

## บทที่ 5

### บทสรุป

ผลการศึกษาปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ที่ปนเปื้อนในน้ำและการสะสมในปลาชนิดแดงที่เลี้ยงในกระชัง บริเวณแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก จากระยะเวลา 1 ปีตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 – มิถุนายน 2550 ใน 5 สถานีเก็บตัวอย่าง และนำผลการศึกษา มาทำการวิเคราะห์เชิงสถิติความแปรปรวนแบบทางเดียว (One-Way analysis of variance : One-Way ANOVA) โดยเปรียบเทียบความแตกต่างเป็นรายคู่ โดยวิธีของ Duncan ได้ผลการศึกษาที่สามารถสรุปได้ดังนี้

#### สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัย พบว่าการสะสมปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ในน้ำแม่น้ำน่าน และปลาชนิดแดงที่เลี้ยงในกระชัง ในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก จากระยะเวลา 1 ปีตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2549 – มิถุนายน 2550 ใน 5 สถานีเก็บตัวอย่าง ได้ผลการศึกษาที่สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ผลการศึกษาปริมาณการปนเปื้อนของโลหะหนักตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก พบว่าค่าเฉลี่ยทั้งปีเท่ากับ  $0.024 \pm 0.012$  มิลลิกรัมต่อลิตร  $0.003 \pm 0.001$  มิลลิกรัมต่อลิตร และ  $0.022 \pm 0.011$  มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 พบว่า ยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 2 ของประเทศไทย เนื่องด้วย ปริมาณความเข้มข้นของตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ที่ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตรและ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

2. คุณภาพน้ำแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลกจากการตรวจวัดพารามิเตอร์ทางด้านกายภาพและเคมีจัดว่าอยู่ในเกณฑ์คุณภาพน้ำระดับดี โดยมีค่าพารามิเตอร์ชี้วัดคุณภาพน้ำต่าง ๆ ดังนี้ อุณหภูมิในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $28.5 \pm 0.2$  ความโปร่งแสงในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $21.4 \pm 3.7$  การนำไฟฟ้าในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $156.6 \pm 2.6$  ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $154.7 \pm 10.2$  ปริมาณของแข็งแขวนลอยในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $55.1 \pm 10.3$

คุณภาพน้ำทางด้านเคมี ในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก มีค่าดังนี้ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $7.39 \pm 0.01$  ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $7.1 \pm 0.6$  บีโอดี ในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $0.8 \pm 0.2$  แอมโมเนียไนโตรเจนในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $0.90 \pm 0.1$  ความกระด้างในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $100 \pm 10.4$  ความเป็นต่างในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $7.3 \pm 0.5$  ฟอสฟอรัสในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $40.10 \pm 5.5$  อินทรีย์ไนโตรเจนในแม่น้ำน่านมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปี เท่ากับ  $2.38 \pm 0.19$

3. การสะสมของปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ในปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชัง ในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก ที่สะพานพระสุพรรณกัลยา สะพานสูงข้ามแม่น้ำน่าน หลังมหาวิทยาลัยนเรศวร และสะพานโคกสลุด จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติ พบว่าการสะสมปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดงในปลาอายุเริ่มปล่อยลงกระชังไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติได้ เนื่องจากปริมาณโลหะตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสที่ตรวจพบมีปริมาณต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดโดยเครื่อง AAS ที่ Detection limit 0.0044 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการสะสมโลหะตะกั่ว ในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง รวมถึงความสัมพันธ์ในเรื่องของอายุปลาในการสะสมโลหะตะกั่ว ไม่สามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติได้ เนื่องจากปริมาณของตะกั่วที่ตรวจพบมีปริมาณต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดโดยเครื่อง AAS ที่ Detection limit 0.0044 มิลลิกรัมต่อลิตร

ปริมาณการสะสมโลหะทองแดงในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง ได้แก่ เนื้อไขมันหน้าท้อง ตับ และเหงือก พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) และพบปริมาณการสะสมโลหะทองแดงในบริเวณตับของปลานิลแดงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) แต่ไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างอายุปลาและการสะสมโลหะทองแดงในอวัยวะของปลา

ปริมาณการสะสมโลหะแมงกานีสในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง พบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) และพบปริมาณการสะสมโลหะแมงกานีสในบริเวณเหงือก สูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนความสัมพันธ์ในเรื่องของอายุปลาในการสะสมโลหะแมงกานีสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. ความสัมพันธ์ระหว่างการปนเปื้อนโลหะหนักตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสในแม่น้ำน่าน และการสะสมโลหะหนักในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดงไม่มีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ )

5. เส้นทางการไหลของน้ำ ณ 5 สถานีเก็บตัวอย่าง ไม่มีความสัมพันธ์กับปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำ และสะสมในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง และเมื่อพิจารณาความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิดตรวจวัดพบปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วปนเปื้อนในน้ำสูงสุด ณ สถานีที่ 2 คือ สะพานนเรศวร แต่ไม่สามารถตรวจวัดโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดงได้ และ พบการปนเปื้อนโลหะทองแดงสูงที่สุดในน้ำ ณ สถานีที่ 1 คือ สะพานพรหมพิราม รวมทั้งตรวจวัดพบมีการสะสมปริมาณโลหะทองแดงในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในปลานิลแดง สูงที่สุดจากสถานีที่ 5 สะพานโคกสลุด และสถานีที่ 4 สะพานสูงข้ามแม่น้ำน่าน มีการปนเปื้อนโลหะแมงกานีสสูงที่สุดในน้ำ และมีการสะสมปริมาณโลหะแมงกานีสในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ในปลานิลแดงสูงที่สุดจากสถานีที่ 1 สะพานพระสุพรรณกัลยา

#### อภิปรายผลการวิจัย

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน พบว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี อยู่ในเกณฑ์ดีและมีค่าไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน เนื่องจากแม่น้ำน่านที่ทำการศึกษามีการไหลผ่านโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ หรือแหล่งมลพิษ จึงไม่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่านทางด้านกายภาพ และทางด้านเคมี ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535)

เมื่อพิจารณาคอนเซนตรชันน้ำจำแนกตามฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูแล้ง พบว่าอุณหภูมิ และความเป็นด่าง ในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูฝน มากกว่าฤดูแล้ง และฤดูหนาว ความโปร่งแสง การนำไฟฟ้า และอินทรีย์ไนโตรเจน ในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูแล้ง มากกว่าฤดูหนาว และฤดูฝน ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายน้ำ ปริมาณของแข็งแขวนลอย และบีโอดี ในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูแล้ง มากกว่าฤดูฝน และฤดูหนาว ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูหนาว มีค่าสูงกว่าในฤดูฝน และฤดูแล้ง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ แอมโมเนียไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูหนาว มีค่าสูงกว่าในฤดูแล้ง และฤดูฝน ส่วนความกระด้างในแม่น้ำน่านในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูหนาว และฤดูแล้ง

การสะสมของปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ในแม่น้ำน่าน จังหวัดพิษณุโลก จำแนกตามฤดูฝน ฤดูหนาว และฤดูแล้ง พบว่าปริมาณตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ในช่วง

ฤดูแล้ง มากกว่าในช่วงฤดูฝน และฤดูหนาว สอดคล้องกับงานวิจัยของ มนตรี ไขแก้ว (2543) พบว่าในฤดูน้ำน้อยจะพบปริมาณโลหะหนักมากกว่าในฤดูน้ำมากเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของโลหะ ตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส จากน้ำในแม่น้ำน่าน กับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ปริมาณโลหะตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ของน้ำในแม่น้ำ น่าน จากการตรวจวิเคราะห์ พบว่าปริมาณตะกั่วที่ตรวจพบในน้ำในแม่น้ำน่าน มีค่าเฉลี่ยตลอด ทั้งปีเท่ากับ  $0.024 \pm 0.012$  ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน ปริมาณ ตะกั่วที่ตรวจพบ ยังมีปริมาณที่ต่ำ มีค่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด (ค่ามาตรฐานของตะกั่ว  $0.05$  มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณทองแดงที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $0.003 \pm 0.001$  มี ค่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด (ค่ามาตรฐานของทองแดง  $0.1$  มิลลิกรัมต่อลิตร) ปริมาณ แมงกานีสที่ตรวจพบมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ  $0.022 \pm 0.011$  มีค่าอยู่ในช่วงที่มาตรฐานกำหนด (ค่ามาตรฐานของแมงกานีส  $1.0$  มิลลิกรัมต่อลิตร) และไม่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำ ผิวดิน (สุขสมาน สังโยคะ, 2542) ซึ่งกำหนดให้แหล่งน้ำผิวดินประเภทที่ 2 มีค่าไม่เกิน มาตรฐานดังกล่าว จากผลการศึกษาแสดงว่าคุณภาพน้ำในแม่น้ำน่าน อยู่ในเกณฑ์ดีและไม่เกิน มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ซึ่งค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 2 (พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535) มีเพียงค่าเฉลี่ยของโลหะ ตะกั่วในเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2549 เดือนมีนาคม และเมษายน พ.ศ. 2550 ที่มีค่าเกิน มาตรฐาน เนื่องจากในระยะเวลาดังกล่าวเป็นช่วงเวลาที่มึน้ำไหลท่วม และมีการใช้สารเคมีในการ เพาะปลูกพืชของเกษตรกรริมฝั่งแม่น้ำน่าน

ในการศึกษาของ มันทนา แสงจินดาวงษ์ (2550) ซึ่งได้ทดลองเปรียบเทียบความเป็น พิษของปรอท ทองแดง สังกะสี ที่มีต่อปลานิลพบว่า ปรอทมีพิษมากที่สุด รองลงมาคือ ทองแดงและสังกะสี โดยพบว่าแมงกานีสในน้ำมักพบอยู่ในน้ำพร้อมกับเหล็กแต่จะพบในปริมาณที่ น้อยกว่าและพบอยู่ในน้ำบาดาลมากกว่าน้ำผิวดิน แมงกานีสในน้ำผิวดินมักอยู่ในรูปที่ไม่ละลาย น้ำ เช่น  $MnO_2$  เพราะน้ำผิวดินมีออกซิเจนละลายน้ำอยู่เสมอ ทำให้มีการตกผลึกของแมงกานีส และตกลงสู่ก้นแม่น้ำ หากพื้นดินมีการหมักแบบไร้ออกซิเจน แมงกานีสจะละลายน้ำได้ใหม่ แมงกานีสที่ละลายน้ำ ( $Mn^{2+}$ ) จะอยู่ในรูปของแมงกานีสไบคาร์บอเนต แมงกานีสคลอไรด์ และ แมงกานีสซัลเฟต ดังนั้นประเภทและปริมาณของการปนเปื้อนโลหะหนักในแหล่งน้ำจะส่งผลต่อ ความเป็นพิษและความเสี่ยงต่อผู้บริโภคในกรณีที่มีการสะสมในสิ่งมีชีวิตในน้ำต่างกันไปด้วย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของการปนเปื้อนโลหะหนักในน้ำและการสะสมในอวัยวะส่วน ต่าง ๆ ของปลานิลแดงพบว่า ในแม่น้ำน่านมีปริมาณการสะสมโลหะตะกั่วอยู่ในค่าที่มาตรฐาน

กำหนด แต่ไม่สามารถตรวจโลหะตะกั่วในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง ซึ่งปริมาณที่ตรวจพบต่ำกว่าขีดจำกัดของการตรวจวัดที่ Detection limit 0.0044 มิลลิกรัมต่อลิตร เนื่องจากปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังมีอายุในการเลี้ยงจนกระทั่งจับจำหน่ายสั้น จึงทำให้การสะสมโลหะตะกั่วในปลานิลแดงไม่สามารถนำค่ามาเปรียบเทียบได้ ส่วนผลการศึกษาโลหะทองแดง และแมงกานีสที่สะสมในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดงพบปริมาณการสะสมโลหะทองแดงในบริเวณตับของปลานิลแดงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Scott and Sloman (2004) เนื่องจากอวัยวะตับเป็นแหล่งรวมของเสียภายในร่างกายจึงทำให้พบโลหะทองแดงสะสมอยู่ที่บริเวณตับสูงกว่าอวัยวะประเภทอื่น และสอดคล้องกับผลการศึกษาของ ชูติมา วงศ์สุขสิน (2540) ซึ่งศึกษาพบว่าปริมาณทองแดงในปลาและพบการสะสม ในตับมากที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) เมื่อพิจารณาการสะสมตามระยะเวลาพบว่ามีความโน้มที่บริเวณตับจะสามารถสะสมโลหะทองแดงเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาของอายุปลาที่สัมผัสน้ำอย่างต่อเนื่องด้วย แต่ปริมาณโลหะทองแดงที่ทำการตรวจพบสูงสุดยังมีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดให้มีค่าได้ไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อกรัม สอดคล้องกับ Piper et al. (1982) ปลาที่เลี้ยงเพื่อนำบริโภคต้องมีปริมาณโลหะทองแดงสะสมได้ไม่เกิน 0-0.2 มิลลิกรัมต่อกรัม

ปริมาณการสะสมโลหะแมงกานีสในบริเวณเหงือกของปลานิลแดงสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากเหงือกเป็นส่วนของอวัยวะที่มีการแลกเปลี่ยน  $O_2$  ที่ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งไหลผ่านเหงือกเข้ามาและเป็นที่ ๆ คาย  $CO_2$  ออกมาจากกระแสเลือดในกระบวนการหายใจของปลา ดังนั้น บริเวณเหงือกจึงเป็นทางผ่านของน้ำเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซดังกล่าวมาแล้วอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเก็บสะสมโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำไว้ในบริเวณเหงือกได้ดี จึงทำให้พบโลหะแมงกานีสสะสมอยู่ที่บริเวณเหงือกสูงกว่าอวัยวะประเภทอื่น แต่ค่าสูงสุดที่ตรวจพบยังมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานเนื่องจากปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังมีอายุในการเลี้ยงจนกระทั่งจับจำหน่ายสั้น และปลานิลแดงยังสามารถขับโลหะทองแดง และแมงกานีสออกจากร่างกายได้ จึงทำให้การรับและการสะสมโลหะทองแดง และแมงกานีสในปลานิลแดงมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานกำหนด ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งกำหนดให้มีค่าได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมต่อกรัม ซึ่ง Piper et al. (1982) ได้แนะนำว่าปลาที่เลี้ยงเพื่อนำบริโภคควรมีปริมาณโลหะแมงกานีสสะสมอยู่ในช่วง 0-0.1 มิลลิกรัมต่อกรัม ค่าเฉลี่ยของแมงกานีสที่สะสมอยู่ในเหงือก แต่พบว่างานวิจัยของ สุขสมาน สังโยคะ (2542) ได้ทำการศึกษากการสะสมโลหะหนัก ซึ่งได้แก่ ตะกั่ว แมงกานีส และสังกะสี ในปลาตก

อุย-เทศ ที่จำหน่ายอยู่ในตลาดเขตเทศบาลนครพิษณุโลก พบว่ามีโลหะหนักสะสมอยู่ในเนื้อ ตับ และเหงือก ของปลาดุกอุย-เทศ มีค่าไม่เกินมาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้ แต่แมงกานีสที่พบในเหงือกเท่านั้นที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

การสะสมโลหะหนักตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสไม่มีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) กับของอายุปลา เนื่องจากปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังมีอายุในการเลี้ยงจนกระทั่งจับจำหน่ายสั้น จึงทำให้การสะสมโลหะหนักในปลานิลแดงในช่วงอายุต่าง ๆ มีการรับ และสะสมโลหะหนักในปริมาณที่น้อย

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างปนเปื้อนโลหะหนักตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีสในน้ำกับการสะสมในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง ไม่พบความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ( $p \leq 0.05$ ) เนื่องจากบางช่วงเวลาพบปริมาณการสะสมโลหะหนักในเมื่อน้ำนานในปริมาณที่สูง แต่พบว่าเมื่อทำการตรวจวัดโลหะหนักในอวัยวะส่วนต่าง ๆ ของปลานิลแดง ค่าที่ตรวจวัดได้คงที่หรือไม่เพิ่มขึ้น

Romeoa et al. (1999) ระบุว่าในกรณีมีตะกั่วในน้ำเพียง 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่งผลต่อการตายของปลา เนื่องจากตะกั่วจะไปทำลายโครงสร้างของเหงือก จากการศึกษาในครั้งนี้ พบว่ามีปริมาณตะกั่วสะสมอยู่ในเมื่อน้ำนานต่ำกว่าระดับการตรวจวัดที่ 0.0044 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้นทั้งปลาและผู้บริโภคปลายังปลอดภัยจากความเสี่ยงการสะสมตะกั่วในร่างกาย ส่วนโลหะหนักทองแดงในน้ำนั้นเป็นอันตรายต่อปลาได้ง่าย เนื่องจากปลาเป็นสัตว์น้ำที่ไวต่อพิษของทองแดง หากมีการสะสมแมงกานีสในปลา แมงกานีสจะไปทำลายอวัยวะส่วนเหงือกของปลาและเกิดเมือกจับเป็นก้อนจนปลาไม่สามารถหายใจได้ (รุ่งเรือง บุญสง, 2545) จากการศึกษาพบว่าปริมาณทองแดงมีการสะสมในน้ำและในอวัยวะของปลานิลแดงที่เลี้ยงในกระชังในเมื่อน้ำนาน และถึงแม้ว่าส่วนเหงือกเป็นอวัยวะที่สะสมแมงกานีสสูงที่สุดแต่ก็ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด ปริมาณทองแดงที่สะสมในเมื่อน้ำนานจึงไม่มีผลต่อการเลี้ยงปลานิลแดงในกระชัง ในต่างประเทศได้มีการศึกษาในกรณีการสะสมโลหะหนักทองแดง, สังกะสี, เหล็ก, แคดเมียม และตะกั่ว ในอวัยวะตับและเหงือกของปลา *M. cephalus* เช่นกัน และพบว่ามี การสะสมในปลา เช่นกัน (Meltem et al, 2005)

การศึกษาปัจจัยด้านกายภาพ คือ อุณหภูมิกับการสะสม โลหะหนักในเมื่อน้ำนานไม่พบความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันแต่อย่างใด แต่จากการพิจารณาเฉพาะปัจจัยอุณหภูมิในเมื่อน้ำนานซึ่งมีค่าเฉลี่ยตลอดทั้งปีเท่ากับ 28.5 องศาเซลเซียส พบว่าเหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในแหล่งน้ำ โดยมีงานวิจัยของ Egmond and Speijers (1990) ยืนยันว่าในสภาวะอุณหภูมิสูง

ปลาตายจำนวนมาก แต่ปลาจะรอดชีวิตในอัตราที่มากกว่าในกรณีที่มีอุณหภูมิต่ำ อาจเนื่องมาจากการกินอาหารของปลาในแหล่งน้ำกล่าวคือ ในแหล่งน้ำที่มีอุณหภูมิสูงปลากินอาหารมากกว่าในน้ำที่มีอุณหภูมิต่ำ ดังนั้นสารพิษจึงมีโอกาสเข้าสู่ตัวปลาได้มากกว่า ปฏิกริยาทางเคมีจะเกิดขึ้นได้ดีเมื่อมีอุณหภูมิสูง หรืออาจกล่าวได้ว่า อุณหภูมิเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาตัวหนึ่ง และมีผลต่อการละลายของออกซิเจนในน้ำ พบว่าออกซิเจนละลายในน้ำได้ 7.54-9.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิบรรยากาศ

ปัจจัยทางเคมีของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ไม่มีผลต่อปริมาณของโลหะหนักในแม่น้ำน่าน เนื่องจากความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแม่น้ำน่านเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 7.39 ซึ่งความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในแม่น้ำน่านที่ทำการตรวจวัดได้มีค่าเป็นกลาง จึงไม่มีผลต่อการแตกตัวและตกตะกอนของโลหะหนักในน้ำ ซึ่งยืนยันโดยงานวิจัยของ มันทนา แสงจินดาวงษ์ (2550) พบว่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำในสภาพที่เป็นกรดจะทำให้โลหะหนักที่ยึดเกาะกับตะกอนดินแตกตัวออกมาได้มากขึ้น และในสภาพที่ด่างจะทำให้โลหะหนักตกตะกอนได้ดีขึ้น เช่น ตะกั่ว ทองแดง และแมงกานีส ความเป็นพิษของโลหะหนักในน้ำที่มีต่อปลานั้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณแคลเซียม ในน้ำและความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำ เช่น ความเป็นพิษของโลหะทองแดง จะเพิ่มขึ้นในสภาพน้ำที่เป็นกรด และมีปริมาณแคลเซียมละลายน้ำอยู่น้อย โลหะตะกั่วที่พบอยู่ในน้ำทั่วไปจะไม่เป็นอันตรายต่อปลาเท่ากับโลหะตะกั่วที่อยู่ในน้ำในสภาพเป็นกรดอ่อน ๆ ซึ่งจะทำให้ความเป็นพิษของตะกั่วเพิ่มขึ้น

ปัจจัยของความกระด้างในน้ำไม่มีผลต่อปริมาณของโลหะหนักในแม่น้ำน่าน เนื่องจากความกระด้างในแม่น้ำน่านเฉลี่ยตลอดทั้งปีมีค่าเท่ากับ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งความกระด้างที่ทำการตรวจวัดได้อยู่ในสภาพปกติของแหล่งน้ำ งานวิจัยของ มันทนา แสงจินดาวงษ์ (2550) ยืนยันว่าความกระด้างของน้ำลดความเป็นพิษของโลหะหนักได้ โดยพิษส่วนหนึ่งของโลหะหนักจับกับตะกอนของน้ำ และถ้าความกระด้างในแหล่งน้ำเกิน 100 มิลลิกรัมต่อลิตร จะไปมีผลต่อการแตกตัวของโลหะหนักบางชนิด

### ข้อเสนอแนะ

ข้อมูลที่ได้จากการทำวิจัยในครั้งนี้ ทำให้ทราบว่าผู้บริโภคมีโอกาสได้รับความเสี่ยงต่อการได้รับสารพิษประเภทโลหะหนักจากการรับประทานปลาโดยเฉพาะอย่างยิ่งการบริโภคในสวนตับและเหียงซึ่งมีโอกาสต่อการสะสม ทองแดงและแมงกานีสในร่างกายตามลำดับในกรณีที่มีการบริโภคในระยะยาวอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นจากข้อมูลดังกล่าวจึงควรได้มีการ ศึกษาวิจัยอย่างต่อเนื่องในอนาคตเพิ่มเติมเพื่อยืนยันผลการวิจัย โดยควรเน้นศึกษาในปลาเศรษฐกิจที่มีการ

ส่งเสริมให้เลี้ยงในกระทัง เช่น ปลากดเหลือง และปลากดคัง เนื่องจากปลาทั้งสองประเภทนี้ใช้ระยะเวลาในการเลี้ยงตลอดช่วงอายุจนกระทั่งจับจำหน่ายนานกว่า จึงมีโอกาที่จะรับและสะสมปริมาณโลหะหนักได้มากกว่าปลานิลแดง และข้อมูลที่ได้ทั้งในปัจจุบันและในอนาคตควรมีการเผยแพร่ให้สาธารณะชนรับทราบเพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภคโดยตรง

