียนออกจากระบบพื้นที่ชุ่มน้ำประดิษฐ์ มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ

ยกเว้น ค่าแอมโมเนีย และ TP ค่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาดุกลูกผสม ทั้งแบบ CAS และ RAS มีค่าไม่แตกต่างกัน

Guihua Wang และคณะ (2016) ได้ทำการศึกษาการลดปริมาณสารไนโตรเจนที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้ต้นพุทธรักษาในการบำบัดน้ำเสียและใช้พื้นที่ชุ่มน้ำ 2 พื้นที่ โดยใช้ ฟางข้าว และ light ceramsite ทำการทดลองแบบ batch ผลการวิจัยสรุปได้ว่า พื้นที่ทั้ง 2 สามารถบำบัดไนโตรเจนได้ และพื้นที่ที่ใช้ฟางข้าวมีไนโตรเจนสะสมน้อยกว่าพื้นที่ที่ใช้ light ceramsite พื้นที่ที่ใช้ฟางข้าวสามารถบำบัด TN และ NO_3–N ได้ดีกว่า light ceramsite ที่ประสิทธิภาพ 78.2%, 81.2% ตามลำดับ ส่วน light ceramsite จะบำบัด NH_4–N ได้ดีกว่าฟางข้าวที่ 71.6%

4. การปลูกข้าวโดยใช้ปุ๋ยเคมี

นันทนา ชื่นอิ่ม (2553) ได้ทำการศึกษาการปลูกข้าวพันธุ์ กข. 31 โดยใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธี ต่าง ๆ 5 กรรมวิธี คือ 1) ไม่ใส่ปุ๋ยเคมี 2) ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของศูนย์บริการวิชาการเกษตรฯ 3) ใสปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินของกรมการข้าว 4) ใส่ปุ๋ยตามค่าวิเคราะห์ดินแบบสั่งตัด (5) ใส่ปุ๋ยตามคำแนะนำของกรมวิชาการเกษตร พบว่า ทุกกรรมวิธีที่ใส่ปุ๋ยจะให้ผลผลิตข้าวมากกว่าที่ไม่ใส่ปุ๋ย และกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดินของกรมการข้าวจะให้ผลผลิตที่สูงกว่ากรรมวิธีการใส่ปุ๋ยอื่น ๆ

อนุรักษ์ เครือคำ (2558) ได้ศึกษาผลจากกรรมวิธีการใช้ปุ๋ยเคมีต่อคุณภาพดินและน้ำในนาข้าว โดยปรับเปลี่ยนสูตรปุ๋ยเคมี วิธีการใส่ปุ๋ย และอัตราการใส่ปุ๋ย พบว่ากรรมวิธีที่ 2 (ปุ๋ยเคมี สูตร 16–16–8 อัตรา 35 กก./ไร่ ในอายุข้าว 30 วัน และปุ๋ยยูเรีย สูตร 46–0–0 อัตรา 15 กก./ไร่ ในอายุข้าว 60 และ 90 วัน ด้วยวิธีการหว่าน) ให้ผลผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่สูง ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด จึงเป็นกรรมวิธีการใส่ปุ๋ยที่แนะนำแก่เกษตรกร

ธนกฤต เขียวอร่าม (2559) ได้ทำการศึกษาผลการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับการจัดการธาตุอาหารปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในชุดดินเพชรบุรี โดยแบ่งการใส่ปุ๋ย 4 แบบ คือ 1) การใส่ปุ๋ยตามวิธีของเกษตรกร 2) การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดิน 3) การใส่ปุ๋ยมูลวัวตามค่าวิเคราะห์ดิน 4) การใส่ปุ๋ยมูลวัวร่วมกับปุ๋ยเคมีตามค่าการวิเคราะห์ดิน พบว่า การใส่ปุ๋ยเคมีตามค่าวิเคราะห์ดินจะให้ผลผลิตเมล็ดมากที่สุด (664 กก./ไร่) และให้ผลตอบแทนที่สูงที่สุด (928 บาท/ไร่)

อุไรวรรณ ไอยสุวรรณ์ (2559) ได้ทำการศึกษาการจัดการธาตุอาหารในชุดดินวัฒนาและชุดดินบางเลนเพื่อเพิ่มศักยภาพการผลิตข้าวอย่างยั่งยืน โดยทำการทดลองเปรียบเทียบการปลูกข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 และพิษณุโลก 2 โดยใช้ปริมาณปุ๋ยเคมีตามค่าการวิเคราะห์ดินกับการใช้ปุ๋ยในอัตราที่มากกว่า พบว่า การใช้ปุ๋ยเคมีตามค่าการวิเคราะห์ดินจะ

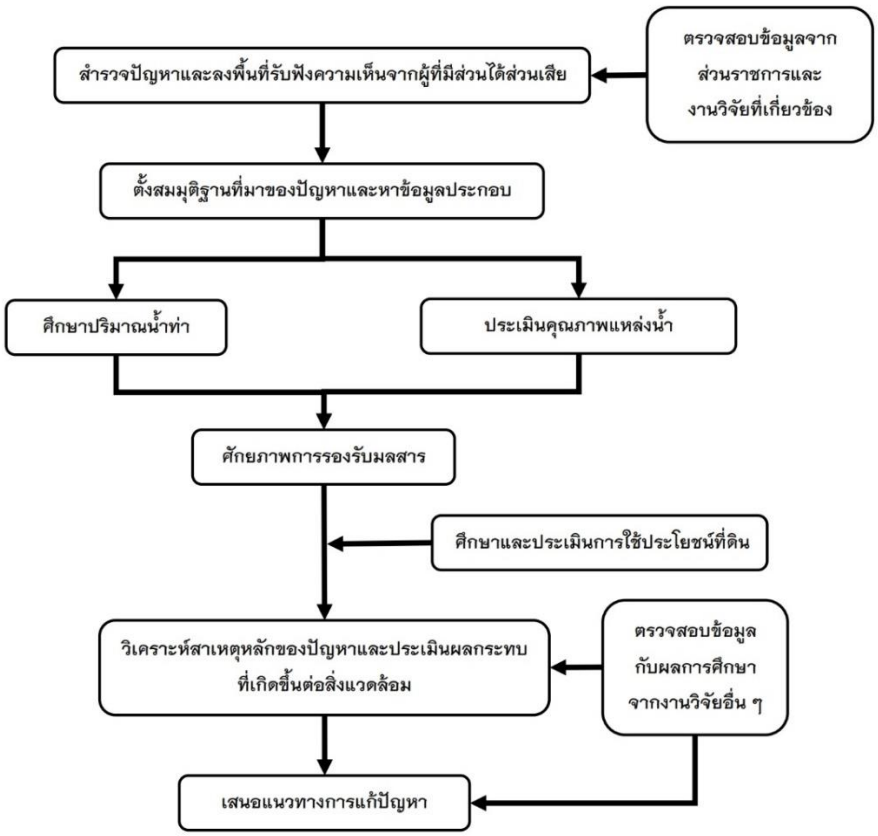
ช่วยให้ดินมีประสิทธิภาพการดูดซับไนโตรเจนที่ดีกว่าและได้ผลผลิตที่สูงกว่า และยังพบอีกว่าหากมีการใช้ปุ๋ยหมักร่วมกับปุ๋ยตามค่าการวิเคราะห์ดิน สำหรับการปลูกข้าวพันธุ์พิษณุโลก 2 ในชุดดินบางเลน จะทำให้ได้ผลผลิตข้าวที่มากขึ้น รวมถึงมีการขยายผลการอบรมให้ความรู้แก่เกษตรกรที่สนใจเกี่ยวกับการใช้ปุ๋ยสั่งตัดร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

กรอบการศึกษาวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำอิงตอนบนตั้งแต่หนองเล็งทรายถึงกว๊านพะเยา โดยพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างภาระบรรทุกมลสารจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลุ่มน้ำสาขา เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำในแต่ละแหล่งกำเนิด เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงได้กำหนดกรอบการศึกษาวิจัย โดยมีผังสรุปรวม ดังภาพ 8



ภาพ 8 กรอบการศึกษาวิจัย

การสำรวจปริมาณน้ำของแม่น้ำอิงและลำน้ำสาขา

1. ตำแหน่งจุดเก็บข้อมูลปริมาณน้ำ

การศึกษาเรื่องการปลดปล่อยมลสารจากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ ของลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขาที่ไหลลงสู่กว๊านพะเยา จำเป็นต้องมีการเก็บปริมาณน้ำท่า ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำย่อยสาขาที่สำคัญ 8 แห่ง ได้แก่ แม่ใจ แม่สุก แม่จว้า แม่เหยี่ยน แม่ปืม แม่ตุ้ม แม่ต๋ำ และแม่ต๋อม รวมทั้งแม่น้ำสายหลัก คือ แม่น้ำอิงตอนบน ซึ่งอยู่บริเวณตอนเหนือของกว๊านพะเยา และมีสัดส่วนพื้นที่รับน้ำรวมมากกว่าร้อยละ 79 ของพื้นที่รับน้ำกว๊านพะเยาทั้งหมด โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ จุดเก็บที่ปลายลำน้ำสาขา และจุดเก็บบนแม่น้ำแม่อิงตอนบน

ตาราง 15 ตำแหน่งเก็บข้อมูลอัตราการไหลของน้ำลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ลำดับ	ชื่อสถานี	ประเภท	สถานี	พิกัดแกน X	พิกัดแกน Y
1	อิง (แม่ใจ1)	แม่น้ำอิง	ING2	586866	2139592
2	อิง (แม่ใจ2)	แม่น้ำอิง	ING3	586883	2135448
3	อิง (แม่สุก)	แม่น้ำอิง	ING4	587154	2132772
4	อิง (แม่จว้าและเหยี่ยน)	แม่น้ำอิง	ING5	587580	2131290
5	อิง (แม่ปืม)	แม่น้ำอิง	ING6	588594	2129232
6	อิง (แม่ตุ้ม)	แม่น้ำอิง	ING7	590192	2126426
7	อิง (แม่ต๋ำ)	แม่น้ำอิง	ING8	590680	2125187
8	แม่ใจท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	JAI2	586478	2139790
9	แม่สุกท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	SUK2	586454	2135721
10	แม่จว้าท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	CHW2	586927	2132689
11	แม่เหยี่ยนท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	YEA2	586760	2131874
12	แม่ปืมท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	PUE2	588972	2132200
13	แม่ตุ้มท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOO2	588319	2128993
14	แม่ต๋ำท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TAM3	589940	2125057
15	แม่ต๋อมท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOM2	589848	2123967

2. วิธีเก็บข้อมูลปริมาณน้ำ

การสร้างแบบจำลองเส้นลำน้ำนั้นจำเป็นต้องมีการนำผลที่ได้จากการสำรวจทั้งในด้านปริมาณ ลักษณะรูปตัดทางน้ำ และข้อมูลอื่น ๆ ที่จำเป็นเพื่อให้แบบจำลองมีความถูกต้องและมีลักษณะใกล้เคียงลักษณะธรรมชาติ ต้องมีการลงพื้นที่เพื่อทำการตรวจวัดปริมาณน้ำที่ไหลผ่านตำแหน่งต่าง ๆ ในลำน้ำพื้นที่ศึกษาโดยอาศัยอุปกรณ์ตรวจวัดดังนี้

2.1 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบใบพัด SEBA Universal Current Flow Meter model F1

2.2 อุปกรณ์ช่วยวัดความลึกน้ำ (ท่อ PVC พร้อมสเกล)

2.3 สายวัดความยาว 30 เมตร เพื่อใช้วัดความกว้างลำน้ำ

2.4 อุปกรณ์เสริมอื่น ๆ เพื่อจดบันทึก

ภาพ 9 เครื่องวัดความเร็วกระแสน้ำแบบใบพัด

การสำรวจคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงและลำน้ำสาขา

1. การกำหนดจำนวนและจุดเก็บตัวอย่างน้ำ

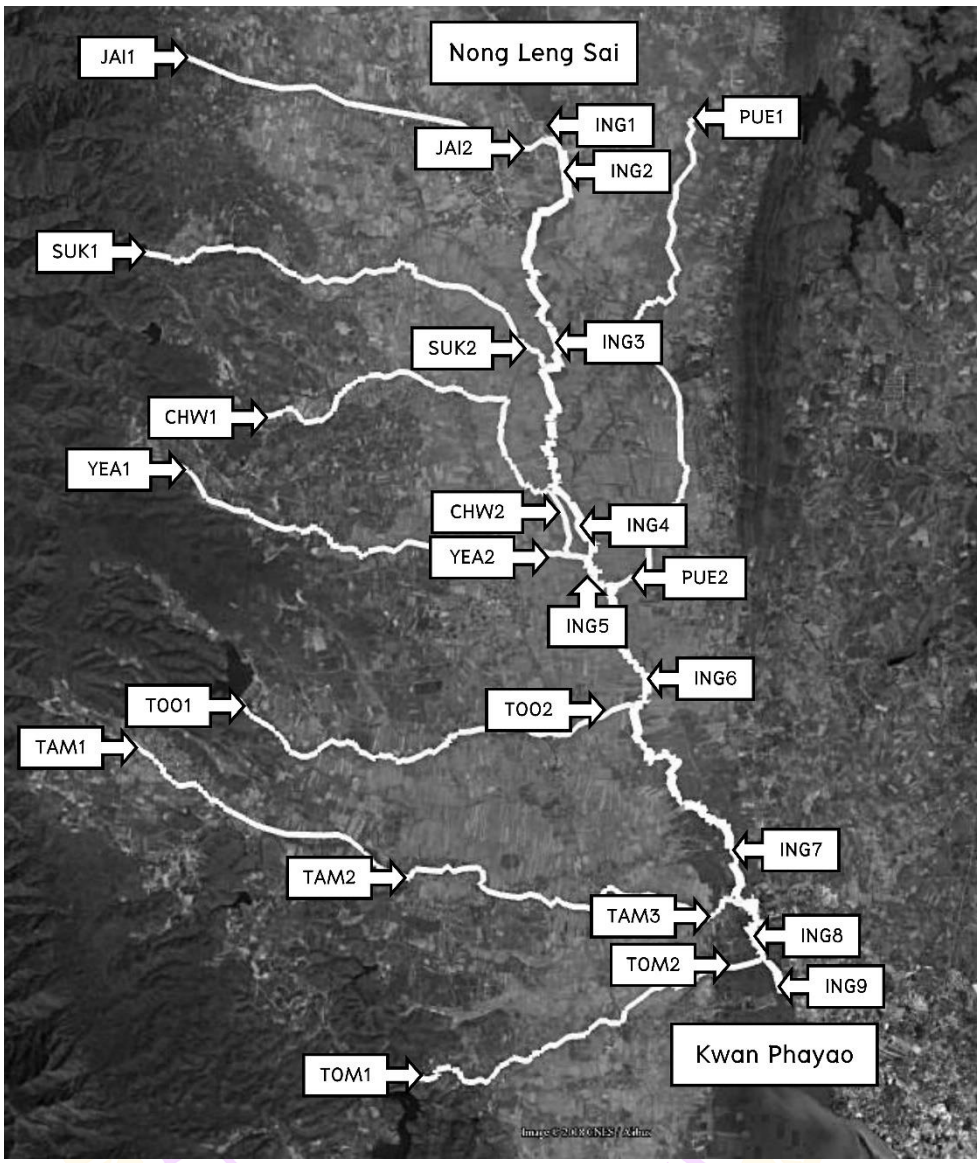
พื้นที่ดำเนินงานและจุดเก็บตัวอย่างน้ำครอบคลุมพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลุ่มน้ำสาขา ประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นหลักในการกำหนดจุดเก็บน้ำ ได้แก่ จุดอ้างอิง (Reference Site), จุดตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ (Sampling Site) และจุดตรวจสอบท้ายน้ำ (Global River Flux Site) มีจำนวนสถานีเก็บตัวอย่างน้ำรวมทั้งหมด 26 สถานี แยกออกเป็นจุดต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ ดังตาราง 16 และภาพ 10 แบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ดังนี้

1.1 ส่วนที่เป็นแม่น้ำสายหลัก ประกอบด้วยสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 9 สถานี

1.2 ส่วนที่เป็นลำน้ำสาขา ประกอบด้วยสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ 17 สถานี

ตาราง 16 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

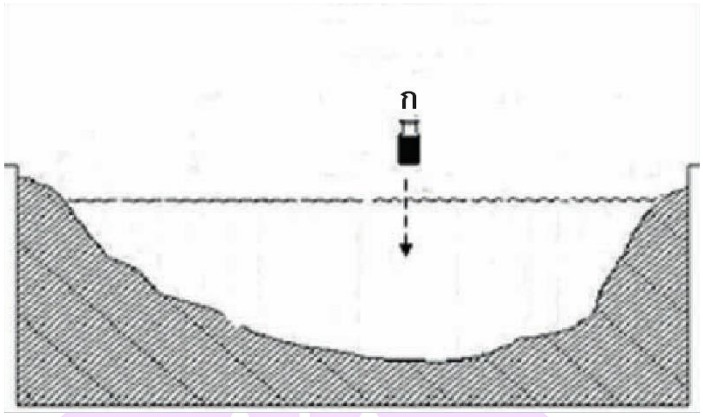
ลำดับ	ชื่อสถานี	ประเภท	สถานี	พิกัดแกน X	พิกัดแกน Y
1	หนองเล็งทราย	แม่น้ำอิง	ING1	586662	2139817
2	อิง (แม่ใจ1)	แม่น้ำอิง	ING2	586866	2139592
3	อิง (แม่ใจ2)	แม่น้ำอิง	ING3	586883	2135448
4	อิง (แม่สุก)	แม่น้ำอิง	ING4	587154	2132772
5	อิง (แม่จว้าและเหยี่ยน)	แม่น้ำอิง	ING5	587580	2131290
6	อิง (แม่ปืม)	แม่น้ำอิง	ING6	588594	2129232
7	อิง (แม่ตุ้ม)	แม่น้ำอิง	ING7	590192	2126426
8	อิง (แม่ต๋ำ)	แม่น้ำอิง	ING8	590680	2125187
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	แม่น้ำอิง	ING9	591229	2123586
10	แม่ใจต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	JAI1	579489	2141363
11	แม่ใจท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	JAI2	586478	2139790
12	แม่สุกต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	SUK1	578882	2137567
13	แม่สุกท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	SUK2	586454	2135721
14	แม่จว้าต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	CHW1	581199	2134447
15	แม่จว้าท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	CHW2	586927	2132689
16	แม่เหยี่ยนต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	YEA1	579672	2133459
17	แม่เหยี่ยนท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	YEA2	586760	2131874
18	แม่ปืมต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	PUE1	589643	2140407
19	แม่ปืมท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	PUE2	588972	2132200
20	แม่ตุ้มต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOO1	580766	2129062
21	แม่ตุ้มท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOO2	588319	2128993
22	แม่ต๋ำต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	TAM1	578580	2128214
23	แม่ต๋ำกลางน้ำ	ลำน้ำสาขา	TAM2	584176	2125834
24	แม่ต๋ำท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TAM3	589940	2125057
25	แม่ต๋อมต้นน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOM1	584140	2121785
26	แม่ต๋อมท้ายน้ำ	ลำน้ำสาขา	TOM2	589848	2123967



ภาพ 10 สถานีตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

การเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำ

การเก็บตัวอย่างน้ำ ใช้การเก็บตัวอย่างแบบจ้วง (Grab Sampling) ที่กึ่งกลางความกว้างและความลึกของลำน้ำ ดังภาพ 11 โดยเก็บตัวอย่างที่จุดเดียวกันในแต่ละพื้นที่ทุก ๆ 1 เดือน ช่วงเวลาการเก็บต้องใกล้เคียงกัน เป็นเวลา 12 เดือน ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2561 เพื่อหาความผันแปรของลักษณะสมบัติของน้ำที่แปรเปลี่ยนไปตามช่วงฤดูกาลต่าง ๆ ทั้งช่วงฤดูกาลที่มีน้ำมาก (ฤดูฝน) เริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคมถึงตุลาคม และฤดูกาลที่มีน้ำน้อย (ฤดูแล้ง) เริ่มตั้งแต่เดือนพฤศจิกายนถึงเมษายน (กรมอุตุนิยมวิทยา, 2537)



ภาพ 11 การเก็บตัวอย่างน้ำแบบจ้วง

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2553

การวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำ ดำเนินการที่ห้องปฏิบัติการของวิทยาลัยพลังงานและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยพะเยา ใช้การตรวจวิเคราะห์ โดยอ้างอิงประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เป็นไปตามวิธีมาตรฐานการวิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย AWWA Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 22nd edition.

ตาราง 17 การวิเคราะห์หาดัชนีคุณภาพน้ำ

ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	วิธีการตรวจสอบ
pH	–	pH meter แบบ Electrometric Titration
BOD	มก./ล.	Azide Modification with 5 days Incubation
COD	มก./ล.	Potassium Dichromate Digestion แบบ Closed Reflux
SS	มก./ล.	Gravimetric Method โดยใช้ Glass Fiber Filter Disc และอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 103 – 105 องศาเซลเซียส และชั่งหาน้ำหนักของของแข็งแขวนลอย
NH_3–N	มก./ล.	วิธีการ Distillation – Titration
TP	มก./ล.	วิธีแอสคอร์บิค แอซิด (Ascorbic Acid Method)

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์ แยกตามเทคนิคที่วิเคราะห์ ได้ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ pH จะตรวจวัดทันทีหลังจากเก็บตัวอย่างน้ำ และบันทึกผล

2. การวิเคราะห์ BOD, Suspended solid จะเก็บตัวอย่างน้ำ ใส่ในภาชนะพลาสติกชนิด Polyethylene (PE) ขนาด 1.5 ลิตร ที่มีฝาปิดสนิท แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4±2 องศาเซลเซียส เพื่อลดการทำงานของจุลินทรีย์ชั่วคราวและลดอัตราการเปลี่ยนแปลงทางกายภายและเคมีของน้ำ

3. การวิเคราะห์ COD และ NH_3-N จะเก็บตัวอย่างน้ำ ใส่ในภาชนะพลาสติก ชนิด Polyethylene (PE) ขนาด 1.5 ลิตร ที่มีฝาปิดสนิท เติมกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) 3.0 มิลลิลิตร เพื่อรักษาสภาพตัวอย่าง

การสำรวจกิจกรรมการใช้ประโยชน์พื้นที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน

วางแผนการลงพื้นที่สำรวจเบื้องต้น โดยศึกษาข้อมูลจากแผนที่สภาพการใช้ที่ดินจังหวัดพะเยา ผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2559 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) และมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (Fundamental Geographic Data Set, FDGS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) จากนั้นลงพื้นที่เพื่อตรวจสอบการใช้ประโยชน์ที่ดินแต่ละพื้นที่

การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสาร

1. การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสารในแหล่งน้ำ

อัตราภาระบรรทุก (ตัน/ปี) = ปริมาณน้ำ (ลบ.ม./ปี) x ความเข้มข้นของพารามิเตอร์ (มก./ล) x (10^3 ล/ลบ.ม.) x (10^{-9} ตัน/มก.)

2. การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสารจากบ้านเรือนชุมชน

อัตราภาระบรรทุก (ตัน/ปี) = อัตราการเกิดน้ำเสีย (ลิตร/คน-วัน) x จำนวนประชากร (คน) x ความเข้มข้นแต่ละพารามิเตอร์ (มก./ลิตร) x (10^{-9} ตัน/มก.) x 365 วัน/ปี โดยการคำนวณอาศัยข้อมูลจากตาราง 18 และตาราง 19

3. การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสารจากภาคการเกษตร

อัตราภาระบรรทุก (ตัน/ปี) = อัตราการระบาย (ตัน/ไร่-ปี) x จำนวนไร่

โดยการคำนวณอาศัยข้อมูลจากตาราง 20 และข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2559 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559)

4. การประมาณอัตราภาระบรรทุกมลสารจากการเพาะเลี้ยงปลานิล

การคำนวณปริมาณมลสารที่เกิดจากการเพาะเลี้ยงปลานิล เช่น สารอินทรีย์ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ที่ระบายออกสู่สิ่งแวดล้อม เป็นไปตามวิธีการคำนวณของกรมควบคุมมลพิษ (2547) ตามสมการ ดังนี้

ปริมาณมลสาร = F_n X N X สัดส่วนที่ไม่มีระบบบำบัด X สัดส่วนที่ทิ้งน้ำ X A

โดย F_n = ค่าคงที่ของปริมาณมลพิษ (กิโลกรัม/ตันผลผลิต)

N = จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่) โดยกำหนดจำนวนผลผลิตของปลานิลในบ่อเขตตำบลบ้านต๋ำ ช่วงต้นน้ำ กลางน้ำ และท้ายน้ำ เป็น 4,000, 3,000 และ 2,500 ตัน/ไร่ ตามลำดับ (ณภัทร และคณะ, 2560)

สัดส่วนที่ไม่มีการบำบัดน้ำ = 0.94 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

สัดส่วนที่ทิ้งน้ำ = 0.3 (กรมควบคุมมลพิษ, 2547)

A = ขนาดพื้นที่บ่อปลา (ไร่) เขตตำบลบ้านต๋ำ (ณภัทร จักรวัฒนา และคณะ, 2560)

โดยการคำนวณอาศัยข้อมูลจากตาราง 21

ตาราง 18 จำนวนครัวเรือนและประชากร อำเภอแม่ใจและอำเภอเมืองพะเยา

ที่	อำเภอ/อปท.	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
1	อำเภอแม่ใจ	10,343	10,702	21,045	8,914
	ตำบลแม่ใจ	1,001	1,095	2,096	888
	ตำบลศรีถ้อย	2,163	2,189	4,352	1,943
	ตำบลแม่สุก	2,728	2,759	5,487	2,454
	ตำบลป่าแฝก	2,523	2,639	5,162	2,021
	ตำบลเจริญราษฎร์	1,928	2,020	3,948	1,608
	เทศบาลตำบลบ้านเหล่า	3,934	4,018	7,952	2,788
	เทศบาลตำบลแม่ใจ	2,567	2,755	5,322	2,048

ตาราง 18 (ต่อ)

ที่	อำเภอ/อปท.	ชาย	หญิง	รวม	จำนวนครัวเรือน (หลัง)
2	อำเภอเมืองพะเยา	22,031	23,059	45,090	16,551
	เทศบาลเมืองพะเยา	8,063	9,291	17,354	7,946
	ตำบลแม่นาเรือ	4,361	4,517	8,878	3,564
	ตำบลบ้านตุ่น	2,425	2,521	4,946	1,861
	ตำบลบ้านใหม่	2,297	2,435	4,732	1,703
	ตำบลจำป่าหวาย	4,157	4,284	8,441	3,048
	ตำบลแม่ใส	2,994	3,247	6,241	2,272
	ตำบลบ้านสาง	2,113	2,193	4,306	1,566
	ตำบลท่าจำปี	1,925	2,006	3,931	1,433
	ตำบลสันป่าม่วง	1,759	1,856	3,615	1,104
	เทศบาลตำบลบ้านต๋อม	5,898	6,658	12,556	6,786
	เทศบาลตำบลแม่กา	8,051	10,723	18,774	5,989
	เทศบาลตำบลแม่ปืม	4,515	4,709	9,224	3,207
	เทศบาลตำบลบ้านต๋ำ	3,545	3,716	7,261	2,989
	เทศบาลตำบลท่าวังทอง	7,720	7,372	15,092	8,309

ที่มา: ที่ทำการปกครองจังหวัดพะเยา, 2558

ตาราง 19 ลักษณะน้ำเสียชุมชน

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
1.ของแข็งทั้งหมด (Total Solids)	mg/l	350	720	1,200
ของแข็งละลายน้ำ (Dissolved Solids)	mg/l	250	500	850
ของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids)	mg/l	100	220	350
2.ปริมาณตะกอนหนัก (Settleable Solids)	mg/l	5	10	20
3.ค่าบีโอดี (Biochemical Oxygen Demand; BOD)	mg/l	110	220	400
4.ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand; COD)	mg/l	250	500	1,000

ตาราง 19 (ต่อ)

พารามิเตอร์	หน่วย	ความเข้มข้น		
		น้อย	ปานกลาง	มาก
5.ไนโตรเจนทั้งหมด (Total as N)	mg/l	20	40	85
อินทรีย์ไนโตรเจน (Organic)	mg/l	8	15	35
แอมโมเนีย (Free Ammonia)	mg/l	12	25	50
ไนไตรท์ (Nitrites)	mg/l	0	0	0
ไนเตรท (Nitrate)	mg/l	0	0	0
6.ฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total as P)	mg/l	4	8	15
สารอินทรีย์ (Organic)	mg/l	1	3	5
สารอนินทรีย์ (Inorganic)	mg/l	3	5	10
7.คลอไรด์ (Chloride)	mg/l	30	50	100
8.ซัลเฟต (Sulfate)	mg/l	20	30	50
9.สภาพด่าง (Alkalinity as $CaCO_3$)	mg/l	50	100	200
10.ไขมัน (Grease)	mg/l	50	100	150
11.Total Coliform	MPN/100ml	10^6–10^7	10^7–10^8	10^7–10^9

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2535

ตาราง 20 อัตราภาระบรรทุกจากการเกษตร

ชนิดของกลุ่มพืช	ไนโตรเจน		บีโอดี		ฟอสฟอรัส		ของแข็งแขวนลอย	
	ระบาย (ตัน/ปี)	อัตราการระบาย (ตัน/ไร่)	ระบาย (ตัน/ปี)	อัตราการระบาย (ตัน/ไร่)	ระบาย (ตัน/ปี)	อัตราการระบาย (ตัน/ไร่)	ระบาย (ตัน/ปี)	อัตราการระบาย (ตัน/ไร่)
นาข้าว	17,585	0.00025	11,838	0.00017	1,966	0.00003	1,115,590	0.01600
พืชไร่	9,359	0.00056	817	0.00005	191	0.00001	–	–
พืชผัก	1,271	0.00223	13	0.00002	41	0.00007	–	–
พืชพุ่มเตี้ย	385	0.00059	195	0.00030	26	0.00004	–	–
พืชผลทรงพุ่ม	565	0.00003	1,214	0.00006	9	0.00000	–	–
ไม้เลื้อย	1,174	0.00438	34	0.00013	4	0.00001	–	–

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2554

ตาราง 21 ค่าคงที่ (F_n) ของปริมาณมลพิษจากการเพาะเลี้ยงปลานิล

รายการ		ปลานิล
ค่าคงที่ของปริมาณมลพิษ (กก./ตันผลผลิต) ; F_n		
บีโอดี		64.77
	ระหว่างการเลี้ยง	0.07
	ช่วงเก็บเกี่ยว	57.66
	ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	7.04
ไนโตรเจนรวม		7.556
	ระหว่างการเลี้ยง	0.003
	ช่วงเก็บเกี่ยว	7.207
	ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.346
ฟอสฟอรัสรวม		0.779
	ระหว่างการเลี้ยง	0.003
	ช่วงเก็บเกี่ยว	0.455
	ช่วงซาวจับสัตว์น้ำ	0.321

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ, 2547

การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลทางการเกษตร

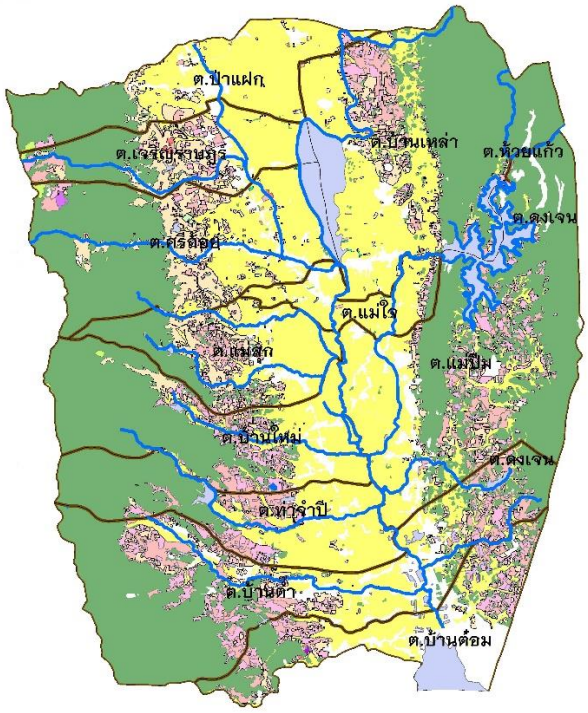
การสำรวจข้อมูลการใช้ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกพืชทางการเกษตร โดยใช้แบบสอบถามและกำหนดกลุ่มเป้าหมาย จำนวน 50 ตัวอย่าง ในอำเภอแม่ใจ ดังภาคผนวก ก โดยคัดเลือกตามสัดส่วนพื้นที่ชนิดพืชเศรษฐกิจที่ปลูกมากที่สุด ได้แก่ ข้าว ลิ้นจี่ ข้าวโพด ยางพารา ลำไย และแคนตาลูป ตามฐานข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2559 ของกรมพัฒนาที่ดิน

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัย

ลักษณะกายภาพของลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

พื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบน เป็นพื้นที่ที่อยู่เหนือกว๊านพะเยา มีพื้นที่โดยประมาณ 331,787 ไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 2 อำเภอที่สำคัญ ได้แก่ อำเภอแม่ใจ และอำเภอเมือง พื้นที่ส่วนใหญ่ถูกใช้เพื่อการเกษตรกรรม (สีเหลือง) ถึงร้อยละ 48.32 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ (สีเขียว) ร้อยละ 36.99 และประกอบไปด้วยพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (สีชมพู) ร้อยละ 5.80 พื้นที่เบ็ดเตล็ด (สีน้ำตาล) ร้อยละ 5.74 และพื้นที่แหล่งน้ำ (สีฟ้า) ร้อยละ 4.15 ตามลำดับ แหล่งน้ำที่สำคัญ ได้แก่ หนองเล็งทราย และแม่น้ำอิงตอนบน โดยหนองเล็งทราย มีเนื้อที่ประมาณ 6,000 ไร่ ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญระดับภูมิภาค ส่วนแม่น้ำอิงตอนบนนั้น จะรับน้ำจากหนองเล็งทรายและลำน้ำสาขาย่อยต่าง ๆ ได้แก่ แม่ใจ แม่สุก แม่จว้า แม่เหยี่ยน แม่ปืม แม่ตุ้ม แม่ต๋ำ และแม่ต๋อม ก่อนไหลลงสู่กว๊านพะเยา พบการตื้นเขินในแหล่งน้ำลุ่มน้ำอิงตอนบนในช่วงฤดูแล้ง มีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรอย่างรวดเร็วรอบแหล่งน้ำ โดยเฉพาะแม่น้ำอิงตอนบน มีการปล่อยน้ำเสียจากบ้านเรือน นาข้าว ฟาร์มเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และฟาร์มสุกร ทั้งที่ไม่มีระบบบำบัดและระบบบำบัดไม่ได้มาตรฐาน รวมทั้งมีสารพิษตกค้างจากการเกษตรกรรมไหลลงสู่แหล่งน้ำ



ภาพ 12 พื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

1. ลักษณะทางกายภาพของแม่น้ำอิงตอนบน

สถานีอิง (แม่ใจ1) (ING2) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลออกมาจากตำบลแม่ใจซึ่งถือเป็นส่วนต้นของแม่น้ำอิงตอนบน แม่น้ำมีลักษณะทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 28.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 3.7 เมตร

สถานีอิง (แม่ใจ2) (ING3) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลมาจากจุดสถานีอิง (แม่ใจ1) (ING2) ผ่านพื้นที่การเกษตรนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ แม่น้ำมีลักษณะทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 20.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 3.1 เมตร

สถานีอิง (แม่สุก) (ING4) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลมาจากจุดสถานีอิง (แม่ใจ2) (ING3) ผ่านพื้นที่การเกษตรนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ แม่น้ำมีลักษณะทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 28.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 2.9 เมตร

สถานีอิง (แม่ปืม) (ING6) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลมาจากจุดสถานีอิง (แม่สุก) (ING4) ผ่านพื้นที่การเกษตรนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ และมีการรับน้ำจากลำน้ำสาขา แม่สุก แม่จว้า แม่เหยี่ยน และแม่ปืม แม่น้ำมีลักษณะทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 18.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 4.0 เมตร

สถานีอิง (แม่ตุ้ม) (ING7) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลมาจากจุดสถานีอิง (แม่ปืม) (ING6) ผ่านพื้นที่การเกษตรนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ และมีการรับน้ำจากลำน้ำสาขาแม่ตุ้ม แม่น้ำมีลักษณะเป็นทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 28.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 5.5 เมตร

สถานีสถานีอิง (แม่ต๋ำ) (ING8) ตั้งอยู่บริเวณแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลมาจากจุดสถานีอิง (แม่ตุ้ม) (ING7) ผ่านพื้นที่การเกษตรนาข้าว การประมง พืชสวน และอื่นๆ โดยมีการรับน้ำจากลำน้ำสาขาแม่ต๋ำ และสาขาย่อยห้วยปง แม่น้ำมีลักษณะเป็นทางน้ำธรรมชาติทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 28.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 4.7 เมตร

2. ลักษณะทางกายภาพของลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน

สถานีแม่ใจท้ายน้ำ (JAI2) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำแม่ใจก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบน ที่มาจากหนองเล็งทราย ผ่านพื้นที่ชุมชนที่อยู่อาศัยเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำคอนกรีตเสริมเหล็ก ทอดตัวตามทิศตะวันตก–ตะวันออก โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 4.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 2.0 เมตร

สถานีแม่จว้าท้ายน้ำ (CHW2) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำแม่จว้าก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบนที่มาจากทางตำบลแม่ใจ ลำน้ำไหลผ่านพื้นที่ชุมชนและเกษตรนาข้าวเป็นส่วนใหญ่ ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำธรรมชาติ โดยมีลำน้ำแม่สุกและแม่เหยี่ยนไหลเข้ามารวมในช่วงก่อนถึงสถานี ทางน้ำทอดตัวตามทิศตะวันตก–ตะวันออก มีลักษณะทางน้ำกว้าง 30.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 3.6 เมตร

สถานีแม่ปืมท้ายน้ำ (PUE2) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำแม่ปืมส่วนล่างที่ไหลผ่านนาข้าวและชุมชนก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบนที่มาจากทางตำบลแม่ใจ ลำน้ำส่วนใหญ่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนและเกษตรนาข้าว บริเวณวัดร่องคือ บ้านสันต้นหวีด ก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบน ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำธรรมชาติ ทอดตัวตามทิศเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 12.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 2.7 เมตร

สถานีแม่ตุ้มท้ายน้ำ (TOO2) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำสาขาแม่ตุ้ม โดยลำน้ำส่วนใหญ่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนและเกษตรนาข้าวบริเวณตำบลท่าจำปี ก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบน ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำธรรมชาติ ทอดตัวตามทิศตะวันเหนือ–ใต้ โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 10.0 เมตร ความลึกท้องน้ำ 1.7 เมตร

สถานีแม่ต๋ำท้ายน้ำ (TAM3) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำสาขาแม่ต๋ำ โดยลำน้ำส่วนใหญ่ ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนเกษตรนาข้าวและการประมงน้ำจืดบริเวณตำบลบ้านต๋ำก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิง ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำธรรมชาติ ทอดตัวตามทิศตะวันตก–ตะวันออก โดยมีลักษณะทาง

น้ำกว้าง 4 เมตร ความลึกท้องน้ำ 2.5 เมตร

สถานีแม่ต๋อมท้ายน้ำ (TOM2) ตั้งอยู่ปลายลำน้ำสาขาแม่แม่ต๋อมส่วนบน ลำน้ำส่วนใหญ่ไหลผ่านพื้นที่ชุมชนเกษตรนาข้าวและการประมงน้ำจืดบริเวณตำบลบ้านต๊ำก่อนไหลรวมกับแม่น้ำอิงตอนบน ลักษณะลำน้ำเป็นทางน้ำธรรมชาติ ทอดตัวตามทิศตะวันตก–ตะวันออก โดยมีลักษณะทางน้ำกว้าง 3.8 เมตร ความลึกท้องน้ำ 1.8 เมตร

ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

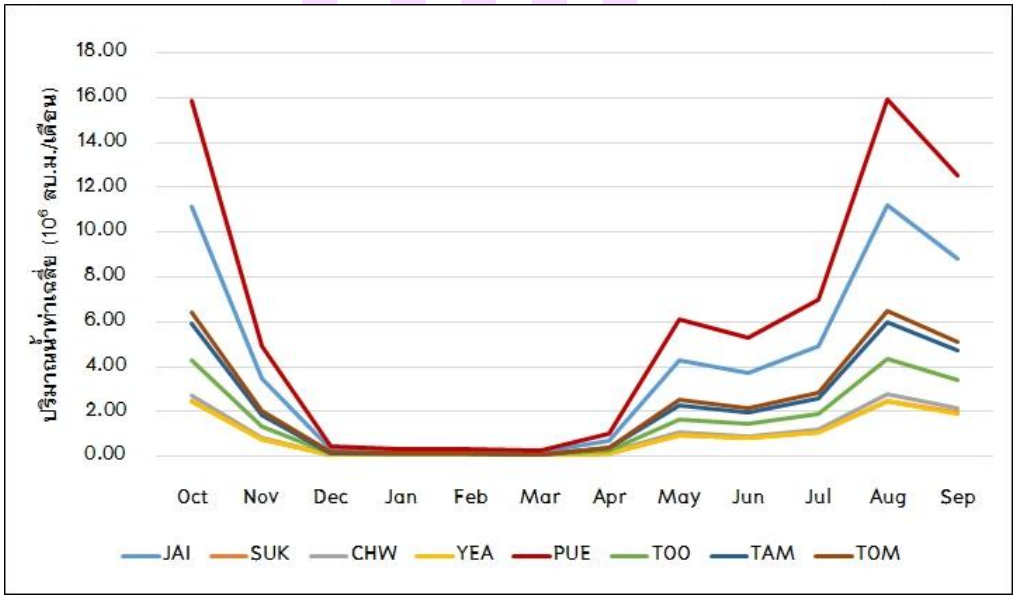
การวิเคราะห์ปริมาณน้ำท่ารายเดือนจากลุ่มน้ำสาขาเหนือกว๊านพะเยาจะได้จากการนำข้อมูลอัตราการไหลของน้ำท่าพิจารณาร่วมกับรูปตัดทางน้ำของแม่น้ำแต่ละสาย โดยส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน ชี้ให้เห็นว่าปริมาณน้ำท่าแปรผันตามพื้นที่รับน้ำ อันประกอบไปด้วยลุ่มน้ำต่าง ๆ ของแม่น้ำอิงตอนบนที่ไหลลงสู่กว๊านพะเยาบริเวณสะพานขุนเดช ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มลุ่มน้ำที่มีขนาดใหญ่ที่สุด มีขนาดประมาณ 758.4 ตร.กม. คิดเป็นร้อยละ 79.6 ของทุกลุ่มน้ำที่ไหลลงสู่กว๊านพะเยา ลุ่มน้ำสาขาเหนือกว๊านพะเยา ประกอบไปด้วย ลุ่มน้ำย่อยหนองเล็งทราย แม่ใจ แม่สุก แม่จว้า แม่ปืม ห้วยปง แม่เหยี่ยน แม่ตุ้ม แม่ต๊ำ ร่องห้า และแม่ต๋อม ดังแสดงในตาราง 22

ตาราง 22 ลุ่มน้ำสาขาย่อยของแม่น้ำอิงตอนบน

ลำดับ	ลุ่มน้ำย่อย	กลุ่มลุ่มน้ำสาขา	พื้นที่ (ตร.กม.)	ร้อยละ
1	หนองเล็งทราย	แม่น้ำอิงตอนบน	77.6	10.23
2	แม่ใจ	แม่น้ำอิงตอนบน	128.8	16.98
3	แม่สุก	แม่น้ำอิงตอนบน	31.1	4.10
4	แม่ปืม	แม่น้ำอิงตอนบน	198.5	26.17
5	แม่เหยี่ยน	แม่น้ำอิงตอนบน	30.2	3.98
6	ห้วยปง	แม่น้ำอิงตอนบน	37.7	4.97
7	แม่ตุ้ม	แม่น้ำอิงตอนบน	49.3	6.50
8	ห้วยเคียน	แม่น้ำอิงตอนบน	14.6	1.93
9	แม่ต๊ำ	แม่น้ำอิงตอนบน	73.3	9.67
10	ร่องห้า	แม่น้ำอิงตอนบน	12.7	1.67
11	แม่ต๋อม	แม่น้ำอิงตอนบน	73.5	9.69
12	แม่จว้า	แม่น้ำอิงตอนบน	31.1	4.10
	รวม		**758.4**	**100.00**

1. ปริมาณน้ำท่ารายเดือนลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน

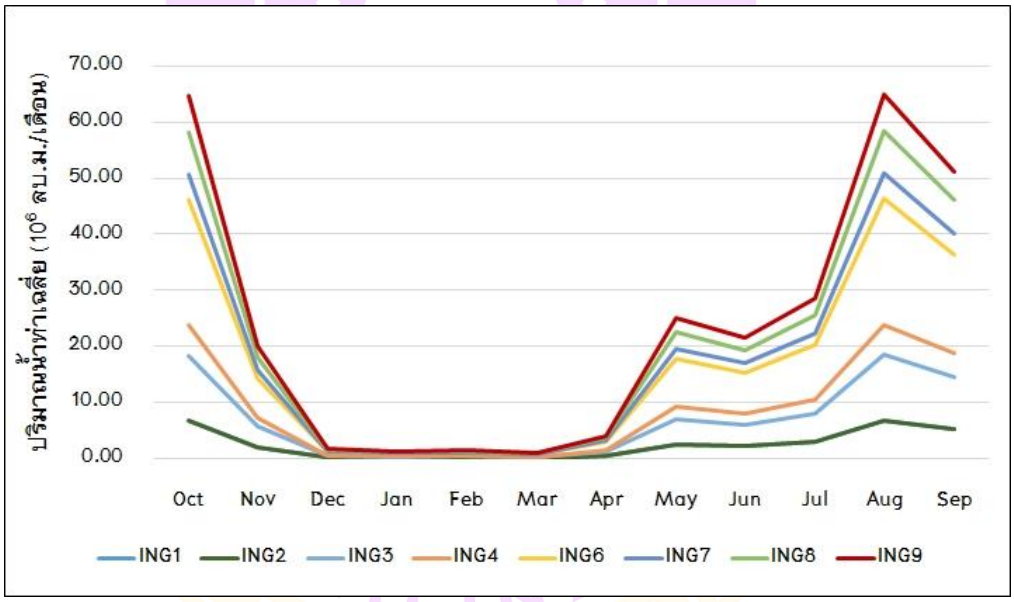
จากการลงพื้นที่สำรวจอัตราการไหลของน้ำท่าของ 8 ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน และนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำท่ารายเดือน โดยพิจารณาร่วมกับขนาดพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ ที่ศึกษาในแต่ละเดือน พบว่าโดยส่วนใหญ่มีความสัมพันธ์กันอย่างชัดเจน และบ่งชี้ว่าปริมาณน้ำท่าจากลุ่มน้ำย่อยต่าง ๆ แปรผันตามขนาดพื้นที่รับน้ำ ดังภาพ 13 จากข้อมูล พบว่า แนวโน้มของปริมาณน้ำท่ารายเดือนทั้ง 8 ลำน้ำสาขา มีทิศทางไปในรูปแบบเดียวกัน คือ มีปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปจนถึงเดือนตุลาคมของรอบปี (ฤดูฝนที่มีน้ำมาก) มีปริมาณน้ำสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม และมีปริมาณน้ำท่าลดลงจากเดือนพฤศจิกายนไปถึงเดือนเมษายนของรอบปี มีปริมาณน้ำน้อยสุดในช่วงเดือนมีนาคม (ฤดูแล้งที่มีน้ำน้อย) สอดคล้องตามเกณฑ์ของกรมอุตุนิยมวิทยา โดยพบว่าลำน้ำแม่ปืมมีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด เนื่องจากมีพื้นที่รับน้ำมากที่สุดใน 8 ลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน โดยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในฤดูฝนสูงถึง 10.46 ล้าน ลบ.ม./เดือน ซึ่งสูงกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ที่ 5.83 ล้าน ลบ.ม./เดือน คิดร้อยละ 79.42 รองลงมา คือ ลำน้ำแม่ใจ ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในฤดูฝน 7.34 ล้าน ลบ.ม./เดือน สูงกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ที่ 4.10 ล้าน ลบ.ม./เดือน คิดร้อยละ 79.02 ซึ่งจะเห็นได้ว่ายิ่งมีพื้นที่รับน้ำของลุ่มน้ำมาก จะส่งผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำท่าในแต่ละลุ่มน้ำย่อยนั้น ๆ



ภาพ 13 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลำน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน

2. ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของแม่น้ำอิงตอนบน

จากการลงพื้นที่สำรวจอัตราการไหลของแม่น้ำอิงตอนบน และนำมาคำนวณหาปริมาณน้ำท่ารายเดือนในช่วงต่าง ๆ ของแม่น้ำอิงตอนบน ได้ผลดังภาพ 14 ซึ่งเมื่อพิจารณาแนวโน้มการเพิ่มขึ้นและลดลงของปริมาณน้ำท่าในรอบปี พบว่า มีลักษณะสอดคล้องกับแนวโน้มปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลำน้ำสาขาแม่น้ำอิงตอนบน โดยมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และลดต่ำสุดในเดือนมีนาคม มีการเพิ่มขึ้นของน้ำท่าโดยเริ่มจากหนองเล็งทราย (ING1) ที่ถือได้ว่าเป็นต้นน้ำของแม่น้ำอิงตอนบน และเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากการรับน้ำท่าจากลำน้ำสาขาแต่ละสาขา จนไปรวมกันมากที่สุดบริเวณก่อนถึงสะพานขุนเดช (ING9) โดยมีพื้นที่รับน้ำมากที่สุด ก่อนลงสู่กว๊านพะเยา ตามลำดับ เมื่อพิจารณาข้อมูลผล พบว่า จุดสะพานขุนเดช (ING9) มีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยในฤดูฝนสูงถึง 42.63 ล้าน ลบ.ม./เดือน ซึ่งสูงกว่าปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ที่ 23.78 ล้าน ลบ.ม./เดือน คิดร้อยละ 79.27



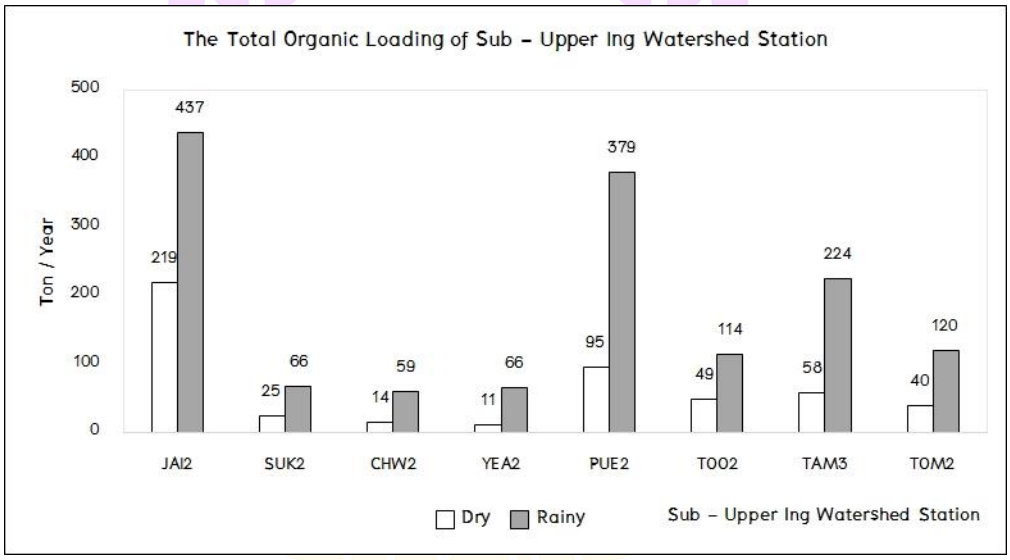
ภาพ 14 ปริมาณน้ำท่ารายเดือนของแม่น้ำอิงตอนบน

ปริมาณมลสารลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

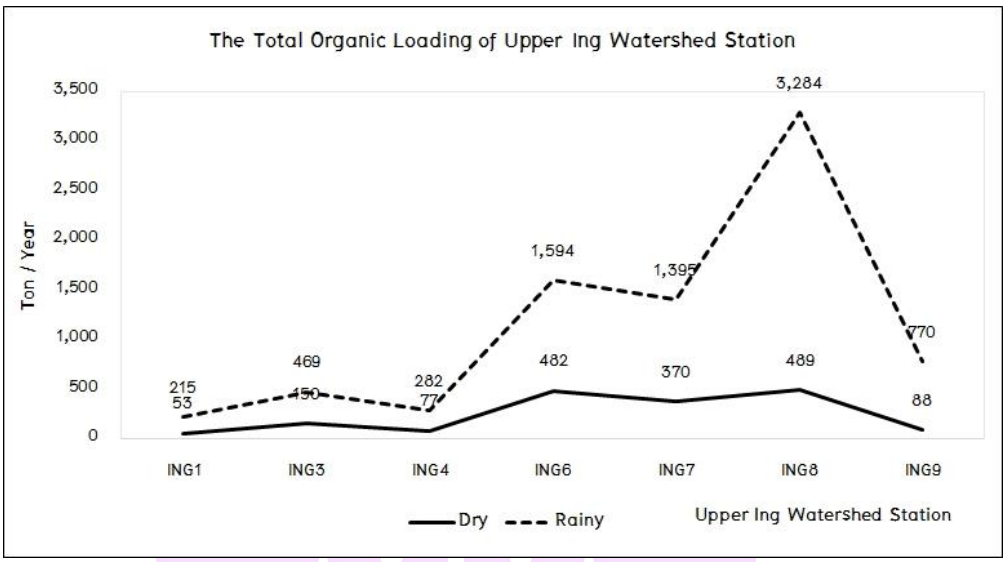
1. ภาระบรรทุกสารอินทรีย์

ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ของลำน้ำสาขาและแม่น้ำอิงตอนบน หาได้จากการคำนวณโดยใช้ความเข้มข้นสารอินทรีย์จากสถานีตรวจวัด และข้อมูลจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือน จากผลการคำนวณ พบว่า ลำน้ำสาขาทั้ง 8 สาขานั้น มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในฤดูฝนสูง

กว่าฤดูแล้ง โดยลำน้ำแม่ใจมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์สูงที่สุด มีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ในฤดูฝนสูงขึ้นจากฤดูแล้ง 219 ตัน/ปี คิดเป็นร้อยละ 99.54 จากการใช้ที่ดินด้านการเกษตรเป็นหลัก ประกอบกับมีพื้นที่อยู่อาศัยจำนวนมาก รองลงมาคือ ลำน้ำแม่ปืม มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 95 ตัน/ปี ส่วนในฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 379 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 2.99 เท่า จากปัจจัยการมีพื้นที่รับน้ำสูงที่สุดในลำน้ำสาขา ทำให้รับน้ำในฤดูฝนได้มาก เกิดการสะสมตัวของสารอินทรีย์ที่สูงตามไปด้วย ตามด้วย ลำน้ำแม่ต๋ำ ที่มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 58 ตัน/ปี ส่วนในฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 224 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 2.86 เท่า เช่นเดียวกัน และเมื่อพิจารณาแม่น้ำอิงตอนบน พบว่า ในฤดูฝนจะมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่สูงกว่าฤดูแล้งตลอดแม่น้ำทั้งสาย โดยมีค่าสูงขึ้นในช่วงหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม แม่ตุ้ม และแม่ต๋ำตามลำดับ มีการเพิ่มของสารอินทรีย์ในฤดูฝนมากที่สุดหลังรับน้ำสาขาแม่ต๋ำ มีค่า 3,284 ตัน/ปี เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 2,795 ตัน/ปี หรือ 5.72 เท่า และมีค่าลดลงอย่างเห็นได้ชัดบริเวณสะพานขุนเดชก่อนลงสู่กว๊านพะเยา จากการบำบัดตามธรรมชาติโดยแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำที่สะสมตัวมาก



ภาพ 15 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน



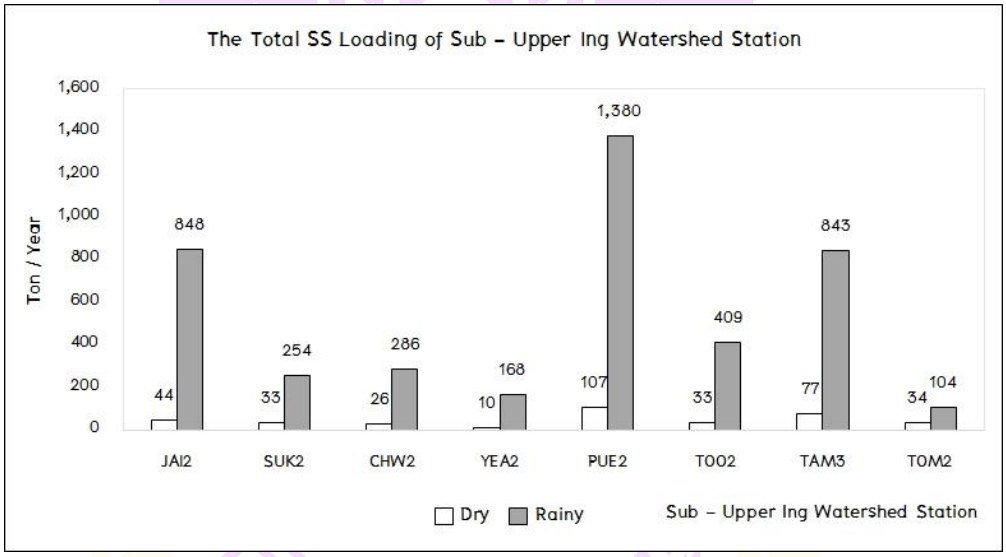
ภาพ 16 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์แม่น้ำอิงตอนบน

ภาพ 17 การสะสมตัวของพืชและวัชพืชน้ำบริเวณสะพานขุนเดช (ถ่ายเมื่อวันที่ 4 กุมภาพันธ์ 2561)

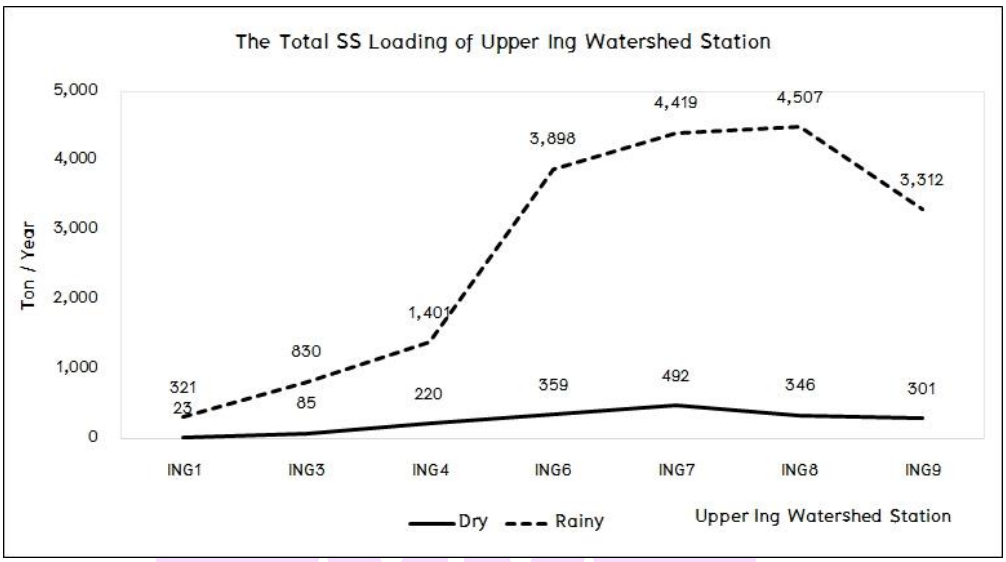
2. ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอย

ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยของลำน้ำสาขาและแม่น้ำอิงตอนบน หาได้จากการคำนวณ โดยใช้ความเข้มข้นของแข็งแขวนลอยจากสถานีตรวจวัด และข้อมูลจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือน จากผลการคำนวณ พบว่า ลำน้ำสาขาทั้ง 8 สาขา มีปริมาณภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นในช่วงฤดูฝน ซึ่งเป็นช่วงฤดูน้ำหลากส่งผลต่อการฟุ้งกระจายของโคลนตมและเศษสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ในแหล่งน้ำ โดยในฤดูฝน ลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด มีค่า 1,380 ตัน/ปี มีค่าเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 1,273 ตัน/ปี หรือ 11.90 เท่า เนื่องด้วยเป็นลำ

น้ำที่มีพื้นที่รับน้ำมากที่สุดในบรรดา 8 ลำน้ำสาขา รองลงมาเป็นลำน้ำแม่ใจและลำน้ำแม่ต๋ำ มีค่า 848 และ 843 ตัน/ปี ตามลำดับ โดยลำน้ำสาขาแม่ใจมีปริมาณของแข็งแขวนลอยเพิ่มขึ้นในฤดูฝนสูงกว่าลำน้ำสาขาแม่ต๋ำ เพิ่มขึ้น 804 ตัน/ปี หรือ 18.27 เท่า และเมื่อพิจารณาผลการคำนวณของแม่น้ำอิงตอนบน พบว่า ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งตลอดแม่น้ำทั้งสาย โดยมีค่าเพิ่มอย่างเห็นได้ชัดหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม แม่ตุ้ม และแม่ต๋ำ ซึ่งมีลักษณะขุ่นและมีสีแดง ดังภาพ 20 และภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยมีค่าเพิ่มมากที่สุดหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม ซึ่งเป็นลำน้ำสาขาที่มีปริมาณน้ำมากที่สุด โดยเพิ่มขึ้น 2,497 ตัน/ปี คิดเป็น 1.78 เท่า และช่วงท้ายน้ำบริเวณสะพานขุนเดชมีปริมาณของของแข็งแขวนลอยลดลงร้อยละ 26.51 จากปรากฏการณ์รวมตะกอนและตกตะกอนตามธรรมชาติ แต่ยังคงพบว่ามีภาระบรรทุกสูงกว่าต้นน้ำ (หนองเล็งทราย) ถึง 2,991 ตัน/ปี หรือ 9.32 เท่า



ภาพ 18 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน



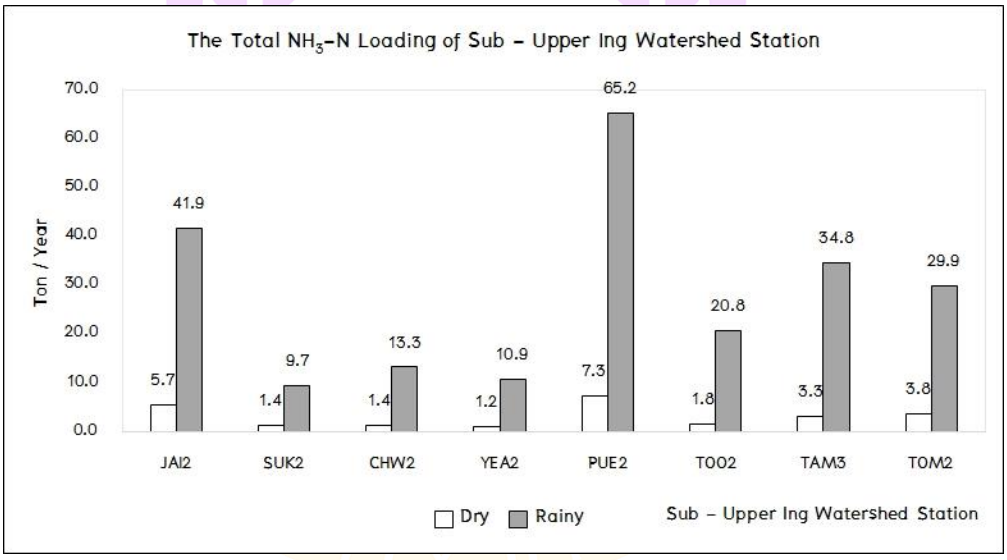
ภาพ 19 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยแม่น้ำอิงตอนบน

ภาพ 20 น้ำขุ่นจากการกระจายตัวของของแข็งแขวนลอย (ฤดูฝน)
(ก) ลำน้ำแม่ปืม (ข) แม่น้ำอิงหลังรับน้ำจากลำน้ำแม่ต๋ำ
(ถ่ายเมื่อวันที่ 9 มิถุนายน 2561)

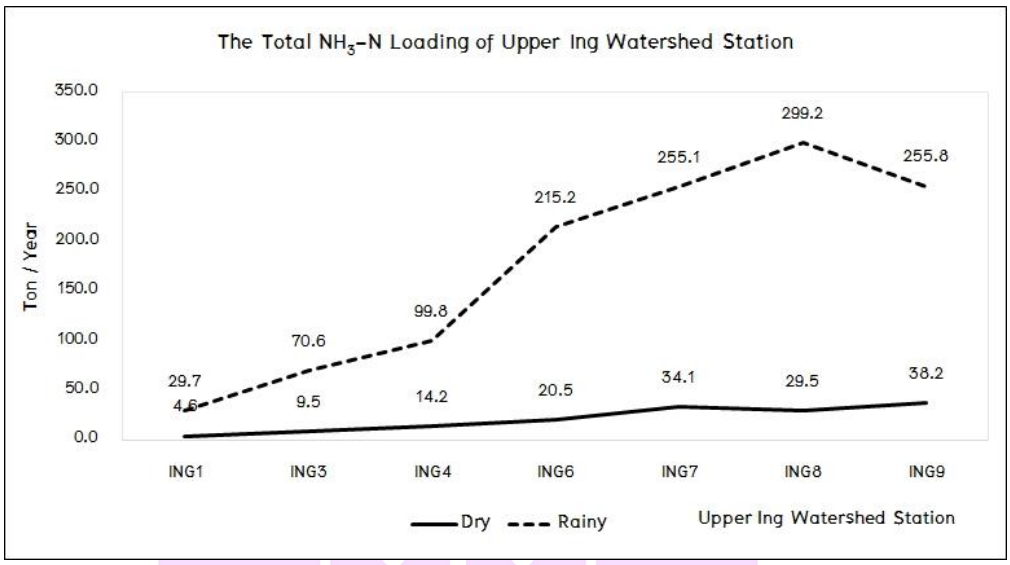
3. ภาระบรรทุกแอมโมเนีย

ภาระบรรทุกแอมโมเนียของลำน้ำสาขาและแม่น้ำอิงตอนบน หาได้จากการคำนวณ โดยใช้ความเข้มข้นของแอมโมเนีย-ไนโตรเจนจากสถานีตรวจวัด และข้อมูลจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือน จากผลการคำนวณ พบว่า ลำน้ำสาขาทั้ง 8 สาขา มีภาระบรรทุกแอมโมเนียของฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งทั้งหมด โดยลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกแอมโมเนียสูง

ที่สุด คือ มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 7.3 ตัน/ปี ส่วนในฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 65.2 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 7.93 เท่า จากปัจจัยการมีพื้นที่รับน้ำมากที่สุดใน 8 ลุ่มน้ำสาขารองลงมา คือ ลำน้ำสาขาแม่ใจ มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 5.7 ตัน/ปี ส่วนฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 41.9 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้น 6.35 เท่า และลำน้ำสาขาแม่ต๋ำ ภาระบรรทุกแอมโมเนียเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 31.5 ตัน/ปี หรือ 9.55 เท่า และเมื่อพิจารณาภาระบรรทุกแอมโมเนียของแม่น้ำอิงตอนบน พบว่า ฤดูฝนมีภาระบรรทุกแอมโมเนียสูงกว่าฤดูแล้งตลอดแม่น้ำทั้งสาย โดยมีค่าเพิ่มขึ้นชัดเจนหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม แม่ตุ้ม และแม่ต๋ำ ตามลำดับ มีค่าสูงสุดหลังรับน้ำสาขาแม่ต๋ำ คือ 299.2 ตัน/ปี สูงขึ้นจากฤดูแล้ง 9.14 เท่า ซึ่งสังเกตจากน้ำมีลักษณะขุ่นและมีสีเขียว ดังภาพ 23 และพบว่าช่วงท้ายน้ำก่อนลงกว๊านพะเยา มีภาระบรรทุกแอมโมเนียลดลงร้อยละ 15.51 จากการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของแหล่งน้ำ โดยแพลงก์ตอนพืชและพืชน้ำที่มีการสะสมตัวหนาแน่นบริเวณโดยรอบ หากแต่ว่าเมื่อเปรียบเทียบท้ายน้ำ (ก่อนลงกว๊านพะเยา) กับต้นน้ำ (หนองเล็งทราย) กลับพบว่าท้ายน้ำมีค่าภาระบรรทุกแอมโมเนียสูงกว่าต้นน้ำ 226.1 ตัน/ปี คิดเป็น 7.61 เท่าเลยทีเดียว



ภาพ 21 ภาระบรรทุกแอมโมเนียลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน



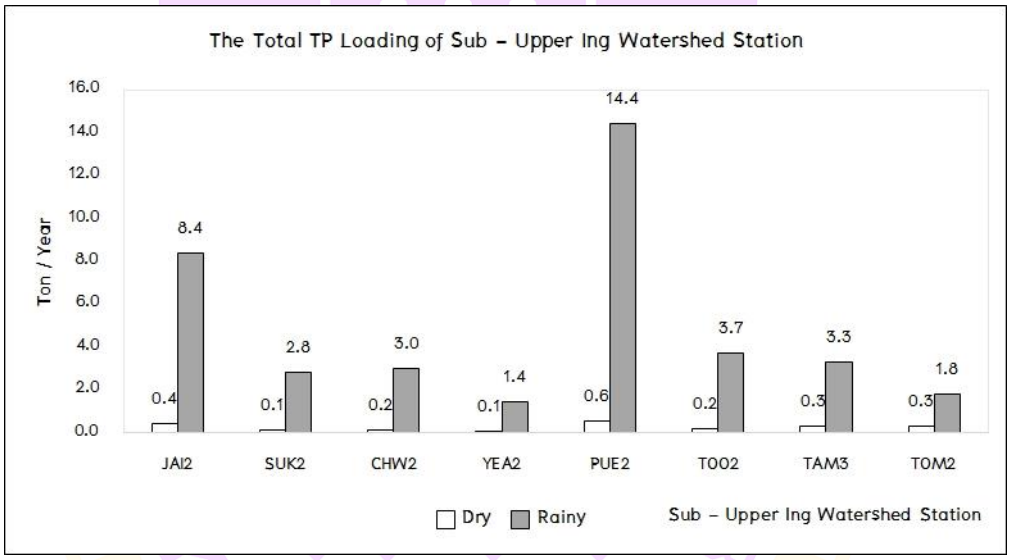
ภาพ 22 ภาระบรรทุกแอมโมเนียแม่น้ำอิงตอนบน

ภาพ 23 ลักษณะน้ำที่มีสีเขียวและขุ่นของลำน้ำแม่ต๋ำช่วงกลางน้ำ
(ถ่ายเมื่อวันที่ 6 มกราคม 2561)

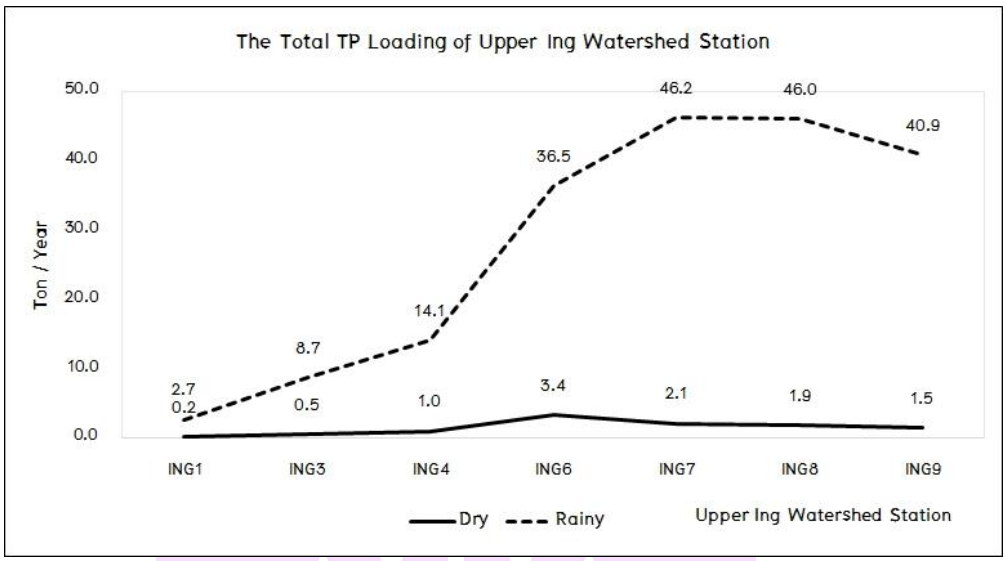
4. ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวม

ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมของลำน้ำสาขาและแม่น้ำอิงตอนบน หาได้จากการคำนวณ โดยใช้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสทั้งหมดจากสถานีตรวจวัด และข้อมูลจำลองปริมาณน้ำท่ารายเดือน จากผลการคำนวณ พบว่า ลำน้ำสาขาทั้ง 8 สาขา มีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมของฤดูฝนสูงกว่าฤดูแล้งทั้งหมด โดยลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมสูงที่สุด คือ มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 0.6 ตัน/ปี ส่วนในฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 14.4 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้งถึง 23 เท่า จากการเป็นลุ่มน้ำสาขาที่มีพื้นที่รับ

น้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นลำน้ำสาขาแม่ใจ มีภาระบรรทุกในฤดูแล้ง 0.4 ตัน/ปี ส่วนในฤดูฝนมีภาระบรรทุกเพิ่มขึ้นเป็น 8.4 ตัน/ปี หรือเพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 20 เท่า และเมื่อพิจารณาแม่น้ำอิงตอนบน พบว่า ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมในฤดูฝนมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งตลอดลำน้ำเช่นเดียวกัน โดยมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม แม่ตุ้ม และแม่ต๋ำ ตามลำดับ เพิ่มมากที่สุดหลังรับน้ำสาขาแม่ปืม คือ 22.4 ตัน/ปี คิดเป็น 1.59 เท่า เนื่องจากน้ำสาขาแม่ปืมเป็นลำน้ำที่มีปริมาณน้ำสูงที่สุด ท้ายน้ำแม่น้ำอิงตอนบนก่อนลงกว๊านพะเยา มีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมลดลงเล็กน้อยจากการบำบัดตามธรรมชาติ คิดเป็นร้อยละ 11.09 แต่เมื่อเปรียบเทียบกับต้นน้ำกลับมีค่าสูงกว่าถึง 38.2 ตัน/ปี หรือ 14.15 เท่า แสดงให้เห็นว่าภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมมีปริมาณมากเกินกว่าที่ธรรมชาติจะบำบัดให้หมดไปได้



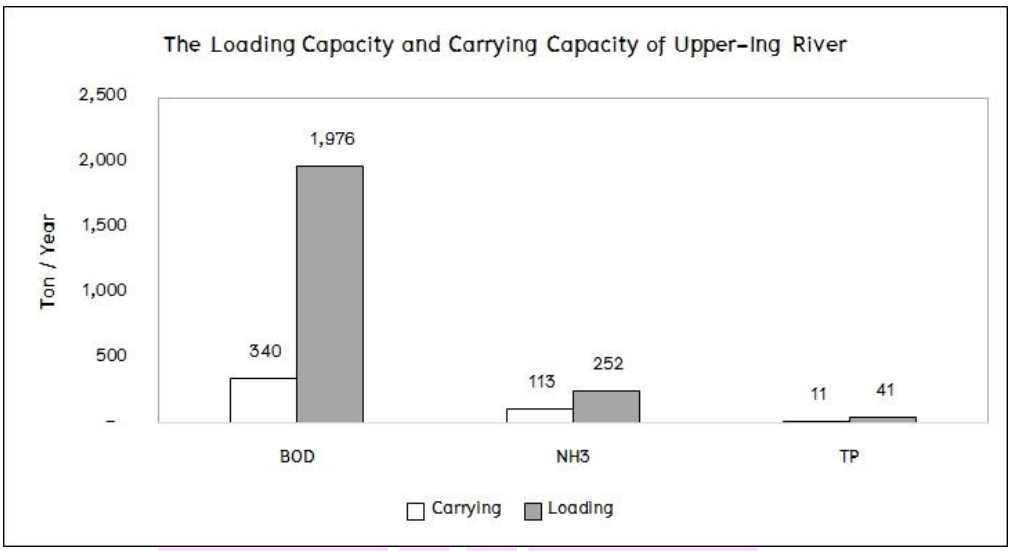
ภาพ 24 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน



ภาพ 25 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมแม่น้ำอิงตอนบน

ศักยภาพการรองรับมลสาร (Carrying Capacity) ของน้ำในแม่น้ำอิงตอนบน

จากการพิจารณาประเภทแหล่งน้ำตามมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดินตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 จัดให้แม่น้ำอิงตอนบนเป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถใช้ประโยชน์เพื่อการอุปโภคบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน การอนุรักษ์สัตว์น้ำ การประมง และการว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ โดยกำหนดค่ามาตรฐาน BOD และ NH_3-N ต้องไม่เกิน 1.5 และ 0.5 มก./ล. หากแต่ว่าการพิจารณาศักยภาพการรองรับมลสาร จำเป็นต้องใช้ค่าฟอสฟอรัสรวม โดยใช้ค่าอ้างอิงมาตรฐานน้ำทิ้งจากชุมชนของกรมควบคุมมลพิษ โดยต้องมีค่าไม่เกิน 0.05 มก./ล. จากผลการคำนวณ พบว่าในรอบปี แม่น้ำอิงตอนบนสามารถรองรับมลสารสารอินทรีย์ แอมโมเนีย และฟอสฟอรัส ได้ 340, 113 และ 11 ตัน/ปี ตามลำดับ แต่มีการปลดปล่อยมลสารลงไปถึง 1,976, 252 และ 41 ตัน/ปี ตามลำดับ ซึ่งเกินความความสามารถในการรองรับมลสารดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 481.24, 122.38 และ 261.81 ดังภาพ 26 อันส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงตอนบนโดยตรง สอดคล้องกับการวิเคราะห์คุณภาพน้ำของหน่วยงานราชการที่ระบุว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงตอนบนอยู่ในระดับ “เสื่อมโทรม”



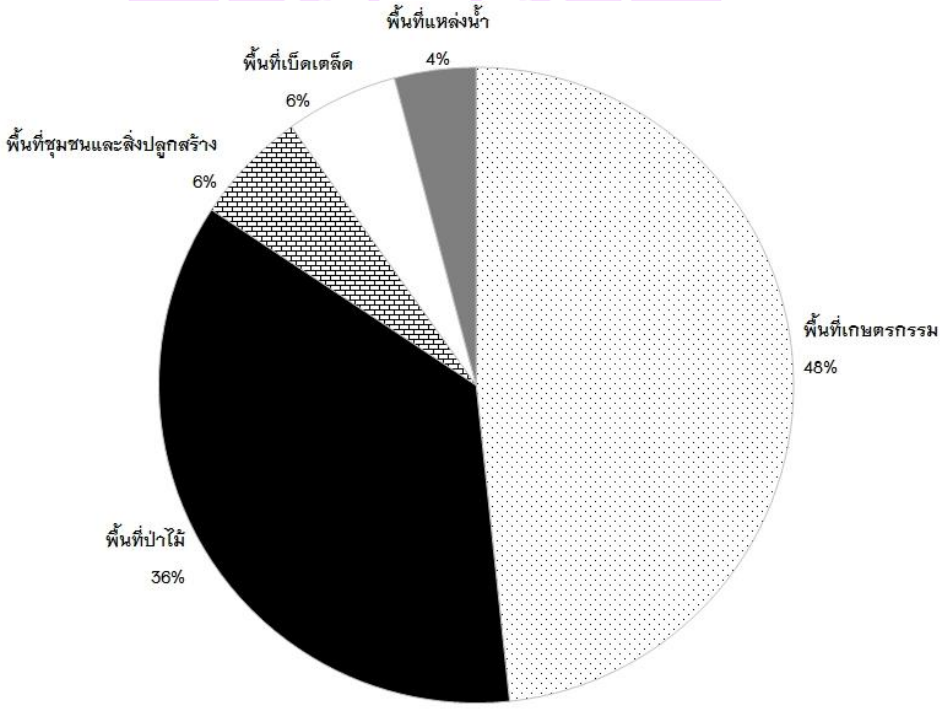
ภาพ 26 ความสามารถในการรองรับมลสารและปริมาณที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำอิงตอนบน

การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

จากผลการศึกษาคุณภาพน้ำและศักยภาพการรองรับมลสาร (Carrying Capacity) ของน้ำในแม่น้ำอิงตอนบน พบว่า คุณภาพน้ำจัดอยู่ในระดับ “เสื่อมโทรม” เพื่อให้ทราบแหล่งปล่อยมลสารหลักลงสู่แหล่งน้ำ โดยอาศัยข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขาผ่านระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (Geographic Information System, GIS) โดยใช้ข้อมูลจากแผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในช่วงปี พ.ศ. 2559 (กรมพัฒนาที่ดิน, 2559) และมาตรฐานข้อกำหนดข้อมูลภูมิสารสนเทศพื้นฐาน (Fundamental Geographic Data Set, FDGS) ชั้นข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดิน (กรมพัฒนาที่ดิน, 2555) สามารถจำแนกประเภทการใช้ประโยชน์ที่ในระดับที่ 1 บริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่ใช้เป็นพื้นที่ทางการเกษตรกรรม ร้อยละ 48.32 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ ร้อยละ 36.99 และประกอบไปด้วยพื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง ร้อยละ 5.80 พื้นที่เบ็ดเตล็ด ร้อยละ 5.74 และพื้นที่แหล่งน้ำ ร้อยละ 4.15 ตามลำดับ ดังแสดงในตาราง 23 และภาพ 27

ตาราง 23 การใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ประเภท	รหัส	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ (%)
พื้นที่เกษตรกรรม (Agricultural Land)	A	192,485	48.32
พื้นที่ป่าไม้ (Forest Land)	F	143,344	35.99
พื้นที่ชุมชนและสิ่งปลูกสร้าง (Urban and Built-up Land)	U	23,110	5.80
พื้นที่เบ็ดเตล็ด (Miscellaneous Land)	M	22,845	5.74
พื้นที่แหล่งน้ำ (Water Body)	W	16,550	4.15
รวม		**398,334**	**100.00**



ภาพ 27 ร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

เมื่อพิจารณาการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 3 บริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขาเฉพาะ พื้นที่อำเภอแม่ใจ และพื้นที่อำเภอเมืองเหนือกว๊านพะเยา (ตำบลแม่ปืม ตำบลบ้านใหม่ ตำบลท่าจำปี ตำบลบ้านต๋ำ และตำบลบ้านต๋อม) พบว่าพื้นที่ส่วนใหญ่นั้นเป็นเป็นพื้นที่ป่าผลัด

ใบสมบูรณ์ ร้อยละ 35.99 ที่จะพบการผลัดใบในช่วงฤดูแล้ง ตั้งแต่ พฤศจิกายน ถึง เมษายน ของทุกปี รองลงมาเป็นพื้นที่นาข้าว ร้อยละ 28.68 ตามด้วยพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่ชุมชน แหล่งน้ำ และอื่น ๆ ดังแสดงในตารางที่ 24 และภาพ 28 เมื่อเปรียบเทียบการใช้ประโยชน์ที่ดินของทั้งสองอำเภอ พบว่าทั้งสองอำเภอนั้นต่างมีพื้นที่หลักเป็นป่าผลัดใบสมบูรณ์และนาข้าว โดยอำเภอแม่ใจนั้นมีพื้นที่นาข้าว ร้อยละ 34.98 ซึ่งมากกว่าพื้นที่ป่าผลัดใบสมบูรณ์ที่มีอยู่ร้อยละ 31.86 แสดงให้เห็นว่าประชากรในอำเภอแม่ใจนั้นมีอาชีพหลัก คือ การทำนา มีการใช้พื้นที่ทำการเพาะปลูกลิ้นจี่ถึงร้อยละ 9.06 จากการลงสำรวจพื้นที่ทำให้ทราบว่า ลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย เป็นพันธุ์ลิ้นจี่ที่เกษตรกรนิยมปลูกมากที่สุด และพบว่าปัจจุบันเกษตรกรนิยมทำนาแบบผสม โดยจะทำนาปีในช่วงฤดูฝน และปลูกพืชเศรษฐกิจ ได้แก่ แคนตาลูป แตงโม ในช่วงฤดูแล้ง ส่วนใหญ่พบบริเวณรอบหนองเล็งทราย เขตตำบลศรีถ้อย และบางส่วนในเขตตำบลป่าแฝก พบว่าแนวโน้มการทำนาแบบผสมได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน สอดคล้องกับปัญหาราคาผลผลิตข้าวที่มีแนวโน้มลดต่ำลง ส่วนอำเภอเมืองนั้นมีพื้นที่ป่าผลัดใบสมบูรณ์มากถึง ร้อยละ 39.53 ซึ่งมากกว่าพื้นที่นาข้าวที่มีอยู่ร้อยละ 23.27 สื่อให้เห็นถึงสัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินเพื่อทำนาในเขตอำเภอเมืองมีค่าน้อยกว่าอำเภอแม่ใจ สะท้อนให้เห็นถึงค่านิยมของประชากรที่อาศัยอยู่ในเขตอำเภอเมืองที่จะเลือกประกอบอาชีพอื่น ๆ ก่อนอาชีพทำนา รองลงมาเป็นพื้นที่ปลูกพืชเศรษฐกิจ พื้นที่ชุมชน และอื่น ๆ ตามลำดับ และพบว่าการปลูกลิ้นจี่ไม่ได้รับความนิยมจากเกษตรกร โดยมีพื้นที่การใช้ประโยชน์เพื่อปลูกลิ้นจี่เพียงแค่ร้อยละ 0.42

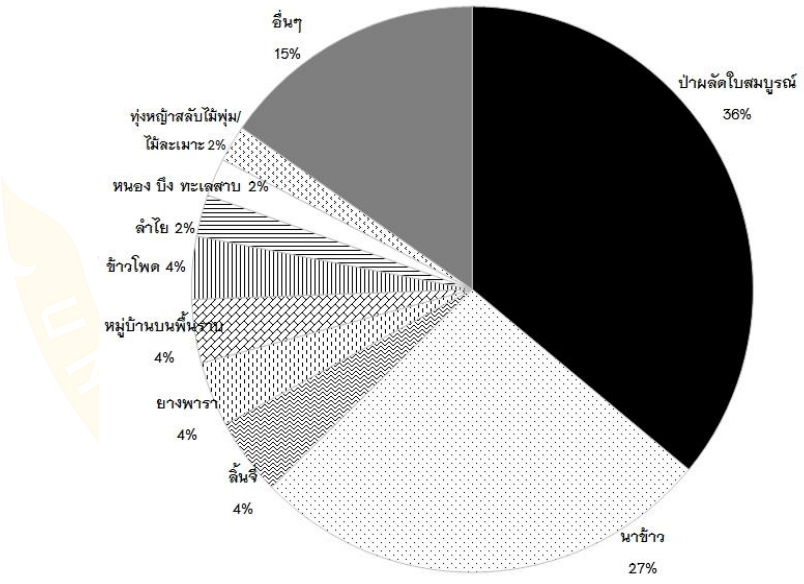
ตาราง 24 การใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 3 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ประเภท	อำเภอแม่ใจ		อำเภอเมืองพะเยา*		รวม	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
ป่าผลัดใบสมบูรณ์	58,623	31.86	84,721	39.53	143,344	35.99
นาข้าว	64,354	34.98	49,884	23.27	114,239	28.68
ลิ้นจี่	16,678	9.06	909	0.42	17,587	4.42
ยางพารา	3,923	2.13	10,872	5.07	14,795	3.71
หมู่บ้านบนพื้นราบ	5,885	3.20	8,624	4.02	14,508	3.64
ข้าวโพด	4,632	2.52	9,646	4.50	14,278	3.58
ลำไย	3,835	2.08	5,679	2.65	9,514	2.39

ตาราง 24 (ต่อ)

ประเภท	อำเภอแม่ใจ		อำเภอเมืองพะเยา*		รวม	
	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ
หนอง บึง ทะเลสาบ	5,461	2.97	3,195	1.49	8,655	2.17
ทุ่งหญ้าสลับไม้พุ่ม/ไม้ละเมาะ	1,765	0.96	6,581	3.07	8,346	2.10
อื่น ๆ	18,838	10.24	34,229	15.97	53,068	15.32
รวม	**183,994**	**100.00**	**214,340**	**100.00**	**398,334**	**100.00**

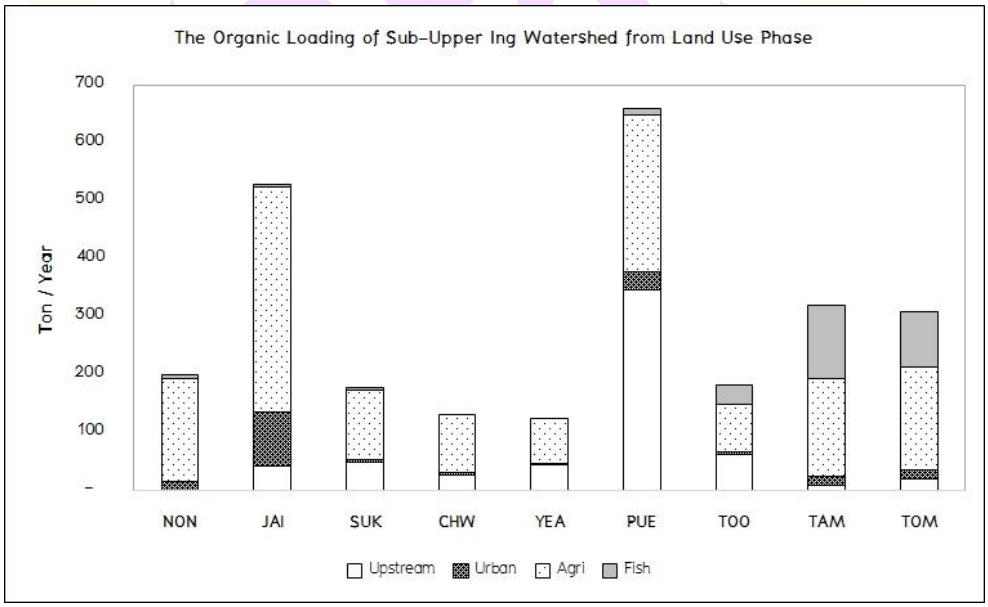
หมายเหตุ: พื้นที่เขตอำเภอเมืองเหนือกว๊านพะเยา ได้แก่ ตำบลแม่ปืม ตำบลบ้านใหม่ ตำบลท่าจำปี ตำบลบ้านต๋ำ และตำบลบ้านต๋อม



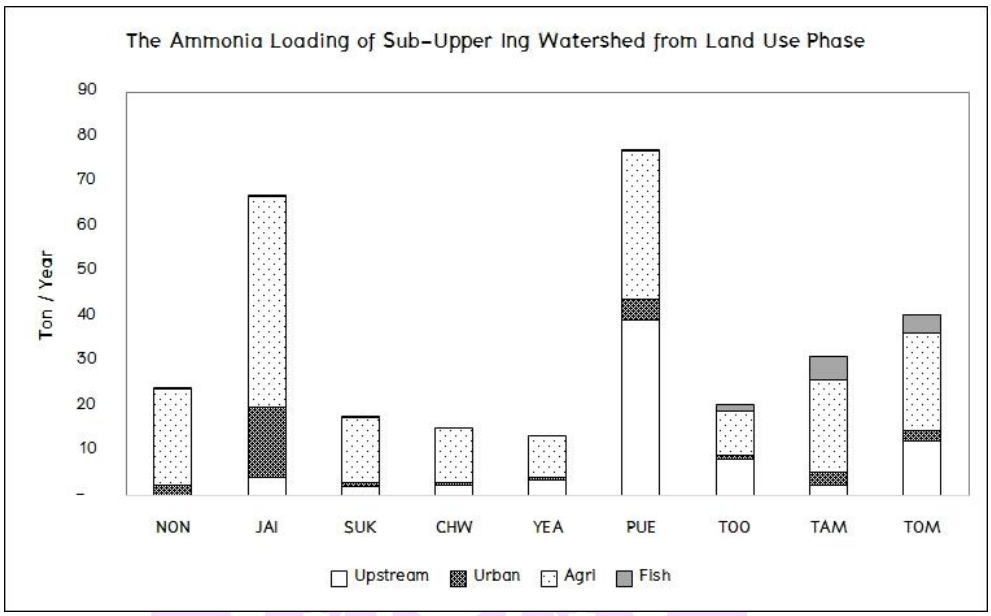
ภาพ 28 ร้อยละการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 3 ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ภาระบรรทุกมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Phase) ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

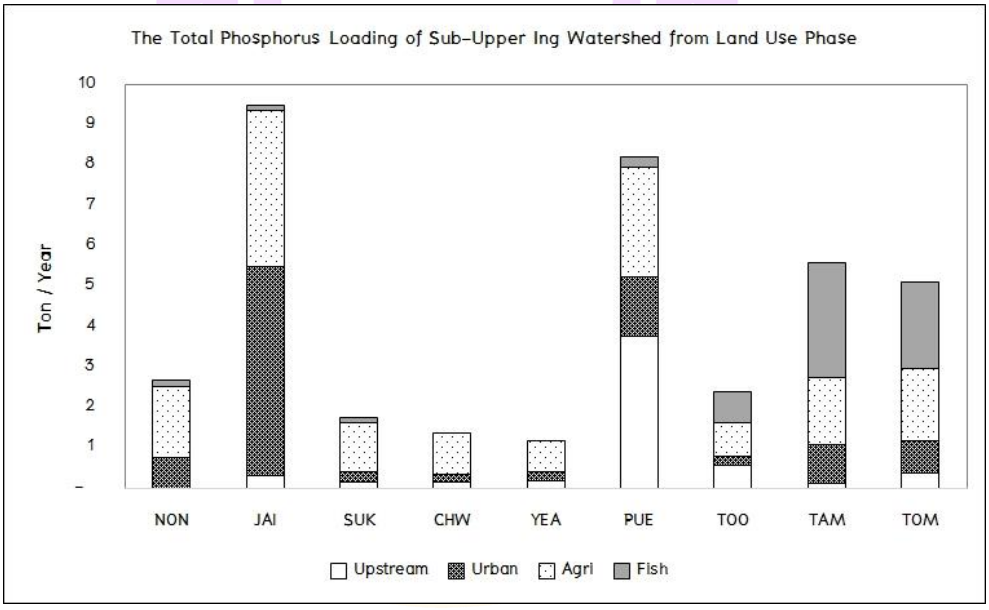
จากการพิจารณาปริมาณภาระบรรทุกสารอินทรีย์ ของแข็งแขวนลอย แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสรวม จากการใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่าง ๆ ได้แก่ พื้นที่ป่า หรือพื้นที่ต้นน้ำ (Upstream) ชุมชน (Urban) การเกษตร (Agri) และแหล่งน้ำรวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (Fish) พบว่ามลสารส่วนใหญ่มาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรมากที่สุด รองลงมาคือ ชุมชน และ แหล่งน้ำรวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามลำดับ แบ่งกลุ่มพื้นที่ปลดปล่อยมลสารหลัก ได้ 3 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มพื้นที่การเกษตรทางตอนเหนือตั้งแต่หนองเล็งทรายจนถึงแม่ปืม กลุ่มพื้นที่ชุมชนแม่ใจ และกลุ่มพื้นที่เลี้ยงสัตว์น้ำแม่ตุ้ม แม่ต๋ำ และแม่ต๋อม พบว่ามลสารที่ปลดปล่อยจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน ดังภาพ 29 ถึง 32 มีการปลดปล่อย มลสารอินทรีย์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัส และของแข็งแขวนลอย จากการเกษตรมากที่สุด ถึง ร้อยละ 60 และลุ่มน้ำแม่ใจถือได้ว่าเป็นพื้นที่ที่มีการปลดปล่อยมลสารสูงที่สุด เมื่อพิจารณาในส่วนของปริมาณมลสารที่ปลดปล่อยจากชุมชน พบว่า ลุ่มน้ำแม่ใจ มีปริมาณการปลดปล่อย มลสารสูงที่สุด สอดคล้องกับจำนวนครัวเรือนที่มีอยู่เป็นจำนวนมากสองฝั่งลำน้ำแม่ใจ การปลดปล่อยมลสารจากแหล่งน้ำรวมถึงการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ พบการเพิ่มขึ้นของมลสารที่ปลดปล่อยอย่างชัดเจนใน 3 ลุ่มน้ำ คือ ลุ่มน้ำแม่ตุ้ม ลุ่มน้ำแม่ต๋ำ และลุ่มน้ำแม่ต๋อม สอดคล้องกับการลงพื้นที่สำรวจ (ณภัทร จักรวัฒนา และคณะ, 2560)



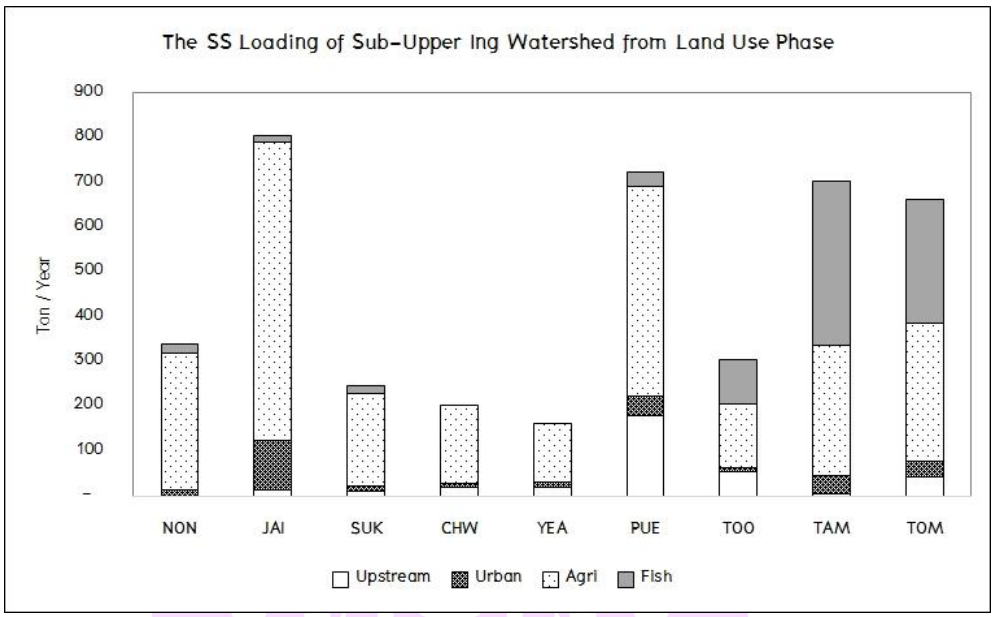
ภาพ 29 ภาระบรรทุกสารอินทรีย์จากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน



ภาพ 30 ภาระบรรทุกแอมโมเนียจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน



ภาพ 31 ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน



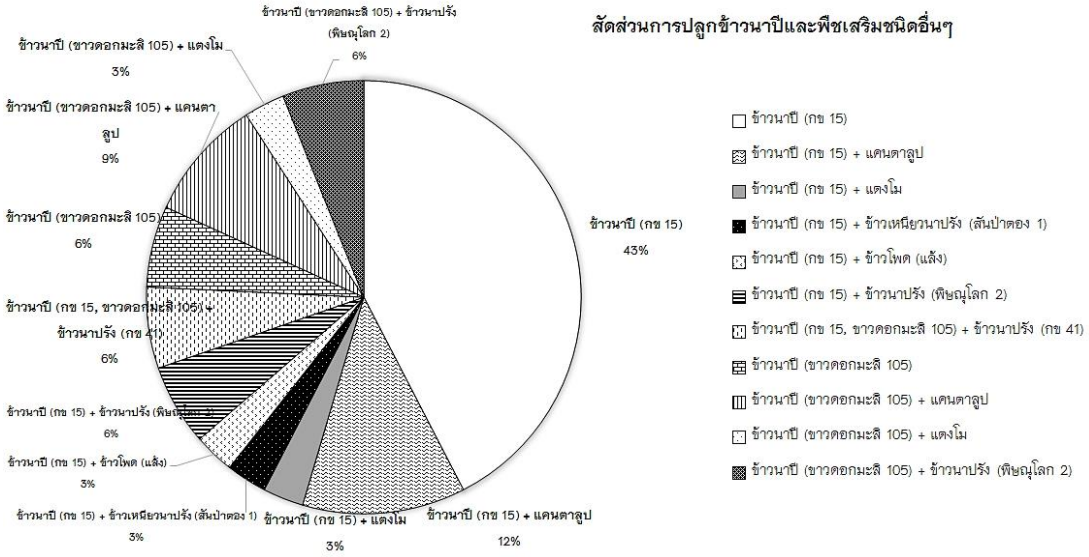
ภาพ 32 ภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยจากการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบน

การสำรวจข้อมูลด้านการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

จากการศึกษาการใช้ประโยชน์ที่ดินระดับที่ 1 พบว่า ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขามีการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรสูงที่สุดถึงร้อยละ 48.32 รองลงมาเป็นพื้นที่ป่าไม้ร้อยละ 35.99 ตามด้วยพื้นที่ชุมชนและสิ่งก่อสร้าง ร้อยละ 5.80 ตามลำดับ และจากการคำนวณภาระบรรทุกมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน (Land Use Phase) ได้ผลว่ามลสารส่วนใหญ่ที่ปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำมาจากภาคการเกษตร (เพาะปลูก) เป็นหลัก ซึ่งจัดว่าเป็นแหล่งกำเนิดที่ไม่สามารถระบุตำแหน่งได้ (Non-Point Source) ในการเพาะปลูกพืชแต่ละชนิดจะมีการใช้สารเคมี และปุ๋ยที่แตกต่างกันตามชนิดของพืช โดยพืชส่วนใหญ่ที่ปลูกบริเวณลุ่มน้ำอิงตอนบนเป็นนาข้าวเป็นหลัก และพืชเศรษฐกิจอื่น ๆ เช่น แตงโม แคนตาลูป เป็นต้น ซึ่งจะทำการเพาะปลูกหลังจากปลูกข้าวนาปี เมื่อลงสำรวจพื้นที่ทางการเกษตรลุ่มน้ำอิงตอนบนซึ่งมีขอบเขตในพื้นที่อำเภอแม่ใจ ดังภาพ 33 ผลการลงสำรวจพื้นที่ พบว่า เกษตรกรส่วนใหญ่ร้อยละ 62.00 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 41-50 ปี และมีระดับการศึกษาตั้งแต่ระดับต่ำกว่าประถมศึกษาถึงประถมศึกษา นิยมปลูกข้าวนาปีเพียงอย่างเดียว ร้อยละ 48.5 โดยเป็นข้าวกลุ่มไวแสงพันธุ์ข้าว กข.15 ร้อยละ 75.80 และข้าวดอกมะลิ 105 ร้อยละ 24.20 ในขณะที่ร้อยละ 51.50 เป็นการเพาะปลูกที่ทำทั้งปีโดยมีการปลูกพืชอื่นเสริม ได้แก่ แคนตาลูป ร้อยละ 43.75 และแตงโม ร้อยละ 12.50 ซึ่งโดยส่วนใหญ่ร้อยละ 32.00 เริ่มทำการเพาะปลูก

นาปีในเดือนมิถุนายน รองลงมาคือเดือนพฤษภาคม ร้อยละ 18.00 มีการใช้น้ำในการเพาะปลูกจากคลองชลประทาน คิดเป็นร้อยละ 66.00 และร้อยละ 22.00 ขุดบ่อน้ำเพื่อสำรองน้ำไว้ใช้เอง กรณีน้ำไม่เพียงพอต่อการเพาะปลูก

ภาพ 33 การลงพื้นที่สำรวจข้อมูลในเขตพื้นที่อำเภอแม่ใจ (ก) วันที่ 31 มีนาคม 2561 (ข) วันที่ 6 เมษายน 2561 และ (ค) วันที่ 9 มิถุนายน 2561



ภาพ 34 สัดส่วนการปลูกข้าวนาปีและพืชเสริมชนิดอื่น ๆ

ในการทำนาปี เกษตรกรจะใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง โดยปุ๋ยที่นิยมใช้ในการใส่ครั้งแรกก่อนปลูกหรือหว่านคือสูตร 16–20–0 ร้อยละ 48.5 ด้วยอัตราเฉลี่ยประมาณ 18.60 กก./ไร่ รองลงมาคือสูตร 15–15–15 ร้อยละ 42.40 ด้วยอัตราเฉลี่ย 32.55 กก./ไร่ และสูตร 46–0–0 ร้อยละ 9.10 ด้วยอัตราเฉลี่ย 12.00 กก./ไร่ ในขณะที่การใส่ปุ๋ยครั้งที่สองซึ่งเกษตรกรมักใส่ในช่วงเดือนกันยายนเนื่องจากเป็นช่วงที่ข้าวตั้งท้องคือปุ๋ยสูตร 13–13–21 คิดเป็นร้อยละ 79 ด้วยอัตรา 17.75 กก./ไร่ รองลงมาเป็นสูตรอื่น ๆ เช่น 19–19–19, 46–0–0, 15–15–15 และ 8–24–24 ในสัดส่วนที่ใกล้เคียงกัน

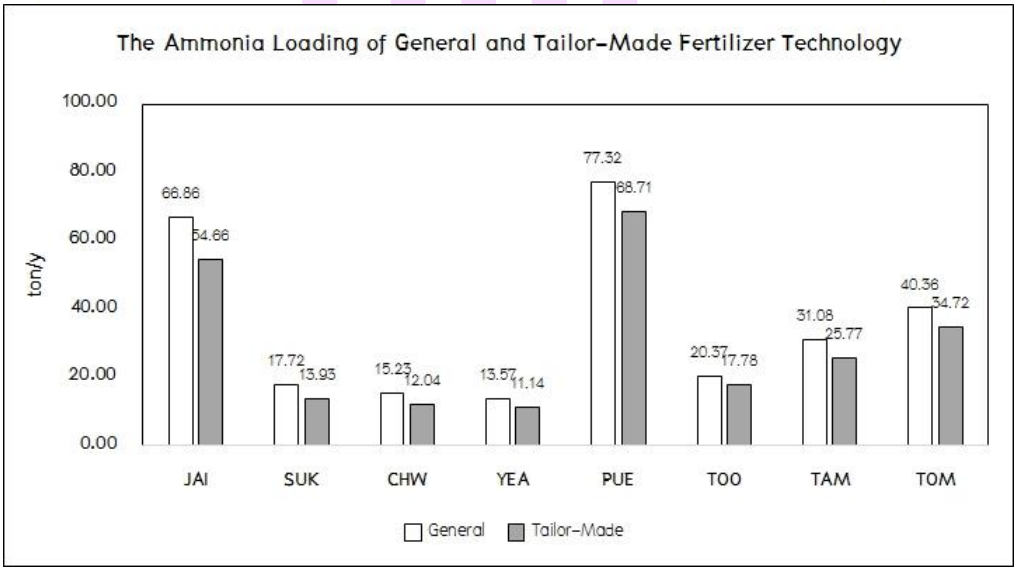
แคนตาลูปและแตงโม ถือได้ว่าเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีการใช้ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืช ปุ๋ยมีการตกค้างอยู่ในพื้นที่ปลูก พบการเพาะปลูกมากในเขตตำบลศรีถ้อย ป่าแฝก และบ้านเหล่า โดยมักจะปลูกร่วมกับข้าวนาปี ซึ่งเมื่อเก็บเกี่ยวข้าวนาปีในช่วงเดือนธันวาคม เกษตรกรก็จะเริ่มเตรียมดินในช่วงเดือนมกราคม โดยจะมีการใส่ปุ๋ยครั้งแรกช่วงปลายเดือนมกราคมซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่จะใช้สูตร 15–15–15 (ร้อยละ 85.70) ด้วยอัตราเฉลี่ย 79.00 กก./ไร่ ในขณะที่ครั้งที่ 2 นั้นส่วนใหญ่จะใช้สูตร 13–13–21 (ร้อยละ 57.10) ด้วยอัตราเฉลี่ย 43.20 กก./ไร่ รองลงมาคือสูตร 18–24–24 (ร้อยละ 28.60) ด้วยอัตราเฉลี่ย 18.10 กก./ไร่ นอกจากนี้ ในช่วงเดือนเมษายนก่อนเก็บเกี่ยวจะมีการใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 ซึ่งทั้งหมดใช้สูตร 0–0–60 ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มความหวานของแคนตาลูปได้ในอัตราประมาณ 16.0 กก./ไร่ และพบการใช้ยาฆ่าแมลงจำนวนมาก เพื่อป้องกันพืชผลถูกรบกวนจากแมลงและศัตรูพืชต่าง ๆ

เมื่อมีการใช้ปุ๋ยติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน โดยใช้ในปริมาณที่เกินขนาดความต้องการของพืช ก็จะส่งผลเสียให้กับสภาพดิน จนทำให้ดินไม่สามารถใช้ปลูกต้นไม้ได้ หรือปลูกได้ผลผลิตต่ำและไม่มีคุณภาพ รวมทั้งก่อให้เกิดผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมที่สำคัญ คือ การตกค้างของปุ๋ยในดินที่เกินความจำเป็นของพืช และจะเข้าสู่กระบวนการชะล้างโดยน้ำจากแหล่งต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำในที่สุด

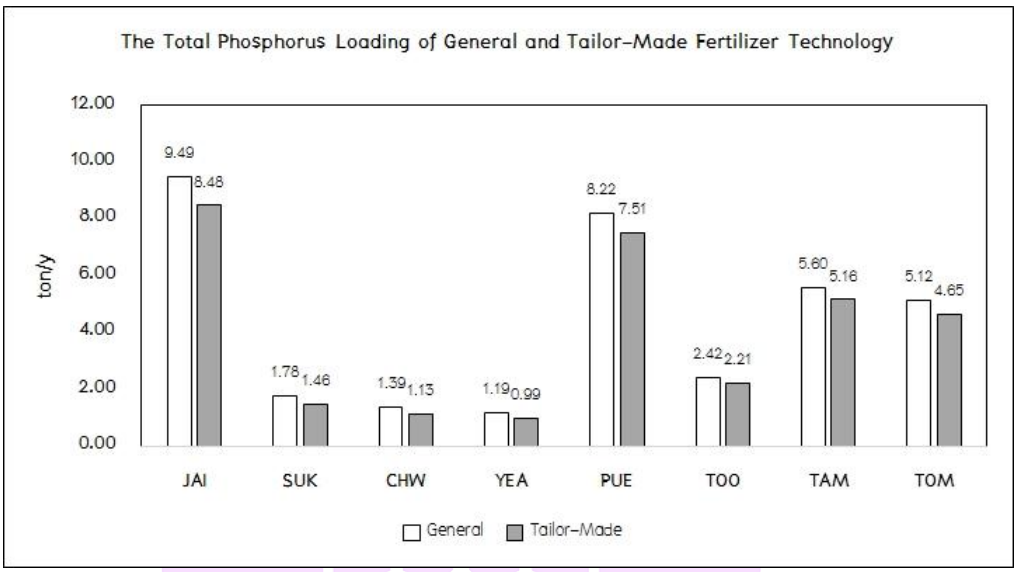
การลดปริมาณมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ

การจัดการคุณภาพน้ำจากด้านการเกษตรนั้น มีหลายแนวทาง ได้แก่ การชะลอของธาตุอาหารลงสู่ลำน้ำ โดยจะควบคุมตั้งแต่การเลือกปุ๋ยที่มีราคาและคุณภาพที่เหมาะสม ไม่หมดอายุ กำหนดพื้นที่และเวลาที่เหมาะสมสำหรับใส่ปุ๋ย หรือจะใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ที่วิเคราะห์ธาตุอาหารในดิน ก่อนนำไปคำนวณเทียบกับพืชที่ต้องการปลูก เพื่อจัดทำปุ๋ยสั่งตัด ซึ่งถือได้ว่าเป็นแนวทางลดปริมาณมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรจากต้นทาง ปุ๋ยสั่งตัดถือได้ว่าเป็นนวัตกรรมการพัฒนาการใช้ปุ๋ยทางการเกษตรที่สำคัญ เนื่องด้วยสามารถแก้ปัญหาการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นในการเพาะปลูกพืชชนิดต่าง ๆ โดยจะนำปัจจัยหลักที่เกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตของพืชในดินมาพิจารณาร่วมกัน โดยใช้แบบจำลองการปลูกพืช และโปรแกรมสนับสนุนการตัดสินใจ มาคำนวณโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อคาดคะเนคำแนะนำปุ๋ย เอ็น–พี–เค ที่ให้ผลตอบแทนสูงสุด และมีการทดสอบในภาคสนามเพื่อให้ได้คำแนะนำการใช้ปุ๋ยที่มีความแม่นยำ และสอดคล้องกับความต้องการของพืช มีงานวิจัยของกรมส่งเสริมการเกษตรที่พบว่าการใช้ปุ๋ยสั่งตัดเพาะปลูกพืชของเกษตรกรในพื้นที่ 109,312 ไร่ ทำให้ลดการใช้ปุ๋ยเคมีลงถึงร้อยละ 26.0 ในขณะที่ผลผลิตเพิ่มขึ้นร้อยละ 10.0 (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) จากการประมวลผลข้อมูลการใช้ประโยชน์ที่ดินลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา พบว่าส่วนใหญ่เป็นพื้นที่เกษตรกรรม ซึ่งมีมากถึงร้อยละ 48.32 แนวทางการลดมลสารจึงควรพิจารณาแนวทางการลดในภาคการเกษตรที่มีการปลดปล่อยมลสารมากสุด โดยพิจารณาลุ่มน้ำสาขา ได้แก่ ลุ่มน้ำแม่ใจ ลุ่มน้ำแม่สุก ลุ่มน้ำแม่จว้า ลุ่มน้ำแม่เหยี่ยน ลุ่มน้ำแม่ปืม ลุ่มน้ำแม่ตุ้ม ลุ่มน้ำแม่ต๋ำ และลุ่มน้ำแม่ต๋อม คำนวณปริมาณมลสารจากประเภทปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรเป็น 2 กรณี คือ ปุ๋ยทั่วไป และปุ๋ยสั่งตัด ซึ่งกรณีปุ๋ยสั่งตัดจะมีปริมาณมลสารปลดปล่อยน้อยกว่าปุ๋ยทั่วไป 0.26 เท่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2560) หากมีการใช้ปุ๋ยสั่งตัดแทนการใช้ปุ๋ยทั่วไป ในกรณีของภาระบรรทุกแอมโมเนีย พบว่า ลุ่มน้ำแม่ใจ ที่มีภาระบรรทุกแอมโมเนีย 66.86 ตัน/ปี จะมีค่าลดลงถึง 12.20 ตัน/ปี หรือ ร้อยละ 18.25 เนื่องจากเป็นลุ่มน้ำที่มีพื้นที่ทางการเกษตรมากที่สุด การปรับเปลี่ยนแนวทางการใช้ปุ๋ยจึงมีผล

ค่อนข้างมาก ส่วนลุ่มน้ำแม่ปืมที่มีภาระบรรทุกแอมโมเนียสูงถึง 77.32 ตัน/ปี ก็มีค่าลดลง 8.60 ตัน/ปี หรือ ร้อยละ 11.13 ส่วนกรณีของภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมนั้น พบว่า ลุ่มน้ำแม่ใจที่มีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด โดยมีค่า 9.49 ตัน/ปี มีค่าลดลง 1.01 ตัน/ปี หรือคิดเป็นร้อยละ 10.60 จะเห็นว่าค่าที่ลดลงนั้นมีไม่ถึงร้อยละ 20 เนื่องจากเป็นการลดมลสารภาคการเกษตรเพียงส่วนเดียว แต่ภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมยังมีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ คือ ชุมชนที่อยู่อาศัย ซึ่งลุ่มน้ำแม่ใจมีพื้นที่การใช้ประโยชน์ด้านที่อยู่อาศัยมากที่สุดใน 8 ลุ่มน้ำสาขา ส่วนลุ่มน้ำแม่ปืมที่มีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวม 8.22 ตัน/ปี ก็มีค่าลดลง 0.71 ตัน/ปี หรือร้อยละ 8.62 เช่นเดียวกัน ดังภาพ 35 และ 36 ดังนั้นการใช้ปุ๋ยสั่งตัดจึงถือได้ว่าเป็นแนวทางเลือกที่ช่วยลดปัญหาการใช้ปุ๋ยเกินความจำเป็นซึ่งส่งผลต่อเนื่องให้ลดมลสารที่ถูกชะลงแหล่งน้ำตามธรรมชาติจากภาคการเกษตรได้ นอกจากนี้ยังสามารถลดต้นทุนการผลิตข้าว และเพิ่มผลผลิตได้อีกด้วย สำหรับเขตพื้นที่ของจังหวัดพะเยานั้น สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยาได้มีการส่งเสริมเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดผ่านศูนย์จัดการดินปุ๋ยชุมชน (ศดปช.) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่จัดตั้งขึ้นในชุมชนเพื่อเพิ่มศักยภาพการจัดการการเพาะปลูกภาคการเกษตรในชุมชน (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2558) พบว่า โครงการและเทคโนโลยีดังกล่าวสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้เฉลี่ยร้อยละ 21.80 (ลดลง 109.4 บาท/ไร่) ในขณะที่สามารถเพิ่มผลผลิตได้เฉลี่ยร้อยละ 8.10 (เพิ่มขึ้น 41.3 กก./ไร่) ดังภาคผนวก ค



ภาพ 35 ประมาณการปลดปล่อยมลสารแอมโมเนียจากเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด



ภาพ 36 ประมาณการปลดปล่อยมลสารฟอสฟอรัสรวมจากเทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัด

บทที่ 5

บทสรุป

สรุปผลการทดลอง

จากการลงพื้นที่สำรวจปริมาณน้ำท่ารายเดือนของลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2560 ถึงเดือนกันยายน 2561 พบว่าปริมาณน้ำท่ามีการแปรผันโดยตรงกับพื้นที่รับน้ำ โดยกลุ่ม 8 ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน มีแนวโน้มของปริมาณน้ำท่าเพิ่มขึ้นตั้งแต่เดือนพฤษภาคมไปถึงเดือนตุลาคมของรอบปี และมีปริมาณน้ำสูงสุดในช่วงเดือนสิงหาคม จากนั้นปริมาณน้ำท่าจะลดลงจากเดือนพฤศจิกายนไปถึงเดือนเมษายนของรอบปี และมีปริมาณน้ำน้อยที่สุดในช่วงเดือนมีนาคม พบว่า ลำน้ำแม่ปืมมีปริมาณน้ำท่ามากที่สุด รองลงมา คือ ลำน้ำแม่ใจ โดยมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ที่ 5.83 และ 4.10 ล้าน ลบ.ม./เดือน ตามลำดับ ส่วนแม่น้ำอิงตอนบนนั้น พบว่ามีลักษณะสอดคล้องกับแนวโน้มปริมาณน้ำท่าของลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน โดยมีปริมาณน้ำท่าสูงสุดในเดือนสิงหาคม และลดต่ำสุดในเดือนมีนาคม ปริมาณน้ำท่าจะค่อย ๆ สะสม จากต้นน้ำหนองเล็งทรายและรับน้ำจากลำน้ำสาขาจนไปรวมตัวกันมากที่สุดบริเวณก่อนถึงสะพานขุนเดช ซึ่งมีปริมาณน้ำท่าเฉลี่ยรายปี ที่ 23.78 ล้าน ลบ.ม./เดือน

ปริมาณภาระบรรทุกมลสารในลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา จะมีแนวโน้มที่คล้ายกัน คือ ช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าฤดูแล้งเนื่องจากในฤดูฝนมีปริมาณน้ำท่ามากกว่าฤดูแล้ง ปริมาณภาระบรรทุกมลสารที่แต่ละลำน้ำสาขาปล่อยลงสู่แม่น้ำอิง มีดังนี้ ลำน้ำแม่ใจมีภาระบรรทุกสารอินทรีย์ที่ไหลลงสู่แม่น้ำอิงสูงที่สุดเท่ากับ 437 ตัน/ปี รองลงมาเป็นลำน้ำแม่ปืมซึ่งมีพื้นที่รับน้ำมากที่สุด และตามด้วยลำน้ำแม่ต๋ำ สำหรับภาระบรรทุกแอมโมเนียนั้น พบว่า ลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกแอมโมเนียสูงที่สุด คือ 65.2 ตัน/ปี รองลงมา คือ ลำน้ำสาขาแม่ใจและลำน้ำสาขาแม่ต๋ำ ตามลำดับ สำหรับภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวม ลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกฟอสฟอรัสรวมสูงที่สุด คือ 14.4 ตัน/ปี เพิ่มขึ้นจากฤดูแล้ง 13.8 ตัน/ปี จากการเป็นลุ่มน้ำสาขาที่มีพื้นที่รับน้ำมากที่สุด รองลงมาเป็นลำน้ำแม่ใจ และสำหรับภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยนั้น พบว่าลำน้ำสาขาแม่ปืมมีภาระบรรทุกของแข็งแขวนลอยสูงที่สุด มีค่าเท่ากับ 1,380 ตัน/ปี รองลงมาเป็นลำน้ำแม่ใจและลำน้ำแม่ต๋ำ มีค่า 848 และ 843 ตัน/ปี ตามลำดับ

ในรอบปี แม่น้ำอิงตอนบนสามารถรองมลสารสารอินทรีย์ แอมโมเนีย และฟอสฟอรัสได้ 340, 113 และ 11 ตัน/ปี ตามลำดับ แต่มีการปลดปล่อยมลสารลงไปถึง 1,976, 252 และ 41

ตัน/ปี ตามลำดับ ซึ่งเกินความความสามารถในการรองรับมลสารดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 481.24, 122.38 และ 261.81 ส่งผลให้คุณภาพน้ำของแม่น้ำอิงตอนบนอยู่ในระดับ “เสื่อมโทรม”

เมื่อทำการวิเคราะห์แหล่งที่มาของมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดิน พบว่าลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำอิงและแม่น้ำอิงตอนบน มีการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรกรรม ชุมชน และแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตามลำดับ โดยภาคการเกษตรกรรม (เพาะปลูก) มีการปลดปล่อยมลสารอินทรีย์ แอมโมเนีย ฟอสฟอรัส และของแข็งแขวนลอย มากถึงร้อยละ 60 โดยเฉพาะลุ่มน้ำแม่ใจที่มีการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรเป็นหลัก รองลงมาเป็นการปล่อยมลสารจากพื้นที่ชุมชน ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำแม่ตุ้ม แม่ต๋ำ และแม่ต๋อม มลสารบางส่วนมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินเป็นแหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำร่วมด้วย

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การลดมลสารจากการใช้ประโยชน์ที่ดินด้านการเกษตรเป็นหลัก จากการลงพื้นที่ทางการเกษตรพบว่าเป็นพื้นที่ปลูกนาข้าวทั้งปีร้อยละ 48.50 และเป็นพื้นที่ปลูกนาข้าวร่วมกับพืชเศรษฐกิจ เช่น แคนตาลูปและแตงโม เป็นต้น อีกร้อยละ 51.50 ซึ่งในการปลูกข้าวจะมีการใส่ปุ๋ย 2 ครั้ง คือช่วงปลูกข้าวและช่วงข้าวตั้งท้อง และพบการใส่ปุ๋ยอีก 3 ครั้ง เมื่อมีการปลูกพืชเศรษฐกิจหลังนาปี โดยเกษตรกรจะใส่ปุ๋ยในปริมาณที่มากเกินความต้องการของพืช ทำให้ปุ๋ยส่วนเกินถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ส่งผลทำให้คุณภาพแหล่งน้ำเสื่อมโทรม เทคโนโลยีปุ๋ยสั่งตัดจึงถือเป็นตัวเลือกที่ช่วยให้เกษตรกรใช้ปุ๋ยได้อย่างคุ้มค่าและเพียงพอกับความต้องการของพืช โดยสามารถลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 26.0 จากการคำนวณหากนำปุ๋ยสั่งตัดมาใช้แทนปุ๋ยเคมีในพื้นที่ลุ่มน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบนทั้ง 8 สาขา พบว่า ลุ่มน้ำสาขาแม่ใจที่มีภาระบรรทุกแอมโมเนียและฟอสฟอรัสรวมมากที่สุด โดยมีค่า 66.86 ตัน/ปี และ 9.49 ตัน/ปี ตามลำดับ จะมีค่าลดลง 12.20 ตัน/ปี หรือร้อยละ 18.25 และ 1.01 ตัน/ปี หรือร้อยละ 10.60 ตามลำดับ

ข้อเสนอแนะ

เนื่องด้วยการจัดการปัญหาด้านคุณภาพน้ำ มิใช่ภารกิจหลักของหน่วยงานราชการ เช่น องค์การบริหารส่วนจังหวัด หรือองค์การปกครองส่วนท้องถิ่น ซึ่งเน้นการดูแลชุมชนและจัดการสาธารณูปโภคต่าง ๆ เป็นหลัก ดังนั้นในส่วนของการทำแผนพัฒนาประจำปีระดับจังหวัดหรือระดับย่อยลงมา จึงมักมีเรื่องเกี่ยวกับการจัดการคุณภาพน้ำน้อยมากหรือไม่มีเลย เพื่อให้เกิดการจัดการคุณภาพน้ำที่เป็นรูปธรรม มีการป้องกันและแก้ไขอย่างเป็นอย่างเป็นขั้นตอน จึงควรส่งเสริมให้หน่วยงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ตามที่ได้กล่าวมา ตระหนักถึงผลกระทบ

จากปัญหาด้านคุณภาพน้ำและมีความสนใจที่จะเข้าร่วมการบูรณาการร่วมกัน ด้วยมหาวิทยาลัยซึ่งเป็นแหล่งสถานศึกษาที่ให้ความรู้และบริการวิชาการแก่ชุมชน จึงเหมาะที่จะเป็นตัวแทนในการจัดการองค์ความรู้และเชิญหน่วยงานที่เกี่ยวข้องดังกล่าวเข้ามาร่วมจัดทำแผนงานทั้งระยะสั้นและระยะยาว เพื่อเป็นข้อมูลประกอบการจัดทำแผนระดับจังหวัดต่อไป

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2553). **วิธีปฏิบัติสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2554). **คู่มือปฏิบัติในการเก็บตัวอย่างน้ำเสียจากกิจกรรมการเกษตร**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2554). **คู่มือประเมินปริมาณน้ำทิ้งและปริมาณมลพิษจากกิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ. (2555). **รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำจากนาข้าว**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมควบคุมมลพิษ, สำนักจัดการคุณภาพน้ำ. (2557). **คู่มือการดำเนินการติดตามตรวจสอบคุณภาพน้ำแหล่งน้ำผิวดิน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

กรมพัฒนาที่ดิน. (2556). **ทำเนียบวงรอบเขตพัฒนาที่ดินลุ่มน้ำ**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรมส่งเสริมการเกษตร. (2541). **การเลือกใช้ปุ๋ยเคมีกับพืชต่าง ๆ** (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์นิวธรรมดาการพิมพ์.

กรรณิกา รัถยาธรรมกูล. (2555). **การตรวจติดตามคุณภาพน้ำบริเวณพื้นที่การเกษตรก่อนไหลเข้าสู่หนองเล็งทรายโดยกระบวนการมีส่วนร่วมของเยาวชน**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วท.ม., มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร และกรทิพย์ กันนิการ์. (2559). การประเมินระดับของมลพิษทางน้ำจากผลกระทบการใช้ประโยชน์ของชุมชนบริเวณกว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา. **วารสารวิจัยเทคโนโลยีการประมง**, 10(2), 88–97.

กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, กรทิพย์ กันนิการ์ และลลิตา ข่วงบุญ. (2560). การประเมินระดับของมลพิษทางน้ำจากผลกระทบของการใช้ประโยชน์ของชุมชนต่อระบบนิเวศทางน้ำของหนองเล็งทราย จังหวัดพะเยา. **วารสารแก่นเกษตร**, 45(4), 703–710.

ณภัทร จักรวัฒนา, สุปรีดา หอมกลิ่น, ณัฐกานต์ วงศ์ฟั่น, ชัยวัฒน์ โพธิ์ทอง และโสมนัส สมประเสริฐ. (2560). **การพัฒนาระบบสนับสนุนการตัดสินใจและกระบวนการมี**

ส่วนร่วมในการจัดการคุณภาพน้ำกว๊านพะเยา. รายงานการศึกษา วท.ม., มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์, ประทีป วีระพัฒนนิรันดร์, รุ่งโรจน์ พิทักษ์ด่านธรรม และวรรณภรณ์ จันทร์หอม. (2560). พัฒนาการปุ๋ยสั่งตัดจากวันนั้นจนวันนี้และความคาดหวัง. **วารสารเคหการเกษตร**, 41(3), 180–183.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. (2553). **รู้จักดินรู้จักปุ๋ย** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ทัศนีย์ อัตตะนันทน์ และประทีป วีระพัฒนนิรันดร์. (2554). **คู่มือสำหรับการเกษตรยุคใหม่ ธรรมชาติของดินและปุ๋ย** (พิมพ์ครั้งที่ 10). กรุงเทพฯ: หจก. กร ครีเอชั่น.

นันทนา ชื่นอิ่ม, วิวัฒน์ อิงคะประดิษฐ์, สมชาย กรีฑาภิรมย์ และนุษรา สินบัวทอง. (2553). การใช้ปุ๋ยเคมีในนาข้าวตามค่าการวิเคราะห์ดิน. **การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48**, 48, 325–332.

พงศ์เทพ สุวรรณวารี และกลิ่นสุคนธ์ สุวรรณรัตน์. (2552). **แนวโน้มการเกิดและแนวทางการป้องกันปรากฏการณ์ยูโทรฟิเคชั่นในพื้นที่ลุ่มน้ำลำตะคอง จังหวัดนครราชสีมา**. นครราชสีมา: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.

พงศ์ศักดิ์ หนูพันธ์ และรัฐชา ชัยชนะ. (2557). ผลกระทบของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสต่อการเกิดยูโทรฟิเคชันในแหล่งน้ำและการกำจัดไนโตรเจนและฟอสฟอรัส. **วิศวกรรมสาร มก.**, 27(88), 57–67.

พันธ์ทิพย์ กล่อมเจ๊ก และเดชา นาวานุเคราะห์. (2556). คุณภาพน้ำบริเวณที่เลี้ยงปลากระชังในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก. **วารสารแก่นเกษตร**, 41(4), 445–456.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). **คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และมั่นรักษ์ ตัณฑุลเวศม์. (2551). **เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รังสรรค์ เกตุอ๊อด. (2556). **อิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงการใช้ที่ดินในลุ่มน้ำที่เกิดจากธรณีแปรสัณฐานต่อลักษณะทางอุทกวิทยาของลุ่มน้ำอิงตอนบน**. วิทยานิพนธ์ ปร.ด., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สถาบันปวงผญาพยาว. (2555). **ธรรมนูญกว๊านพะเยา : สู่การพัฒนาบนฐานการมีส่วนร่วม** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: บริษัท เอ. พี. กราฟฟิก ดีไซน์และการพิมพ์ จำกัด.

สรชัช วงศ์ไชยา, ณัฐกิตต์ นกเพ็ชร และศิริวรรณภา เกี๋ยงแก้ว. (2559). **การประเมินมลสารและการจัดการคุณภาพน้ำในลำน้ำแม่ต๋ำ**. การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง วศ.บ., มหาวิทยาลัยพะเยา, พะเยา.

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์, ฤทัยภัทร์ พิมลศรี, ศิริลักษณ์ วลัญช์เพียร, วิฑูรย์ ตลุดกำ, ดุจฤดี ปานพรหมมินทร์ และคณะ. (2558). **โครงการทิศทางการวิจัยและแนวทางการพัฒนากว๊านพะเยาสู่ความยั่งยืนโดยชาวพะเยาเพื่อเมืองพะเยา**. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.

สุขทัย พงศ์พัฒนศิริ, วิวัฒน์ ปรารมภ์, ธนากร ลัทธิถีระสุวรรณ, เด่น เครือสาร, ประกอบศิริ ภักดีพินิจ, โสมนัส สมประเสริฐ และคณะ. (2558). **การลดวิกฤตน้ำเสียโดยการฟื้นฟูตัวเองและการใช้ประโยชน์จากฐานทรัพยากรชีวภาพ ปีที่ 3 การขยายผลสู่ชุมชนพื้นที่ชุ่มน้ำกว๊านพะเยา (อนุภูมิภาคลุ่มน้ำโขง: GMS): บนพื้นฐานภูมิปัญญาเศรษฐกิจพอเพียงเพื่อความเข้มแข็งของชุมชนสู่เศรษฐกิจสีเขียว (GE) และสังคมคาร์บอนต่ำ (LCS)**. พะเยา: มหาวิทยาลัยพะเยา.

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. (2560). **สถิติการเกษตรของประเทศไทย ปี 2559**. กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาคที่ 2. (2559). **รายงานผลการดำเนินงาน การติดตามตรวจสอบคุณภาพแหล่งน้ำผิวดิน ประจำปี 2559**. กรุงเทพฯ: กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม.

สำนักงานอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. (2555). **คู่มือวิชาการ เรื่อง แนวทางการประกอบกิจการที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ประเภท การเลี้ยงสัตว์น้ำ** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: สำนักงานกิจการโรงพิมพ์ องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก.

สำนักพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าว กรมการข้าว. (2551). **GAP: การลดต้นทุนการผลิตข้าว** (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Ayten E. and Timothy O. R. (2013). Watershed ecosystem modeling of land-use impacts on water quality. **Ecological Modelling**, 270, 54-63.

Hasrul H. H., Nor R. J. and Norfadilah A. (2015). Water quality index and sediment loading analysis in Pelus River, Perak, Malaysia. **Environmental Sciences**, 30, 133-138.

Kanthana K. and Siripen T. (2012). Monitoring on water quality and algae diversity of Kwan Phayao, Phayao Province, Thailand. **Agricultural Technology**, 8(2), 537–550.

Sivapan C. I., Srisuwan K., Jiraporn S. and Nutthida K. (2015). The participation of surface water quality management, Amphawa District, Samut Songkhram, Thailand. **Social and Behavioral Sciences**, 197, 1551–1557.

Warinya T., Sylvain H., Arthorn B., Anneke D. R., Olivier P., Gerard b., et al. (2011). Impact of land use change and rainfall on sediment and carbon accumulation in a water reservoir of North Thailand. **Agricultural, Ecosystems and Environment**, 140, 521–533.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก แบบสำรวจการใช้ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกพืชเกษตรกรรม

แบบสำรวจการใช้ปุ๋ยเพื่อการเพาะปลูกพืชเกษตรกรรม (สำหรับเกษตรกร)	สถานที่ : ..... วันที่ : .....

คำชี้แจง : โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่างตามความเป็นจริง

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง
2. อายุ ☐ ≤ 20 ปี ☐ 21-30 ปี ☐ 31-40 ปี ☐ 41-50 ปี ☐ ≥ 51 ปี
3. ระดับการศึกษา ☐ ต่ำกว่าประถมศึกษา ☐ ประถมศึกษา ☐ มัธยมศึกษาตอนต้น
   ☐ มัธยมศึกษาตอนปลาย ☐ ปริญญาตรี ☐ สูงกว่าปริญญาตรี
4. พื้นที่การเกษตร จังหวัดพะเยา อำเภอแม่ใจ
   ตำบล..... หมู่ที่..... ชื่อหมู่บ้าน.....
   เนื้อที่ .....ไร่ .....งาน .....ตารางวา
5. แหล่งน้ำที่ใช้สำหรับการเพาะปลูก
   ☐ ขุดเอง ☐ คลองธรรมชาติ ☐ คลองชลประทาน ☐ อื่นๆ ระบุ.....
6. มีการปลูกพืชหมุนเวียนหรือไม่
   ☐ มี ระบุ.....
   ☐ ไม่มี
7. ช่วงเดือนที่ไม่ได้ทำการเพาะปลูก
   ☐ ม.ค. ☐ ก.พ. ☐ มี.ค. ☐ เม.ย. ☐ พ.ค. ☐ มิ.ย.
   ☐ ก.ค. ☐ ส.ค. ☐ ก.ย. ☐ ต.ค. ☐ พ.ย. ☐ ธ.ค.
   ☐ ไม่มี
8. มีการใช้ปุ๋ยหรือไม่
   ☐ ไม่มี (หยุดทำแบบสอบถาม)
   ☐ มีการใช้ (ทำแบบสอบถามข้อต่อไป)

9. ชนิดพืช	10. พื้นที่ปลูก	11. อายุพืชที่เก็บเกี่ยว (วัน)	12. ช่วงเดือนเริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยว	13. การเตรียมดิน		14. การใส่ปุ๋ย								
						รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
				วิธี	ช่วงเดือน	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)
1. ข้าว ☐ นาปี 1.1 ข้าว.....	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
1.2 ข้าวเหนียว ..... ☐ นาปรัง	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
1.3 ข้าวเจ้านาปรัง	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
1.4 ข้าวเหนียวนาปรัง	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
2. ลิ้นจี่	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
3. ข้าวโพด ☐ ฝน	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....
☐ แล้ง	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	.....	.....	.....

9. ชนิดพืช	10. พื้นที่ปลูก	11. อายุพืชที่เก็บเกี่ยว (วัน)	12. ช่วงเดือนเริ่มปลูกถึงเก็บเกี่ยว	13. การเตรียมดิน		14. การใส่ปุ๋ย								
						รอบที่ 1			รอบที่ 2			รอบที่ 3		
				วิธี	ช่วงเดือน	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)	สูตร	ช่วงเดือน	ปริมาณ (กก./ไร่)
4. ยางพารา	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
5. สำไย	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
6. แคนตาลูป	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	....	....	....
7. อื่นๆ ระบุ	.....ไร่ .....งาน	.....	..... ถึง.....	.....	.....	....	....	....	....	....	....	....	....	....

@@@ ขอขอบคุณการให้ข้อมูลตามแบบสำรวจ @@@

ภาคผนวก ข ผลการวิเคราะห์มลสารแต่ละพารามิเตอร์ลุ่มน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา

ตาราง 25 ความเป็นกรดและด่าง (pH) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	แม่ใจ ต้นน้ำ	JAI1	7.02	7.03	7.05	7.00	7.00	6.80	7.10	7.10	7.09	7.09	7.08	7.07
2	แม่ใจ ท้ายน้ำ	JAI2	6.93	6.98	6.98	7.00	7.00	6.90	6.90	7.20	7.19	7.29	7.19	7.25
3	แม่สุก ต้นน้ำ	SUK1	7.08	7.14	7.09	7.00	7.00	6.90	7.06	7.05	6.99	7.01	7.08	7.15
4	แม่สุก ท้ายน้ำ	SUK2	6.95	7.02	7.01	7.00	7.00	6.90	7.01	7.10	7.13	7.03	7.04	7.13
5	แม่จว้า ต้นน้ำ	CHW1	7.16	7.15	7.09	7.10	7.10	7.09	7.01	7.14	7.01	7.07	7.04	7.12
6	แม่จว้า ท้ายน้ำ	CHW2	7.00	7.05	7.08	7.00	6.90	7.04	7.08	7.08	7.02	7.01	7.04	7.05
7	แม่เหยี่ยน ต้นน้ำ	YEA1	7.13	7.13	7.08	7.00	7.00	6.90	7.05	7.10	7.01	7.05	7.05	7.32
8	แม่เหยี่ยน ท้ายน้ำ	YEA2	6.92	7.23	7.25	7.24	7.00	7.06	6.99	7.08	7.01	7.08	7.07	7.14
9	แม่ปืม ต้นน้ำ	PUE1	7.15	7.15	7.14	7.15	7.10	7.05	7.08	7.04	7.04	7.02	7.09	7.03
10	แม่ปืม ท้ายน้ำ	PUE2	7.00	7.06	7.01	7.00	7.00	6.90	7.02	7.12	7.12	7.22	7.21	7.24
11	แม่ตุ้ม ต้นน้ำ	TOO1	7.16	7.24	7.12	7.13	6.90	7.02	7.02	7.02	7.07	7.10	7.11	7.13
12	แม่ตุ้ม ท้ายน้ำ	TOO2	7.21	7.21	7.20	7.23	7.24	7.23	7.08	7.13	7.11	7.01	7.02	7.02
13	แม่ต๋ำ ต้นน้ำ	TAM1	7.07	7.04	7.05	7.04	7.02	7.05	7.10	7.02	6.99	7.05	7.02	7.21
14	แม่ต๋ำ กลางน้ำ	TAM2	7.05	7.04	7.08	7.07	7.02	7.04	6.81	6.98	6.98	7.01	7.01	7.06
15	แม่ต๋ำ ท้ายน้ำ	TAM3	7.23	7.41	7.35	7.40	7.41	7.15	6.91	7.08	7.08	7.08	7.18	7.07
16	แม่ต๋อม ต้นน้ำ	TOM1	7.07	7.06	7.08	7.00	6.90	7.08	7.05	7.05	7.05	7.08	7.07	7.04
17	แม่ต๋อม ท้ายน้ำ	TOM2	7.42	7.23	7.25	7.25	7.15	7.25	7.06	7.09	7.05	7.15	7.12	7.05

ตาราง 26 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	แม่ใจ ต้นน้ำ	JAI1	16.0	148.0	24.0	16.0	62.0	6.0	5.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
2	แม่ใจ ท้ายน้ำ	JAI2	12.0	128.0	4.0	29.0	68.0	140.0	33.0	18.0	18.0	19.0	18.0	8.0
3	แม่สุก ต้นน้ำ	SUK1	28.0	456.0	16.0	5.0	54.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	19.0
4	แม่สุก ท้ายน้ำ	SUK2	32.0	124.0	46.0	32.0	88.0	14.0	13.0	12.0	12.5	14.0	15.5	11.0
5	แม่จว้า ต้นน้ำ	CHW1	18.0	224.0	12.0	5.0	16.0	4.0	4.0	4.0	3.0	3.0	4.0	8.0
6	แม่จว้า ท้ายน้ำ	CHW2	36.0	24.0	38.0	32.0	74.0	20.0	22.0	15.0	14.0	14.0	14.0	9.0
7	แม่เหยี่ยน ต้นน้ำ	YEA1	8.0	236.0	8.0	12.0	20.0	4.0	4.0	4.0	4.0	5.0	4.0	6.0
8	แม่เหยี่ยน ท้ายน้ำ	YEA2	32.0	28.0	6.0	9.0	64.0	6.0	7.0	9.0	10.0	12.0	14.0	8.0
9	แม่ปืม ต้นน้ำ	PUE1	20.0	156.0	8.0	15.0	76.0	5.0	4.0	6.0	4.0	4.0	6.0	14.0
10	แม่ปืม ท้ายน้ำ	PUE2	8.0	44.0	10.0	12.0	60.0	10.0	10.0	10.0	11.0	14.0	16.0	8.0
11	แม่ตุ้ม ต้นน้ำ	TOO1	18.0	192.0	8.0	10.0	8.0	7.0	6.0	6.0	5.0	4.0	4.0	2.0
12	แม่ตุ้ม ท้ายน้ำ	TOO2	16.0	148.0	68.0	12.0	50.0	19.0	20.0	16.0	13.5	14.5	15.0	10.0
13	แม่ต๊ำ ต้นน้ำ	TAM1	18.0	52.0	8.0	10.0	12.0	6.0	5.0	5.0	5.0	4.0	4.0	6.0
14	แม่ต๊ำ กลางน้ำ	TAM2	104.0	204.0	74.0	27.0	44.0	18.0	74.0	27.0	33.0	33.0	22.0	26.0
15	แม่ต๊ำ ท้ายน้ำ	TAM3	18.0	96.0	10.0	15.0	40.0	30.0	84.0	20.0	24.0	24.0	26.0	10.0
16	แม่ต๋อม ต้นน้ำ	TOM1	8.0	8.0	16.0	8.0	12.0	12.0	10.0	7.0	6.0	4.5	5.0	14.0
17	แม่ต๋อม ท้ายน้ำ	TOM2	24.0	172.0	12.0	11.0	16.0	20.0	21.0	13.0	12.0	12.0	13.5	13.0

ตาราง 27 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	แม่ใจ ต้นน้ำ	JAI1	8.25	2.50	2.50	2.50	0.75	3.00	2.50	3.75	5.25	2.75	2.30	2.25
2	แม่ใจ ท้ายน้ำ	JAI2	54.50	13.50	15.00	3.00	2.00	12.00	6.75	31.75	14.00	3.00	8.00	4.25
3	แม่สุก ต้นน้ำ	SUK1	14.50	13.00	2.00	2.00	0.60	2.50	1.50	1.50	5.00	9.00	2.30	5.75
4	แม่สุก ท้ายน้ำ	SUK2	16.0	11.00	14.50	6.00	7.75	38.50	96.75	27.25	46.25	33.00	23.30	10.25
5	แม่จว้า ต้นน้ำ	CHW1	16.50	22.00	3.00	3.00	1.00	3.25	1.75	1.50	3.25	2.25	1.50	3.75
6	แม่จว้า ท้ายน้ำ	CHW2	27.50	27.50	16.00	6.50	9.75	16.00	50.25	35.25	39.75	25.50	18.00	12.00
7	แม่เหยี่ยน ต้นน้ำ	YEA1	6.50	2.50	3.00	2.75	0.75	9.00	4.25	0.75	3.50	19.25	2.00	3.75
8	แม่เหยี่ยน ท้ายน้ำ	YEA2	43.00	17.00	3.00	4.00	3.00	16.75	11.00	32.50	7.50	5.75	5.00	10.75
9	แม่ปืม ต้นน้ำ	PUE1	4.00	2.50	0.50	4.25	5.25	6.50	3.50	4.25	9.75	8.00	6.50	7.50
10	แม่ปืม ท้ายน้ำ	PUE2	9.50	13.00	11.50	6.00	9.25	21.25	27.75	30.50	32.25	33.50	13.50	12.75
11	แม่ตุ้ม ต้นน้ำ	TOO1	12.00	14.50	5.50	6.50	1.25	3.75	1.50	2.25	2.50	1.50	1.00	2.50
12	แม่ตุ้ม ท้ายน้ำ	TOO2	74.00	49.50	7.50	7.00	4.25	14.00	17.50	12.75	13.00	20.50	12.30	11.50
13	แม่ต๋ำ ต้นน้ำ	TAM1	94.00	2.50	2.50	1.75	1.50	1.75	0.75	2.50	2.75	0.75	1.30	2.25
14	แม่ต๋ำ กลางน้ำ	TAM2	98.50	12.00	42.50	2.25	19.50	51.00	169.25	26.25	28.50	11.50	8.70	10.75
15	แม่ต๋ำ ท้ายน้ำ	TAM3	34.00	14.50	26.00	5.00	9.75	31.00	82.75	155.00	7.25	6.25	6.30	6.50
16	แม่ต๋อม ต้นน้ำ	TOM1	8.75	5.50	1.50	9.00	0.75	1.75	2.50	4.50	3.75	1.25	2.30	2.00
17	แม่ต๋อม ท้ายน้ำ	TOM2	8.50	6.00	40.50	2.00	6.25	7.75	6.50	2.75	3.50	2.50	4.80	2.25

ตาราง 28 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3–N) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	แม่ใจ ต้นน้ำ	JAI1	3.16	0.93	1.32	0.63	0.60	0.49	0.28	0.18	0.21	0.21	0.25	0.28
2	แม่ใจ ท้ายน้ำ	JAI2	1.84	1.47	1.32	0.93	1.16	0.95	0.91	0.60	0.53	0.88	0.98	0.84
3	แม่สุก ต้นน้ำ	SUK1	1.25	0.88	1.25	0.72	0.42	0.35	0.32	0.32	0.30	0.28	0.25	0.28
4	แม่สุก ท้ายน้ำ	SUK2	2.06	1.18	1.62	1.10	1.31	1.24	1.12	0.68	0.65	0.81	0.98	0.77
5	แม่จว้า ต้นน้ำ	CHW1	2.21	1.00	1.03	0.56	0.53	0.44	0.25	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21
6	แม่จว้า ท้ายน้ำ	CHW2	2.79	1.50	1.03	0.86	1.24	1.17	1.12	0.74	0.86	0.89	1.10	1.02
7	แม่เหยี่ยน ต้นน้ำ	YEA1	0.88	0.74	1.18	0.63	0.58	0.32	0.28	0.25	0.28	0.21	0.21	0.28
8	แม่เหยี่ยน ท้ายน้ำ	YEA2	2.65	1.46	0.96	0.72	1.12	1.16	1.16	0.65	0.77	0.84	1.05	0.84
9	แม่ปืม ต้นน้ำ	PUE1	2.57	1.03	1.43	1.12	0.63	0.49	0.25	0.21	0.32	0.28	0.39	0.56
10	แม่ปืม ท้ายน้ำ	PUE2	2.65	1.48	1.25	0.67	0.95	0.91	0.81	0.53	0.67	0.74	0.88	0.79
11	แม่ตุ้ม ต้นน้ำ	TOO1	2.50	1.04	1.91	0.77	0.68	0.37	0.28	0.25	0.32	0.28	0.32	0.28
12	แม่ตุ้ม ท้ายน้ำ	TOO2	2.94	0.91	0.88	0.51	0.86	1.02	1.16	0.70	0.88	0.91	1.05	0.84
13	แม่ต๋ำ ต้นน้ำ	TAM1	1.62	0.78	1.54	1.23	0.53	0.53	0.39	0.30	0.46	0.39	0.33	0.42
14	แม่ต๋ำ กลางน้ำ	TAM2	3.23	1.21	1.66	1.42	1.82	1.86	2.00	0.67	1.30	1.54	1.73	1.47
15	แม่ต๋ำ ท้ายน้ำ	TAM3	2.13	1.21	1.47	0.75	1.05	1.19	1.56	0.70	1.40	1.54	1.66	1.47
16	แม่ต๋อม ต้นน้ำ	TOM1	3.09	1.19	1.62	1.30	0.77	0.60	0.42	0.25	0.28	0.28	0.26	0.35
17	แม่ต๋อม ท้ายน้ำ	TOM2	2.65	0.91	1.62	1.03	1.33	1.37	1.47	0.84	0.81	0.84	0.98	0.88

ตาราง 29 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP) ลำน้ำสาขาของแม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	แม่ใจ ต้นน้ำ	JAI1	0.11	0.16	0.06	0.02	0.05	0.02	0.03	0.04	0.09	0.13	0.05	0.06
2	แม่ใจ ท้ายน้ำ	JAI2	0.25	0.18	0.12	0.03	0.07	0.02	0.04	0.28	0.12	0.13	0.14	0.21
3	แม่สุก ต้นน้ำ	SUK1	0.15	0.18	0.05	0.01	0.04	0.01	0.02	0.01	0.06	0.07	0.05	0.04
4	แม่สุก ท้ายน้ำ	SUK2	0.11	0.17	0.10	0.07	0.12	0.05	0.15	0.12	0.57	0.55	0.30	0.08
5	แม่จว้า ต้นน้ำ	CHW1	0.37	0.13	0.07	0.02	0.05	0.01	0.02	0.01	0.15	0.08	0.04	0.03
6	แม่จว้า ท้ายน้ำ	CHW2	0.17	0.26	0.10	0.09	0.13	0.02	0.15	0.17	0.39	0.44	0.40	0.08
7	แม่เหยี่ยน ต้นน้ำ	YEA1	0.20	0.10	0.05	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02	0.05	0.08	0.04	0.03
8	แม่เหยี่ยน ท้ายน้ำ	YEA2	0.24	0.14	0.09	0.05	0.09	0.02	0.05	0.10	0.10	0.18	0.15	0.12
9	แม่ปืม ต้นน้ำ	PUE1	0.12	0.25	0.10	0.03	0.05	0.02	0.03	0.01	0.06	0.12	0.04	0.20
10	แม่ปืม ท้ายน้ำ	PUE2	0.13	0.14	0.08	0.05	0.10	0.03	0.06	0.09	0.34	0.29	0.33	0.17
11	แม่ตุ้ม ต้นน้ำ	TOO1	0.13	0.17	0.07	0.05	0.05	0.01	0.02	0.01	0.15	0.08	0.05	0.04
12	แม่ตุ้ม ท้ายน้ำ	TOO2	0.42	0.18	0.16	0.06	0.05	0.04	0.08	0.03	0.13	0.36	0.34	0.06
13	แม่ต๋ำ ต้นน้ำ	TAM1	0.19	0.13	0.06	0.02	0.05	0.01	0.03	0.01	0.13	0.16	0.04	0.04
14	แม่ต๋ำ กลางน้ำ	TAM2	0.14	0.12	0.23	0.07	0.17	0.09	0.28	0.07	0.40	0.27	0.20	0.15
15	แม่ต๋ำ ท้ายน้ำ	TAM3	0.25	0.30	0.15	0.05	0.08	0.06	0.08	0.10	0.16	0.15	0.12	0.07
16	แม่ต๋อม ต้นน้ำ	TOM1	0.07	0.06	0.05	0.01	0.03	0.02	0.02	0.01	0.09	0.11	0.03	0.02
17	แม่ต๋อม ท้ายน้ำ	TOM2	0.11	0.16	0.06	0.02	0.05	0.02	0.03	0.04	0.09	0.13	0.05	0.06

ตาราง 30 ความเป็นกรดและด่าง (pH) แม่น้ำอิงตอนบน

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	หนองเล็งทราย	ING1	7.11	7.05	7.05	7.09	7.09	7.01	7.20	7.01	7.00	7.01	7.11	7.05
2	อิง (แม่ใจ1)	ING2	6.94	7.01	7.06	7.05	7.05	7.05	7.04	7.11	7.13	7.03	7.03	7.13
3	อิง (แม่ใจ2)	ING3	6.92	7.31	7.35	7.35	7.15	7.18	7.18	7.10	7.10	7.09	7.10	7.03
4	อิง (แม่สุก)	ING4	6.93	7.01	7.13	7.17	7.10	7.09	7.09	7.08	7.07	7.05	7.04	7.06
5	อิง (แม่จว้าและแม่เหี่ยน)	ING5	6.97	7.17	7.16	7.17	7.10	7.16	7.14	7.15	7.15	7.25	7.15	7.15
6	อิง (แม่ปืม)	ING6	7.09	7.13	7.10	7.15	7.05	7.21	7.23	7.08	7.02	7.01	7.02	7.01
7	อิง (แม่ตุ้ม)	ING7	7.13	7.06	7.02	7.05	7.04	7.31	7.14	7.12	7.13	7.03	7.01	7.13
8	อิง (แม่ต๋ำ)	ING8	7.21	7.13	7.16	7.20	7.22	7.15	7.06	7.07	7.12	7.13	7.14	7.12
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	ING9	7.48	7.12	7.23	7.25	7.15	7.32	7.15	7.12	7.11	7.15	7.12	7.14

ตาราง 31 ค่าซีโอดี (Chemical Oxygen Demand, COD) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	หนองเล็งทราย	ING1	52.0	136.0	60.0	23.0	60.0	13.0	13.0	16.0	18.0	20.0	19.0	18.0
2	อิง (แม่ใจ1)	ING2	42.0	88.0	52.0	32.0	64.0	11.0	13.0	12.0	11.5	12.0	13.5	17.0
3	อิง (แม่ใจ2)	ING3	24.0	132.0	16.0	8.0	60.0	9.0	8.0	11.0	12.0	12.0	14.0	11.0
4	อิง (แม่สุก)	ING4	16.0	148.0	8.0	31.0	50.0	13.0	14.0	13.0	14.0	15.0	14.0	40.0
5	อิง (แม่จว้าและแม่เหี่ยน)	ING5	44.0	44.0	16.0	11.0	62.0	14.0	15.0	14.0	12.5	15.0	16.0	34.0
6	อิง (แม่ปืม)	ING6	36.0	116.0	80.0	13.0	54.0	14.0	15.0	14.0	18.0	18.0	16.5	9.0
7	อิง (แม่ตุ้ม)	ING7	40.0	228.0	6.0	12.0	34.0	12.0	16.0	13.0	23.0	21.0	23.5	14.0
8	อิง (แม่ต๋ำ)	ING8	42.0	140.0	6.0	12.0	26.0	20.0	41.0	18.0	38.0	40.0	38.0	14.0
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	ING9	32.0	16.0	8.0	14.0	36.0	16.0	15.0	12.0	14.0	12.0	18.0	18.0

ตาราง 32 ค่าของแข็งแขวนลอย (Suspended Solids, SS) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	หนองเล็งทราย	ING1	28.00	11.50	13.00	3.50	4.25	7.50	6.00	15.25	9.25	3.50	8.00	8.50
2	อิง (แม่ใจ1)	ING2	21.00	27.00	46.00	8.50	9.25	21.00	31.00	38.25	10.25	6.00	9.00	8.00
3	อิง (แม่ใจ2)	ING3	11.00	4.50	8.50	3.00	2.00	15.75	27.00	32.28	8.75	3.50	8.70	4.25
4	อิง (แม่สุก)	ING4	23.00	16.50	5.50	6.00	8.75	39.00	45.50	16.75	21.50	7.75	12.50	7.75
5	อิง (แม่จว้า และแม่เหยี่ยน)	ING5	19.00	9.00	5.50	6.00	7.50	16.75	48.75	24.75	23.50	15.25	9.50	10.50
6	อิง (แม่ปืม)	ING6	32.50	38.50	13.00	5.50	6.50	16.00	22.75	31.50	23.25	15.50	14.80	10.75
7	อิง (แม่ตุ้ม)	ING7	15.50	5.00	11.00	12.50	9.50	28.00	61.00	32.50	34.00	19.50	15.00	15.50
8	อิง (แม่ต๋ำ)	ING8	12.50	13.50	11.50	4.25	8.25	17.00	23.50	37.25	25.75	12.75	17.00	12.25
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	ING9	9.50	13.00	7.50	2.75	7.75	13.50	16.50	23.25	10.75	11.25	10.20	12.75

ตาราง 33 ค่าแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3-N) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	หนองเล็งทราย	ING1	2.87	1.29	1.25	1.80	1.96	1.58	1.16	0.63	0.65	0.77	0.95	0.84
2	อิง (แม่ใจ1)	ING2	1.84	1.19	1.03	0.68	0.96	0.96	0.96	0.60	0.74	0.70	0.91	0.72
3	อิง (แม่ใจ2)	ING3	1.76	1.00	1.18	0.93	1.30	1.09	1.26	0.74	0.81	0.77	0.91	0.81
4	อิง (แม่สุก)	ING4	2.57	1.75	1.32	1.05	1.40	1.09	1.19	0.63	0.61	0.77	0.98	0.81
5	อิง (แม่จว้า และแม่เหยี่ยน)	ING5	2.94	0.74	1.25	0.84	1.19	1.02	1.05	0.77	0.84	0.88	1.02	0.84
6	อิง (แม่ปืม)	ING6	3.09	1.22	1.25	0.54	0.96	0.70	1.12	0.84	0.67	0.70	0.91	0.84
7	อิง (แม่ตุ้ม)	ING7	3.09	0.88	1.54	0.91	1.93	1.86	1.72	0.74	0.84	0.91	1.05	0.98
8	อิง (แม่ต๋ำ)	ING8	2.21	1.44	1.32	0.61	0.98	1.05	1.26	0.72	1.30	1.16	1.30	1.09
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	ING9	1.30	1.19	1.40	1.17	1.33	1.30	1.33	0.81	0.84	0.88	1.23	0.91

ตาราง 34 ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus, TP) แม่น้ำอิงตอนบน (หน่วย : mg/l)

ลำดับ	ลำน้ำ	ลำน้ำ	ต.ค. 60	พ.ย. 60	ธ.ค. 60	ม.ค. 61	ก.พ. 61	มี.ค. 61	เม.ย. 61	พ.ค. 61	มิ.ย. 61	ก.ค. 61	ส.ค. 61	ก.ย. 61
1	หนองเล็งทราย	ING1	0.18	0.14	0.13	0.03	0.07	0.01	0.05	0.02	0.08	0.10	0.17	0.04
2	อิง (แม่ใจ1)	ING2	0.11	0.12	0.07	0.06	0.13	0.02	0.08	0.21	0.17	0.16	0.14	0.06
3	อิง (แม่ใจ2)	ING3	0.27	0.08	0.08	0.07	0.09	0.02	0.04	0.04	0.16	0.10	0.12	0.03
4	อิง (แม่สุก)	ING4	0.15	0.21	0.06	0.04	0.11	0.06	0.05	0.05	0.25	0.20	0.19	0.06
5	อิง (แม่จว้า และแม่เหี่ยน)	ING5	0.15	0.16	0.09	0.07	0.10	0.02	0.15	0.13	0.32	0.50	0.52	0.07
6	อิง (แม่ปืม)	ING6	0.14	0.13	0.08	0.07	0.06	0.02	0.08	0.03	0.35	0.27	0.32	0.07
7	อิง (แม่ตุ้ม)	ING7	0.11	0.13	0.09	0.10	0.07	0.03	0.10	0.16	0.49	0.32	0.19	0.09
8	อิง (แม่ต๋ำ)	ING8	0.10	0.13	0.08	0.04	0.07	0.02	0.08	0.21	0.38	0.20	0.22	0.07
9	อิงก่อนลงกว๊านฯ	ING9	0.07	0.09	0.06	0.02	0.05	0.02	0.05	0.11	0.30	0.17	0.20	0.09

ภาคผนวก ค

ตาราง 35 ค่าต้นทุนการผลิตจากปุ๋ยเคมีที่และปริมาณผลผลิตจากการใช้เทคโนโลยีปุ๋ย*สั่งตัด*

อำเภอ	พื้นที่ปลูก (ไร่)	ต้นทุนเฉลี่ยการใช้ปุ๋ยเคมี (บาท/ไร่)			ผลผลิตเฉลี่ย (กก./ไร่)		
		ตามวิธีของเกษตรกร	ตามค่าวิเคราะห์ดิน	ร้อยละ	ตามวิธีของเกษตรกร	ตามค่าวิเคราะห์ดิน	ร้อยละ
เมืองพะเยา	**230.3**	**378.0**	**282.9**	**-25.2**	**486.6**	**506.6**	**4.1**
แม่ใจ	**224.0**	**385.2**	**372.2**	**-3.4**	**525.2**	**562.2**	**7.0**
ภูซาง	351.0	825.8	442.1	-46.5	500.0	600.0	20.0
เชียงคำ	180.0	428.4	397.7	-7.2	529.0	505.1	-4.5
ภูกามยาว	391.5	497.5	406.9	-18.2	441.0	445.5	1.0
เชียงม่วน	140.5	525.0	465.0	-11.4	525.0	626.0	19.2
ดอกคำใต้	244.8	550.0	433.6	-21.2	500.0	550.0	10.0
ปง	189.0	479.7	393.7	-17.9	602.2	621.4	3.2
จุน	183.0	447.3	338.1	-24.4	510.0	574.3	12.6
เฉลี่ย		**501.9**	**392.5**	**-21.8**	**513.2**	**554.6**	**8.1**

ที่มา: สำนักงานเกษตรจังหวัดพะเยา, 2561

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ–สกุล	ธวัชชัย ทรายขาว
วัน เดือน ปี เกิด	11 มิถุนายน 2527
สถานที่เกิด	เชียงราย
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2550 วท.บ. (เคมี), มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่
ที่อยู่ปัจจุบัน	240 ม.5 ต.แม่ข้าวต้ม อ.เมือง จ.เชียงราย 57100
ผลงานตีพิมพ์	ธวัชชัย ทรายขาว (ผู้บรรยาย). (24–25 พฤษภาคม 2561). การศึกษาคุณภาพน้ำและภาระบรรทุกมลสารจากลำน้ำอิงตอนบนและลำน้ำสาขา ในการประชุมวิชาการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ครั้งที่ 17 (หน้า47–48). อุดรธานี: โรงแรมเซ็นธาราและคอนเวนชันเซ็นเตอร์