หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

วิจารณ์ผลการทดลอง

ความเป็นพิษเฉียบพลันของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำต่อลูกปลากะพงขาว

ค่ามัธยฐานของความเข้มข้นที่ทำให้ลูกปลากะพงขาวตายภายใน 96 ชั่วโมง มีค่า 1.00 มิลลิกรัม/ลิตร โดยความเป็นพิษของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำจะมีผลอยู่ในช่วง 48 ชั่วโมงแรก หลังจาก 48 ชั่วโมงไปแล้ว เปอร์เซ็นต์การตายสะสมของลูกปลาไม่เพิ่มขึ้น ซึ่งซึ่งสัมพันธ์กับปริมาณไฮโดรคาร์บอนทั้งหมดที่ละลายน้ำ ดังตารางที่ 16 สำหรับค่า 96 ชั่วโมง LC_{50} ที่ได้จากการทดลองนี้มีค่าใกล้เคียงกับการทดลองของ **Moles** et al., (1976) ซึ่งทำการทดลอง WSF. ของ Prudhoe Bay crude oil กับปลา Salvelinus malma โดยได้ค่า 96 ชั่วโมง TL_m เท่ากับ 1.25 มิลลิกรัม/ลิตร และจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ทดลองที่มีความไวต่อพิษมากที่สุดคือ อยู่ในระดับความเข้มข้นของ WSF. ของน้ำมันดิบตั้งแต่ 1 - 3 มิลลิกรัม/ลิตร (Rice et al., 1976) อย่างไรก็ตาม ค่าที่ได้อาจแตกต่างไปจากผู้วิจัยอื่น ๆ ดังตารางที่ 3 นั้นอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสารที่ใช้ในการทดลอง เพราะน้ำมันดิบต่างชนิดกัน มีองค์ประกอบที่เป็นพิษต่อสัตว์น้ำต่างกัน Anderson et al., 1974.b) นอกจากนี้ สภาวะการทดลอง เช่น อุณหภูมิ กล่าวคือ อุณหภูมิที่ใช้ทดลองมีค่าสูงกว่าผู้วิจัยอื่น ๆ อาจจะทำให้ลูกปลามีความไวต่อพิษมากกว่า (Percy and Mullin, 1975) และชนิดของสัตว์ทดลองก็มีผลทำให้ได้ค่า 96 ชั่วโมง LC_{50} ต่างกันไปด้วย (Neff and Anderson ,1981.b)

คุณสมบัติของน้ำระหว่างการทดลอง ค่าความเค็ม และอุณหภูมิของน้ำคงที่ตลอดเวลา ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อย คือ จาก 7.78 ถึง 7.99 แต่ไม่มีผลต่อการตายของลูกปลา เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำที่เหมาะสมต่อการเลี้ยงปลาทั่วไปอยู่ในช่วง 6.5-9 (Boyd , 1979) ส่วนค่าปริมาณออกซิเจนละลายลดลงทุกระดับความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ รวมทั้งกลุ่มควบคุม คือมีค่า 3.2 - 6. 0 มิลลิกรัม/ลิตร แต่อยู่ในช่วงที่ไม่มีผลต่อการตายของลูกปลาเช่นกัน เพราะปริมาณออกซิเจนละลายที่เพียงพอให้ปลาอยู่

ได้อยู่ในช่วง 1.0 - 5.0 มิลลิกรัม/ลิตร (Boyd , 1979) ค่า alkalinity ซึ่งพบว่ามีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดความเป็นพิษของสารเคมีบางชนิด (Alabaster et al., 1979) นั้น จากการทดลองได้ค่า alkalinity ของน้ำที่ใช้เลี้ยงลูกปลาทุกกลุ่มมีค่าคงที่ตลอดระยะการทดลอง ดังนั้น ผลของ alkalinity ต่อความเป็นพิษของ WSF. ของน้ำมันดิบต่อลูกปลาทุกกลุ่มจึงน่าจะเท่ากัน อย่างไรก็ตาม การทดลองนี้ไม่ได้มีวัตถุประสงค์จะหาผลของ alkalinity ต่อความเป็นพิษของ WSF. ของน้ำมันดิบ นอกจากนี้ยังสอดคล้องกับการทดลองของ Steven and Puglist (1980) ซึ่งพบว่า หลังจากเติม WSF. ของน้ำมันดิบลงไปในน้ำทดลอง มีผลทำให้ความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำ และปริมาณออกซิเจนละลายลดลงเล็กน้อย แต่ไม่มีผลต่อ alkalinity และค่าอันอิออนไนซ์ แอมโมเนีย มีค่าสูงขึ้นในทุกระดับความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ เนื่องจากค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำเพิ่มขึ้นทำให้เปอร์เซ็นต์การแตกตัวของอันอิออนไนซ์ แอมโมเนียเพิ่มขึ้น (Alabaster, et al., 1979) ส่วนกลุ่มควบคุมจะมีค่าอันอิออนไนซ์ แอมโมเนียเพิ่มขึ้น เนื่องจากปริมาณของสิ่งขับถ่ายที่เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาและมีปริมาณสูงที่สุด คือ 0.20 มิลลิกรัม/ลิตร $-NH_3$ แต่ปลาในกลุ่มควบคุมไม่ตายเลย แสดงว่าปริมาณอันอิออนไนซ์ แอมโมเนีย ในระดับความเข้มข้นที่ตรวจพบในการทดลองครั้งนี้ ไม่น่าจะมีผลต่อการตายของปลาเช่นกัน เนื่องจากพิษเฉียบพลันของอันอิออนไนซ์ แอมโมเนีย ที่ 24 ชั่วโมงต่อลูกปลากะพงขาวอายุ 18 วัน ที่อุณหภูมิ 27-1 องศาเซลเซียส มีค่าถึง 3.95 มิลลิกรัม/ลิตร NH_3 (สิริ ทุกข์วินาศ, 2527) ดังนั้นคุณสมบัติของน้ำตลอดการทดลองหาพิษเฉียบพลันนี้ มีค่าอยู่ในช่วงที่สัตว์ทดลองสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างปลอดภัย

<u>ความเป็นพิษของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำในความเข้มข้นต่ำ ๆ ต่อการเจริญเติบโตและอัตราการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาว</u>

ผลกระทบของน้ำมันดิบในรูปที่ละลายน้ำที่ความเข้มข้น 0.11, 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ต่อการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวในช่วง 8 สัปดาห์ โดยทดสอบทางสถิติพบว่า ทุกความเข้มข้นของ WSF. ของน้ำมันดิบ และในทุกสัปดาห์ การเจริญเติบโตของลูกปลามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งกับกลุ่มควบคุม เนื่องจากในกลุ่มความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ลูกปลากินอาหารได้น้อยลง เมื่อถูกนำมาเลี้ยงในน้ำที่มีความเข้มข้น WSF. ของน้ำมันดิบเป็นระยะเวลานาน ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Korn et al.,

(1976), Woodward et al., (1981), Rowe et al.,(1983) และ Tilseth et al., (1984) ส่วนในความเข้มข้น 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร แม้ว่าลูกปลาจะกินอาหารได้ตามปกติ แต่การเจริญเติบโตก็ยังมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งต่อกลุ่มควบคุม เมื่อเวลาผ่านไป 2 สัปดาห์ อาจเนื่องมาจากลูกปลาต้องใช้พลังงานในการซ่อมแซมเนื่อเยื่อที่เสียหาย หรือ WSF. ของน้ำมันดิบ ทำให้ลูกปลามีการเพิ่มการใช้ก๊าซออกซิเจนและอัตราการหายใจ เพื่อให้ได้พลังงานมาใช้ในการขับสารประกอบพวกอะโรมาติกออกจากร่างกาย (Moles et al., 1981 อ้างตาม Thomas and Rice,1979 นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบอัตราการเจริญเติบโตทางสถิติ พบว่า การเจริญเติบโต ของกลุ่มที่มีความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ในสัปดาห์ที่ 0 - 2 และสัปดาห์ที่ 6 - 8 มีค่าไม่แตกต่างกัน จากการทดลองผลของการเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวในครั้งนี้ ดังนั้น พอจะกล่าวได้ว่า ถ้าลูกปลากะพงขาวถูกนำมาเลี้ยงในน้ำที่มีการปนเปื้อนของ WSF. ของน้ำมันดิบตั้งแต่ 0.11 มิลลิกรัม/ลิตร น่าจะมีผลให้การเจริญเติบโตของลูกปลากะพงขาวลดลง ผลผลิตจะต่ำกว่าที่ควรจะได้ตามปกติ ส่วนผลต่ออัตราการเจริญเติบโต พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มควบคุมมีค่าสูงกว่าที่ความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร มากเมื่อสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 ซึ่งให้ผลสอดคล้องกับการทดลองของ Rowe et al., (1983) ใน 2 สัปดาห์แรกทุกระดับความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ รวมทั้งกลุ่มควบคุมมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้นมาก เนื่องจากขณะพักเลี้ยงลูกปลาก่อนการทดลองนั้น เลี้ยงรวมกันในถังไฟเบอร์กล๊าสขนาดใหญ่ซึ่งมีความหนาแน่นมาก เมื่อนำมาทดลองเลี้ยงในตู้ทดลองพื้นที่เฉลี่ยต่อปลาแต่ละตัวจึงเพิ่มขึ้น ทำให้ลูกปลากินอาหารได้ดีกว่าขณะที่พักเลี้ยง อัตราการเจริญเติบโตจึงสูงมากขึ้น เป็นการชดเชยกับเมื่อพักเลี้ยงไว้ อย่างไรก็ตามอัตราการเจริญเติบโตของกลุ่มที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบก็น้อยกว่ากลุ่มควบคุม เนื่องจากอิทธิพลของสารพิษ Rowe et al., (1983) จนเริ่มเข้าสู่สัปดาห์ที่ 4 อัตราการเจริญเติบโตของลูกปลาทุกกลุ่มลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 2 เนื่องจากลูกปลาเริ่มกินอาหารตามปกติ เมื่อถึงสัปดาห์ที่ 6 อัตราการเจริญเติบโตของทุกกลุ่มก็สูงขึ้นตามปกติโดยกลุ่มควบคุมมีค่าสูงที่สุด จนสิ้นสุดการทดลองในสัปดาห์ที่ 8 กลุ่มควบคุมยังคงมีอัตราการเจริญเติบโตสูงขึ้น เนื่องจากกินอาหารได้ตามปกติ ส่วนกลุ่มที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบทุกกลุ่มมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง เนื่องจากกินอาหารได้น้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยเฉพาะกลุ่มที่มีความเข้มข้น 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งสอดคล้องกับผลของการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อดังจะกล่าวต่อไป

สำหรับคุณภาพน้ำระหว่างการทดลอง (ตารางที่ 13) พบว่า ความเค็มอุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง และค่า alkalinity ของน้ำได้ผลเช่นเดียวกับการทดลองพิษเฉียบพลัน ส่วนปริมาณออกซิเจนละลายอยู่ในช่วงที่ปลอดภัยต่อลูกปลา เนื่องจากมีการให้อากาศตลอดเวลา แม้ว่าหลังจากใส่ WSF. ของน้ำมันดิบลงไปใหม่ ๆ แล้วจะมีปริมาณออกซิเจนละลายลดลงก็ตาม ก็ยังจัดอยู่ในช่วงปลอดภัย และปริมาณอันอิออนไนซ์ แอมโมเนียแม้ว่าจะมีค่าสูงขึ้นในทุกระดับความเข้มข้นที่ใส่ WSF. ของน้ำมันดิบ รวมทั้งกลุ่มควบคุม แต่ก็ยังต่ำกว่าค่าที่เป็นอันตรายต่อปลา นอกจากนี้ การให้อากาศตลอดเวลาการทดลองยังทำให้พิษของแอมโมเนียลดลง (Alabaster et al., 1979) และค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำยังไม่เกิน 8.3 ดังนั้น แอมโมเนียจึงไม่อยู่ในรูปของอันอิออนไนซ์ แอมโมเนียมาก จึงยังไม่เป็นพิษต่อลูกปลา นอกจากนี้ ความเค็มของน้ำยังทำให้แอมโมเนียเป็นพิษน้อยลงเช่นกัน (Bower and Bidwell, 1978) ดังนั้น คุณสมบัติของน้ำตลอดระยะการทดลอง 8 สัปดาห์ จึงเป็นช่วงที่ลูกปลาทดลองอยู่ได้อย่างปลอดภัย

<u>ความเป็นพิษของน้ำมันดิบที่ละลายน้ำในรูปความเข้มข้นต่ำ ๆ ต่อการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อของลูกปลากะพงขาว</u>

พบว่า WSF. ของน้ำมันดิบมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อของเหงือกมากที่สุด เช่นเดียวกับการทดลองของ Hawkes (1982) Daniel et al., (1981) กล่าวอ้าง McKeown et al., (1977) และ Woodward et al., (1981) เนื่องจากเหงือกมีเซลบุผิวที่บางมากขึ้นเดียวปกคลุมและสัมผัสกับน้ำตลอดเวลา ดังนั้นจึงได้สัมผัสกับ WSF.ของน้ำมันดิบตลอดเวลาเช่นกัน โดยมีการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของเหงือกในทุกความเข้มข้นตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 ในขั้นแรกพบว่ามีการบวมน้ำที่กิ่งเหงือก ซึ่งเป็นสภาพที่มีน้ำเป็นจำนวนมากในช่องว่างระหว่างเซลล์ สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากดับสังเคราะห์พลาสมาโปรตีนได้น้อย เนื่องจากลูกปลากินอาหารได้น้อยกว่าปกติ สมดุลย์ของพลาสมาในเลือดเสียไป เซลล์จึงบวมน้ำ อาการบวมน้ำของกิ่งเหงือกเกิดรุนแรงขึ้นเมื่อลูกปลาสัมผัสกับความเข้มข้นของ WSF. ของน้ำมันดิบที่สูงขึ้น และเป็นเวลานานขึ้น อาการที่พบต่อมาคือ เหงือกมีจำนวนเซลล์บุผิวเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากได้สัมผัสกับสารพิษเป็นเวลานาน ๆ เกิดอาการระคายเคือง อาการนี้พบบ่อยในปลาที่สัมผัสกับสารพิษต่าง ๆ เช่น โลหะหนัก, ยาฆ่าแมลง แอมโมเนีย (Hodgins et al., 1977) เมื่อเวลานานขึ้นในความเข้มข้นสูง ๆ เหงือกจะเพิ่มจำนวนเซลล์จนกิ่งเหงือกเกือบ

เชื่อมติดกัน ในสัปดาห์ที่ 6 - 8 ในความเข้มข้นสูง ๆ คือ 0.23 และ 0.46 มิลลิกรัม/ลิตร เกิดการโป่งพองของเส้นเลือดซึ่งเรียกว่า telangiectasis หรือ aneurysm อาการนี้เกิดได้เนื่องจาก pillar cell ซึ่งเป็นเซลล์ค้ำจุน secondary lamellae ชำรุด ตามปกติเซลล์นี้จะเชื่อมอยู่ด้านบนและล่างของ secondary lamellae ทำให้ blood sinusoid ขยายตัว การเปลี่ยนแปลงของเนื้อเยื่อเหงือกทั้ง 3 ชนิด ดังกล่าว ทำให้พื้นที่ในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนของลูกปลาลดลง มีผลให้เมตาบอลิซึมลดลง ซึ่งสอดคล้องกับผลของการเจริญเติบโต (Moles et al., (1981) ผลการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเหงือกนี้ใกล้เคียงกับการทดลองของ Solangi and Overstreet.,(1982)

ออลแฟคตอรี่ออร์แกน เป็นอวัยวะที่มี chemoreceptor ใช้สำหรับดมกลิ่นและรับสัญญาณของสารเคมีพวกฟีโรโมน ซึ่งมีผลต่อการรวมฝูงของปลาแต่ละชนิด พบว่า alfactory lamellae มี mucous cell เพิ่มมากขึ้น ทำให้เสียพื้นที่ในการรับสัญญาณของฟีโรโมน ผลก็คือ พฤติกรรมในการรวมฝูงผิดไป และพฤติกรรมในการกินอาหารก็ลดลงด้วย เช่นเดียวกับการทดลองของ Gardner (1975) นอกจากนี้ olfactory lamellae ยังขับเมือกออกมา เป็นตัวบ่งชี้ถึงการตอบสนองต่อสารไฮโดรคาร์บอนที่มีอยู่ในน้ำทดลอง (Solangi and Overstreet, (1982)

ตับเป็นอวัยวะที่สำคัญมาก เพราะเป็นอวัยวะที่กำจัดสารพิษ มีเส้นเลือดผ่านตับมากมาย การเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของตับ คือ การเสื่อมสภาพของเซลล์ตับแบบมีไขมันเพิ่มขึ้นนั้น ชี้ให้เห็นว่า WSF. ของน้ำมันดิบมีผลทำให้ร่างกายไม่สามารถนำไขมันไปใช้ได้ตามปกติ ทำให้มีการสะสมของไขมันในตับเพิ่มขึ้น (Roberts, 1978) และสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงเนื้อเยื่อของเหงือกด้วย กล่าวคือ ในความเข้มข้นสูง ๆ ความสามารถในการแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนของเหงือกลดลง ทำให้เลือดแลกเปลี่ยนออกซิเจนได้ลดลง (Hypoxia) (Anderson et al., 1974) ทำให้การทำงานของร่างกายผิดปกติ ดังนั้น ไขมันในตับจึงมีมากกว่าปกติ

ผลการเปลี่ยนแปลงพยาธิสภาพของเนื้อเยื่อทั้ง 3 ชนิด คือ เหงือก ออลแฟคตอรี่ออร์แกน และตับ มีลักษณะคล้ายกับการทดลองของ Solangi and Overstreet, (1982) แต่มีความรุนแรงน้อยกว่า เนื่องจากความเข้มข้นของ WSF. ของน้ำมันที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้มีค่าต่ำกว่า และยังขึ้นอยู่กับชนิดของน้ำมันดิบ ชนิดของสัตว์ทดลอง ระยะเวลาและสภาพแวดล้อมในการทดลองด้วย