



รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

ศักยภาพทรัพยากรทางน้ำเพื่อการพัฒนาการประมงในเขตลุ่มน้ำป่าสัก
ตอนบนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์

**Potentials of Aquatic Environment for Development of Sustainable
Fisheries in the Upper Pasak Basin, Phetchabun Province**

ธนภัทร วรปัสสุ
สาขาวิชาการประมง คณะเทคโนโลยีการเกษตร
และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567

รายงานโครงการวิจัยฉบับสมบูรณ์

**ศักยภาพทรัพยากรทางน้ำเพื่อการพัฒนาการประมงในเขตลุ่มน้ำป่าสัก
ตอนบนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์**

**Potentials of Aquatic Environment for Development of Sustainable
Fisheries in the Upper Pasak Basin, Phetchabun Province**

ธนภัทร วรปัสสุ

สาขาวิชาการประมง

คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ทุนอุดหนุนประเภทงานวิจัย พัฒนาวิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม

ประจำปีงบประมาณ 2567

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่องานวิจัย	ศักยภาพทรัพยากรทางน้ำเพื่อการพัฒนาการประมงในเขตลุ่มน้ำป่าสัก ตอนบนอย่างยั่งยืนของจังหวัดเพชรบูรณ์
ผู้วิจัย	ธนภัทร วรปัสสุ
ผู้ร่วมวิจัย	-
สาขาวิชา	สาขาวิชาการประมง มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ปีเสรีจวิจย 2567

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพบว่าอัตราความหนาแน่นของปลาแก้มช้ำ จากลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนพบว่า ปลาแก้มช้ำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อรางเมตร (D5) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีที่สุด

คำสำคัญ: ปลาแก้มช้ำ อัตราความหนาแน่น

Title Potentials of Aquatic Environment for Development of Sustainable Fisheries in the Upper Pasak Basin, Phetchabun Province

Researcher Thanaput Worapussu

Co-researcher

Major Fisheries

Phetchabun Rajabhat University, 2023

ABSTRACT

The effect of stocking density on growth performance of Red cheek barb culture in experimental floating cages was conducted using the Complete Randomized Design (CRD) with 3 replicates of 4 stocking densities: 5, 10, 15 and 20 fish/m². The result showed that in the first experiment, the stocking density 5 fish/m² were enhanced growth greater than other groups ($P<0.05$).

Keywords: Red cheek barb, stocking density

(ก)

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ที่ให้การสนับสนุนทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2567 สำหรับงานวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และบุคคลที่มีได้กล่าวถึง ที่ช่วยทำให้งานวิจัยในครั้งนี้เสร็จสิ้นอย่างสมบูรณ์

ธนภัทร วรปัสสุ

กุมภาพันธ์ 2568

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ฅ
สารบัญภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ชีวิตวิทยาของปลา	3
2.2 ความหมายและการศึกษาทางอนุกรมวิธาน	4
2.3 น้ำและแหล่งน้ำ	18
2.4 กลุ่มน้ำป่าสัก	22
2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	25
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	28
3.1 อุปกรณ์	28
3.2 วิธีการวิจัย	28
บทที่ 4 ผลการวิจัย	31
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	36
5.1 สรุป	36
5.2 อภิปรายผล	36
5.3 ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39

(จ)

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก	41
ภาคผนวก ก สภาพพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง	42
ภาคผนวก ข ตัวอย่างปลาที่ได้จากการสำรวจ	45
ประวัติคณะผู้วิจัย	48

(จ)

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ชนิดของปลาที่พบในกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2564-สิงหาคม 2565	28

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ก.1 สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างในฤดูร้อน	37
ก.2 สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างในฤดูฝน	37
ก.3 การเก็บข้อมูลความหลากหลายของปลา	38
ข.1 <i>Notopterus notopterus</i> (Pallas, 1769)	40
ข.2 <i>Garra cambodgiensis</i> (Tirant, 1884)	40

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำสายยาว แบ่งเป็นตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ซึ่งลุ่มน้ำป่าสักตอนบน เป็นบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง เป็นต้นน้ำบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ นอกจากนี้ ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนครอบคลุมพื้นที่บางส่วนในอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย, อำเภอโนนหนาว อำเภอหล่มเก่า และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ เป็นสายน้ำหล่อเลี้ยงการดำรงชีวิตของประชากรในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีประชากรลุ่มน้ำป่าสักมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.53 ของประชากรทั้งลุ่มน้ำ (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) การใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำป่าสักตอนบน มีการใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน ได้แก่ การใช้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยปลูกสร้างบ้านเรือน และแหล่งทำกิน ทำการเกษตรกรรม เช่น ทำนา ทำไร่ข้าวโพด เป็นต้น (สุวิทย์, 2554) นอกจากนี้ก็ยังมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางน้ำ จำพวกปลาด้วยเช่นกัน ซึ่งการนำปลา และทรัพยากรทางน้ำมาใช้ประโยชน์ หากไม่มีการจัดการที่ดี อาจจะทำให้ปริมาณปลาลดจำนวนลง และอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของปลา ซึ่งเป็นสิ่งสะท้อนถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ (พิเชษฐ และคณะ, 2556)

การพัฒนาทรัพยากรประมงภายในพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนบนและการนำทรัพยากรประมงมาใช้ประโยชน์อย่างคุ้มค่าและยั่งยืน จึงเป็นประเด็นเป้าหมายที่คณะวิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญและส่งเสริมให้เกิดการวิจัยเชิงบูรณาการองค์ความรู้และระดมความคิดเพื่อการพัฒนาศักยภาพทรัพยากรทางน้ำเพื่อการพัฒนาการประมงในเขตลุ่มน้ำป่าสักตอนบนอย่างยั่งยืน โดยการศึกษาการเปลี่ยนแปลงในรอบปี และประเมินศักยภาพ/ความเหมาะสมของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนที่เอื้ออำนวยต่อความเป็นอยู่ของทรัพยากรประมงอื่น ซึ่งจากการสำรวจในปีที่ผ่านมาพบปลาในวงศ์ Cyprinidae จำนวนชนิดมากที่สุด ทั้งนี้ปลาในกลุ่มนี้ชอบอาศัยในน้ำที่สะอาด มีปริมาณออกซิเจนสูง จึงเลือกปลากลุ่มนี้มาเพาะขยายพันธุ์เพื่อพัฒนาการเลี้ยงในเชิงพาณิชย์ อาทิเช่น ปลาแก้มขี้ ซึ่งเป็นปลาที่สามารถบริโภคเนื้อและใช้เลี้ยงแบบปลาสวยงามได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อพัฒนาองค์ความรู้การเพาะเลี้ยงทรัพยากรประมงจากลุ่มน้ำป่าสักตอนบน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ทราบแนวทางการเพาะเลี้ยงปลาแก้มช้ำจากกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จังหวัดเพชรบูรณ์
- 1.3.2 เป็นข้อมูลในการวางแผนทางอนุรักษ์อย่างยั่งยืนต่อไป
- 1.3.3 เป็นองค์ความรู้ในการทำวิจัยต่อไป

1.4 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เก็บตัวอย่างปลาในธรรมชาติ นำทรัพยากรที่สามารถสร้างมูลค่าสู่การเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ชีวิตวิทยาของปลา

ปลา หมายถึง สัตว์มีกระดูกสันหลังที่มีอุณหภูมิในร่างกายที่เปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อม หรือเป็นสัตว์เลือดเย็น (Poikilothermal animal) อาศัยอยู่ในน้ำจืด น้ำกร่อย หรือน้ำเค็มหรือน้อย ต้องเป็นที่ชื้น ส่วนมากแล้วปลาจะออกลูกเป็นไข่ (Oviparous) และมีการผสมพันธุ์ภายนอกร่างกาย (external fertilization) โดยตัวเมียออกไข่แล้วตัวผู้จะฉีดน้ำเชื้อ (sperm) เข้าไปผสม ปลาบางชนิดมีการผสมพันธุ์ภายในร่างกายของตัวเมีย (internal fertilization) ออกลูกเป็นตัว โดยตัวอ่อนได้รับอาหารจากไข่แดง (Ovoviviparous) และบางชนิดออกลูกเป็นตัว โดยตัวอ่อนได้รับอาหารทางสายสะดือ (Viviparous) (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

ปลามีร่างกายปกคลุมด้วยเกล็ด (scale) หรือมีเมือก หรือแผ่นกระดูกห่อหุ้ม แยกเพศผู้ตัวเพศผู้ และเพศเมียแยกกัน แบ่งส่วนของลำตัวออกเป็น 3 ส่วนชัดเจน คือส่วนหัว ลำตัว และส่วนหาง มีลักษณะสมมาตรแบบซ้าย ขวา (bilateral symmetry) ยกเว้นกลุ่มปลาซีกเดียว (Order Heterosomata) ส่วนมากมีเส้นข้างลำตัว (lateral line) มีรูทวารบริเวณสันท้อง เคลื่อนที่โดยใช้ครีบ (fin) มีรยางค์คู่ไม่เกิน 2 คู่ มีระบบ อวัยวะต่าง ๆ แยกออกจากกันชัดเจน ระบบหมุนเวียนโลหิตมีหัวใจ 2 ห้อง คือ Auricle และ Ventricle เป็นแบบวงจรรปิด (closed blood vascular system) โดยเม็ดเลือดมีสีแดงของฮีโมโกลบิน ยกเว้นปลา Ice fish เท่านั้น ระบบโครงร่างมีโนโตคอร์ด (Notochord) เส้นเดียวภายในกลาง ส่วนมากจะพบในระยะแรกของตัวอ่อน และถูกแทนที่ด้วยกระดูกสันหลัง (vertebral column) เมื่อเจริญวัยขึ้น โครงกระดูกเป็นทั้งโครงกระดูกอ่อน (cartilage) และกระดูกแข็ง (bone) มีพื้นบนพื้นล่างชัดเจน ระบบหายใจจะหายใจด้วยเหงือก (gill) และมีช่องเปิดเหงือก (gill slit) ให้น้ำออกสู่ภายนอก ปลาบางชนิดสามารถที่จะดัดแปลงอวัยวะบางส่วนมาทำหน้าที่คล้ายปอด ช่วยแลกเปลี่ยนก๊าซจากอากาศ ระบบประสาทมีท่อประสาทกลาง (dorsal hollow nerve tube) อยู่เหนือทางเดินอาหาร มีมุกสำหรับดมกลิ่น (วิมล เหมะจันทร์, 2540)

2.2 การแบ่งสัดส่วนของปลา (อภิรักษ์ สุวรรณรักษ์, 2561)

ปลาเป็นสัตว์ที่มีรูปร่างทั้งสองด้านเหมือนกัน คือมีลักษณะสมมาตร ยกเว้นในปลาซีกเดียว เช่น ปลาลิ้นหมา และปลาจักรพานที่มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างจากที่ตอนเป็นระยะวัยอ่อนที่มีร่างกายสมมาตรเป็นร่างกายแบบไม่สมมาตร โดยมีเพียงด้านเดียวที่มีตา ดังนั้นในการจัดแบ่งส่วนต่าง ๆ นั้น จะมีส่วนที่คล้ายกัน สามารถแบ่งออกเป็นส่วน ดังนี้

1. ด้านหน้า หรือด้านหัว (anterior, front) เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านหน้าสุดของร่างกายปลา โดยยึดเอาถึงกลางตัวเป็นจุดสังเกต หรืออาจใช้ส่วนของจุดเริ่มต้นหลังครีบหลังเป็นจุดหลัก ประกอบด้วย หัว อวัยวะต่าง ๆ บนหัว เช่น ตา หนวด ปาก แก้ม จมูกคุ่มลิ้น อีกส่วนเป็นครีบหู และครีบท้อง ในปลาบางชนิดมีครีบท้องอยู่ก่อนไปทางด้านท้ายของลำตัว

2. ด้านท้าย (posterior, back) เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านท้ายของร่างกายปลา ถัดจากครีบหลังไปทางด้านท้าย อวัยวะที่อยู่ในตำแหน่งนี้ได้แก่ ครีบหลังบางส่วน ครีบหาง ครีบกัน บางชนิดมีครีบฝอยหรือครีบไขมัน รวมถึงรูกัน และช่องเพศ

3. ด้านข้าง (lateral) เป็นส่วนที่อยู่ด้านข้าง แบ่งออกเป็นด้านซ้ายและด้านขวาของปลาจะเท่าและเหมือนกัน ยกเว้นปลาซีกเดียวในระยะตัวเต็มวัย

4. ด้านบน หรือด้านหลัง (top, upper) เป็นส่วนที่อยู่ด้านบนของลำตัวปลา โดยนับเอากระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ ส่วนใหญ่สังเกตจากเส้นข้างตัวโดยอยู่ในตำแหน่งเหนือเส้นข้างตัว เป็นส่วนของครีบหลัง และครีบหางด้านบน ปลาส่วนใหญ่มีสีด้านหลังเป็นสีเข้มกว่าสีทางด้านท้อง

5. ด้านท้อง หรือด้านล่าง (ventral, lower, under) เป็นส่วนที่อยู่ด้านล่างของตัวปลาโดยนับเอากระดูกสันหลังเป็นเกณฑ์ ส่วนใหญ่สังเกตจากเส้นข้างตัวโดยอยู่ในตำแหน่งใต้เส้นข้างตัวเป็นส่วนของครีบหู ครีบท้อง และครีบหางด้านล่าง ปลาส่วนใหญ่มีสีด้านท้องอ่อนกว่าทางด้านหลัง

2.2 ความหมายและการศึกษาทางอนุกรมวิธาน (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

การศึกษานุกรมวิธานของปลา คือ การจัดลำดับ จัดระเบียบหมวดหมู่ของปลา ทั้งในกลุ่มปลาด้วยกันเอง และระหว่างกลุ่มสัตว์อื่น ๆ ที่อยู่ต่ำหรือสูงกว่า กลุ่มสิ่งมีชีวิตจะได้รับการตั้งชื่อทางวิทยาศาสตร์ ชื่อเฉพาะ ตามหลักการทางชีววิทยา เรียกว่า Taxon พหูพจน์คือ taxa ให้ถูกต้อง และใช้พูดในการติดต่อสื่อสารให้เข้าใจกันระหว่างนักชีววิทยาทั่วทุกมุมโลก เช่น เมื่อพูดถึงปลาตะเพียนขาว ก็คงรู้จักกันในหมู่ชาวไทยเท่านั้น ถ้าใช้คำ carp คนที่เข้าใจก็จะเฉพาะคนชาวอังกฤษ และไม่ทราบด้วยว่าเป็นตะเพียนชนิดใด เพราะคำว่า carp ใช้เรียกได้ทั้งในปลาไน ปลากระมัง ปลาตะเพียนทอง ฯลฯ แต่ถ้าพูดว่า *Puntius gonionotus* นักชีววิทยาก็สามารถทราบหรือสืบค้นได้ง่ายว่าเป็น ปลาตะเพียนขาว ที่อยู่ในวงศ์ Cyprinidae ออเดอร์ Cypriniformes ... Phylum Chordata ... เป็นต้น การตั้งชื่อตามหลักการทางชีววิทยาของสัตว์หรือปลานี้ ทำให้เราทราบว่าสิ่งมีชีวิตในกลุ่มเดียวกันมีความสัมพันธ์ทางวิวัฒนาการอย่างไร และรู้ว่าวิวัฒนาการของกลุ่มที่ใกล้เคียงกันจะมีความใกล้ชิดกันมากกว่าพวกที่อยู่ไกลออกไป การแบ่งกลุ่มและการจัดหมวดหมู่อาจมีความคลาดเคลื่อนและแตกต่างกันไปบ้างตามความคิดเห็น และหลักการของนักวิทยาศาสตร์แต่ละกลุ่ม เนื่องจากปลาและสิ่งมีชีวิตต่างๆ มีอยู่มากมาย หลักฐานที่พบในแต่ละระยะก็ขาดช่วงตอน และมีน้อย ทำให้นักอนุกรมวิธานต้องคาดเดาเอาเอง บางครั้งนักอนุกรมวิธานจำเป็นต้องจัดลำดับหมวดหมู่ใหม่ เมื่อมี

หลักฐานมาเพิ่มเติมนอกเหนือไปจากที่เคยเข้าใจ สิ่งมีชีวิตจึงอาจมีตำแหน่งทางอนุกรมวิธานที่เปลี่ยนแปลงไปได้บ้าง ขึ้นอยู่กับว่าจะยึดตำราของใครเป็นหลัก เช่น Jordan(1923) ได้แบ่งปลาออกเป็น 3 คลาสคือ

1. Class Marsiobranchii ได้แก่ ปลาปากกลม แลมเพรย์ และแฮกฟิช
2. Class Elasmobranchii ได้แก่ พวกปลาคอดที่แบ่งออกได้อีก 2 ชั้นคลาสคือ
 - 2.1 Subclass Selachii ปลาคอด(sharks, rays and skates)
 - 2.2 Subclass Holocephali กลุ่มปลาหนุ หรือ rat fish(Chimaeras)
3. Class Pisces ปลาคอดแข็ง แบ่งได้อีก 2 ชั้นคลาสคือ
 - 3.1 Subclass Dipneusti ปลาที่มีปอด(lungfishes)
 - 3.2 Subclass Crossopterygii ปลาที่มีพู่เนื้อบริเวณครีบ(lobefins)
 - 3.3 Subclass Actinopterygii ปลาที่มีก้านครีบ(rayfins)

ในปี ค.ศ. 1940 ได้มีการจัดหมวดหมู่ของปลาใหม่เป็น 6 คลาส โดยเบิร์ก คือ แลมเพรย์ แฮกฟิช ปลาที่มีปอด ออกจาก 3 คลาสเดิมมาเป็นคลาสใหม่ ต่อมาได้มีการแบ่งกลุ่มปลาเป็นคลาส และ ชั้นคลาสที่แตกต่างกันออกไปโดยนักอนุกรมวิธานหลายท่าน บางท่านก็แบ่งออกเป็น 12 คลาส แต่ Lagler(1962) จะแบ่งปลาออกเป็น 3 ชั้นคลาสเท่านั้น แต่ในปัจจุบันมีการจำแนกปลาออกไปถึง 10 กว่าคลาส โดยใช้หลักการของคลาโดแกรม ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย

2.2.1 ศัพท์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

มีคำศัพท์ที่เข้ามาเกี่ยวข้องกับอนุกรมวิธานของปลาอยู่หลายคำ เช่น

Systematics

เป็นการศึกษาความหลากหลายของสิ่งมีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสายวิวัฒนาการ รวมถึงการศึกษาทางด้าน taxonomy classification และ evolution ด้วย แต่ในปัจจุบัน นักวิทยาศาสตร์ บางท่านได้ให้ความหมายของ systematics ว่าหมายถึง taxonomy โดยถือว่าสองคำนี้มีความหมายเหมือนกัน

Taxonomy

มาจากภาษากรีกว่า taxis=arrangement, nomos = law) เป็นการศึกษา classification ทั้งทางด้านทฤษฎีและปฏิบัติ ซึ่งรวมถึงกฎเกณฑ์พื้นฐานต่าง ๆ เกี่ยวกับสิ่งมีชีวิต ทั้งที่ยังมีชีวิตอยู่และได้สูญพันธุ์ไปแล้ว สิ่งมีชีวิตนั้นจะแยกหรือจำแนกชนิดโดยการเก็บตัวอย่าง พิมพ์ข้อมูล ให้คำจำกัดความด้านสัณฐาน และกายวิภาค

Identification

เป็นการนำสิ่งมีชีวิตที่ต้องการศึกษากลุ่มใดกลุ่มหนึ่งมาจำแนกชนิด โดยใช้คู่มือช่วยในการวิเคราะห์ที่มีผู้ทำไว้แล้ว คู่มือที่อาศัยความสัมพันธ์ของโครงสร้างและรูปร่างลักษณะเป็นสำคัญมักจะใช้กันทั่วไป

Classification

เป็นการนำสิ่งมีชีวิตที่จำแนกชนิดได้แล้วมาจัดระเบียบเป็นหมวดหมู่ โดยอาศัยความสัมพันธ์ทางรูปร่างลักษณะ และโครงสร้าง ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตใดใกล้ชิดกันทางด้านวิวัฒนาการ ก็จะจัดไว้ในหมวดหมู่เดียวกัน หมวดหมู่ย่อยๆ ที่ใกล้เคียงกันก็นำมาจัดตามลำดับขั้นตอนในหมวดหมู่ใหญ่ เช่น สิ่งมีชีวิตที่ใกล้เคียงกันในหลายชนิดหลายสปีชีส์ ก็อยู่ภายในสกุลเดียวกัน ที่ใกล้เคียงกันหลายๆ สกุล ก็นำมาจัดไว้ในวงศ์เดียวกัน ที่ใกล้เคียงกันหลายๆ วงศ์ก็จัดไว้ในอันดับเดียวกัน เป็นต้น

สปีชีส์ (Species หรือ biological species)

เป็นกลุ่มของสิ่งมีชีวิตที่มีความคล้ายคลึงกันทางธรรมชาติ ภายในประชากรเดียวกัน การผสมพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพย่อมสามารถทำได้ในประชากรที่อยู่ในสปีชีส์เดียวกัน สามารถมีลูกหลานและสืบต่อเผ่าพันธุ์ได้ตามปกติ และประชากรกลุ่มนี้จะไม่ยอมผสมพันธุ์กับสิ่งมีชีวิตที่ต่างสปีชีส์กับมันภายใต้สภาพแวดล้อมปกติ

2.2.2 คลาโดแกรมและอนุกรมวิธานสมัยใหม่ (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

งานของ คาร์ล ลินเนียส (Carolus Linnaeus) เป็นจุดเริ่มต้นของอนุกรมวิธานสมัยใหม่ ซึ่งเชื่อว่าสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดถูกสร้างโดยพระเจ้าจะไม่มีการเปลี่ยนแปลง สิ่งมีชีวิตต่างๆ ลินเนียสได้ตั้งชื่อโดยใช้ระบบ binomial system คือการตั้งชื่อสปีชีส์ วิธีการของลินเนียสถือได้ว่าเป็นการเปิดศักราชใหม่ ของวงการวิทยาศาสตร์ทางด้านอนุกรมวิธาน แม้ว่าจะไม่มีความเกี่ยวข้องและต่อเนื่องของวิวัฒนาการเลยก็ตาม ในระยะหลังๆ นักอนุกรมวิธานสมัยใหม่ได้ปรับปรุงระบบการตั้งชื่อของลินเนียสให้เข้ากับการลำดับชั้นตามสายของวิวัฒนาการ สายวิวัฒนาการจะถูกลากเส้นเชื่อมโยง เรียกว่า ต้นไม้วิวัฒนาการ (evolutionary tree) เพื่อแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ โดยจัดให้สัตว์ที่อยู่ตรงโคนต้นไม้เป็นสัตว์โบราณ และสัตว์ที่มีวิวัฒนาการดีกว่าก็จะอยู่ในลำดับที่สูงขึ้น

ปัญหาของการเขียนต้นไม้วิวัฒนาการมีอยู่ 2 ประการคือ

1. ทำให้เข้าใจว่า เส้นสายวิวัฒนาการดำเนินไปเป็นเส้นตรง หรือเกือบตรง คือ จากสัตว์ที่โบราณกว่าไปยังสัตว์ที่ชั้นสูงกว่า

2. ไม่มีความแน่นอนของตำแหน่งกิ่งก้านที่แตกออกจากต้นไม้วิวัฒนาการ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความพอใจของผู้เขียนว่าจะแยกไปทางซ้ายหรือขวา หรือจะกำหนดไว้ที่ใด

อนุกรมวิธานสมัยใหม่ที่ใช้คลาโดแกรมแสดง เริ่มต้นขึ้นในปี ค.ศ. 1968 โดยนักกีฏวิทยาชื่อ เฮนนิก (Hennig) ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลายมาจนถึงทุกวันนี้ เฮนนิก ได้ปรับปรุงหลักเกณฑ์การจำแนกสัตว์เสียใหม่ มาเป็นในรูปแบบของ คลาซิสติก(มาจากภาษากรีก clade ที่แปลว่า กิ่งก้านหรือแขนง) เพื่อมิให้การจำแนกต้องยุ่งยากหรือซับซ้อนเกินไป โดยให้สื่อความหมายได้ 2 แบบคือ ความสัมพันธ์ทางด้านวิวัฒนาการ และตำแหน่งลำดับชั้นของสิ่งมีชีวิต เรียกว่า Phylogenetic systematics เฮนนิกได้เขียนเป็นแขนงยาวมีกิ่งก้านสาขาแยกออกไป เรียกว่า คลาโดแกรม(cladogram) แต่ละกิ่งย่อยที่แยกออกไป คือตัวแทนของปลาในแต่ละกลุ่ม ซึ่งมีสองสาย เพื่อให้รู้ว่าสองสายที่แยกออกไปนี้ มาจากบรรพบุรุษเดียวกัน ในแต่ละสายอาจหมายถึง ประชากรภายในสปีชีส์ สกุล หรือวงศ์เดียวกัน แล้วแต่ว่าจะแยกออกไประดับใด กลุ่มที่มาจากสารวิวัฒนาการเดียวกันจะถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มที่มีบรรพบุรุษร่วมกัน เมื่อมีการโยงย้อนรอยสายวิวัฒนาการมาข้างล่างก็จะพบกับบรรพบุรุษของกลุ่มย่อย และกลุ่มใหญ่ตามลำดับ เช่น ฉลามและกระเบนจะมาจากบรรพบุรุษพ่อแม่พวก Elasmobranchii นักอนุกรมวิธานจึงสามารถจัดกลุ่มปลาได้ง่ายและแน่นอนกว่าเมื่อเขียนคลาโดแกรมขึ้น และทำให้เราเห็นเส้นสายวิวัฒนาการของกลุ่มปลาแต่ละกลุ่มอย่างต่อเนื่องและเป็นแบบแผนด้วย

การจำแนกสัตว์ของนักอนุกรมวิธานที่ใช้วิธีคลาซิสติกนี้เรียกว่า คลาดีสต์(cladist) แม้ว่าจะมีนักอนุกรมวิธานอีกหลายท่านที่ไม่ยอมรับ และแยกตัวออกมาใช้หลักอื่นๆ เรียกว่าเป็นพวก systemetists, taxonomists ส่วนท่านที่ใช้ทั้งสองหลักการ เรียกว่า พวก transformed cladists

2.2.3 วิธีการศึกษาทางอนุกรมวิธาน (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต จะมีหลักฐานทางวิทยาศาสตร์และข้อมูลต่างๆ ที่บอกรายละเอียดอยู่ ซึ่งในการศึกษาทางอนุกรมวิธานของปลาเป็นสิ่งที่จำเป็นมาก หลักการที่สำคัญนี้มีอยู่ด้วยกัน 6 อย่างคือ

1. การนับต่าง ๆ (meristic counts)
2. ลักษณะต่าง ๆ ทางกายวิภาค(anatomical characteristics)
3. การวัดความยาวในส่วนต่าง ๆ (morphometric measurements)
4. สีสัณ(color patterns)
5. การศึกษา kariotype(karyotypes)
6. การทำอิเล็กโตโฟริซิส(electrophoresis)

2.2.3.1 การนับต่าง ๆ (meristic counts)

เป็นการนับชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในร่างกายของปลาที่เป็นคุณสมบัติเฉพาะตัว เช่น การนับก้านครีบแข็งและก้านครีบอ่อน จำนวนเกล็ดบนเส้นข้างตัว เกล็ดรอบคอดหางหรือเกล็ดบนแก้ม การนับจำนวนของ pyrolic caeca และมักต้องใช้วิธีการทางสถิติมาช่วยในการนับต่าง ๆ นี้ โดยการสุ่มปลามา นับให้มากพอ แล้วหาค่าเฉลี่ย เพื่อป้องกันความผิดพลาด เนื่องจากปลาบางตัวอาจมีความผิดปกติ เพราะอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น อาหาร สารเคมีที่เป็นพิษ การขาดออกซิเจนในระยะพัฒนา ฯลฯ จึงทำให้มีลักษณะที่คลาดเคลื่อนไปจากประชากรปกติ

การนับเกล็ดในตำแหน่งต่าง ๆ มีดังนี้

-เกล็ดหน้าครีบหลัง(pre- dorsal scale count) เป็นการนับตั้งแต่สันกลางด้านบนหน้าส่วนหัวไปจนจรดจุดเริ่มต้นของครีบหลัง

-เกล็ดเส้นข้างตัว(lateral line – scale count) เป็นการนับตามเส้นข้างตัว โดยเริ่มจากหลังแผ่นปิดเหงือก ไปจรดที่ปลายของฐานครีบหาง

-การนับเกล็ดตามเฉียง(transverse-scale count) เป็นการนับตั้งแต่เกล็ดอันหน้าสุดของครีบหลังเฉียงลงมาตามแนวเกล็ด จนไปจรดที่เส้นข้างตัว แล้วนับเกล็ดจากจุดเริ่มต้นหน้าครีบกันเฉียงขึ้นไปจนจรดเส้นข้างตัว โดยเขียนสัญลักษณ์บอกจำนวนไว้ เช่น 5/1/6 เพื่อให้รู้ว่า นับเกล็ดเฉียงหน้าครีบหลังลงมาได้ 5 และเกล็ดเส้นข้างตัวได้ 1 และเกล็ดจากหน้าครีบกันขึ้นไปได้ 6

-เกล็ดที่แก้ม(cheek-scale count) เป็นการนับที่เรียงในแนวเฉียง เริ่มตั้งแต่ขอบตาเฉียงลงไปยังมุมแก้ม หรือส่วนโค้งของกระดูกแก้มด้านล่าง

-เกล็ดรอบคอดหาง (circumpeduncular-scale count) เป็นการนับเกล็ดรอบคอดหาง ซึ่งเป็นคอดที่เล็กที่สุด วิธีนี้ต้องนับสลับไปมาแบบซิกแซก

2.2.3.2 ลักษณะทางกายวิภาค (anatomical characteristics)

การศึกษารูปร่าง ตำแหน่งและลักษณะของเกล็ดบนเส้นข้างตัว ลักษณะของอวัยวะภายใน ต่อมหรือปุ่มเรืองแสง อวัยวะสร้างไฟฟ้า ความแตกต่างของตัวผู้และตัวเมีย การมีตุ่มสีของตัวผู้ ฯลฯ ซึ่งเป็นลักษณะต่าง ๆ ทางกายวิภาค เช่น เราจะสามารถแยกปลา cutthroat trout ออกจากปลา rainbow trout ได้ ด้วยการศึกษาลักษณะของ basibranchial teeth

2.2.3.3 การวัดความยาวต่าง ๆ (morphometric measurements)

การวัดความยาว ความกว้างของส่วนต่าง ๆ ในตัวปลา นักอนุกรมวิธานได้กำหนดมาตรฐานเพื่อใช้เป็นหลักในการจำแนกชนิดของปลา เช่น

-ความยาวมาตรฐาน(standard length) เป็นการวัดความยาวจากปลายสุดทางด้านหัวตรงจะงอยปากไปจรดกับเส้นดิ่งที่ลากลงมาตัดกับฐานของครีบทหาง(ปลายสุดของกระดูก hypural plate)

-ความยาวทั้งตัว(total length) เป็นการวัดความยาว จากปลายสุดของจะงอยปาก ไปยังเส้นดิ่งที่ลากมายังปลายสุดของหาง

-ความยาวถึงรอยเว้าของครีบทหาง(forked length) เป็นการวัดความยาว จากปลายสุดของจะงอยปาก ไปยังเส้นดิ่งที่ลากผ่านส่วนเว้าลึกที่สุดของครีบทหาง

-ความยาวของจะงอยปาก(snout length) เป็นการวัดความยาว จากปลายสุดของส่วนหัว มายังเส้นดิ่งที่ลากตัดผ่านขอบหน้าสุดของตา

-ความกว้างของตา หรือเส้นผ่านศูนย์กลางกลางตา(eye length) เป็นการวัดจากเส้นดิ่งที่ตัดผ่านขอบหน้าสุด ไปถึงขอบหลังสุดของขอบตา

-ความยาวหัว(head length) เป็นการวัดความยาว จากปลายสุดของจะงอยปาก ไปจรดเส้นดิ่งที่ลากตัดผ่านส่วนท้ายสุด ของแผ่นปิดเหงือก

-ความลึก(height or depth) เป็นการวัดจากช่วงที่สูงที่สุด หรือกว้างที่สุดของลำตัว

-การวัดความยาวของก้านครีบทยาวที่สุด เป็นการวัดความยาวของก้านครีบทอื่นที่ยาวที่สุด

จำเป็นต้องคำนึงถึงขนาด อายุ และเพศของปลา เมื่อต้องการวัดในรูปแบบนี้ ซึ่งปลาแต่ละชนิดอาจมีหรือไม่มีความแตกต่างกัน นักอนุกรมวิธานอาจกำหนดคุณลักษณะเหล่านี้เป็นค่าอัตราส่วนต่อความยาวมาตรฐาน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวให้มากที่สุด โดยเปรียบเทียบในปลาเพศเดียวกันที่มีขนาดเท่ากัน หรือเปรียบเทียบความยาวในปลาตัวเดียวกัน เช่น ความลึกเป็น $\frac{1}{4}$ ของความยาวมาตรฐาน ตามีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ $\frac{1}{6}$ ของหัว เป็นต้น

2.2.3.4 สีสัณ (color patterns)

การจำแนกปลา ก็นำลักษณะของสีและแถบบนลำตัวมาใช้เช่นกัน แม้ว่าอายุ วัย เวลา และสภาพแวดล้อมหรือสารเคมีจะทำให้สีของปลาเปลี่ยนไป แต่อย่างน้อยสีที่เปลี่ยนไปนี้ก็ทำให้เรารู้ว่าปลามีความสมบูรณ์แข็งแรงหรือไม่ เป็นเพศใด วัยใด มีความพร้อมที่จะผสมพันธุ์หรือไม่ และสภาพแวดล้อมรอบตัวเป็นอย่างไร

2.2.3.5 การศึกษาโครโมโซม (karyotypes)

ข้อกำหนดที่ดีในการช่วยจำแนกชนิดของปลา คือ การศึกษาด้าน จำนวน รูปร่างและการจัดเรียงตัวของโครโมโซม เพราะแม้ปลาบางชนิดจะคล้ายกัน แต่จะมีความแตกต่างกันเมื่อได้ศึกษาคา

ริโอไทป์ จึงทำให้ทราบว่าไม่ใช่ปลาปีชีส์เดียวกัน อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้นได้ถ้าจะนับเพียงจำนวนของโครโมโซมอย่างเดียวนั้น เพราะปลาในสปีชีส์เดียวกันอาจมีจำนวนโครโมโซมไม่เท่ากัน เมื่ออาศัยในสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันทางภูมิศาสตร์ แต่จำนวนแขนของโครโมโซมจะมีเท่ากัน เพราะความแตกต่างทางภูมิศาสตร์ และวิวัฒนาการที่เปลี่ยนแปลงไป อาจทำให้แขนของ acrocentric chromosomes 2 แขน มารวมกันกลายเป็น metacentric chromosome 1 แขนได้ ซึ่งโรเบิร์ตโซเนียนเรียกปรากฏการณ์ที่ทำให้จำนวนโครโมโซมลดลงนี้ว่า Robertsonian fusion และอาจเกิดปรากฏการณ์แบบตรงกันข้ามคือ metacentric หรือ submetacentric chromosome ซึ่งเป็นการขาดตรงเซนโตรเมียร์เป็นผลทำให้โครโมโซมแยกตัวออกจากกัน กลายเป็น 2 acrocentric chromosomes เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Robertsonian fission ซึ่งจะทำให้จำนวนโครโมโซมมีเพิ่มขึ้น

เมื่อปลาในสปีชีส์เดียวกัน ที่มีรูปแบบของคาริโอไทป์แตกต่างกันมาผสมกัน จะทำให้ประชากรปลาเกิดความเปลี่ยนแปลงเพื่อความอยู่รอด จำนวนปลาที่ได้อาจผิดปกติ บางครั้งปลาอาจมีจำนวนโครโมโซมเพิ่มขึ้น เป็น $3n$ (triploid) หรือ $4n$ (tetraploid) ได้ ในปลาที่มีเพศเดียวกันมักจะพบว่ามี $3n$ เช่นในกลุ่มปลาวงศ์ Poeciliidae ในประเทศเม็กซิโก เป็นสิ่งสำคัญในวิวัฒนาการของสปีชีส์มาก เมื่อเกิดโครโมโซมเพิ่มเป็น 4 ชุด เช่น การมีโครโมโซมเป็นสองเท่าของปลาอื่นในวงศ์เดียวกันของพวกปลาทอง ปลาไน และปลาดุก หรือโครโมโซมที่มีจำนวนเป็น $4n$ จากวิวัฒนาการของปลาในวงศ์ Catostomidae ซึ่งขั้นแรกของวิวัฒนาการจะคล้ายกับพวกปลาแซลมอน ปลาเทราต์ ไวท์ฟิช และปลาเกรย์ลิงก์ ในวงศ์ Salmonidae และแขนของโครโมโซมมีจำนวนเป็น 2 เท่าของพวกปลาแซลมอน ในวงศ์ Osmeridae การวัดปริมาณ DNA/เซลล์ของปลาในสายวิวัฒนาการเดียวกัน เป็นเทคนิคใหม่ที่ดี และใกล้เคียงกับการทำคาริโอไทป์ ปริมาณของ DNA จะลดลงเมื่อมีการพัฒนาไปเป็นปลาที่มีความพิเศษมากขึ้น ซึ่งเชื่อว่าเป็นผลมาจาก extra DNA สูญหาย และสามารถมีชีวิตรอดต่อไปได้

2.2.3.6 การทำอิเล็กโตรฟอรีซิส (electrophoresis)

เป็นเทคนิคที่ใช้วิเคราะห์โปรตีน ซึ่งจะเป็นพวกเอนไซม์เสียส่วนใหญ่ ในกลุ่มปลาพวกเดียวกันจะมีเอนไซม์ที่คล้ายกัน วิธีการนี้คือ การทำ tissue sample โดยนำปลามาตัดให้มีแผ่นเนื้อเยื่อบาง ๆ เพื่อให้โปรตีนละลายน้ำได้ แล้วนำไปใส่ในเจลที่ทำจากแอมหรือน้ำตาล จากนั้นก็ปล่อยกระแสไฟฟ้าผ่าน เพื่อให้มีการวิ่งผ่านไปของโปรตีนแต่ละชนิด โปรตีนเหล่านี้จะสามารถนำมาตรวจสอบได้ด้วยอัตราของน้ำหนักโมเลกุลที่แตกต่างกัน และการมีปฏิกิริยาต่อประจุไฟฟ้า ทำให้เราทราบว่าโปรตีนในปลาชนิดเดียวกันจะมีเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร นอกจากนี้ ตำแหน่งโปรตีนที่มีการเคลื่อนหรือหยุด ก็สามารถนำมาวิเคราะห์ผลได้ด้วย หากแถบโปรตีนมีตำแหน่งต่างกันเล็กน้อย ก็อาจมีสาเหตุมาจากประจุไฟฟ้าที่ต่างกัน หรือพันธุกรรมภายในประชากรเดียวกันอาจมีการเปลี่ยนแปลงก็ได้

2.2.4 คุณลักษณะเฉพาะของสปีชีส์ (สุภาพร สุกสีเหลือง, 2544)

นักวิทยาศาสตร์มีความเห็นตรงกันหลายท่านว่า การแยกตัวทางภูมิศาสตร์ของประชากรที่เกี่ยวข้องกัน เป็นปัจจัยสำคัญของสัตว์ในแต่ละสปีชีส์ เมื่อเวลาผ่านไปนานๆ เข้า อาจทำให้เกิดประชากรใหม่ที่มีพันธุกรรมต่างไปจากกลุ่มขึ้น เนื่องจากแรงกดดันจากขบวนการคัดเลือกทางธรรมชาติ และปัจจัยกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเข้ามาเกี่ยวข้อง เช่น ขนาด การเคลื่อนย้าย การอพยพ การแยกตัวออกจากกลุ่ม แม้ว่ามันจะเข้าไปรวมฝูงกับสมาชิกเดิม แต่มันก็สามารถรักษาคุณสมบัติพิเศษทางพันธุกรรมใหม่ไว้ได้ โดยไม่ยอมผสมพันธุ์กับกลุ่มเดิม มันจะค่อยๆ แยกตัวออกจากกลุ่ม และกลายเป็นสปีชีส์ใหม่ไปในที่สุด ได้มีการค้นพบว่า ปลาซัคเกอร์ 2 ชนิด มีวิวัฒนาการมาจากบรรพบุรุษเดียวกันในยุคพาลีโอซีน คือ ชนิด *Catostomus macrocheilus* และ *C. commersoni* โดยบรรพบุรุษของปลาทั้งสองชนิดจะแยกกลุ่มกันไปเมื่อหมดยุคน้ำแข็ง โดยออกไปทางแม่น้ำโคลัมเบีย กลุ่มหนึ่ง และอีกกลุ่มหนึ่งก็จะไปทางตะวันตกของอเมริกา ทั้งในด้านสภาพแวดล้อม ที่อยู่อาศัย และการสืบพันธุ์ ปลาสองชนิดนี้จะมีความคล้ายคลึงกันมาก เมื่อนำมันมาผสมข้ามพันธุ์กัน ลูกที่ออกมา ก็จะแยกตัวออกจากกลุ่ม และไม่มีตัวใดกลับไปผสมกับพันธุ์เดิมเลย ดังนั้น ทั้งในด้านรูปร่างและพฤติกรรมของปลาทั้งสองชนิดนี้ มีแนวโน้มว่าจะมีความแตกต่างกันมากขึ้นเรื่อยๆ เรียกว่า การเกิดแทนที่ของลักษณะต่างๆ (character displacement)

การเกิดแทนที่ของลักษณะต่างๆ บางครั้งสามารถเกิดได้รวดเร็วมาก เช่น ในทะเลสาบมิชิแกน ที่มีปลาโบเตอร์ (native bloater) เป็นปลาพื้นเมืองในสปีชีส์ *Coregonus hoyi* มีพฤติกรรมการกินอาหารที่เปลี่ยนไป ซึ่งจากที่เคยกินแพลงตอน ก็เปลี่ยนไปกินพวกเบนธอสแทน เมื่อนำปลาเอลไวฟ์ *Alosa pseudoharengus* มาปล่อยใหม่ การเปลี่ยนแปลงก็เกิดได้เร็วมากเมื่อต้องมีการแข่งขันกัน ซึ่งใช้เวลาเพียง 20 ปีเท่านั้น แสดงว่าการถูกบีบบังคับทำให้เกิดการคัดเลือก เพราะไม่สามารถเอาชนะปลาเอลไวฟ์ได้ จึงปรับตัวไปหาอาหารจากก้นทะเลแทน พวกที่สามารถอยู่รอดได้ก็เนื่องจากประสบความสำเร็จในการพัฒนาประสิทธิภาพของซีกรองให้สั้นลง และลดจำนวนลง การเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ถือเป็นปัจจัยสำคัญของการเกิดแทนที่ลักษณะ ที่ทำให้ปลาโบเตอร์ สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในขณะที่ปลาพวกอื่นๆ ที่กินแพลงตอน เริ่มฝืดเคืองเรื่องอาหาร และมีจำนวนลดน้อยลงไป

ตัวอย่างนี้แสดงให้เห็นว่า ภายใต้สภาพแวดล้อมที่ถูกบังคับ สามารถทำให้วิวัฒนาการถูกแทนที่ได้อย่างรวดเร็ว และยังเป็นข้อสงสัยอยู่ว่า ต้องใช้เวลานานเท่าไร ที่สิ่งมีชีวิตสปีชีส์ใหม่จะแยกตัวออกจากบรรพบุรุษเดิมโดยสิ้นเชิง

สิ่งมีชีวิตสองสปีชีส์ บางครั้งอาจแยกกันได้โดยไม่ต้องแยกกันทางภูมิศาสตร์เลย เรียกเหตุการณ์นี้ว่า sympatric speciation เช่น เมื่อผ่านการผสมข้ามพันธุ์ของปลาในวงศ์เดียว 2-3 สปีชีส์ จะทำให้ปลาถูกผสมบางสปีชีส์ในวงศ์ Poeciliidae มีเพศเดียว โดยการทดสอบนี้สามารถนำมาทดสอบซ้ำได้อีกในห้องปฏิบัติการ

การผสมข้ามพันธุ์(Hybridization)

ในปลาน้ำจืด การผสมข้ามพันธุ์ถือเป็นเรื่องปกติ การศึกษาวิวัฒนาการจึงมีความสับสนมาก ถ้าลูกผสมที่เกิดใหม่สามารถอยู่รอดได้ ก็จะได้ปลาชนิดใหม่ขึ้น เช่น การกลายเป็นปลาเทศเดียว หรือมีโครโมโซม 4 ชุด ในพวกปลาในยุงชนิดหนึ่งที่สามารถดำรงเผ่าพันธุ์อยู่ได้ การกำจัดปลาเหล่านี้ออกไปจากประชากรในสปีชีส์เดียวกันทำได้ง่าย โดยเฉพาะเมื่อมีมนุษย์มาเกี่ยวข้องด้วย เช่น เมื่อมีการผสมข้ามพันธุ์กันระหว่างปลาคัทธรอทเทรต (cutthroat trout) *Salmo clarki* กับปลาเรนโบว์เทรต *Salmo gairdneri* ทำให้ปลาเรนโบว์เทรต มีฟีโนไทป์ที่เด่นกว่า หลังจากผ่านกระบวนการผสมข้ามพันธุ์ไปหลายรุ่นก็แสดงออกได้มากกว่า จึงทำให้ปลาคัทธรอทเทรต สูญหายไปจากบริเวณแม่น้ำเกรทเบซิน ของสหรัฐอเมริกา

การผสมข้ามพันธุ์เพื่อปรับปรุงพันธุ์ให้ได้ลูกผสมตามความต้องการของมนุษย์ แต่พบว่าปลาบางกลุ่มสามารถผสมข้ามพันธุ์กันภายในประชากรของปลาสองสปีชีส์ และแยกกลุ่มประชากรมาผสมพันธุ์กันเองไม่ได้ เมื่อเกิดการผสมข้ามพันธุ์กันภายใต้สภาวะที่เหมาะสมอาจทำให้เกิด gene flow และทำให้ได้ประชากรลูกผสมที่มีลักษณะแปลกใหม่ที่ดีขึ้นก็ได้ การผสมข้ามพันธุ์ของปลาหลายชนิดสามารถทำได้อย่างอิสระ ลูกผสมที่ได้ไม่เป็นหมันและกลับไปผสมกับพ่อแม่พันธุ์เดิมได้ จึงทำให้ได้ปลาที่มีลักษณะแปลกใหม่และดีกว่าเดิมมาก ซึ่งตรงกับความต้องการของมนุษย์ โดยเฉพาะในวงการเพาะเลี้ยงปลาสวยงาม เช่น ลูกผสมปลาหางดาบสกุล *Xiphophorus* ในวงศ์ *Poeciliidae* แต่ปลาพวกนี้มักไม่ค่อยผสมข้ามพันธุ์ในธรรมชาติ หากมีการผสมลูกผสมที่ได้ก็จะมีชีวิตอ่อนแอ และตายก่อนถึงวัยผสมพันธุ์

ความเป็นหมันของลูกผสม (Hybrid sterility)

ปลาลูกผสมมักจะเป็นหมันเมื่อพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยแล้ว เช่น ลูกผสมปลาชันฟิชสกุล *Lepomis* ในวงศ์ *Centrarchidae* โดยเฉพาะเมื่อปลาบลูกิลชันฟิชกับปลากรีนชันฟิช (*Lepomis macrochirus* X *L. cyanellus*) ผสมกัน หากเลี้ยงปลาสองชนิดนี้ในกระชังที่ใกล้กัน ปลากรีนชันฟิชตัวผู้ก็มักจะกระโดดมาในกระชังของปลาบลูกิลชันฟิช เพื่อสวมนอกรอบนํ้าเชื้อลงในไข่ของปลาบลูกิลชันฟิช ความแตกต่างของลูกผสมที่เกิดมาจะเห็นได้อย่างชัดเจน โดยจะมีลักษณะของเฮเทอโรซิส คือ จะมีเฉพาะตัวผู้ เป็นหมัน และโตเร็วกว่าพ่อแม่พันธุ์แท้

แม้ว่าลูกผสมของปลาบางชนิดจะไม่เป็นหมัน แต่อัตรารอดจะมีต่ำและการผสมพันธุ์ก็มีประสิทธิภาพที่ต่ำด้วย ในการผสมพันธุ์และการดำรงชีวิตอยู่ในธรรมชาติ พ่อแม่พันธุ์แท้มักได้เปรียบกว่า แต่ลูกผสมอาจได้เปรียบกว่าในหลายเรื่องก็ได้ หากมีการเลี้ยงอยู่ในสภาพที่ดีมีการจัดสรรเป็นพิเศษ เช่น ปลาดาร์เตอร์สองชนิดในสกุล *Percina* ที่มีการผสมพันธุ์และได้ลูกผสมออกมา ซึ่งจะพบ

มากตามลำธารที่มนุษย์ตัดแปลงแล้ว หากแหล่งวางไข่ของทั้งสองพันธุ์อยู่ใกล้กันก็อาจมีการผสมข้ามพันธุ์กันตามธรรมชาติ พบว่าตามลำธารเล็ก ๆ มักจะมีลูกผสมระหว่างปลาตะเพียน 3 ชนิด เพราะแหล่งวางไข่ของปลาทั้งสามชนิดนี้จะเป็นที่บริเวณก้อนกรวดในแหล่งเดียวกัน อาจมีการวางไข่ซ้อนทับกันในบางครั้ง

ยุคต่าง ๆ ที่ใช้ในการแบ่งสิ่งมีชีวิต

เพื่อให้เข้าใจเรื่องหมวดหมู่ของปลาได้ง่ายขึ้น จึงได้นำเรื่องเวลาทางธรณีวิทยาที่แบ่งช่วงเวลาต่าง ๆ ของโลกเราออกเป็นมหายุค ยุค และจุลยุค มาอธิบายดังนี้

1. มหายุคซีโนโซอิก(Coenozoic era) มีช่วงระยะเวลาตั้งแต่เมื่อ 66 ล้านปีล่วงมาแล้วจนปัจจุบัน

2. มหายุคมีโซโซอิก(Mesozoic era) มีช่วงระยะเวลาเมื่อ 66-250 ล้านปีล่วงมาแล้ว
3. มหายุคพาเลโอโซอิก(Paleozoic era) มีช่วงระยะเวลาเมื่อ 250-590 ล้านปีล่วงมาแล้ว
4. มหายุคพรีแคมเบรียน(Precambrian) มีช่วงระยะเวลาเมื่อ 590-4,500 ล้านปีล่วงมาแล้ว

มหายุคซีโนโซอิก แบ่งเป็น 2 ยุคคือ

1. ยุคควาเตอนารี(Quaternary period) แบ่งออกเป็น 2 จุลยุคคือ
 - 1.1 จุลยุคปัจจุบันจนถึงเมื่อ 25,000 ปีที่ผ่านมา
 - 1.2 จุลยุคพลีสโตซีน(Pleistocene) ตั้งแต่ 25,000-1,600,000 ปี
2. ยุคเตอเทียรี(Tertiary period) แบ่งออกเป็น 5 จุลยุคคือ
 - 2.1 จุลยุคไพลโอซีน(Pliocene) นับตั้งแต่ 1.6-12 ล้านปีที่ผ่านมา
 - 2.2 จุลยุคไมโอซีน(Miocene) นับตั้งแต่ 12-25 ล้านปีที่ผ่านมา
 - 2.3 จุลยุคโอลิโกซีน(Oligocene) นับตั้งแต่ 25-34 ล้านปีที่ผ่านมา
 - 2.4 จุลยุคอีโอซีน(Eocene) นับตั้งแต่ 34-60 ล้านปีที่ผ่านมา
 - 2.5 จุลยุคพาเลโอซีน(Paleocene) นับตั้งแต่ 60-66 ล้านปีที่ผ่านมา

มหายุคมีโซโซอิก แบ่งออกเป็น 3 ยุคคือ

1. ยุคครีตาเซียส(Cretaceous period) ประมาณ 66-140 ล้านปี
2. ยุคจูราสสิก(Jurassic period) ประมาณ 140-210 ล้านปี
3. ยุคไทรแอสสิก(Triassic period) ประมาณ 210-250 ล้านปี

มหายุคพาเลโอโซอิก แบ่งออกเป็น 7 ยุคคือ

1. ยุคเพอร์เมียน(Permian period) ประมาณ 250-290 ล้านปี
2. ยุคเพนซิลวาเนียน(Pennsylvanian period) ประมาณ 290-325 ล้านปี

3. ยุคมิสซิสซิปปี(Mississippian period) ประมาณ 325-360 ล้านปี
4. ยุคดีโวเนียน(Devonian period) ประมาณ 360-410 ล้านปี
5. ยุคไซลูเรียน(Silurian period) ประมาณ 410-440 ล้านปี
6. ยุคออรัโดวิเซียน(Ordovician period) ประมาณ 440-500 ล้านปี
7. ยุคแคมเบรียน(Cambrian period) ประมาณ 500-590 ล้านปี

ยุคเพนซิลวาเนียนและยุคมิสซิสซิปปี อาจรวมกันเป็นยุคคาร์บอนิเฟอรัส(Carboniferus period)

การเรียกชื่อตัวอย่างที่นำมาจำแนกชนิด

ตัวอย่างของปลาที่นำมาศึกษา การเรียกชื่อจะมีความสำคัญมาก เพราะตัวอย่างแต่ละตัวที่กำหนดไว้จะทำให้ผู้ที่มาศึกษาที่หลังเข้าใจและทราบถึงความสำคัญ เช่น

Type of family หมายถึง ต้นแบบของจีนัสหรือสกุลต่างๆ ที่เป็นรากฐานของวงศ์ หรือ subfamily ชื่อที่เขียนมักลงท้ายด้วย -dae และ -nae ตามลำดับ เช่น family Cyprinidae, subfamily Cyprininae เป็นต้น
Type of genus หมายถึง จีนัสต่างๆ ที่ใช้เป็นหลักของวงศ์

Type of species หมายถึง สปีชีส์ต่างๆ ที่ใช้เป็นหลักของจีนัส

Type of specimens หมายถึง ตัวอย่างต่างๆ ที่นำมาเป็นหลักในการจำแนกหรือวิเคราะห์ชนิด แล้วเก็บไว้เป็นหลักฐาน เพื่อให้เข้าใจจะมีการเรียกชื่อนี้

-Holotype หมายถึง ตัวอย่างศึกษาตัวเดียวที่นำมาให้ชื่อสปีชีส์ สมมุติว่าเราเก็บตัวอย่างมา 100 ชนิดเพื่อวิเคราะห์ เราก็เลือกตัวที่ดีมาเป็นตัวแทน 10 ตัว แล้วเลือกตัวอย่างที่ดีที่สุดมาเป็น holotype

-Paratype หมายถึง ตัวอย่างปลาตัวเดียวหรือหลายตัว ที่ผู้ศึกษาเลือกมาเป็นตัวแทนต่อจาก holotype เช่น เมื่อเลือกตัวแทนที่ดีที่สุดเป็น holotype แล้ว อีก 9 ตัวที่เหลือคือ paratype

-Syntype หมายถึง ตัวอย่างปลา หนึ่งในจำนวนหลายๆ ตัวที่เก็บมาในเวลาและสถานที่เดียวกับ holotype

-Lectotype หมายถึง ตัวอย่างปลาที่ถูกเลือกมาเป็น holotype จาก syntype ในภายหลังเพื่อส่งไปให้สถานศึกษาอื่นๆ

-Neotype หมายถึง ตัวอย่างปลาที่ถูกเลือกหรือหามาแทน holotype ที่ถูกทำลายหรือสูญหายไป

-Topotype หมายถึง ตัวอย่างปลาที่เก็บมาจากแหล่งเดียวกับที่เก็บ holotype มา แต่ต่างเวลากัน

การจำแนกปลาในปัจจุบัน

ในปัจจุบันการจำแนกปลาจะแตกต่างไปจากในอดีตเมื่อ 10-15 ปีที่แล้วไม่มากนัก ยังใช้ชื่อเดิมเป็นส่วนใหญ่ จะเปลี่ยนใหม่ก็แต่เฉพาะตำแหน่งในระดับชั้นต่างๆ และมีการแบ่งย่อยมากขึ้น ตามหลักของ Nelson ได้จัดปลาไว้ในไฟลัม Chordata ชั้นไฟลัม Vertebrata(Craniata) แล้วแบ่งออกเป็นซูเปอร์คลาส คลาส ชั้นคลาส ออร์เดอร์ วงศ์ ต่างๆ ตามลำดับดังนี้

1. Superclass Agnatha (cyclostomata, Marsipobranchii) ไม่มีขากรรไกร ไม่มีครีบ

Class Myxini แส็กฟิช

Class Pteraspodomorphi* ปลาโบราณ เช่น พวกซีโลดอนท์

Class Cephalaspidomorphi แลมเพรย์ Hemiclaspis

2. Superclass Gnathostomata ปลามีขากรรไกร

Class Placodermi* ปลาโคเดิร์ม

Class Chondrichthyes ปลากระดูกอ่อน

Subclass Holocephali ปลาที่มีแผ่นปิดช่องเหงือก 4 ช่อง เปิด 1 ช่อง

Order Chimaeriformes แรทฟิช

Subclass Elasmobranchii ปลาที่มีช่องเหงือก 5-7 ช่อง

Order Heterodontiformes ฉลามหัวทุ๋ ฉลามพอร์ดแจ๊คสัน

Order Orectolobiformes ฉลามคาร์เพต

Order Carcharhiniformes ฉลามหัวค้อน ฉลามกินคน

Order Lamniformes ฉลามทราย ฉลามเสือ

Order Hexanchiformes frill shark, cow shark

Order Squaliformes bramble shark, sleeper shark

Order Squatiniformes angel shark

Order Pristiophoriformes saw sharks

Order Rajiiformes กระเบน, ฉนาก, กระเบนไฟฟ้า

Class Acanthodii* Climatius, Acanthodes

Class Sarcopterygii ปลามีครีบเป็นพู่เนื้อและพวกสัตว์สี่เท้า

Subclass Coelacanthimorpha

Order Coelacanthiformes ซีลาแคนท์

Subclass Porolepimorpha and Dipnoi

Infraclass Porolepimorpha* ปลาโบราณ

Infraclass Dipnoi(Dipneusti) ปลาที่มีปอด

Order Ceratodontiformes ปลาที่มีปอดออสเตรเลีย

Order Lepidosireniformes ปลาที่มีปอดอเมริกาใต้ และแอฟริกา

Subclass Rhizodontimorpha* ปลาโบราณ

Subclass Osteolepimorpha* ปลาโบราณ

Subclass Tetrapoda*** สัตว์สี่เท้า

Class Actinopterygii ปลาที่มีครีบเป็นก้านครีบ(ray-finned fishes)

Subclass Chondrostei

Order Polypteriformes ปลาไบเคอร์

Order Acipenseriformes ปลาเตอบีขน แพนเคิลฟิช

Subclass Neopterygii

Order Semionotiformes ปลาการ์

Order Amiiformes ปลาโบว์ฟัน

Division Teleostei

Subdivision Osteoglossomorpha

Order Osteoglossiformes ปลากลาย ตะพัด อะราไพมา

Subdivision Dlopomorpha

Order Elopiformes ปลาตาเหลือง tarpons, ten pounders

Order Albuliformes bonefishes, spiny eels

Order Anguilliformes ปลาฉูหนา หลด ขอดจาก

Order Saccopharyngiformes gulpers, swallowers

Subdivision Clupeomorpha

Order Clupeiformes ปลิงเขียว ออกแระ มงโกรย

Subdivision Euteleostei

Superorder Ostariophysii

Order Gonorhynchiformes นวลจันทร์, beaked sandfish

Order Cypriniformes ตะเพียน ยี่สก ปลาไน ปลาจีน ชิว

Order Characiformes ไผ่, hatchetfishes

Order Siluriformes คูก กด คางเบื่อน แขนง สวาย

Order Gymnotiformes knifefishes

Superorder Protacanthopterygii

Order Esociformes ไผ่

Order Osmeriformes deep-sea smelt, icefish, spookfish

Order Salmoniformes แซลมอน

Superorder Stenopterygii

Order Stenopterygii lightfishes, dragonfish

Order Ateleopodiformes jellynose fishes

Superorder Cyclosquamata

Order Aulopiformes telescopefishes, sabertooth

Superorder Scopelomorpha

Order Myctophiformes lanternfishes

Superorder Lampridiorhynchi

Order Lampridiformes thread-tail, ribbonfishes

Superorder Polymixiiformes

Order Polymixiiformes beardfishes

Superorder Paracanthopterygii

Order Percopsiformes ปลาถ้ำ(ตาบอด)

Order Ophidiiformes ปลาไข่มุก

Order Gadiiformes tadpole cod, rattails, luminous hake

Order Batrachoidiformes ปลาคางคก

Order Lophiiformes แองเกลอร์ ปลากระบี่ goosefishes

Superorder Acanthopterygii

Order Mugiliformes ปลากระบอก

Order Atheriniformes ปลาหัวแข็ง ปลาเรนโบว์

Order Beloniformes ปลาเข็ม กระตู่เหว นกกระจอก

Order Cyprinodontiformes หัวตะกั่ว กินยุง

Order Stephanoberyciformes pricklefishes

Order Beryciformes ปลาข้าวเม้า, spinyfins

Order Zeiformes ปลาลูซอน ปลาคอริส

Order Gasterosteiformes ปากแตร ม้าน้ำ สติ๊กเกลแบค

Order Synbranchiformes ไหล่น้ำจืด หลด

Order Scopaeniformes ปลาสิงโต ปลาแมงป่อง

Order Perciformes กะรัง นกขุนทอง กะพง

Order Pleuronectiformes ลิ้นหมา ซีกเดียว

Order Tetraodontiformes ปักเป้า สี่เหลี่ยม ปลาหัว กวาง

2.3 น้ำและแหล่งน้ำ

“น้ำ” ตามความหมายในพจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน หมายถึง สารประกอบซึ่งมีองค์ประกอบเป็นธาตุไฮโดรเจน และออกซิเจนในอัตราส่วน 1 ต่อ 8 โดยน้ำหนัก เมื่อบริสุทธิ์มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีกลิ่น ไม่มีสี ไม่มีรส มีประโยชน์มาก เช่น ใช้ดื่ม ชำระสิ่งสกปรก น้ำทางสิ่งแวดล้อม หมายถึง ทรัพยากรธรรมชาติชนิดหนึ่ง ที่มีการเกิดทดแทนหมุนเวียนเปลี่ยนแปลงได้ตามวัฏจักรและมีความเกี่ยวข้องกับทรัพยากรอื่น ๆ มาก

ประเภทแหล่งน้ำ แหล่งน้ำตามธรรมชาติและที่จัดขึ้นเพื่อนำน้ำมาใช้ประโยชน์ สามารถจัดจำแนกได้ 4 ประเภท ได้แก่

1) แหล่งน้ำผิวดิน ได้แก่ น้ำในแม่น้ำ ลำคลอง ห้วยหนอง คลอง บึง ทะเลสาบ ตลอดจนอ่างเก็บน้ำ น้ำผิวดินเป็นแหล่งน้ำจืดที่มีความสำคัญมากที่สุด และมีปริมาณมากที่สุด แต่น้ำผิวดินมักมีปัญหาด้านคุณภาพ โดยเฉพาะสมบัติทางกายภาพและชีวภาพ ดังนั้นการนำไปใช้อุปโภคบริโภคที่ปลอดภัยควรมีการปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อน

2) แหล่งน้ำใต้ดิน ได้แก่ น้ำที่อยู่ในชั้นดินหรือหินของพื้นผิวโลก น้ำใต้ดินเกิดจากน้ำผิวดินซึมผ่านชั้นดินหรือหินที่น้ำซึมผ่านไม่ได้ ในเขตชนบทนิยมดื่มน้ำใต้ดิน เนื่องจากน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำที่สะอาด

3) น้ำใต้ดินชั้นบนหรือน้ำในดิน พบในชั้นดินชั้น ๆ น้ำจะขังตัวอยู่ระหว่างชั้นดินที่เนื้อแน่นเกือบไม่ซึมน้ำอยู่ไม่ลึกจากผิวดินมากนัก ออกซิเจนละลายอยู่พอประมาณ จะมีสารแขวนลอยอยู่มาก ความขุ่นมาก

4) แหล่งน้ำจากฟ้าหรือน้ำฝน ได้แก่ น้ำจืดที่เกิดจากการตกลงมาของฝน มีความสะอาดที่สุด เป็นแหล่งน้ำที่สำคัญที่มนุษย์ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ปริมาณน้ำฝนที่ตกในแต่ละปีประมาณ 800,000 ล้านลูกบาศก์เมตร โดยสามารถกักเก็บน้ำไว้ในอ่างเก็บน้ำได้ประมาณ 60,000 ล้านลูกบาศก์เมตร แต่ในปัจจุบันน้ำฝนในบางพื้นที่มีสารมลพิษปนเปื้อนจึงไม่ปลอดภัยสำหรับการอุปโภคบริโภค โดยเฉพาะตามแหล่งที่มีอุตสาหกรรมหนาแน่น

ความสำคัญของน้ำ

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ ได้มีผู้กล่าวถึงความสำคัญของน้ำไว้ เช่นน้ำจืดเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของร่างกายมนุษย์ นอกจากนี้ยังเป็นแหล่งกำเนิดของสิ่งมีชีวิต เช่น พืช สัตว์ ก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์และรักษาสมดุลของระบบนิเวศ การใช้น้ำในการอุปโภคบริโภค ใช้ทำอาหาร ชำระร่างกาย ใช้ในกระบวนการผลิต ของโรงงาน อุตสาหกรรม ได้แก่ ใช้หล่อเย็น ระบายความร้อน ใช้ในการผลิตน้ำดื่ม และชำระสิ่งสกปรกในโรงงาน ใช้ทรัพยากรน้ำเป็นพลังงาน ได้แก่ ใช้ผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้น้ำเพื่อการเกษตร ทั้งน้ำฝนและน้ำจากชลประทาน ใช้เพื่อการพักผ่อนหย่อนใจในรูปแบบต่าง ๆ เช่น สวนสาธารณะ สระว่ายน้ำ แหล่งน้ำตกปลา และบริเวณน้ำตก ใช้เพื่อการคมนาคมขนส่งและใช้น้ำเพื่อขับไล่น้ำเค็ม (ความสำคัญของน้ำ, 2552)

สวัสดี โนนสูง (2546 : 27-28) ได้กล่าวว่า น้ำมีประโยชน์ต่อมนุษย์หลายประการ คือมีความจำเป็นต่อความคงอยู่ของชีวิต ร่างกายคนจะมีน้ำประกอบอยู่ร้อยละ 70 ช่วยในการย่อยอาหาร ช่วยปรับอุณหภูมิของร่างกาย มีความสำคัญต่อการตั้งถิ่นฐานของมนุษย์ เพราะแหล่งน้ำก่อให้เกิดความอุดมสมบูรณ์ เป็นแหล่งหรือบ่อเกิดของทรัพยากรอื่น เช่น ก่อให้เกิดทรัพยากรป่าไม้ เป็นแหล่งอาหารทะเลและน้ำจืด มีความจำเป็นต่อการผลิตทางการเกษตรและอุตสาหกรรม เช่น การเพาะปลูก การ

เลี้ยงสัตว์การผลิตผลไม้กระป๋อง อุตสาหกรรมเหมืองแร่และการผลิตเหล็กกล้า ใช้ผลิตพลังงาน เช่น การสร้าง เขื่อนกั้นน้ำและอาศัยพลังงานผลิตกระแสไฟฟ้า ใช้ชำระล้างสิ่งสกปรก เช่น ใช้ซักล้าง เครื่องนุ่งห่ม และ เครื่องมือเครื่องใช้ต่างๆ ใช้เป็นตัวทำละลายและเจือจางสารอื่น เพราะน้ำมีฤทธิ์เป็นกลางจึงทำให้ คุณสมบัติของสารอื่นเปลี่ยนแปลง เป็นแหล่งพักผ่อนหย่อนใจ ใช้ในการดับเพลิง อำนวยประโยชน์ทางด้านการคมนาคมและขนส่ง มีประโยชน์ทางการเมืองและความมั่นคงของประเทศ แม่น้ำเป็นสิ่งที่คิดขวางตามธรรมชาติ

การเก็บตัวอย่างน้ำผิวดิน

การเก็บตัวอย่างน้ำจำเป็นต้องเลือกวิธีเก็บตัวอย่างที่เหมาะสม ซึ่งเก็บได้ 2 วิธี คือ

1) การเก็บแบบจ้วง (Grab samples) คือตัวอย่างน้ำที่ได้จากการเก็บเป็นครั้งๆ จะละ 1 ตัวอย่าง ในเวลาที่กำหนดการเก็บแบบนี้ตัวอย่างจะเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำเฉพาะเวลาและเฉพาะจุดที่เก็บเท่านั้น ซึ่งการเก็บแบบจ้วงนี้เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างของน้ำประปา น้ำผิวดิน และน้ำบ่อ

2) การเก็บแบบผสมรวม (Composite samples) คือตัวอย่างที่ได้จากการเก็บตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำทั้งวัน เป็นการเก็บแบบจ้วงที่เก็บจากจุดเดียวกัน แต่เวลาต่างกันมาผสมกันเป็นการเฉลี่ยความเข้มข้นของตัวอย่าง ณ จุดเก็บ ในช่วงเวลาหนึ่ง ๆ ซึ่งมาตรฐานมักใช้ช่วงเวลาเก็บ 24 ชั่วโมง และถือว่าตัวอย่างแบบผสมรวมนี้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น วิธีการเก็บตัวอย่างแบบผสมรวมนี้มักใช้กับตัวอย่างน้ำสภาพทางเคมีและกายภาพไม่คงที่ในแต่ละช่วงเวลา เนื่องจากกิจกรรมที่ปฏิบัติ เช่น น้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

จุดเก็บตัวอย่าง แม่น้ำลำธารให้เก็บตัวอย่างน้ำดังนี้ ลำน้ำไม่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน ให้เก็บ 3 จุด คือ จุดที่ห่างจากตลิ่งเท่ากับ 1 ใน 4 ของความกว้างของลำน้ำ และจุดที่มีความลึกเท่ากับ 2 ใน 10 ของความลึก ณ แต่ละจุด และ 8 ใน 10 ของความลึกแต่ละจุด

ภาชนะที่บรรจุตัวอย่าง ลักษณะของภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างจะเป็นขวดพลาสติกเพราะมีน้ำหนักเบาและสะดวกต่อการขนส่ง ราคาถูก แต่ไม่สามารถใช้เก็บตัวอย่างได้ทั้งหมด ดังนั้นลักษณะของภาชนะที่ใช้จะต้องมีความเหมาะสมสำหรับแต่ละพารามิเตอร์ สิ่งที่ต้องพิจารณา คือ สิ่งปนเปื้อนที่มากับตัวเนื้อของภาชนะที่บรรจุตัวอย่างน้ำว่ามีผลต่อพารามิเตอร์นั้น ๆ หรือไม่ การเก็บรักษาตัวอย่างน้ำควรคำนึงถึงวัตถุประสงค์ในการนำมาวิเคราะห์ เพราะการวิธีจะถูกหรือไม่ขึ้นขึ้นอยู่กับ การเก็บรักษาตัวอย่าง หากเก็บไม่ถูกวิธีจะทำให้ผลการ วิเคราะห์ผิดพลาด

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

1) การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อที่เจาะใหม่ ให้เก็บขณะทำการทดสอบปริมาณน้ำ

โดยเก็บก่อนหยุดสูบ ประมาณ 15 นาที

2) การเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อที่ได้รับใบอนุญาตใช้น้ำแล้ว ให้เก็บหลังจากเริ่มสูบน้ำ
ใช้ในวันที่จะเก็บตัวอย่าง ไม่น้อยกว่า 15 นาที

3) ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ ต้องเป็นขวดพลาสติกหรือขวดแก้วที่สะอาด
จะต้องล้างทั้งขวดและฝาด้วยตัวอย่างน้ำที่จะเก็บประมาณ 2-3 ครั้ง เก็บตัวอย่างน้ำให้เต็มขวดปิดฝา
ให้แน่น แล้วรีบนำส่งวิเคราะห์ทันที

4) ปริมาณน้ำตัวอย่างที่เก็บจะต้องไม่น้อยกว่า 1.5 L

การกำหนดมาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำ (กรมควบคุมมลพิษ)

มาตรา 32 แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535
บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กำหนดมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมเพื่อเป็นเป้าหมาย
ในการรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมให้อยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม ซึ่งมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม นี้จะต้อง
อาศัยหลักวิชาการ และหลักการทางวิทยาศาสตร์เป็นพื้นฐานโดยจะต้องคำนึงถึงความเป็นไปได้ใน
เชิงเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

มาตรฐานคุณภาพแหล่งน้ำเป็นมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อมชนิดหนึ่ง มีวัตถุประสงค์

1. เพื่อควบคุมและรักษาคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำให้เหมาะสมกับการใช้ประโยชน์ และมีความ
ปลอดภัยต่อสุขภาพอนามัยของประชาชน

2. เพื่ออนุรักษ์ทรัพยากร และสภาพแวดล้อมตามธรรมชาติ

สำนักจัดการคุณภาพน้ำ กรมควบคุมมลพิษ ได้นำเสนอมาตรฐานคุณภาพแหล่ง น้ำ 2 ฉบับ
คือ มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน และมาตรฐานคุณภาพน้ำทะเลชายฝั่ง ต่อคณะกรรมการ
สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ซึ่ง ฯพณฯ นายกรัฐมนตรี ในฐานะประธานคณะกรรมการ สิ่งแวดล้อมแห่งชาติ
ได้ลงนามเมื่อวันที่ 20 มกราคม 2537

แหล่งน้ำผิวดินได้แบ่งการใช้ประโยชน์ออกเป็น 5 ประเภท ดังตารางที่ 2

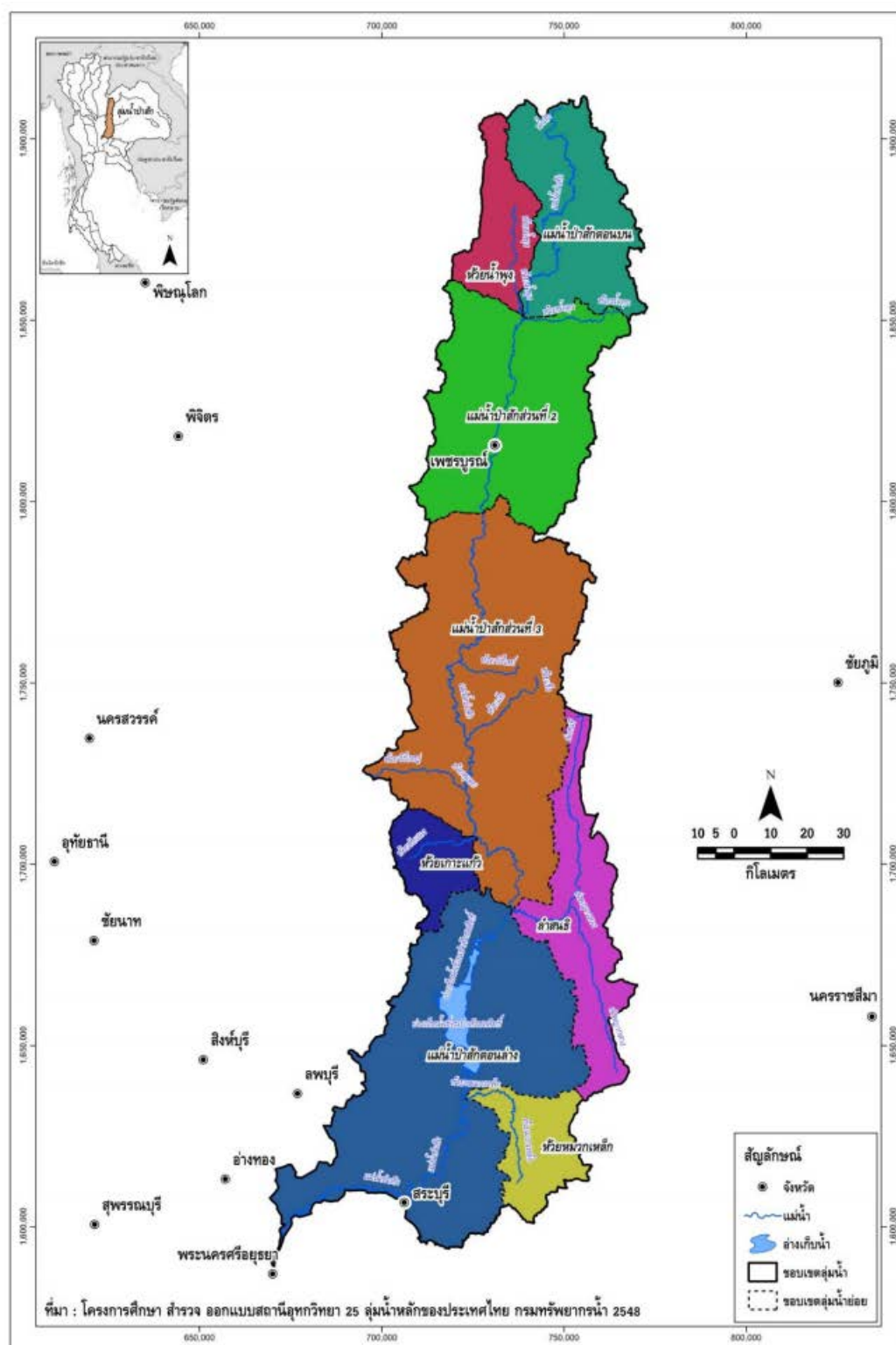
ประเภทที่ 1	ได้แก่แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ
ประเภทที่ 2	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ (3) การประมง (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ
ประเภทที่ 3	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การเกษตร
ประเภทที่ 4	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (2) การอุตสาหกรรม
ประเภทที่ 5	ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2.4 กลุ่มน้ำป่าสัก

กลุ่มน้ำป่าสักเป็นกลุ่มน้ำสายยาว แบ่งเป็นตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ซึ่งกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน เป็นบริเวณที่มีลักษณะภูมิประเทศเป็นเทือกเขาสูง เป็นต้นน้ำบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ นอกจากนี้ กลุ่มน้ำป่าสักตอนบนครอบคลุมพื้นที่บางส่วนของอำเภอด่านซ้าย จังหวัดเลย, อำเภอโนนหวาด อำเภอหล่มเก่า และอำเภอหล่มสัก จังหวัดเพชรบูรณ์ ถือว่าเป็นแหล่งน้ำที่มีความสำคัญ เป็น

สายน้ำหล่อเลี้ยงการดำรงชีวิตของประชากรในจังหวัดเพชรบูรณ์ โดยจังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีประชากรลุ่มน้ำป่าสักมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 55.53 ของประชากรทั้งลุ่มน้ำ (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร, 2556) การใช้ประโยชน์จากลุ่มน้ำป่าสักตอนบน มีการใช้ประโยชน์ในหลากหลายด้าน ได้แก่ การใช้เป็นแหล่งที่อยู่อาศัยปลูกสร้างบ้านเรือน และแหล่งทำกิน ทำการเกษตรกรรม เช่น ทำนา ทำไร่ข้าวโพด เป็นต้น (สุวิทย์ วรรณศรี, 2554) นอกจากนี้ก็ยังมีการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรทางน้ำ จำพวกปลาด้วยเช่นกัน ซึ่งการนำปลา และทรัพยากรทางน้ำมาใช้ประโยชน์ หากไม่มีการจัดการที่ดี อาจจะทำให้ปริมาณปลาลดจำนวนลง และอาจส่งผลกระทบต่อความหลากหลายทางชนิดพันธุ์ของปลา ซึ่งเป็นสิ่งสะท้อนถึงความอุดมสมบูรณ์ของแหล่งน้ำได้ (พิเชษฐ แก้วเขียว และคณะ, 2556) ลุ่มน้ำป่าสักเป็นลุ่มน้ำสาขาทางทิศตะวันออกของลุ่มน้ำเจ้าพระยาที่มีลักษณะรูปร่างแคบเรียวยาวคล้ายขนนก ครอบคลุมพื้นที่ในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรี สระบุรี และพระนครศรีอยุธยา มีความกว้างประมาณ 45 กิโลเมตร ความยาวของลุ่มน้ำประมาณ 350 กิโลเมตร และมีพื้นที่รวมของลุ่มน้ำทั้งหมดประมาณ 16,292 ตารางกิโลเมตร (บุญยืน จิราพงษ์, 2538)

ลักษณะภูมิประเทศของลุ่มน้ำป่าสักตอนบนจะเป็นบริเวณเทือกเขาเพชรบูรณ์ซึ่งเป็นเทือกเขาสูง ล้อมบริเวณด้านเหนือ ด้านตะวันตกและด้านตะวันออกของจังหวัดเพชรบูรณ์และมีพื้นที่ราบอยู่ตอนกลาง มีความลาดชันเฉลี่ยประมาณ 1:1,400 จากทิศเหนือลงไปทิศใต้พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง ประมาณ 110-115 เมตร ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนกลางมีลักษณะเป็นพื้นที่ราบสลับเนินเขาและภูเขา มีความ สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางประมาณ 45-60 เมตร ลาดเทลงมาทางทิศใต้โดยพื้นที่ทางทิศตะวันตกและทิศใต้ เป็นพื้นที่ค่อนข้างราบสลับเนินเขา ส่วนพื้นที่ทางทิศตะวันออกยังคงเป็นเทือกเขาและภูเขาสลับเนินเขา ครอบคลุมบริเวณตอนล่างของจังหวัดเพชรบูรณ์พื้นที่จังหวัดลพบุรีสระบุรีชัยภูมิและนครราชสีมาบางส่วน ส่วนพื้นที่ลุ่มน้ำป่าสักตอนล่าง บริเวณด้านตะวันออกตอนล่างและตะวันออกเฉียงใต้จะเป็นแนว เทือกเขาแดงพญาเย็น เขาสามหลั่น ต่อเนื่องถึงอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่ พื้นที่ที่มีความสูงจากระดับน้ำทะเล ปานกลางประมาณ 5-30 เมตร ความลาดชันเฉลี่ยตามแนวลำน้ำป่าสักประมาณ 1:7,000 ครอบคลุมบริเวณ บางส่วนของจังหวัดสระบุรี นครราชสีมา และจังหวัดนครศรีอยุธยา แม่น้ำป่าสักเป็นแม่น้ำสายหลัก มีต้นน้ำอยู่บริเวณเทือกเขาตอนบนในเขตจังหวัดเลย ไหลจากทิศ เหนือลงสู่ทางใต้โดยไหลผ่านพื้นที่ของจังหวัดเพชรบูรณ์ ลพบุรีลงเขื่อนป่าสักชลสิทธิ์และไหลผ่านจังหวัดสระบุรี สู่เขื่อนทดน้ำพระราม 6 และไหลบรรจบกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่จังหวัดพระนครศรี-อยุธยา รวมความยาวทั้งสิ้น ประมาณ 700 กิโลเมตร มีลำน้ำสาขาแยกไปทางตะวันตกและตะวันออก แต่ลำน้ำสาขาส่งส่วนใหญ่จะสั้นและพื้นที่ รับน้ำมีขนาดเล็ก ลำน้ำสาขาที่สำคัญได้แก่ ห้วยน้ำพุ ห้วยป่าแดง ห้วยขอนแก่น ลำก่ง ห้วยเกาะแก้ว ลำสนธิ ห้วยมวกเหล็ก เป็นต้น โดยรูปตัดตามแนวลำน้ำแม่น้ำป่าสัก



ภาพที่ 1 สภาพภูมิประเทศและลำน้ำสาขา ในลุ่มน้ำป่าสัก (สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2555)

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศศิมล สกุลไทยเทียนชัย (2550) การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจและเก็บตัวอย่างของปลาในแม่น้ำว่าและแม่น้ำมาง เขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่ระบุชนิด จำนวน และจัดทำคู่มือวิเคราะห์ชนิดของปลาที่พบ เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือนกันยายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ระยะเวลา 6 เดือนกำหนดสถานที่เก็บ ตัวอย่าง 6 สถานีโดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่ แห ข่ายดักปลา และสวิง ผลการศึกษาพบปลาจำนวนทั้งสิ้น 7 วงศ์ 17 สกุล 19 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ ปลาตะเพียน Cyprinidae พบจำนวน 11 ชนิด รองลงมาได้แก่ วงศ์ปลาช่อน Channidae จำนวน 2 ชนิด และวงศ์ ปลา ก้อ Balitoridae จำนวน 2 ชนิด วงศ์ ปลาแค้ Sisoridae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลาบู่ Gobidae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลาหลด Mastacembelidae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลากระทุงเหว Belontiidae จำนวน 1 ชนิด ชนิดที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือปลาจาด (*Poropuntius deauratus*) รองลงมาคือปลามอน (*Scaphiodonichthys acanthoplerus*) นอกจากนี้ยังพบปลานางอ้าว (*Raiamas guttatus*) ปลาหนามหลัง (*Myslacoleus marginalis*) ปลา น้ำ ห มี ก (*Opsarius pulchellus*) ปลา พ ล ว ง (*Neolissochilus stracheyi*) ปลามะไฟ, ตะเพียนน้ำตก (*Systomus stolilzkaenus*) ปลาข้อมือนาง (*Follfer brevifilis*) ปลา เลีย หิน (*Garra cambodyensis*) ปลามุด (*Garra fuliginosa*) และปลาเพ้า (*Sinilabeo elegans*)

สำเนาวิ เสาวกุล และคณะ (2555) การศึกษาผลของความหนาแน่นต่อการเจริญเติบโตและผลตอบแทนการเลี้ยงปลากดเหลืองในกระชัง ขนาด 1 x 2 x 0.9 เมตร ในอ่างเก็บน้ำมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตสุรินทร์ ระหว่างเดือนมีนาคม 2553 ถึง เดือนสิงหาคม 2553 วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด มี 3 ชุดทดลองๆ ละ 3 ซ้ำ อัตราความหนาแน่น 3 ระดับ คือ 100 120 และ 140 ตัวต่อตารางเมตร โดยให้อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดเม็ดลอยน้ำ มีองค์ประกอบโปรตีน 30 เปอร์เซ็นต์ ปล่อยปลาขนาดความยาวเฉลี่ย 14.54 ± 1.81 13.50 ± 1.63 และ 13.84 ± 1.21 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 42.57 ± 2.69 43.15 ± 2.10 และ 42.69 ± 2.97 กรัม เป็นระยะเวลา 6 เดือน เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลากดเหลืองมีความยาวเฉลี่ย 30.69 ± 1.98 28.20 ± 1.87 และ 29.33 ± 1.86 เซนติเมตร และน้ำหนักเฉลี่ย 242.69 ± 18.31 226.01 ± 20.45 และ 223.76 ± 6.92 กรัมตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) มีอัตราการรอดตาย ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 93.33 ± 2.08 92.06 ± 3.37 และ 92.86 ± 3.57 เปอร์เซ็นต์ พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และอัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.56 ± 0.04 มีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติกับที่ระดับความหนาแน่น 120 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.62 ± 0.08 ซึ่งแตกต่างจากที่ระดับความหนาแน่น 140 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.67 ± 0.05 และเมื่อพิจารณาผลตอบแทนการลงทุนการเลี้ยงปลากดเหลืองในกระชังที่ระดับความหนาแน่น 100 ตัวต่อตารางเมตร เท่ากับ 68.86 ± 2.43 เปอร์เซ็นต์ มีผลตอบแทนมากกว่าระดับ

ความหนาแน่น 120 และ 140 ตัวต่อตารางเมตร มีค่าเท่ากับ 67.41 ± 2.56 และ 64.56 ± 3.65 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

พิเชษฐ แก้วเขียว และคณะ (2556) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพันธุ์ปลาในลำห้วยแม่สาว ดำเนินการศึกษาในพื้นที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูง ตามพระราชดำริ บ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภอปง จังหวัดพะเยา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2555 ลุ่มตัวอย่างด้วยข่ายขนาดช่องตา คือ 20, 30 และ 40 มิลลิเมตรจาก 3 สถานีสำรวจแล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์หองค์ประกอบชนิดปลาร้อยละความถี่ของการพบ คำนวณ ความหลากหลาย และผลจับต่อหน่วยแรงประมง (CPUE) ผลการศึกษาพบพันธุ์ปลาจำนวน 5 ครอบครัว 17 ชนิด โดยพบครอบครัวปลาตะเพียนมากที่สุด จำนวน 11 ชนิด ร้อยละความถี่ของปลาที่พบมากที่สุดร้อยละ 100 ได้แก่ ปลาจาด *Hypsibarbus malcolmi* (Smith, 1945) และปลาก้าง *Channa limbata* (Cuvier, 1831) องค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลาของจำนวนตัวที่พบมาก คือ ปลาชิวหนวดยาว *Esomus metallicus* Ahl, 1923 มีค่าเท่ากับร้อยละ 27.30 องค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลาของน้ำหนักตัวที่พบมาก คือ ปลาพลวงหิน *Neolissochilus stracheyi* (Day, 1871) มีค่าเท่ากับร้อยละ 26.68 ผลจับปลาต่อหน่วยแรงประมงมีค่าเท่ากับ 398.76 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน โดยข่ายขนาดช่องตา 30 มิลลิเมตร มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด 691.20 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน รองลงมาคือข่ายขนาดช่องตา 20 และ 40 มิลลิเมตร มีผลจับปลาเฉลี่ยเท่ากับ 339.04 และ 166.05 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน ตามลำดับ ผลจับปลาเฉลี่ย ตามสถานีสำรวจ พบว่าสถานีสำรวจที่ 3 มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด ผลจับปลาเฉลี่ยตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนมิถุนายน 2555 มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด ค่าดัชนีความหลากหลาย ค่าดัชนีความมากชนิด และค่าดัชนีความเท่าเทียม เท่ากับ 2.86 ± 0.37 , 1.28 ± 0.37 และ 0.82 ± 0.04 ตามลำดับ

ศิริลักษณ์ วลัยชัยเพียร และ อภินันท์ สุวรรณรักษ์ (2556) ศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในแม่น้ำอิงเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของระบบ นิเวศทางน้ำในแม่น้ำอิง ทำการเก็บรวบรวมตัวอย่างปลาระหว่างเดือนมีนาคม – เดือนตุลาคม 2555 จากการศึกษาพบปลาทั้งสิ้น 82 ชนิด 57 สกุล จาก 22 วงศ์ ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 41 ชนิด สัดส่วนขององค์ประกอบ ชนิดของปลา ประกอบด้วย Carp 42.5%, Catfish 18.8%, Murrel 8.0% และ Miscellaneous 30.7%

สันธิวัฒน์ พิทักษ์พล และคณะ (2557) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำบางประการกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอและความหลากหลายของแพลงก์ตอนพืชในแม่น้ำอิง ทำการเก็บตัวอย่างจาก 9 สถานี ตั้งแต่บริเวณทางน้ำเข้ากว๊านพะเยา จังหวัดพะเยา จนถึงบริเวณปากแม่น้ำอิงที่ไหลลงสู่แม่น้ำโขงที่อำเภอเชียงของ จังหวัดเชียงรายระหว่างเดือนพฤษภาคม กรกฎาคม กันยายน 2555 และ กุมภาพันธ์ 2556 ผลการศึกษาพบว่าปริมาณคลอโรฟิลล์เอในแม่น้ำอิง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด 0.43 มก./ล.

บริเวณทางน้ำออกจากกว๊านพะเยาและมีค่าต่ำสุด 0.08 มก./ล. บริเวณอำเภอเทิง จังหวัดเชียงราย อุณหภูมิ และปริมาณแอมโมเนีย-ไนโตรเจน มีค่าเฉลี่ย 30.2 ± 0.63 องศาเซลเซียส และ 0.73 ± 0.22 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความ แตกต่างกันระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ ค่าการนำไฟฟ้า ความขุ่น บีโอดี ออร์โธฟอสเฟต มีค่าเฉลี่ย 6.35 ± 1.1 มก./ล. 140.31 ± 31.1 ไมโครซีเมนส์/ซม. 89.58 ± 46.0 NTU 1.83 ± 0.55 มก./ล. และ 0.78 ± 0.1 มก./ล. ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันระหว่างสถานีเก็บตัวอย่าง ($p < 0.05$) อุณหภูมิมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์อย่างนัยสำคัญ ($p < 0.05$) ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้าง บีโอดี ออร์โธฟอสเฟส และการนำไฟฟ้ามีแนวโน้มความสัมพันธ์ในทางบวกกับปริมาณคลอโรฟิลล์เอ พบแพลงก์ตอนพืชทั้งหมด 7 ดิวิชัน 55 ชนิด กลุ่มที่พบมากที่สุดคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียว รองลงมาคือกลุ่มสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน ชนิดเด่นที่พบในการศึกษาครั้งนี้คือ *Coelastrum cambricum*, *Anabaena* sp., *Oocystic* sp., *Microcystis aeruginosa*, *Microcystis wesenbergii* และ *Microcystis sincerta* จากการศึกษาครั้งนี้สรุปได้ว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำอิงมีการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาและสถานที่เก็บตัวอย่าง ซึ่งมีผลต่อปริมาณแพลงก์ตอนที่พบ อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำส่วนใหญ่อยู่ในระดับปานกลางและยังคงมีค่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสัตว์น้ำ

วรพงษ์ นลินานนท์ และ สายชล เลิศสุวรรณ (2562) การศึกษาระดับความหนาแน่นต่อประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและค่าคุณภาพน้ำของปลาหมอที่เลี้ยงใน ชุดถังเลี้ยงปลา ระบบน้ำหมุนเวียน วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (CRD) แบ่งการทดลองออกเป็น 5 ชุดการทดลองๆละ 4 ซ้ำ รวม 20 หน่วยทดลอง โดยจัดชุดการทดลองตามระดับความแน่นของปลาในถังทดลอง 5 ระดับ คือ 10 15 20 25 และ 30 ตัว/ถัง ปลาหมอทดลองมีน้ำหนักเริ่มต้นเฉลี่ย 5.98-6.07 กรัม ทำการทดลองเป็นระยะเวลา 16 สัปดาห์ ผลการทดลองพบว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 10, 15 และ 20 ตัว/ถัง มีค่าน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าที่สูงกว่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา หมอในชุดถังเลี้ยงปลา ระบบน้ำหมุนเวียนคือ 20 ตัว/ถัง

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 อุปกรณ์ในการสำรวจความหลากหลาย

- 3.1.1 ถังพลาสติก
- 3.1.2 ถังน้ำแข็งสำหรับเก็บรักษาตัวอย่าง
- 3.1.3 ถังพลาสติก
- 3.1.4 เวอร์เนียร์
- 3.1.5 อุปกรณ์ในการจับปลา อาทิเช่น แห อวน สวิง ข่าย
- 3.1.6 อุปกรณ์และสารเคมีในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.2 วิธีการวิจัยในการสำรวจความหลากหลาย

- 3.2.1 การวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังนี้ อุณหภูมิ น้ำ ความเป็นกรดเป็นด่าง และ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ
- 3.2.2 การศึกษาความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายของปลาน้ำจืด
การศึกษาความหลากหลายของชนิดและการแพร่กระจายของปลาน้ำจืด โดยแบ่งออกเป็นขั้นตอนดังนี้
 - 3.2.2.1 การเก็บตัวอย่างปลา
สำรวจพรรณปลาในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน จำนวน 6 สถานี โดยใช้เครื่องมือประมง แห อวน ข่าย สวิง และตลาดปลาในท้องถิ่น นำตัวอย่างมาบันทึกภาพ ลักษณะภายนอก และวัดขนาด
 - 3.2.2.2 การเก็บรักษาตัวอย่าง
นำตัวอย่างที่เก็บได้จากแหล่งสำรวจมาล้างทำความสะอาด และนำมาเก็บรักษาไว้ในฟอร์มาลิน (formalin) 10% หรือเอทานอล (ethanol) 70% นำตัวอย่างมาเก็บรักษาไว้เพื่อใช้ในการจัดจำแนกต่อไป
 - 3.2.2.3 การจัดจำแนก
นำตัวอย่างปลาที่รวบรวมได้ มาศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธาน โดยอาศัยลักษณะภายนอกเป็นหลักในการจัดจำแนก โดยใช้หลักเกณฑ์การจำแนกของ Smith (1945), Vidthayanon (1993), Rainboth (1996)

3.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

3.3.1 กระชังขนาด 2x2x1 เมตร

3.3.2 สวิง

3.3.3 อาหารเม็ดสำเร็จรูปชนิดลอยน้ำ

3.3.4 อุปกรณ์เติมอากาศ

3.3.5 อุปกรณ์และสารเคมีในการเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

3.4 วิธีการวิจัยในการเพาะเลี้ยงเชิงพาณิชย์

3.4.1 การวางแผนการทดลอง

ทดลองในพื้นที่ของเกษตรกร โดยศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในเลี้ยงเชิงพาณิชย์ของปลาจากกลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบน วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized design, CRD) แบ่งออกเป็นชุดการทดลอง 4 ชุดการทดลอง (ชุดการทดลองละ 3 ซ้ำ) ดังนี้

ชุดการทดลองที่ 1 อัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร (D5)

ชุดการทดลองที่ 2 อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร (D10)

ชุดการทดลองที่ 3 อัตราความหนาแน่น 15 ตัวต่อตารางเมตร (D15)

ชุดการทดลองที่ 4 อัตราความหนาแน่น 20 ตัวต่อตารางเมตร (D20)

ให้อาหารทดลอง 5% ของน้ำหนักตัว/วัน ตลอดระยะเวลาการทดลอง วันละ 3 ครั้ง (09.00-10.00 น. 12.00-13.00 น. และ 15.00-16.00 น.) ปรับปริมาณอาหารที่ให้ ทุก 14 วัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

3.4.2 การตรวจสอบคุณภาพน้ำ

ทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำในกระชังทดลองเมื่อเริ่มต้นและทุก 15 วันจนเสร็จสิ้นการทดลอง ได้แก่ อุณหภูมิ และ pH ด้วย waterproof EZODO 6011 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำด้วยวิธี Azide Modification แอมโมเนีย-ไนโตรเจน วิเคราะห์หาค่าด้วย Colorimetric method

3.4.1 การเก็บรวบรวมและการวิเคราะห์ข้อมูล

นับจำนวนและชั่งน้ำหนักปลาเริ่มต้น ระหว่างการทดลอง และสิ้นสุดการทดลองในแต่ละชุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้ไปคำนวณหาค่าต่าง ๆ ดังนี้

ก. อัตราการเจริญเติบโตต่อวัน (Average diary growth : ADG) (กรัม/วัน)

$$ADG = \frac{(\text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง})}{\text{จำนวนวันที่ทดลอง}}$$

จำนวนวันที่ทดลอง

ข. อัตรารอด (Survival) เปอร์เซ็นต์

$$= (\text{จำนวนปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} / \text{จำนวนปลาเมื่อเริ่มต้นการทดลอง}) \times 100$$

ค. น้ำหนักที่เพิ่มขึ้นเมื่อสิ้นสุดการทดลอง (Weight gain : WG) (กรัม)

$$WG = \text{น้ำหนักปลาเมื่อสิ้นสุดการทดลอง} - \text{น้ำหนักปลาเมื่อเริ่มการทดลอง}$$

ง. อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ (Feed conversion ratio : FCR)

$$FCR = \frac{\text{น้ำหนักของอาหารที่ปลากิน}}{\text{น้ำหนักปลาที่เพิ่มขึ้น}}$$

นำข้อมูลไปวิเคราะห์ทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) เพื่อศึกษาความแตกต่างของแต่ละชุดการทดลอง จากนั้นเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของแต่ละชุดการทดลองโดยวิธีของ Tukey's test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การศึกษาความหลากหลายของชนิดปลาในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน พบปลาทั้งหมด 20 วงศ์ 36 สกุล รวม 39 ชนิด ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 15 ชนิด ดังแสดงในตารางที่ 4.1 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.11 – 8.24 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25.23 – 30.03 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 7.63 – 8.40

ตารางที่ 4.1 ชนิดของปลาที่พบในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ระหว่างเดือน พฤศจิกายน 2564 – สิงหาคม 2565

Family/ Scientific name	English common name	Thai name	Status (Vidthayanon, 2005)
1. Family Cyprinidae			
<i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1850)	Silver Barb	ตะเพียนขาว	
<i>Devario</i> sp.		ชีวใบไม้	
<i>Esomus metallicus</i> (Ahl, 1924)	Flying Barb	ชีวหนวดยาว	
<i>Garra cambodgiensis</i> (Tirant, 1884)	Stone Sucker	เลียบหิน	
<i>Mystacoleucus marginatus</i> (Valenciennes, 1842)	Black margin spiny Barb	หนามหลัง	
<i>Osteochilus vittatus</i> (Valenciennes, 1842)	Striped Hard Lipped Barb	สร้อยนกเขา	
<i>Poropuntius bantamesis</i> (Rendahl, 1920)	Stream Barb	จาด	
<i>Puntioplites proctozysron</i> (Bleeker, 1865)	Smith's Barb	กะมั่ง	
<i>Puntius brevis</i> (Bleeker, 1850)	Golden Little Barb	ตะเพียนทราย	
<i>Puntius rhombeus</i> (Kottelat, 2000)	Spotted Barb	ตะเพียนน้ำตก	
<i>Rasbora paviana</i> (Tirant, 1885)	Black Striped Minnow	ชีวควายแถบดำ	
<i>Systemus rubripinnis</i> (Valenciennes, 1842)	Red Cheek Barb	แก้มขี้	
<i>Labeo rohita</i> (Hamilton, 1822)	Rohu	ยี่สกเทศ	
<i>Cirrhinus cirrhosa</i> (Blotch, 1975)	Mrigla	นวลจันทร์เทศ	
<i>Paralabuca riveroi</i> (Fowler, 1935)	Siames river abramine	แปบควาย	
2. Family Poeciliidae			
<i>Poecilia reticulata</i> (Peter, 1859)	Guppy	กินยุง	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Family/ Scientific name	English common name	Thai name	Status (Vidthayanon, 2005)
3. Family Channidae			
<i>Channa gachua</i> (Cuvier, 1831)	Stream Snakehead Fish	ก้าง	
<i>Channa striata</i> (Bloch, 1793)	Striped Snakehead Fish	ช่อน	
4. Family Ambassidae			
<i>Parambassis siamensis</i> (Fowler, 1937)	Glassfish	แป้นแก้ว	
5. Family Osphronemidae			
<i>Trichopsis vittatus</i> (Cuvier&Valenciennes, 1831)	Croaking Gourammy	กริม	
<i>Trichopodus trichopterus</i> (Pallas, 1770)	Tree Spotted Gouramy	กระดี่หม้อ	
6. Family Mastacembelidae			
<i>Mastacembelus armatus</i> (Sykes, 1839)	Zig Zag Eel	กระทิงลาย	
<i>Macrognathus siamensis</i> (Hora, 1924)	Peacock Eel	หลดสยาม	
7. Family Gyrinocheilidae			
<i>Gyrinocheilus aymonieri</i> (Tirant, 1884)	Siamese Algae Eater	ลูกผี	
8. Family Bagridae			
<i>Hemibagrus filamentus</i> (Fang&Chaux, 1949)	Yellow mystus	กตเหือง	
<i>Pseudomystus siamensis</i> (Regen, 1913)	Asian Bubble-bee Catfish	แขยงหิน	
<i>Mystus bocourti</i> (Bleeker, 1854)	Hi-fin Bagrid Catfish	แขยงธง	
9. Family Pangasiidea			
<i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)	Striped Pangasid	สวาย	Near Threatened, Threatened in situ
10. Family Cichlidae			
<i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)	Nile	นิล	
11. Family Nemacheilidae			
<i>Schistura waltoni</i> (Fowler, 1973)	Walton's Stream Loach	ค้อวาลตัน	
12. Family Balitoridae			
<i>Balitora</i> sp.		จิ้งจก	
13. Family Soleidae			
<i>Brachirus</i> sp.		ใบไม้	

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

Family/ Scientific name	English common name	Thai name	Status (Vidthayanon, 2005)
14. Family Anabantidae			
<i>Anabas testudineus</i> (bloch, 1792)	Climbing Perch	หมอ	
15. Family Belontiidae			
<i>Xenentodon cancila</i> (Hamilton, 1822)	Freshwater Garfish	เข็มแม่น้ำ	
16. Family Hemirhamphidae			
<i>Dermogenys siamensis</i> (Fowler, 1934)	Halfbeak	เข็ม	
17. Family Clariidae			
<i>Clarias batrachus</i> (Linnaeus, 1758)	Batrachian Walking Catfish	คูก้าน	
18. Family Notopteridae			
<i>Notopterus notopterus</i> (Pallas, 1769)	Bronze featherback	สลาด	
19. Family Schilbeidae			
<i>Ompok hypopthalmus</i> (Bleeker, 1846)	Sheatfish	ชะโงน	
20. Family Eleotridae			
<i>Oxyeleotris marmorata</i> (Bleeker, 1852)	Marble Goby	ปูทราย	

ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาแก้มช้ำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน

การศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในเลี้ยงเชิงพาณิชย์ของปลาจากกลุ่มแม่น้ำป่าสัก ตอนบน ที่ระดับแตกต่างกัน คือ 5, 10, 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร หลังสิ้นสุดการทดลองพบว่าปลาแก้มช้ำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร (D5) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตวันดีที่สุด แตกต่างกับชุดการทดลองอื่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) อัตราการเปลี่ยนเป็นเนื้อ พบว่าอัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร มีอัตราการเปลี่ยนเป็นเนื้อต่ำกว่า อัตราความหนาแน่น 15 และ 20 ตัวต่อตารางเมตร แต่ไม่แตกต่างกับ อัตราความหนาแน่น 10 ตัวต่อตารางเมตร ดังตารางที่ 4.2 ส่วนอัตราการรอดตายพบว่าทุกชุดการทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ประสิทธิภาพการเจริญเติบโต และอัตราการรอดตายของปลาแก้มช้ำ ที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	อัตราความหนาแน่น				P-Value
	D5	D10	D15	D20	
น้ำหนักเริ่มต้น(กรัม/ตัว)	8.24±0.67 ^a	8.36±0.58 ^a	9.01±0.88 ^a	9.02±0.97 ^a	0.962
น้ำหนักสุดท้าย (กรัม/ตัว)	86.17±0.25 ^a	75.10±0.12 ^b	72.13±0.18 ^c	72.43±0.19 ^c	0.000
น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น (กรัม/ตัว)	78.42±0.23 ^a	76.28±0.10 ^b	64.25±0.10 ^c	64.42±0.14 ^b	0.001
อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ (กรัม/วัน)	3.23±0.02 ^a	3.18±0.01 ^b	3.14±0.02 ^c	3.13±0.01 ^c	0.000
อัตราการเจริญเติบโตวัน(กรัม/วัน)	1.23±0.01 ^a	1.15±0.00 ^b	1.12±0.00 ^c	1.12±0.01 ^c	0.000
อัตราการเปลี่ยนอาหารเป็นเนื้อ	1.99±0.01 ^a	1.98±0.00 ^a	1.98±0.01 ^a	1.97±0.01 ^a	0.001
อัตราการรอดตาย (เปอร์เซ็นต์)	90.33±3.33 ^a	91.67±4.41 ^a	90.12±1.01 ^a	90.33±1.80 ^a	0.950

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

คุณภาพน้ำ

หลังสิ้นสุดการทดลองพบว่าคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงปลาแก้มช้ำ ที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน มีความเป็นกรดเป็นด่าง ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และแอมโมเนีย-ไนโตรเจน ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 คุณภาพน้ำเฉลี่ยในบ่อเลี้ยงปลาแก้มช้ำ ที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เป็นระยะเวลา 120 วัน

พารามิเตอร์	อัตราความหนาแน่น				P-value
	D5	D10	D15	D20	
ความเป็นกรด เป็นด่าง	7.62±0.14 ^a	7.78±0.12 ^a	7.72±0.15 ^a	7.690±0.09 ^a	0.748
อุณหภูมิน้ำ (องศาเซลเซียส)	27.52±0.18 ^a	26.69±0.14 ^a	26.32±0.20 ^a	26.65±0.08 ^a	0.978
ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัม/ลิตร)	6.01±0.08 ^a	6.21±0.19 ^a	6.11±0.21 ^a	6.03±0.011 ^a	0.410
แอมโมเนีย-ไนโตรเจน (มิลลิกรัม/ลิตร)	0.017±0.001 ^a	0.018±0.002 ^a	0.018±0.001 ^a	0.019±0.001 ^a	0.932

หมายเหตุ ค่าเฉลี่ย ± SE ตามด้วยตัวอักษรที่ต่างกันในแถวเดียวกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

ความหลากหลายของชนิดปลาในกลุ่มน้ำป่าสักตอนบน พบปลาทั้งหมด 20 วงศ์ 36 สกุล รวม 39 ชนิด ปลาในวงศ์ Cyprinidae พบจำนวนชนิดมากที่สุด 15 ชนิด พบปลาที่มีสถานะถูกคุกคาม 1 ชนิด ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำอยู่ในช่วง 4.11 – 8.24 มิลลิกรัมต่อลิตร อุณหภูมิน้ำอยู่ในช่วง 25.23 – 30.03 องศาเซลเซียส ความเป็นกรดเป็นด่าง อยู่ในช่วง 7.63 – 8.40

เมื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในเลี้ยงเชิงพาณิชย์ของปลาจากกลุ่มแม่น้ำป่าสักตอนบนพบว่าปลาแก้วน้ำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อรางเมตร (D5) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีที่สุด

5.2 อภิปรายผล

การสำรวจปลาในลุ่มน้ำป่าสักตอนบน ครั้งนี้ พบปลาทั้งหมด 20 วงศ์ 36 สกุล รวม 39 ชนิด ซึ่งปลาที่พบส่วนใหญ่เป็นปลาที่สามารถพบได้ในแม่น้ำทั่วไป เช่นเดียวกับมีผู้ศึกษาไว้ได้แก่ การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างทางนิเวศวิทยาของลำน้ำแจ็ก ของ ศิริรัตน์ รอดกนก (2537) พบว่า มีปลาทั้งหมด 10 วงศ์ 22 ชนิด และจากรายงานการสำรวจในแหล่งน้ำไหลอื่น อาทิเช่น ศศิมล สกุลไทยเทียนชัย (2550) สำรวจและเก็บตัวอย่างของปลาในแม่น้ำว่าและแม่น้ำมาง เขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน ที่ระบุชนิด จำนวน และจัดทำคู่มือวิเคราะห์ชนิดของปลาที่พบ เริ่มศึกษาตั้งแต่เดือน กันยายน 2549 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2550 ระยะเวลา 6 เดือนกำหนดสถานที่เก็บ ตัวอย่าง 6 สถานีโดยใช้เครื่องมือ 3 ชนิด ได้แก่ แห ข่ายดักปลา และสวิง ผลการศึกษาพบปลาจำนวนทั้งสิ้น 7 วงศ์ 17 สกุล 19 ชนิด วงศ์ที่พบมากที่สุดคือวงศ์ ปลาตะเพียน Cyprinidae พบจำนวน 11 ชนิดรองลงมาได้แก่ วงศ์ ปลาช่อน Channidae จำนวน 2 ชนิด และวงศ์ ปลาคือ Balitoridae จำนวน 2 ชนิด วงศ์ ปลาแก้ว Sisoridae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลาบู่ Gobidae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลาหลด Mastacembelidae จำนวน 1 ชนิด วงศ์ ปลากระทุงเหว Belontiidae จำนวน 1 ชนิด ชนิดที่พบจำนวนตัวมากที่สุดคือปลาจาด (*Poropuntius deauratus*) รองลงมาคือปลาหมอ (*Scaphiodonichthys acanthoplerus*) นอกจากนี้ยังพบ ปลานางอ้าว (*Raiamas guttatus*) ปลาหนามหลัง (*Myslacoleueus marginalis*) ปลาน้ำหมึก (*Opsarius pulchellus*) ปลาพลวง (*Neolissochilus stracheyi*) ปลามะไฟ, ตะเพียนน้ำตก (*Systomus stolilzkaenus*) ปลาข้อมือนาง (*Follfer brevifillis*) ปลาเลียหิน (*Garra cambodiensis*) ปลาหมอ (*Garra fuliginosa*)

และปลาเพ้า (*Sinilabeo elegans*) พิเศษฐ แก้วเขียว และคณะ (2556) ศึกษาความหลากหลายทางชีวภาพของชนิดพันธุ์ปลาในลำห้วยแม่สาว ดำเนินการศึกษาในพื้นที่โครงการสถานีพัฒนาการเกษตรที่สูง ตามพระราชดำริ บ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภอปง จังหวัดพะเยา ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ถึงเดือนมิถุนายน 2555 สุ่มตัวอย่างด้วยข่ายขนาดช่องตา คือ 20, 30 และ 40 มิลลิเมตรจาก 3 สถานีสำรวจ แล้วนำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์องค์ประกอบชนิดปลา ร้อยละความถี่ของการพบ คำนวณ ความหลากหลาย และผลจับต่อหน่วยลงแรงประมง (CPUE) ผลการศึกษาพบพันธุ์ปลาจำนวน 5 ครอบครัว 17 ชนิด โดยพบครอบครัวปลาตะเพียนมากที่สุด จำนวน 11 ชนิด ร้อยละความถี่ของปลาที่พบมากที่สุด ร้อยละ 100 ได้แก่ ปลาจาก *Hypsibarbus malcolmi* (Smith, 1945) และปลาก้าง *Channa limbata* (Cuvier, 1831) องค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลาของจำนวนตัวที่พบมาก คือ ปลาชิวหนวดยาว *Esomus metallicus* Ahl, 1923 มีค่าเท่ากับร้อยละ 27.30 องค์ประกอบโดยชนิดพันธุ์ปลาของน้ำหนักตัวที่พบมาก คือ ปลาพลวงหิน *Neolissochilus stracheyi* (Day, 1871) มีค่าเท่ากับร้อยละ 26.68 ผลจับปลาต่อหน่วยลงแรงประมงมีค่าเท่ากับ 398.76 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน โดยข่ายขนาดช่องตา 30 มิลลิเมตร มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด 691.20 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน รองลงมาคือข่ายขนาดช่องตา 20 และ 40 มิลลิเมตร มีผลจับปลาเฉลี่ยเท่ากับ 339.04 และ 166.05 กรัมต่อพื้นที่ข่าย 100 ตารางเมตรต่อคืน ตามลำดับ ผลจับปลาเฉลี่ย ตามสถานีสำรวจ พบว่าสถานีสำรวจที่ 3 มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด ผลจับปลาเฉลี่ยตามเดือนสำรวจ พบว่าเดือนมิถุนายน 2555 มีผลจับปลาเฉลี่ยสูงสุด ค่าดัชนีความหลากหลาย ค่าดัชนีความมากชนิด และค่าดัชนีความเท่าเทียม เท่ากับ 2.86 ± 0.37 , 1.28 ± 0.37 และ 0.82 ± 0.04 ตามลำดับ

เมื่อศึกษาอัตราความหนาแน่นที่เหมาะสมในเลี้ยงเชิงพาณิชย์ของปลาจากกลุ่มแม่น้ำป่าสัก ตอนบนพบว่าปลาแก้มช้ำที่เลี้ยงด้วยอัตราความหนาแน่น 5 ตัวต่อตารางเมตร (D5) มีน้ำหนักสุดท้าย น้ำหนักที่เพิ่มขึ้น อัตราการเจริญเติบโตจำเพาะ และอัตราการเจริญเติบโตต่อวันดีที่สุด การทดลองของ วรพงษ์ นลินานนท์ และ สายชล เลิศสุวรรณ (2562) พบว่า ประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของปลาหมอที่เลี้ยงในระดับความหนาแน่นที่ 10, 15 และ 20 ตัว/ถัง มีค่าน้ำหนักสุดท้าย ความยาวสุดท้าย น้ำหนักเพิ่ม ความยาวเพิ่ม น้ำหนักเพิ่มต่อตัว และอัตราการเจริญเติบโตจำเพาะไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่มีค่าที่สูงกว่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ดังนั้นจึงสรุปว่าระดับความหนาแน่นที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลา หมอในชุดถังเลี้ยงปลา ระบบน้ำหมุนเวียนคือ 20 ตัว/ถัง

5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาความหลากหลายของชนิดปลา เป็นข้อมูลพื้นฐานในการจัดการทรัพยากรสัตว์น้ำ ทั้งการใช้ประโยชน์และการอนุรักษ์ และควรมีการสำรวจอย่างต่อเนื่องเพื่อได้ข้อมูลการเปลี่ยนแปลง ที่ถูกต้อง

บรรณานุกรม

- บุญยืน จิราพงษ์. 2538. การศึกษาข้อมูลและองค์ประกอบพื้นฐานทางนิเวศวิทยาของ
น้ำป่าสัก คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- พิเชษฐ แก้วเขียว, สมคิด แก้วทิพย์, ปราโมช ศีตะโกเศศ และ บัญญัติ มนเทียรอาสน์. 2556 ความ
หลากหลายทางชีวภาพของปลาในลำห้วยแม่สาว โครงการสถานีวิจัยพัฒนาการเกษตรที่สูง ตาม
พระราชดำริบ้านสันติสุข ตำบลขุนควร อำเภอปาง จังหัดพะเยา. วารสารวิจัยเทคโนโลยีการ
ประมง 7(2556) : 70-81
- วรพงษ์ นลินานนท์ และ สายชล เลิศสุวรรณ. 2562. ผลของระดับความหนาแน่นต่อประสิทธิภาพการ
เจริญเติบโตและคุณภาพน้ำ ในการเลี้ยงปลาหมอด้วยชุดถังเลี้ยงปลาแบบน้ำหมุนเวียน. แก่น
เกษตร 47 ฉบับพิเศษ 1 : (2562)
- วิมล เหมะจันทร์. (2540). ชีววิทยาของปลา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่ง
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศศิมล สกุลไทยเทียนชัย. (2550). ศึกษาความหลากหลายชนิดของปลาในแม่น้ำว่าและแม่น้ำมาง
เขตอำเภอบ่อเกลือ จังหวัดน่าน. สารนิพนธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิต
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ศิริรัตน์ รอดกนก. (2537). การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับโครงสร้างทางนิเวศวิทยาของลำน้ำเข็ก
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท มหาวิทยาลัยนเรศวร 91 หน้า
- ศิริลักษณ์ วลัยชัย และ อภินันท์ สุวรรณรักษ์. ความหลากหลายของชนิดปลาในแม่น้ำอิง.
วารสารแก่นเกษตร 41 ฉบับพิเศษ 1 (2556) 116-121
- สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร. 2555. การดำเนินการด้านการรวบรวมข้อมูลและ
วิเคราะห์ข้อมูล โครงการพัฒนาระบบคลังข้อมูล 25 กลุ่มน้ำ และแบบจำลองน้ำท่วมน้ำแล้ง.
154 หน้า
- สำเนา เสาวกุล กฤติมา เสาวกุล และ ปราณีต งามเสน่ห์. 2555. ผลของความหนาแน่นต่อการ
เจริญเติบโตและผลตอบแทนการเลี้ยงปลากดเหลืองในกระชัง. วารสาร มทร.อีสาน ปีที่ 5
ฉบับที่ 1 มกราคม - มิถุนายน 2555. 14-25
- สันธิวัฒน์ พัทธทรัพย์, กัญญาณัฐ สุนทรประสิทธิ์ และ ศิริลักษณ์ วลัยชัย. 2557. คุณภาพน้ำและ
ความหลากหลายของแมลงก้นดุน้ำในแม่น้ำอิง. แก่นเกษตร 42 ฉบับพิเศษ 1 : (2557) 778-
784
- สุภาพร สุกสีเหลือง. (2544). มินวิทยา (Ichthyology). ภาควิชาชีววิทยา

มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดีจำกัด.

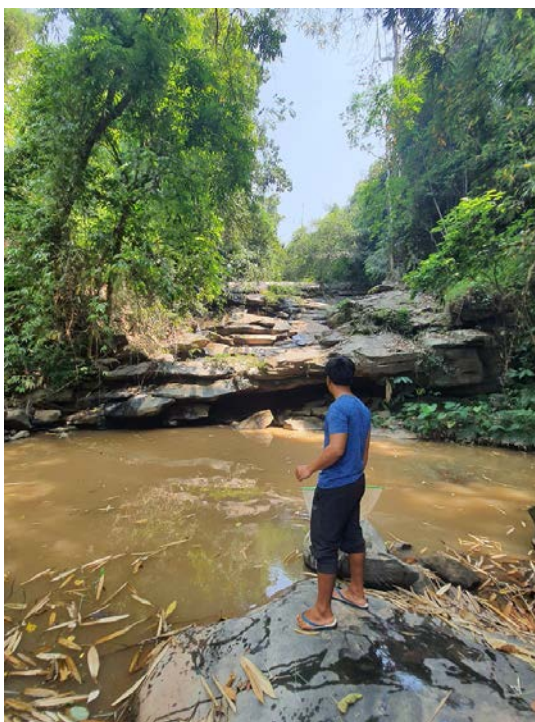
สุวิทย์ วรรณศรี. 2554. การมีส่วนร่วมของชุมชนในการใช้ประโยชน์และอนุรักษ์ทรัพยากรและ
สิ่งแวดล้อม กรณีศึกษา ชุมชนในเขตลุ่มน้ำป่าสักตอนบน อำเภอหล่มเก่า จังหวัดเพชรบูรณ์.
ราชภัฏเพชรบูรณ์สาร. ปีที่ 13 : เล่มที่ 1 (2554).

อภินันท์ สุวรรณรักษ์. (2561). มีนวิทยา (Ichthyology). คณะเทคโนโลยีการประมงและทรัพยากรทาง
น้ำ มหาวิทยาลัยแม่โจ้. เชียงใหม่: บริษัทสมาร์ทโคตรดิง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

สภาพพื้นที่ในการเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ ก.1 สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างในฤดูร้อน



ภาพที่ ก.2 สภาพพื้นที่เก็บตัวอย่างในฤดูฝน



ภาพที่ ก.3 การเก็บข้อมูลความหลากหลายชนิดของปลา

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างปลาที่ได้จากการสำรวจ



ภาพที่ ข.1 *Notopterus nototerus* (Pallas, 1769)



ภาพที่ ข.2 *Garra cambodgiensis* (Tirant, 1884)



ภาพที่ ก.3 การเก็บข้อมูลความหลากหลายชนิดของปลา

ประวัติคณะผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายธนภัทร วรปัสสุ
Mr.Thanaput Worapussu
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1420400042066
3. ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่ติดต่อได้สะดวก
คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อ.เมือง จ. เพชรบูรณ์ 67000
โทรศัพท์ 056-717151 ต่อ 3917 E-mail thanaput_07@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ. (การประมง)
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
วท.ม. (เทคโนโลยีการประมง)
มหาวิทยาลัยแม่โจ้
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
-
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
 - นายธนภัทร วรปัสสุ นางสาวณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และนางสาวกนกกรรณ ชาญณรงค์. 2556. ผลของ 17 beta estradiol ต่อการแปลงเพศปลาหมอ. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 - ธนภัทร วรปัสสุ และณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ 2558. ผลของยีสต์ *Saccharomyces cerevisiae* ต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
 - ธนภัทร วรปัสสุ เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ประจวบ ฉายบุญ เกียรติศักดิ์ เม่งอำพัน และจอมสุดา ดวงวงษา. 2554. ผลของฟรีไบโอติกและโพรไบโอติกต่อการเจริญเติบโตและระบบภูมิคุ้มกันของปลานิลแปลงเพศ (*Oreochromis niloticus*). น. 249-256 งานประชุมวิชาการ มอบ.วิจัย ครั้งที่ 5. โรงแรมสุโขทัยแกรนด์ แอนด์ คอนเวนชั่น เซ็นเตอร์ จังหวัดอุบลราชธานี ระหว่างวันที่ 4-5 สิงหาคม 2554. อุบลราชธานี: มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี.
 - เทพรัตน์ อึ้งเศรษฐพันธ์ ทิพสุคนธ์ พิมพ์พิมล และ ธนภัทร วรปัสสุ. 2554. การอนุบาลลูกปลาหมอในกระชังด้วยสูตรอาหารและความหนาแน่นที่ต่างกัน. วารสารเทคโนโลยีการประมง 5(2): 1-11 (ผู้ร่วมวิจัย)

- ธนภัทร วรปัสสุ ปิยพงศ์ บางใบ ณัฐรินทร์ ศิริรัตนันท์ และพรทิสา ทองสนิทกาญจน์
ผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของปลาหมอ สาขาวิชา การจัดการการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2559