บทที่ 1

บทนำ

สถาบันวิจัยประมงน้ำจืดประสบผลสำเร็จในการผสมเทียมข้ามพันธุ์ ระหว่างปลาดุกอุยเพศเมีย กับปลาดุกอัฟริกันเพศผู้ ทำให้ได้ลูกผสมที่เรียกว่า "ปลาดุกพันธุ์ผสม" หรือตามที่ชาวบ้านเรียกว่า "บิ๊กอุย" ซึ่งมีคุณสมบัติที่ได้ข้อดีจากพ่อและแม่ กล่าวคือ มีการเจริญเติบโตดีเหมือนพ่อ และมีเนื้อสีค่อนข้างเหลืองคล้ายแม่ (จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และคนอื่นๆ, 2538) นอกจากนี้ยังมีความต้านทานโรคต่างๆได้ดีกว่าปลาดุกชนิดอื่น จึงได้มีการส่งเสริมให้เกษตรกรทดลองเลี้ยง ปรากฏว่าได้ผลเป็นที่น่าพอใจ ทำให้ปลาดุกพันธุ์ผสมนี้เข้ามาแทนที่ตลาดปลาดุกอุยและปลาดุกด้านอย่างรวดเร็ว การเพาะเลี้ยงปลาดุกชนิดนี้จึงได้มีการขยายตัวเป็นอย่างมากในช่วง 2-3 ปีที่ผ่านมา (กมลพร ทองอุไทย และคนอื่นๆ, 2536)

ปลาดุก (Catfish)

ปลาดุกจัดอยู่ในสกุล Clariidae เป็นปลาที่ไม่มีเกล็ดของเมืองไทยที่พบมากที่สุด และเป็นปลาที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจมากที่สุดชนิดหนึ่ง นอกจากนี้ยังเป็นที่นิยมรับประทานของคนไทยทั่วไป ปัจจุบันมีการเลี้ยงปลาดุกเป็นอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดสมุทรปราการ ปทุมธานี สุพรรณบุรี และนครปฐม นอกจากนี้ยังพบได้ในอีกหลายประเทศ เช่น อินเดีย พม่า อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และประเทศในอัฟริกาโดยจะอาศัยอยู่ตามแม่น้ำ ลำคลอง ทะเลสาป บ่อ หนอง บึง และแอ่งน้ำ

ปลาดุกเป็นปลาที่ไม่มีเกล็ด หัวค่อนข้างแบน ลำตัวค่อนข้างกลม ท้องแบน มีอวัยวะพิเศษที่ช่วยในการหายใจอยู่ส่วนบนของก้านซี่เหงือก อวัยวะนี้ช่วยให้ปลาหายใจจากอากาศได้โดยตรง

สรีรวิทยาของปลาดุก

ผิวหนัง

ผิวหนังของปลาดุกมี 3 ชั้น ประกอบด้วย epidermis, dermis และ hypodermis หรือ subcutis นอกจากนี้ยังมี axillary glands ซึ่งอยู่ใต้ผิวหนัง ครีบอก และมีรูเล็กๆเปิดอยู่ใกล้ครีบกลางลำตัว

ระบบกล้ามเนื้อ

กล้ามเนื้อปลาดุกแบ่งได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. กล้ามเนื้อลาย (skeletal or striated muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่พบได้ทั่วไปตามลำตัว ช่วยในการเคลื่อนไหว เส้นประสาทของกล้ามเนื้อลายถูกควบคุมโดย cerebrospinal system การหดตัวของกล้ามเนื้ออยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ

2. กล้ามเนื้อเรียบ (smooth muscle) เป็นกล้ามเนื้อที่พบได้ที่ผนังเซลล์ของอวัยวะภายใน เช่น ผนังหลอดเลือด ผนังทางเดินอาหาร ทางเดินปัสสาวะ ถุงลม และอวัยวะสืบพันธุ์ เป็นกล้ามเนื้อที่อยู่นอกการควบคุมของจิตใจ การหดตัวไม่เกิดเป็นจังหวะเดียวกัน และเกิดขึ้นช้ากว่ากล้ามเนื้อลายและกล้ามเนื้อหัวใจ

3. กล้ามเนื้อหัวใจ (cardiac muscle) พบได้ที่ผนังของหัวใจเท่านั้น มีระบบการทำงานอยู่ภายใต้การควบคุมของจิตใจ ลักษณะเซลล์เป็นรูปทรงกระบอกยาว มีลายตามขวางคล้ายกล้ามเนื้อลายแต่ไม่เด่นชัดเท่า

ระบบย่อยอาหาร

ปลาดุกจัดอยู่ในกลุ่มสัตว์ที่กินทั้งพืชและสัตว์เป็นอาหาร (omnivorous) มีระบบย่อยอาหารประกอบด้วยส่วนที่เป็นช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) ได้แก่ ช่องปาก คอหอย หลอดอาหาร กระเพาะอาหาร และลำไส้ นอกจากนี้ยังมีอวัยวะที่เกี่ยวข้องกับการย่อยอาหาร (accessory digestive organs) ได้แก่ ตับ ตับอ่อน และถุงน้ำดี ความยาวของระบบนี้ ตั้งแต่ปากจนถึงทวารหนักยาว 1/3 ของความยาวทั้งหมดของลำตัว

ระบบหายใจ

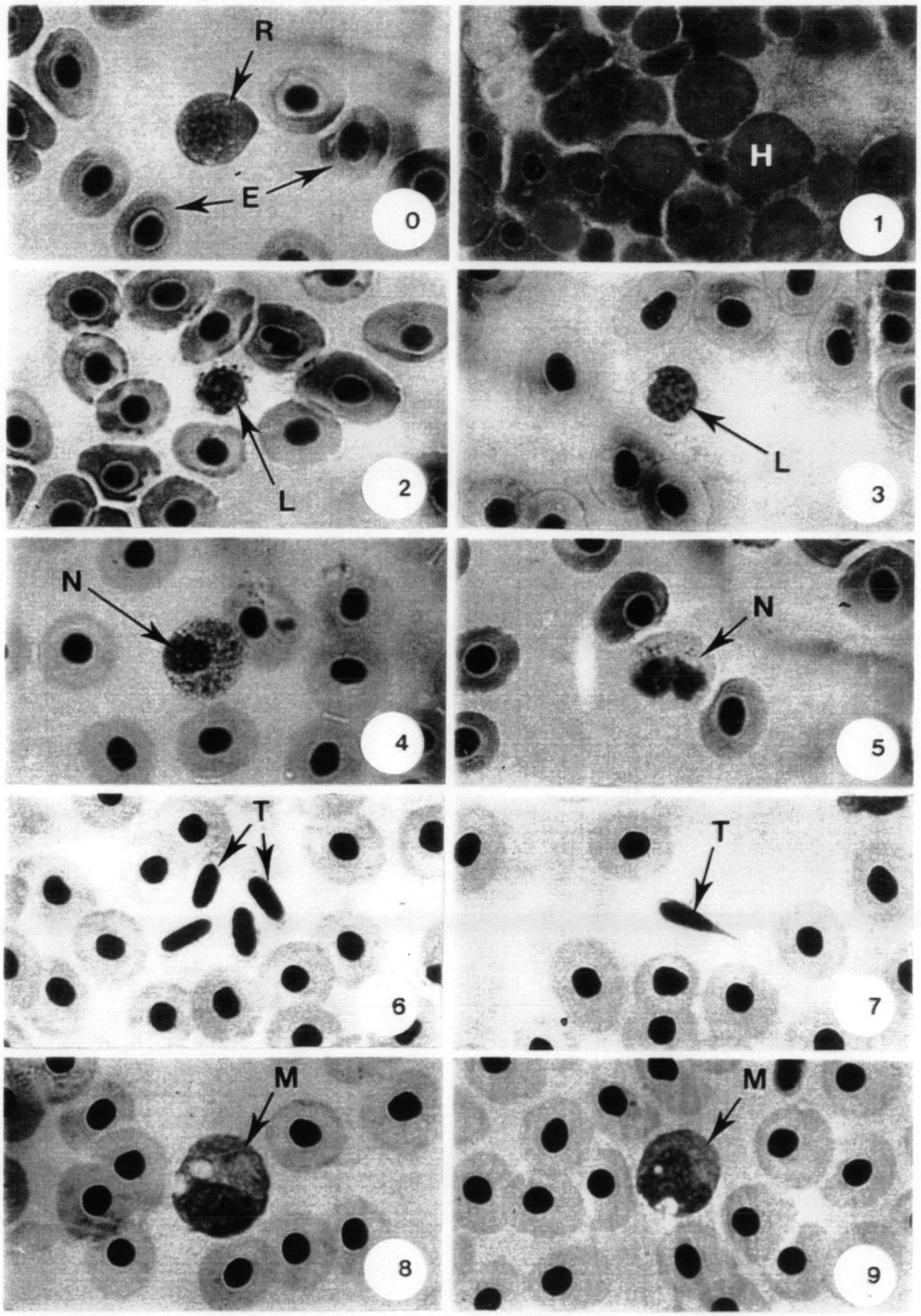
อวัยวะที่ใช้ในการหายใจของปลาดุกจะใช้ส่วนของเหงือก (gills) และส่วนที่เป็นกิ่งก้านสำหรับหายใจ (dendrites or accessory air-breathing organ) การส่งผ่านอากาศจะเข้าสู่เหงือกและส่วนที่เป็นกิ่งก้าน โดยจะปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ออกสู่น้ำ รับเอาออกซิเจนจากน้ำและอากาศกลับเข้าสู่ร่างกาย ในส่วนของเหงือกยังทำหน้าที่แลกเปลี่ยนเกลือและน้ำ นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ขับเอาของเสียพวก nitrogen waste products ในรูปของแอมโมเนียออกจากร่างกายอีกด้วย

ระบบขับถ่าย

ระบบขับถ่ายของเสียออกจากร่างกาย และระบบควบคุมการสมดุลย์ของไอออนต่างๆในร่างกาย (osmoregulation) มีอวัยวะหลายส่วนเข้ามาเกี่ยวข้องได้แก่ ผิวหนัง เหงือก ไต และช่องทางเดินอาหาร (alimentary canal) น้ำส่วนใหญ่เข้าสู่ร่างกายทางเหงือก และเนื้อเยื่อในปาก การขับออกจากร่างกายเกิดขึ้นโดยน้ำผ่านเข้าสู่ไต แล้วขับออกในรูปของปัสสาวะ ส่วนไนโตรเจนจะถูกขับออกโดยเหงือกในรูปแอมโมเนียและยูเรีย ความเข้มข้นของเลือดจะถูกรักษาให้มีระดับความเข้มข้นสูงกว่าน้ำ ไอออนบางส่วนจะสูญเสียไปรวมกับอุจจาระ เกลือต่างๆจะถูกเก็บจากอาหาร หรือได้จากน้ำโดยผ่านทางเหงือก

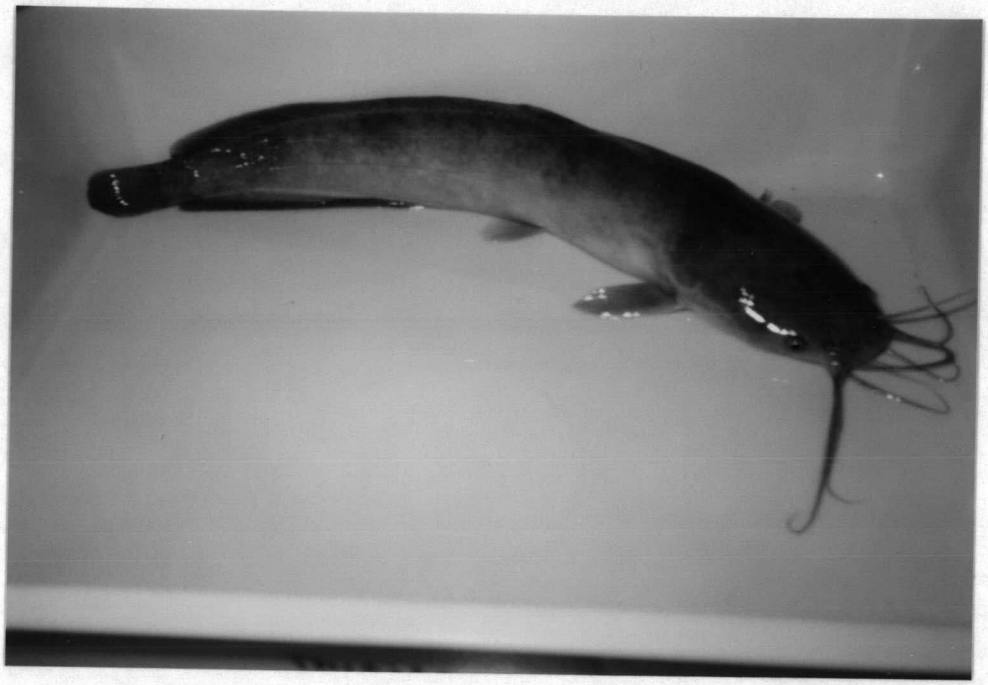
ลักษณะเม็ดเลือดในสัตว์จำพวกปลาจะมีลักษณะที่แตกต่างจากสัตว์ชนิดอื่น โดยเม็ดเลือดแดงของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมจะไม่มีนิวเคลียส มีเฉพาะในเม็ดเลือดขาวเท่านั้น แต่เม็ดเลือดแดงของปลาจะมีนิวเคลียสเช่นเดียวกับเม็ดเลือดขาวดังแสดงในรูปที่ 1

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สำหรับปลาดุกพันธุ์ผสมที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ เป็นปลาที่เกิดจากการผสมข้ามพันธุ์ระหว่างปลาดุกอุยเพศเมีย (*Clarias macrocephalus*)ซึ่งเป็นปลาพื้นบ้านของไทยชนิดไม่มีเกล็ด รูปร่างเรียวยาว มีหนวด 4 คู่ที่ริมฝีปาก ผิวหนังมีสีน้ำตาล เนื้อมีสีเหลืองรสชาดอร่อย สามารถนำมาปรุงเป็นอาหารได้มากมาย กับปลาดุกอัฟริกันเพศผู้ (*Clarias gariepinus*) ซึ่งเป็นปลาในตระกูล Catfish เช่นเดียวกับปลาดุกอุย มีถิ่นกำเนิดอยู่ในทวีปแอฟริกา มีชื่อเต็มว่า *Clarias gariepinus African sharptooth catfish* ชาวรัสเซียนำมาแพร่พันธุ์ในประเทศลาว คนไทยนำจากประเทศลาวเข้ามาในประเทศไทย การเจริญเติบโตในเขตร้อนจะดีกว่าในเขตหนาว ปลาดุกอัฟริกันมีเรียกหลายชื่อ เช่น ปลาดุกเทศ ปลาดุกอะเมซอน ปลาดุกคองโก ปลาดุกรัสเซีย ลักษณะรูปร่างเป็นปลาดุกที่ตัวโต ลำตัวยาว มีครีบ 2 ครีบใกล้ท้ายทอยติดกันเป็นพืดใหญ่คล้ายครีบปลาช่อน ลำตัวมีตกกระคล้ายหินอ่อน หางคล้ายพัดเหมือนหางปลาช่อน โคนหางมีลายพาดขาว 1 เส้น หนังหนา บางชนิดผิวสีเทาค่อนข้างดำ รอยกระไม่ชัดเจน ท้องขาว เพศผู้มีติ่งหรือเดือยซึ่งเป็นอวัยวะเพศอยู่ใต้ทวาร กึ่งกลางระหว่างปลายครีบใต้ท้อง ลำตัวเรียวยาว ส่วนเพศเมียจะมีอวัยวะเพศกลมมนอยู่ใต้ทวารกึ่งกลางปลายครีบด้านข้างลำตัว ลำตัวจะอ้วนสั้น ท้องจะป่องกว่าตัวผู้ ปลาดุกอัฟริกันเป็นปลาที่มีการเจริญเติบโตรวดเร็วมาก สามารถกินอาหารได้แทบทุกชนิด มีความต้านทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมได้สูง เมื่อเจริญเติบโตเต็มที่จะมีขนาดใหญ่ ปลาดุกชนิดนี้มีเนื้อเหลว และมีสีขาวซีดไม่น่ารับประทาน

จากลักษณะที่แตกต่างของปลาดุกทั้ง 2 ชนิดนี้ จะพบว่ามีข้อดี ข้อเสีย ต่างกันไป เมื่อนำทั้ง 2 พันธุ์มาผสมกัน จึงได้ลูกพันธุ์ที่มีลักษณะที่ดีของทั้ง 2 พันธุ์นี้ กล่าวคือจะมีอัตราการเจริญเติบโตรวดเร็ว ทนทานต่อโรคสูงคล้ายกับปลาดุกอัฟริกัน และมีเนื้อสีเหลือง รสชาดนุ่มนวลคล้ายปลาดุกอุย ทำให้เป็นปลาที่นิยมเลี้ยง ปัจจุบันจึงเป็นปลาเศรษฐกิจของเกษตรกรไทย ดังแสดงในรูปที่ 2 ความแตกต่างระหว่างปลาดุกอุยและปลาดุกอัฟริกันแสดงในตารางที่ 1



รูปที่ 2 แสดงลักษณะของปลาดุกพันธุ์ผสม

ตารางที่ 1 แสดงความแตกต่างระหว่างปลาดุกอุยและปลาดุกอัฟริกัน (กรมประมง, ม.ป.ป.)

ลักษณะ	ปลาดุกอุย	ปลาดุกอัฟริกัน
หัว	เล็กค่อนข้างรี ไม่แบน กระโหลกจะลื่น มีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย	ใหญ่และแบน กระโหลกจะเป็นตุ่มๆ ไม่เรียบ มีรอยบุ๋มตรงกลางเล็กน้อย
ใต้คาง	มีสีคล้ำ ไม่ขาว	สีขาว
หนวด	มี 4 คู่ โคนหนวดเล็ก	มี 4 คู่ โคนหนวดใหญ่
กระโหลกท้ายทอย	โค้งมน	หยักแหลม มี 3 หยัก
ปาก	ไม่ป้าน ค่อนข้างมน	ป้าน แบนหนา
ครีบหู	มีเงี่ยงเล็กสั้นแหลมคมมาก	มีเงี่ยงใหญ่สั้นนิ่ม ไม่แหลมคม
ครีบหลัง	ปลายครีบสีเทาปนดำ	ปลายครีบสีแดง
ครีบหาง	กลมไม่ใหญ่มาก สีเทาปนดำ	กลมใหญ่ สีเทา ปลายครีบมีสีแดง
สัดส่วนระหว่างหัว : ตัว	1 : 4	1 : 3
สีของลำตัว	ดำ น้ำตาลปนดำที่บริเวณด้านบนลำตัว	เทา เทาอมเหลือง
จุดที่ลำตัว	ขณะที่ปลามีขนาดเล็กจะมีจุดขาว เมื่อขนาดใหญ่จุดจะเลือนหายไป	ไม่มีจุด เมื่อโตขึ้นจะมีลายคล้ายหินอ่อนอยู่ทั่วตัว
ผนังท้อง	มีสีขาวถึงเหลืองบริเวณอก-ครีบท้อง	มีสีขาวตลอดจนถึงโคนหาง

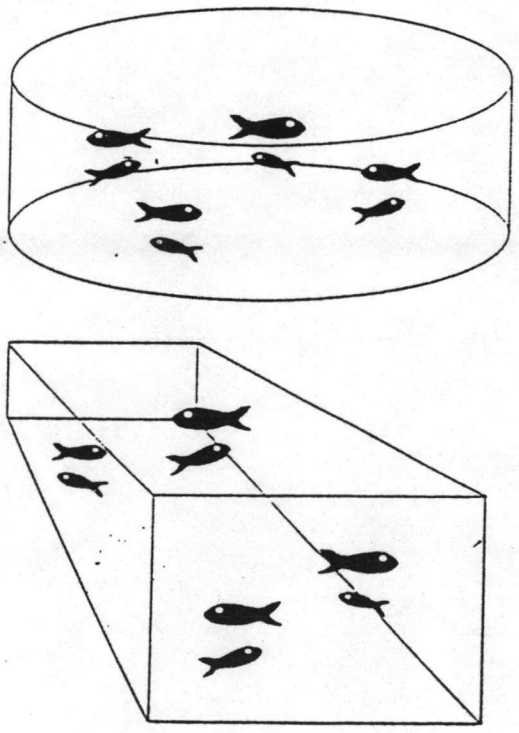
ปัจจุบันมีฟาร์มเลี้ยงปลาดุกพันธุ์ผสมเกิดขึ้นมากมาย และปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นขณะเลี้ยงปลา ตั้งแต่เป็นลูกปลาจนถึงมีขนาดที่สามารถนำไปขายได้นั้น คือความสูญเสียเนื่องจากโรค ซึ่งอาจเกิดได้หลายสาเหตุได้แก่ การติดเชื้อแบคทีเรีย เช่น *แอร์โรโมแนส ไฮโดรฟิลล่า* (*Aeromonas hydrophilla*) หรือการติดเชื้อรา เช่น ซาโพรเล็กเนีย (saprolexnea) รวมทั้งการติดเชื้อไวรัส (จิรศักดิ์ ตั้งตรงไพโรจน์ และคณะ, 2538) นอกจากนี้ยังมีสาเหตุสำคัญอีกประการหนึ่งซึ่งจะกล่าวในที่นี้ คือ การเกิดปรสิตภายนอกของตัวปลา โดยปรสิตจะเข้าเกาะและแย่งอาหาร ทำให้อวัยวะบางอย่างผิดปกติ ถ้ามีการเกาะที่เหงือกจะทำให้กระพุ้งแก้มเผยอขึ้นเล็กน้อย (อิทธิพร จันทร์เพ็ญ, 2531) ถ้าเกาะข้างตัวปลาจะทำให้ปลาเกิดการระคายเคืองและผิวหนังในบริเวณนั้นจะเกิดการต่อต้านโดยการสร้างเมือกออกมามากผิดปกติ ปรสิตบางชนิดจะสร้างสารซึ่งเป็นอันตรายต่อผิวหนังปลาออกมาด้วย วิธีสังเกตคือ ปลาจะเอาบริเวณที่เป็นโรคหรือที่ถูกปรสิตเกาะไปถูกับวัสดุต่างๆเพื่อให้ปรสิตหลุดออก และส่วนใหญ่บริเวณที่เป็นแผลจะมีจุดเลือดออกชัดเจน (วิมล เหมะจันทร์, 2525) ปรสิตเหล่านี้สามารถเกาะปลาที่มีขนาดเล็กได้ง่ายทำให้ลูกปลาไม่เจริญเติบโต ท้องบวม เหงือกซีด ทำให้ได้ปลาดุกพันธุ์ผสมที่ไม่ได้คุณภาพ (กมลพร ทองอุไทย และคนอื่นๆ, 2536) ปรสิตภายนอกที่พบบ่อยในปลาดุกได้แก่ :

ปลิงใส ส่วนใหญ่ที่พบในอยู่ในสกุลแดคไทโลไจรัส (*Dactylogyrus*) และ ไคโรแดคไทรัส (*Gyrodactylus*) ปลิงต่างๆเหล่านี้จะเข้าเกาะปลาบริเวณเหงือกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะพบได้ว่ากระพุ้งแก้มปลาจะเผยอเล็กน้อย สีของเหงือกจะซีดมาก ลักษณะของปลิงใสเหล่านี้จะขนาดเล็กมาก ไม่มีปล้อง มีขอเกี่ยวใช้สำหรับเกาะยึดอยู่ทางส่วนท้ายของลำตัว เมื่อมีปลิงใสเกาะจำนวนมากๆ จะทำให้ระบบการหายใจผิดปกติ ซึ่งจะเป็นสาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้เชื้อโรคชนิดอื่นๆเข้าทำลายได้

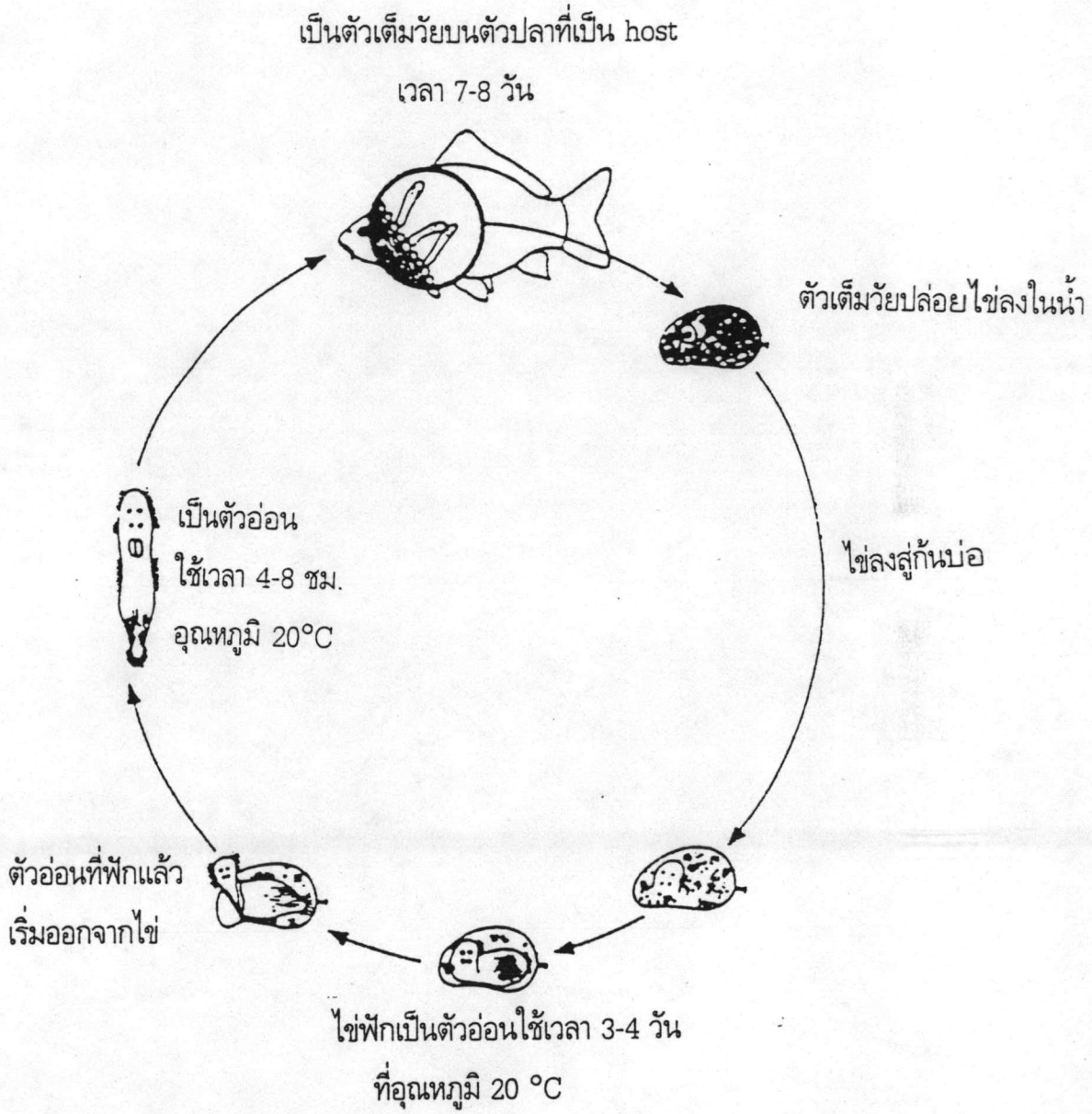
เห็บปลา (*Argulus*) ลักษณะลำตัวแบนคล้ายจาน ขนาด 5-10 มิลลิเมตร มีสีสันเห็นได้อาจจะมีสีเขียวอ่อน สีเหลืองแกมเขียว หรือสีน้ำตาล บริเวณปากมีต่อมพิษ สามารถปล่อยสารพิษออกมาทำอันตรายต่อปลาได้โดยการใช้เหล็กไนแทงเข้าใต้ผิวหนัง ปลาจะมีการระคายเคือง สังเกตได้จากการใช้ลำตัวถูข้างตู้ หรือวัสดุอื่นๆ

หนอนสมอ ส่วนใหญ่พบในสกุลเลอเนีย (*Lernae*) มีรูปร่างยาว 6-12 มิลลิเมตร กว้าง 0.5-1.2 มิลลิเมตร ทำให้ปลามีจุดสีแดงตามผิวหนัง ปลาผอมแห้ง กระพุ้งแก้มเปิดอ้า (อิทธิพร จันทร์เพ็ญ , 2531)

สารเคมีที่ใช้กำจัดปรสิตภายนอกของปลามีหลายชนิด และมีวิธีการใช้ที่แตกต่างกันไป ได้แก่ ดิพเทอเร็กซ์ (dipterex) 25 กรัมในน้ำ 10 ลิตร หรือฟอร์มาลิน 35-50 มิลลิลิตรในน้ำ 1 ตัน แช่ตลอดไป (อิทธิพร จันทร์เพ็ญ, 2531) นอกจากนี้ยังมีการใช้สารจำพวกออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphate, OP) ได้แก่ ไดคลอร์วอส (dichlorvos, DDVP) ขนาดที่ใช้กับปลาน้ำจืดเริ่มต้นที่ 0.1 ppm แช่นาน 1 ชั่วโมง โดยแช่ปลาในภาชนะ เช่น แทงค์น้ำขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 3 ขณะทำการกำจัดควรมีการเพิ่มออกซิเจนในน้ำให้เพียงพอด้วย (Brown, 1993) สำหรับระยะเวลาในการกำจัดขึ้นอยู่กับวงจรชีวิตของปรสิตชนิดนั้นๆ ตัวอย่างวงจรชีวิตปรสิตภายนอกตัวปลาซึ่งมีผลต่อระยะเวลาที่ใช้ DDVP ในการกำจัดซ้ำแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 3 แสดงภาชนะสำหรับกำจัดปรสิตภายนอกตัวปลาด้วย DDVP (Brown, 1993)



รูปที่ 4 แสดงวงจรชีวิตของปรสิตสกุลแดคไทโลไจรัส (*Dactylogyrus*) ซึ่งมีผลต่อระยะเวลาที่จะให้ไดคลอร์วอสในการกำจัดซ้ำ (Schaperclaus, Kulow and Schreckenbach, 1992)

ไดคลอร์วอส (Dichlorvos , DDVP)

คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี

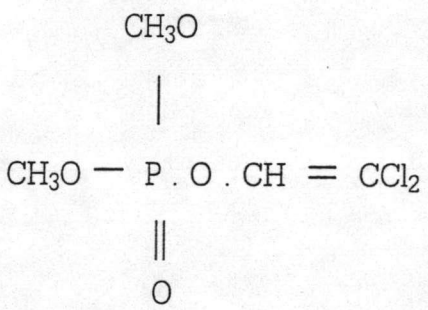
ชื่อทั่วไป Dichlorvos (DDVP)

ชื่อทางเคมี O,O - dimethyl - 2,2 - dichlorovinyl phosphate

ชื่อการค้า Dichlorphos , Daitaphos , Nogos , Nuvan , etc.

สูตรโมเลกุล $(MeO)_2 PO.OCH = CCl_2$

สูตรโครงสร้าง

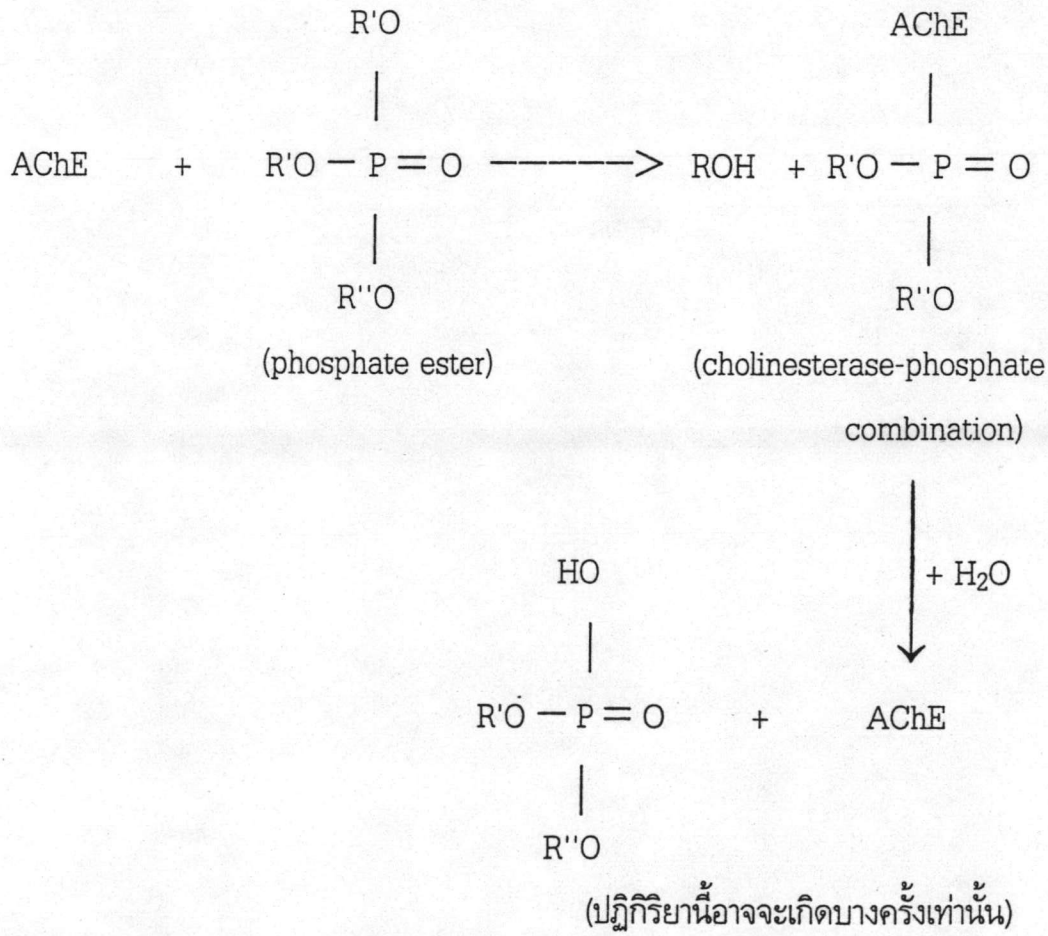


สถานะทางกายภาพ	เป็นของเหลวที่ไม่มีสี ถึงสีเหลืองอ่อน
ความถ่วงจำเพาะ	1.44
จุดเดือด	35°C
การละลาย	ละลายในน้ำได้ประมาณ 1% ที่อุณหภูมิห้อง และสามารถละลายได้ดีในตัวทำละลาย
รูปแบบ	emulsifiable concentrates, oil-base concentrates และที่นิยมใช้คือสเปรย์

กลไกการออกฤทธิ์

เนื่องจาก DDVP เป็นออร์กาโนฟอสเฟตตัวหนึ่ง จึงมีกลไกการออกฤทธิ์ในการยับยั้งโฆลีนเอสเทอเรส (ChE) ทั้งอะเซทิลโฆลีนเอสเทอเรส (AChE) และซูโดโฆลีนเอสเทอเรส (PChE) เหมือนกับออร์กาโนฟอสเฟตทั่วไป (สุภาพร ปิติพร และคนอื่นๆ, 2532)

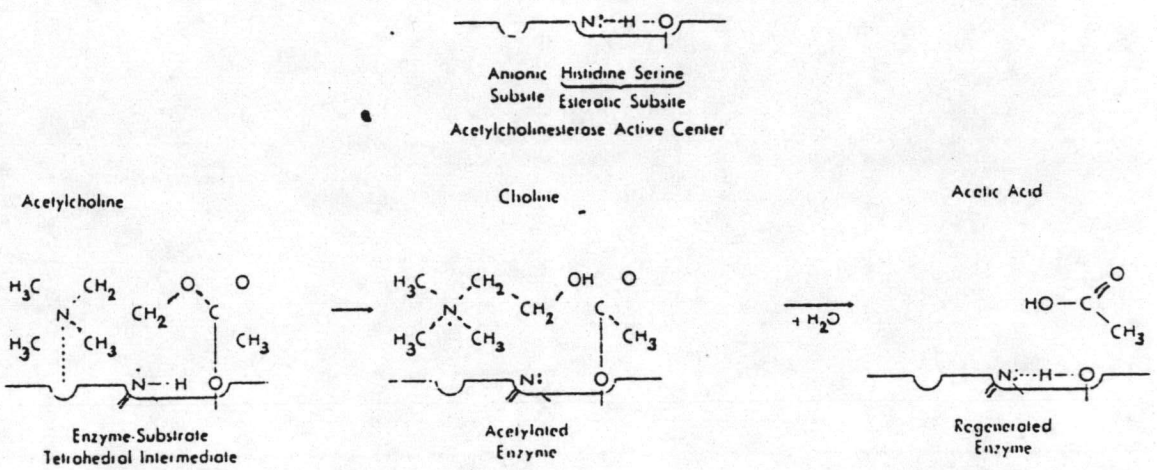
เมื่อออร์กาโนฟอสเฟตเข้าสู่ร่างกาย จะออกฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์อะเซทิลโฆลีนเอสเทอเรส ไม่ให้ทำลายอะเซทิลโฆลีน โดยสารนี้จะเข้าไปทำปฏิกิริยากับโฆลีนเอสเทอเรส ดังแสดงในสมการรูปที่ 5



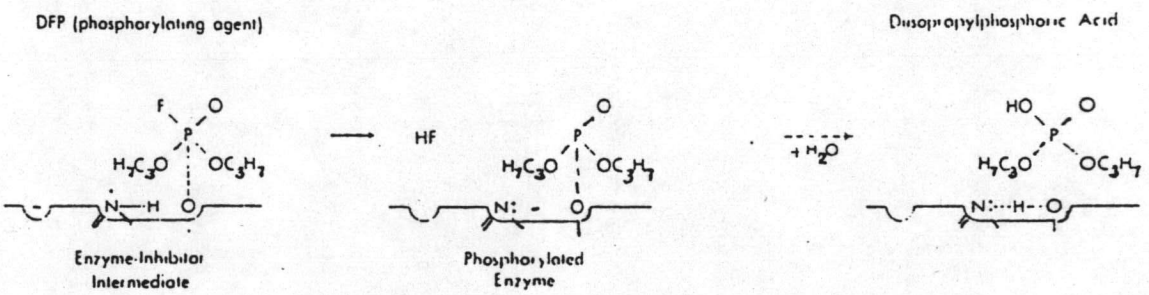
รูปที่ 5 แสดงสมการการทำปฏิกิริยาของ phosphate ester กับ AChE
(อุษณา หงส์วารีวัธน์, 2527)

จากสมการปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสจะเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับลักษณะโครงสร้างทางเคมีของ phosphate ester ถ้า phosphate ester ตัวใดรวมกับเอนไซม์แล้วไม่เกิดปฏิกิริยาถึงขั้นไฮโดรไลซิส จะทำให้เกิดพิษร้ายแรงกว่าชนิดที่รวมตัวกับเอนไซม์แล้วเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสซึ่งทำให้ได้เอนไซม์กลับคืนมา ปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอะเซทิลโฆลีนโดยอะเซทิลโฆลีนเอสเทอเรสและออร์กาโนฟอสเฟตแสดงในรูปที่ 6

I.



II.



<u>รูปที่ 6</u> แสดงขบวนการไฮโดรไลซิสอะเซทิลโฆลีน (ACh) โดยอะเซทิลโฆลีนเอสเทอเรส (AChE) (I) และโดยสารเคมีกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (II) (Gilman, Goodman, Rall and Muwad, 1985)

การออกฤทธิ์และความเป็นพิษ

อะเซทิลโมลีน ซึ่งเป็นสารสื่อประสาทออกฤทธิ์ตรงปลายเซลล์ประสาท หรือรอยต่อของเซลล์ประสาท (synapse) หลังจากออกฤทธิ์แล้วจะถูกทำลายด้วยเอนไซม์อะเซทิลโมลีนเอสเทอเรส ทำให้ฤทธิ์ของอะเซทิลโมลีนหมดไปแต่ถ้าร่างกายได้รับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะเกิดการรวมตัวระหว่าง phosphate ester กับ AChE อย่างถาวร ทำให้มีการคั่งของอะเซทิลโมลีนอย่างมากมายที่ปลายเซลล์ประสาทหรือรอยต่อเซลล์ประสาทนั้น มีการเพิ่ม depolarization ของ postsynaptic membrane อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะในระบบพาราซิมพาเธติคและระบบมอเตอร์ของร่างกาย ทำให้กล้ามเนื้อกระตุกสั่นจนเกิดอาการเกร็ง แต่ถ้าความเข้มข้นของอะเซทิลโมลีนมีมากเกินไปจะเกิดการกระตุ้นและตามด้วยการยับยั้ง ร่างกายเกิดอาการอ่อนเพลียมากจนเป็นอัมพาตทั้งประสาทและกล้ามเนื้อ โดยกล้ามเนื้อลายจะได้รับผลกระทบจากพิษมากกว่ากล้ามเนื้อเรียบ (ไมตรี สุทธิจิตต์, 2531)

อาการพิษจากการคั่งของอะเซทิลโมลีนแบ่งได้ดังนี้

1. อาการพิษเฉียบพลัน

1.1 อาการพิษแบบมัสคารินิค (muscarinic) พบส่วนใหญ่ที่กล้ามเนื้อเรียบ หัวใจ และต่อมมีท่อ อาการที่เกิดขึ้นในระยะแรกคือ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเดิน น้ำตาไหล เหงื่อออก ม่านตาหดตัว ถ่ายอุจจาระและปัสสาวะโดยกลั้นไม่อยู่ มีการเกร็งของหลอดลม หลอดลมมีเมือกและเสมหะมาก

1.2 อาการพิษแบบนิโคตินิค (nicotinic) อาการพิษแบบนี้เกิดขึ้นเนื่องจากการสะสมของอะเซทิลโมลีนที่ปลาย motor nerves และที่ synapse ของระบบประสาทอัตโนมัติ อาการที่เกิดขึ้นคือ กล้ามเนื้อถูกกระตุ้นมากกว่าปกติ มีการกระตุกของกล้ามเนื้อที่หน้า หนังตา ลิ้น ถ้าอาการรุนแรงขึ้นจะพบว่ามีการกระตุกมากขึ้นทั่วร่างกาย ต่อมาจะมีอาการอ่อนเพลียตามกล้ามเนื้อทั่วไป และเกิดเป็นอัมพาตของกล้ามเนื้อได้ในที่สุด

1.3 อาการทางสมองเนื่องจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง อาการที่พบได้แก่ มึนศีรษะ ปวดศีรษะ งง กระสับกระส่าย ตื่นตกใจง่าย อารมณ์พลุ่งพล่าน ถ้ามีอาการมากอาจชักและหมดสติได้

ถ้ามีอาการมากอาจถึงตายได้เนื่องจากระบบการหายใจล้มเหลว (respiratory failure) ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลอดลมตีบตัน กล้ามเนื้อของระบบการหายใจเป็นอัมพาต และศูนย์ควบคุมการหายใจในสมองหยุดทำงาน ในรายที่มีอาการไม่รุนแรงนักอาการจะดีขึ้นใน 2-3 วัน แต่จะอ่อนเพลีย ไม่มีแรงเป็นเวลานาน

2. อาการพิษระยะยาว

สารออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดเช่นไมพาฟอกซ์ (Mipafox) ที่ความเข้มข้น 50 μM ก่อให้เกิดอาการเป็นพิษทางระบบประสาทชนิดไม่เฉียบพลัน ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากได้รับออร์กาโนฟอสเฟตเข้าสู่ร่างกายแล้วช่วงเวลาหนึ่ง (delayed neurotoxic effect) อาการพิษจะเริ่มเกิดขึ้นที่ส่วนปลายประสาทของโคนขา ต่อมาจะมีอาการเดินโซเซ เสียความรู้สึก และกล้ามเนื้ออ่อนเพลีย ต่อมาจะเพิ่มความรุนแรงขึ้น อ่อนเพลียเพิ่มขึ้น และเริ่มเป็นตามแขนด้วย ลักษณะทางพยาธิวิทยาที่พบจะเป็นลักษณะการทำลายซึ่งเกิดขึ้นที่เซลล์ของแอคซอน (axon) ตามด้วยการทำลายไมอีลิน (myelin) ซึ่งเข้าใจว่าการทำลายเซลล์ดังกล่าวเกิดขึ้นเนื่องจากการรบกวนขบวนการเมตาบอลิซึมของเซลประสาทในไขสันหลัง การขาดการสังเคราะห์สารบางชนิดจึงทำให้เส้นประสาทแอคซอนที่มีความยาวมากและอยู่ไกลเป็นอันตรายก่อน ขบวนการนี้เรียกว่า "Dying back" หลังจากเกิดอาการพิษนี้แล้วประมาณ 2-3 วัน ถึง 2 อาทิตย์ อาการจะดีขึ้นอย่างช้าๆ

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นกลุ่มที่นิยมใช้ในการปราบศัตรูพืช จากการศึกษาถึงความเป็นพิษของสารกลุ่มนี้ในปลา พบว่าจะไปลดการทำงานของโฆลีนเอสเทอเรส (cholinesterase activity) ในเนื้อเยื่อสมองของปลา และถ้าการทำงานของโฆลีนเอสเทอเรสลดลงเหลือ 40-70 % ของการทำงานปกติจะมีผลทำให้ปลาตาย ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อฤทธิ์ของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และกลุ่มคาร์บาเมต ในการยับยั้งการทำงานของโฆลีนเอสเทอเรส คือ ความเข้มข้นของ

สารปราบศัตรูพืช ระยะเวลาที่ปลาสัมผัสสาร ชนิดของปลา คุณสมบัติทางเคมีของสาร และคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ (สุธรรม สิทธิชัยเกษม, 2529) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงผลของอุณหภูมิ (temperature, Temp.) และความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในน้ำที่มีผลต่อค่าครึ่งชีวิต (half-life) ของสารปราบศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, 2527)

	Half-life				
	Parathion	Paraoxon	Methyl parathion	Trichlorfon	DDVP
Temp (°C)*					
10	3,000	1,200	760	2,400	240
20	690	320	175	526	61.5
30	180	93	45	140	17.3
40	50	29	12.5	41	5.8
50	15	9.6	4	10.7	1.66
60	4.75	3.2	1.34	3.2	0.58
70	1.65	1.2	0.47	1.13	0.16
pH**					
1	34	18.5	15.4	32	2.3
3	21	23	11.2	33	3.4
5	19.5	24.4	10.7	15.3	2.8
7	7.8	11.5	6.9	0.7	0.45
9	2.7	2.1	1.5	0.1	-

* at pH 1 - 5 and half-life (days)

** at temp. 70 °C and half-life (hours)

จากการศึกษา half-life ของ DDVP โดย Samuelsen (1987) พบว่ามีค่าเท่ากับ 7.4 - 3.9 วัน ที่อุณหภูมิ 3.5 - 13.5 °C และสามารถเปลี่ยนแปลงเป็น dimethylphosphate และ dichloroacetaldehyde ซึ่งมีพิษน้อยกว่าได้เมื่ออยู่ในน้ำทะเล

ผลของไดคลอร์วอสต่อสัตว์ชนิดต่างๆ

สัตว์พวกโค-กระบือ

จากการศึกษาของ Raina, Srivastava and Kumar (1990)พบว่ากระบือที่ได้รับ DDVP 1% ในรูปสเปรย์ทุกวันเป็นเวลา 4 สัปดาห์จะมีอาการเป็นพิษแบบไม่รุนแรงจนถึงรุนแรงปานกลาง ตัวที่ได้รับ 2% จะมีอาการรุนแรงขึ้นและตาย 1 ใน 3 มีการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในเม็ดเลือดแดงและพลาสม่าสูงสุดถึง 89 และ 91% ในวันที่ 21 ของการได้รับ DDVP

แพะ

จากการศึกษาของ Abdelsalam (1986) พบว่าเมื่อแพะได้รับ DDVP ขนาด 200 mg/kg จะมีการยับยั้งเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสสูงสุดในสมองคือ 61% ส่วนในเลือดและในพลาสม่ามีการยับยั้งใกล้เคียงกันคือ 50 และ 46%

สุกร

เมื่อสุกรได้รับ DDVP พบว่า การคืนกลับของโมลีนเอสเทอเรส ในพลาสม่า และ เม็ดเลือดแดงจะช้า ในลูกสุกรที่ได้รับ DDVP จะมีระดับของ liver glycogen สูง และการเพิ่มขึ้นของน้ำหนักตัวในระยะ 72 ชั่วโมงแรกของอายุจะช้ากว่าลูกสุกรที่ไม่ได้รับ DDVP (Anderson and Wahlstrom, 1970) DDVP จะไม่มีผลต่อตัวอ่อนของสุกร และไม่พบการตกค้างของสารในเลือดหรือเนื้อเยื่อของสุกร

สัตว์ปีก

ไม่พบการตกค้างของ DDVP ในเนื้อเยื่อและไข่ของสัตว์ปีกพวกไก่ DDVP มีผลต่อการทำงานของอะเซทิลโมลีนเอสเทอเรสในสมองของนกกระทา และลดความสามารถในการวางไข่และฟักไข่ นอกจากนี้ยังเพิ่มจำนวนลูกไก่ที่มีความผิดปกติอีกด้วย (Pym, quoted in Humphreys, 1988)

สุนัข

จากการศึกษาของ Snow (1973) พบว่า DDVP มีผลต่อการทำงานของโมลีนเอสเทอเรสในพลาสม่า เม็ดเลือดแดง และการคืนกลับของเอนไซม์ในสุนัข รวมทั้งยังมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางพยาธิสภาพของสุนัข จากการศึกษาของ Hantz and Pitosis (Humphreys, 1988) สุนัขที่สวมปลอกคอที่มี DDVP ทาอยู่ 9.3 % หรือในสุนัขที่มีเหรียญห้อยคอ ซึ่งทาด้วย DDVP 18.3 % พบว่าไม่มีผลเกิดขึ้นกับสุนัข ในขณะที่สุนัขที่สวมปลอกคอที่มี DDVP ทาอยู่ 16.5 % รวมกับคลอร์ไพโรฟอส 1 % จะทำให้เกิด skin lesions หลังจากสวม 4 สัปดาห์

แมว

จากการศึกษาของ Harlin and Dellinger (1993) พบว่าในแมวที่ได้รับ DDVP ขนาดที่เป็น 120% ของ LD_{50} โดยการกินเพื่อกำจัดปรสิตในระบบทางเดินอาหาร จะเริ่มเกิดอาการพิษแบบเฉียบพลันในช่วง 10 นาทีแรกของการได้รับ DDVP และเกิดอาการ ataxia-depression syndrome อาการจะรุนแรงขึ้นในเวลา 90 นาทีของการศึกษา แมวบางตัวถึงแก่ความตาย

ปลา

เมื่อปลาได้รับ DDVP จะก่อให้เกิดพิษเฉียบพลัน ได้แก่ อาการว่ายน้ำรวดเร็วอย่างผิดปกติ เกิดอาการชักกระตุก ในลูกปลาเรนโบว์เทร้าท์ (rainbow trout , *Salmo gairdneri*)

เมื่อได้รับ DDVP จะเสียความสามารถในการหลบหนีแสงสว่าง ในปลาบลูกิล (bluegill , *Lepomis macrochirus*) จะมีระดับเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสในสมองลดลงต่ำกว่าปกติ 50 % นอกจากนี้จากการศึกษาของ Pavlov et al.(1992) ยังพบว่าปลาบรีม (bream , *Abramis brama L.)* เมื่อได้รับ DDVP จะลดพฤติกรรมการกินของปลา โดยทำให้ปลากินอาหารน้อยลงได้

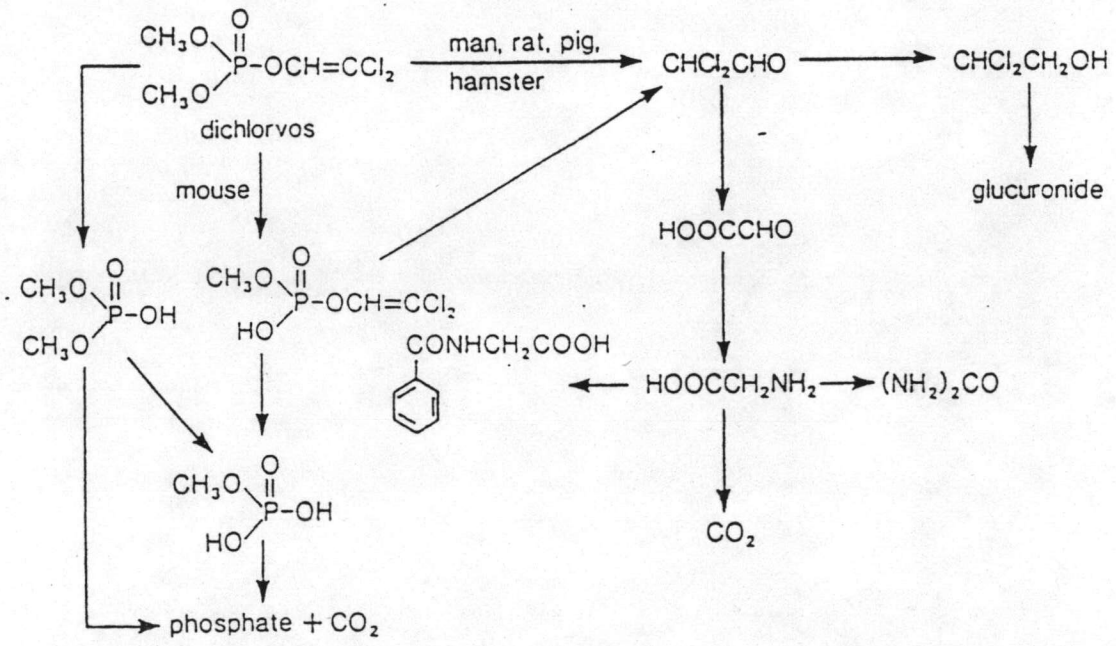
การดูดซึม การเปลี่ยนแปลง และการขับออก

DDVP สามารถขับออกจากร่างกายสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมได้อย่างรวดเร็ว โดยการ hydrolysis and glutathione-dependent demethylation เมื่อให้ไดคลอร์วอสในรูป [^{14}C-vinyl]-dichlorvos แก่หนู ในรูปการกิน พบว่า 39 % ถูกขับออกโดยการหายใจออกในรูปของ $^{14}CO_2$ (Miyamoto et al., 1988)

เมื่อ DDVP ถูก hydrolysed ในน้ำ จะได้ dimethylhydrogenphosphate and dichloroacetaldehyde ซึ่งจะเกิดขึ้นอย่างช้าๆในภาวะความเป็นกรด แต่จะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็วเมื่ออยู่ในภาวะของ alkaline (Pike, 1989) ส่วนเมตาบอไลท์ของ DDVP ในร่างกายเมื่อเปรียบเทียบระหว่างมนุษย์ rats mice สุกร และ hamsters จำนวนของเมตาบอไลท์ในร่างกายมนุษย์จะคล้ายๆกับในสัตว์สปีชีส์อื่นๆ ยกเว้นใน mice ซึ่งจะได้ปริมาณของ demethyldichlorvos มากกว่าสัตว์อื่น

แสดงกระบวนการเมตาบอลิซึมของ DDVP ในร่างกายสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ในรูปที่ 7

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 7 แสดงกระบวนการเมตาบอลิซึมของ DDVP ในร่างกายสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม (Miyamoto et al., 1988)

แนวเหตุผลและสมมติฐานในการศึกษา

ในปัจจุบันการเพาะเลี้ยงปลาดุกพันธุ์ผสมเป็นที่นิยมของเกษตรกรจำนวนมาก มีฟาร์มเลี้ยงปลาดุกเกิดขึ้นมากมาย แม้ปลาดุกพันธุ์ผสมจะเป็นปลาที่มีความทนทานต่อโรคและสภาพแวดล้อมต่างๆก็ตาม แต่ในขณะที่ยังเป็นลูกปลานั้นความต้านทานโรคยังน้อยอยู่ โรคต่างๆจึงเกิดขึ้นได้ในช่วงนี้ โรคที่พบแบ่งออกได้เป็นหลายสาเหตุ ได้แก่ โรคที่เกิดจากแบคทีเรีย ซึ่งจะทำให้ปลาเกิดแผลตามตัว โรคที่เกิดจากปรสิตภายนอกซึ่งมักจะติดมากับลูกปลาตั้งแต่ตอนนำมาปล่อยลงเลี้ยง หรือติดมากับน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา โรคที่เกิดจากอาหารที่ไม่มีคุณภาพซึ่งอาจมีเชื้อราหรือขาดวิตามิน และโรคที่เกิดจากสภาพแวดล้อมโดยอาจอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม มีน้ำเน่าเสียปนเปื้อนในน้ำที่ใช้เลี้ยงปลา สิ่งต่างๆเหล่านี้ล้วนทำให้ได้ปลาดุกที่ไม่ได้คุณภาพ (กมลพร ทองอุไทย และคนอื่นๆ, 2536) จึงควรมีการแก้ไขและป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้น

สำหรับปรสิตภายนอก ซึ่งส่วนใหญ่จะพบในลูกปลา มีผลต่อลูกปลาคือ ทำให้ลูกปลาไม่เจริญเติบโต ท้องบวม เหงือกซีด จึงทำให้ได้ผลผลิตของปลาดุกพันธุ์ผสมที่ไม่มีคุณภาพ มีสารหลายชนิดที่ใช้ในการกำจัดปรสิตภายนอกของตัวปลา รวมทั้งสารปราบศัตรูพืชกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต และสารออร์กาโนฟอสเฟตที่นิยมใช้มากได้แก่ DDVP ซึ่งเป็นสารที่ใช้กำจัดปรสิตภายนอกและภายในของสัตว์ต่างๆหลายชนิด เช่น ในสัตว์จำพวกโค-กระบือ โดยการฉีดพ่นลงบนตัวสัตว์ หรือให้สัตว์แช่ลงในบ่อที่มี DDVP ผสมอยู่ (Awal, 1992) หรือในสัตว์อื่นๆ ได้แก่ แมว สุนัข ม้า และสุกร ก็มีการใช้ DDVP ในรูปการกินเพื่อกำจัดปรสิตในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เหล่านี้ (Harlin and Dellinger, 1993) สำหรับในสัตว์น้ำ มีการใช้ DDVP ในการกำจัดปรสิตภายนอกของปลา salmon ซึ่งนิยมใช้ DDVP ในรูป Nuvan 50% EC ขนาด 1 ppm เพื่อกำจัดปรสิตภายนอกตัวปลา (Ross, 1989 and Cusach and Johnson, 1990) จากการศึกษาของ Hoy,Horsberg and Wichstrom (1991) ใช้ DDVP ขนาด 1.136 ppm ซึ่งเป็นขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายเพื่อใช้รักษาปรสิตภายนอกของปลาเรนโบว์เทร้าท์โดยการแช่นาน 1ชั่วโมง นอกจากนี้ในปลาน้ำจืดการใช้ DDVP อาจเริ่มต้นที่ 0.1 ppm โดยการแช่นาน 1 ชั่วโมง (Brown, 1993)

แม้การใช้ DDVP ในการกำจัดปรสิตจะได้ผลดี แต่ DDVP เป็นสารปราบศัตรูพืชในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ซึ่งจะมีผลต่อการยับยั้งเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรส ทำให้เกิดความเป็นพิษของอะเซทิลโมลีนที่คั่งอยู่ได้ ดังนั้นก่อนการใช้จึงควรมีการศึกษาถึงฤทธิ์ของสารนี้เพื่อไม่ให้ยับยั้งเอนไซม์โมลีนเอสเทอเรสมากเกินไป หรือมีฤทธิ์ข้างเคียงอื่นๆที่ทำให้ปลาตายได้

จากประโยชน์ของ DDVP ในการกำจัดปรสิตภายนอกของปลา เพื่อลดอัตราการสูญเสีย และจากข้อควรระวังของสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต การศึกษาครั้งนี้จึงเน้นที่จะศึกษาถึงฤทธิ์โดยละเอียดของ DDVP ต่อปลาดุกพันธุ์ผสม โดยศึกษาในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายซึ่งใกล้เคียงกับที่เคยมีรายงานว่าได้ผลในการรักษาปรสิตภายนอกของปลา และศึกษาถึงผลของ DDVP ต่อการทำงานของโมลีนเอสเทอเรสในสมองและซีรั่ม ซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ถึงพิษเฉียบพลันของ DDVP และฤทธิ์ต่อค่าทางโลหิตวิทยา รวมทั้งการทำงานของตับ ซึ่งบ่งชี้ถึงพิษระยะยาวของ DDVP

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาผลของไดคลอร์วอสในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายต่อการทำงานของอะเซทิลโมลีนเอสเทอเรส ค่าทางโลหิตวิทยา และการทำงานของตับในปลาดุกพันธุ์ผสม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ทราบถึงผลของไดคลอร์วอสในขนาดที่ไม่ทำให้ปลาตายต่อการทำงานของอะเซทิลโมลีนเอสเทอเรส ค่าทางโลหิตวิทยา และการทำงานของตับในปลาดุกพันธุ์ผสม
2. สามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นแนวทางในการนำไดคลอร์วอสมากำจัดปรสิตภายนอกของปลาต่อไป