

## อิทธิพลของสารไตรฟลูราลินต่อการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีเลือดกุ้งกุลาดำ

### Effect of trifluralin on changes of biochemical substances in hemolymph black tiger prawns (*Penaeus monodon*)

กฤติยา เลิศชุนหะเกียรติ และพนัส ธรรมกীরติวงศ์

Krittiya Lertchunhakiat and Panus Tumkiratiwong

#### บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงสารชีวเคมีในเลือดกุ้งกุลาดำอายุ 4 เดือนจำนวน 128 ตัวเมื่อใช้ไตรฟลูราลินทดสอบที่ความเข้มข้น 4 ระดับคือ 0 0.015 0.030 และ 0.060 พีพีเอ็ม วางแผนการทดลองแบบสุ่มทดลองโดยสุ่มเก็บเลือดที่ 0 3 6 และ 15 ชั่วโมงหลังใส่สารไตรฟลูราลินพบว่าปริมาณกลูโคสมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดสอบที่ 15 ชั่วโมงในขณะที่โคเลสเตอรอลกลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับกลุ่มที่ได้รับไตรฟลูราลิน 0.03 พีพีเอ็ม ( $P<0.05$ ) และมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญระหว่างกลุ่มทดสอบที่ได้รับไตรฟลูราลิน 0.015 และ 0.03 พีพีเอ็ม ( $P<0.05$ ) ค่าเฉลี่ยของไตรกลีเซอไรด์กลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) กับกลุ่มทดสอบทั้ง 4 กลุ่มที่ 6 ชั่วโมงแต่กลุ่มควบคุมมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P<0.05$ ) กับกลุ่มที่ได้รับไตรฟลูราลิน 0.03 พีพีเอ็มที่ 15 ชั่วโมงในขณะที่ค่าเฉลี่ยของครีเอตินีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P>0.05$ ) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับไตรฟลูราลินทุกระดับและทุกเวลาที่ทดสอบ

#### ABSTRACT

This research was conducted to investigate the effect of various levels of trifluralin concentration on changes of biochemical substances in hemolymph of black tiger prawns aged 4 months, of which 128 animals were allocated into 4 groups; 0 (control) 0.015 0.030 and 0.060 part per million (ppm), each group contains 32 animals and designed according to completely randomized design (CRD). The hemolymph was collected at 0 3 6 and 15 hours post-administration of trifluralin. It was found that for blood glucose there was significant difference between control group and treatment group ( $P<0.05$ ). The average of cholesterol in control group was significant difference with group receiving trifluralin 0.03 ppm ( $P<0.05$ ) and also significant difference between group receiving trifluralin 0.015 and 0.03 ppm ( $P<0.05$ ). At 6 hours the mean of triglyceride of control group was significant different with all experiment groups ( $P<0.05$ ) but at 15 hours there was significant different between control group and group provided trifluralin 0.03 ppm ( $P<0.05$ ). However, the average of creatinine was not significant different between control group and groups receiving 0.015 0.03 and 0.06 ppm at every time of investigation.

## สาขาประมง

## คำนำ

กุ้งกุลาดำเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจตัวหนึ่งของประเทศไทย เป็นแหล่งอาหารโปรตีนที่นิยมบริโภคกันทั้งในและต่างประเทศ ความต้องการในการบริโภคเพิ่มขึ้น การดูแลสุขภาพของกุ้งกุลาดำเป็นปัจจัยหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงเพื่อผลผลิตที่เพิ่มขึ้น การศึกษาผลกระทบต่อการมีชีวิตที่สำคัญอย่างเช่น กลูโคส โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และครีเอตินีนสามารถบ่งบอกถึงการทำงานของอวัยวะของสัตว์ได้ โดยวิบูลและกนกนาถ(2525) รายงานว่าเมื่อระดับกลูโคสในเลือดสูงอาจเกิดจากภาวะตับอ่อนถูกทำลายทำให้ขาดอินซูลิน ในทางตรงข้ามระดับกลูโคสในเลือดต่ำมีโอกาที่จะเป็นโรคหลอดเลือดตีบตันและโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ซึ่งก็เป็นแหล่งพลังงานของร่างกายที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นในตับซึ่งระดับของโคเลสเตอรอลที่ผิดปกติสามารถบ่งบอกถึงภาวะการสูญเสียหน้าที่ของอวัยวะต่างๆ ได้แก่ ตับ ตับอ่อน ไตและต่อมธัยรอยด์ ในขณะที่ระดับไตรกลีเซอไรด์ที่สูงพบในภาวะผิดปกติของตับอ่อน แต่ครีเอตินีนซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่ถูกขับถ่ายได้ง่ายโดยการกรองผ่านทางไต ดังนั้นถ้าครีเอตินีนปรากฏในเลือดสูงแสดงว่าไตมีการทำงานผิดปกติ

ปัจจุบันการเพาะเลี้ยงกุ้งกุลาดำได้มีการพัฒนาเป็นอุตสาหกรรม ส่งผลให้มีการใช้ยาและสารเคมีเพื่อป้องกันและกำจัดโรคที่เกิดจากปรสิตภายนอกพวกซูโอแทมเนียมซึ่งนิยมใช้ฟอร์มาลินเพื่อลดปัญหาและทำให้กุ้งลอกคราบได้ง่ายขึ้น โดยทั่วไปนิยมใช้ฟอร์มาลินในอัตรา 5 – 20 พีพีเอ็มแช่เป็นเวลา 4-6 ชั่วโมง (พรเลิศ, 2538) และนาร์ตันและวัชร (2541) ได้ศึกษาผลกระทบของฟอร์มาลินระดับต่างๆต่อสารชีวเคมีในกุ้งกุลาดำเพื่อหาชนิดของสารชีวเคมีที่จะใช้เป็นดัชนีบ่งชี้ถึงการเปลี่ยนแปลง และรายงานว่าการใช้กลูโคสและครีเอตินีนสามารถใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การเปลี่ยนแปลงได้โดยมีค่าสูงขึ้นที่ระดับความเข้มข้นของฟอร์มาลิน 200 และ 400 พีพีเอ็มและที่ฟอร์มาลิน 2 ระดับค่าเฉลี่ยของพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวที่กล่าวถึงแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ( $P > 0.05$ ) กับกลุ่มควบคุมที่ไม่ได้รับฟอร์มาลิน

ไตรฟลูออรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้ในการกำจัดตะไคร่น้ำ ซูโอแทมเนียม เชื้อรา สาหร่าย โดยสามารถออกฤทธิ์กำจัดโดยตรงที่ทำให้ซูโอแทมเนียมหลุดจากการยึดเกาะเปลือกกุ้งและซึมเข้าทำลายในไซโตพลาสซึมของเซลล์ด้วย (คมเพชร, 2541) นอกจากนี้ยังช่วยควบคุมแพลงก์ตอนและพืชน้ำให้เหมาะสมแต่เนื่องจากยังขาดข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ของการใช้สารไตรฟลูออรีนในกุ้งกุลาดำ ดังนั้นวัตถุประสงค์ของการทดลองครั้งนี้เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสารชีวเคมี ได้แก่ กลูโคส โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และครีเอตินีน เมื่อใส่ไตรฟลูออรีนในบ่อกุ้งกุลาดำซึ่งยังไม่มีการศึกษากันในปัจจุบันเพื่อนำมาเป็นส่วนหนึ่งในการพิจารณาถึงความเหมาะสมที่จะนำสารไตรฟลูออรีนมาใช้ในการเลี้ยงกุ้งกุลาดำซึ่งเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศและโดยเฉพาะอย่างยิ่งเป็นอาหารของมนุษย์ในโลกนี้ด้วย

## วิธีการ

ใช้กุ้งกุลาดำน้ำหนักประมาณ 20 กรัม จำนวนทั้งสิ้น 128 ตัวเลี้ยงในตู้กระจกขนาด 90 x 45 x 45 ลูกบาศก์เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด โดยแบ่งออกเป็น 4 กลุ่มการทดลอง 1) กลุ่มควบคุมไม่ได้รับไตรฟลูออรีน 2) ได้รับไตรฟลูออรีน 0.015 พีพีเอ็ม 3) ได้รับไตรฟลูออรีน 0.030 พีพีเอ็ม และ 4) ได้รับไตรฟลูออรีน 0.060 พีพีเอ็ม แต่ละกลุ่มการทดลองเลี้ยงกุ้งกุลาดำ 32 ตัว เจาะเลือดจากบริเวณช่องว่างถุงหุ้มหัวใจ (Pericardial cavity) โดยผ่านเข้าไปในเนื้อเยื่อชั้นอินเตอร์เซกเมนตัม (intersegmental membrane) ระหว่างรอยต่อบริเวณเปลือกส่วนหัวอก (Cephalothorax) และท้อง (Abdominal segment) (นาร์ตันและวัชร, 2541) เจาะเลือดก่อนใส่ไตรฟลูออรีนทุกกลุ่มการทดลอง รวมทั้งกลุ่มควบคุมเพื่อเป็นตัวควบคุมภายใน

## สาขาประมง

ของแต่ละกลุ่มการทดลองและหลังจากใส่ไตรฟลูราลินเป็นระยะเวลา 3 6 และ 15 ชั่วโมง เลือดที่ได้เก็บในหลอดพลาสติกที่บรรจุสารละลายอีดีทีเอ (EDTA - sodium salt) หลังจากปั่นเหวี่ยงเลือดและแยกของเหลวส่วนบน (supernatant) ที่ได้เก็บในหลอดพลาสติก แล้วนำพลาสมาไปวิเคราะห์กลูโคส โคเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์โดยวิธีการทดสอบสี (Colorimetric method) และ คีโอะตินีนโดยวิธีของเจฟฟ์ (Jaffe method) (Tietz, 1986) ซึ่งพารามิเตอร์ทั้งหมดถูกวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์อัตโนมัติ (Hitachi 917 Analyzer) และนำค่าทั้งหมดที่ได้ไปวิเคราะห์หาความแปรปรวนและทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยทรีตเมนต์โดยวิธีของ Duncan's New Multiple Range test โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS (1985)

## ผลและวิจารณ์

ปริมาณกลูโคส โคเลสเตอรอล ไตรกลีเซอไรด์และคีโอะตินีนก่อนและหลังใส่ไตรฟลูราลินเป็นเวลา 15 ชั่วโมง แสดงไว้ในตารางที่ 1 และ 2 ค่าเฉลี่ยกลูโคสในเลือดของกลุ่มที่จะทดสอบสารไตรฟลูราลินระดับ 0 0.015 0.03 และ 0.06 พีพีเอ็ม ที่ช่วง 0 ชั่วโมงเท่ากับ  $13.00 \pm 9.38$ ;  $7.60 \pm 4.34$ ;  $9.07 \pm 8.24$  และ  $8.74 \pm 8.65$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับและชั่วโมงที่ 15 มีค่าเท่ากับ  $4.46 \pm 2.59$ ;  $8.91 \pm 3.38$ ;  $12.84 \pm 12.14$  และ  $8.89 \pm 4.41$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ ในขณะที่การรันและวัชรี (2541) รายงานไว้ว่าปริมาณกลูโคสในกึ่งที่ได้รับสารฟอร์มาลินระดับ 0 200 และ 400 พีพีเอ็มมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ  $87.2 \pm 40.2$ ;  $48.5 \pm 31.7$  และ  $7.8 \pm 5.0$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ชั่วโมงที่ 15 ค่าเฉลี่ยกลูโคสในเลือดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับไตรฟลูราลินทั้ง 3 ระดับเป็นไปได้ว่าสัตว์ทดลองสังเคราะห์แหล่งพลังงานกลูโคสเพิ่มขึ้นเพื่อใช้ในสภาวะเครียดจากสารเคมีหรือจากระยะเวลาที่เลี้ยงกึ่งเป็นเวลานานในขณะที่กลุ่มควบคุมมีแนวโน้มลดลงซึ่งใช้กลูโคสเป็นแหล่งพลังงานเหมือนสภาพปกติ

ค่าเฉลี่ยปริมาณโคเลสเตอรอลเลือดกึ่งกุลาดำในกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดสอบก่อนใส่ไตรฟลูราลิน เท่ากับ  $11.67 \pm 5.09$ ;  $7.00 \pm 4.06$ ;  $7.67 \pm 2.73$  และ  $7.57 \pm 5.19$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร และที่ 15 ชั่วโมงมีค่าเท่ากับ  $4.82 \pm 3.89$ ;  $7.81 \pm 3.44$ ;  $17.97 \pm 16.43$  และ  $9.18 \pm 4.85$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ ในขณะที่การรันและวัชรี (2541) รายงานไว้ว่าค่าเฉลี่ยโคเลสเตอรอลกลุ่มกึ่งกุลาดำที่ได้รับฟอร์มาลิน 0 200 และ 400 พีพีเอ็ม

**Table 1** The averages of glucose (mg/dl) ,cholesterol (mg/dl), triglyceride (mg/dl) and creatinine (mg/dl) among groups prior to trifluralin administration

Parameters	Experiment groups (ppm)			
	0.000	0.015	0.030	0.060
Glucose	$13.00 \pm 9.38^a$	$7.60 \pm 4.34^a$	$9.07 \pm 8.24^a$	$8.74 \pm 8.65^a$
Cholesterol	$11.67 \pm 5.09^a$	$7.00 \pm 4.06^a$	$7.67 \pm 2.73^a$	$7.57 \pm 5.19^a$
Triglyceride	$15.00 \pm 7.32^a$	$13.00 \pm 4.42^a$	$10.83 \pm 4.31^a$	$11.14 \pm 6.84^a$
Creatinine	$0.37 \pm 0.13^a$	$0.60 \pm 0.32^a$	$0.39 \pm 0.18^a$	$0.46 \pm 0.14^a$

Note : Significant differences ( $P < 0.05$ ) between treatment means are indicated by dissimilar superscripts (a,b)

**Table 2** The averages of glucose (mg/dl) ,cholesterol (mg/dl), triglyceride (mg/dl) and creatinine (mg/dl) among groups after 15 hours of trifluralin administration

Parameters	Experiment groups (ppm)			
	0.000	0.015	0.030	0.060
Glucose	4.46 ± 2.59 <sup>a</sup>	8.91±3.38 <sup>ab</sup>	12.84±12.14 <sup>b</sup>	8.89±4.41 <sup>ab</sup>
Cholesterol	4.82±3.89 <sup>a</sup>	7.81±3.44 <sup>a</sup>	17.97±16.43 <sup>b</sup>	9.18±4.85 <sup>ab</sup>
Triglyceride	7.75±4.37 <sup>a</sup>	10.75±4.77 <sup>ab</sup>	21.13±18.21 <sup>b</sup>	11.63±4.44 <sup>ab</sup>
Creatinine	0.15±0.10 <sup>a</sup>	0.25±0.09 <sup>a</sup>	0.26±0.18 <sup>a</sup>	0.17±0.09 <sup>a</sup>

Note : Significant differences ( $P<0.05$ ) between treatment means are indicated by dissimilar superscripts (a,b)

เท่ากับ  $15 \pm 9.7$ ;  $19.0 \pm 18.4$ ;  $14.2 \pm 4.9$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ค่าเฉลี่ยของปริมาณโคเลสเตอรอลหลังจากใส่สารไตรฟลูราลิน 15 ชั่วโมงเพิ่มขึ้นในปริมาณเล็กน้อยในกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0.015 และ 0.06 พีพีเอ็มแต่เพิ่มขึ้นสูงมากในกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0.03 พีพีเอ็มแต่ก็ไม่สูงมากจนเกิดอันตรายต่อกิ้งก่าดำที่ทดลอง สภาวะที่โคเลสเตอรอลขึ้นสูงนี้อาจเนื่องจากเฮปาโตแพนแครียส(Hepatopancreas)ถูกทำลาย และมีการกินอาหารที่มีไขมันสูง

ค่าเฉลี่ยปริมาณไตรกลีเซอไรด์ก่อนใส่ไตรฟลูราลินเท่ากับ  $15.00 \pm 7.32$  ;  $13.00 \pm 4.42$ ;  $10.83 \pm 4.31$  และ  $11.14 \pm 6.84$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรและหลังใส่สารเป็นระยะเวลา 15 ชั่วโมงเท่ากับ  $7.75 \pm 4.37$ ;  $10.75 \pm 4.77$  ;  $21.13 \pm 18.21$  และ  $11.63 \pm 4.44$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรที่ระดับความเข้มข้น 0 0.015 0.03 และ 0.06 พีพีเอ็มตามลำดับ ในขณะที่นาร์ตันและวัชร (2541) รายงานว่ากลุ่มกิ้งก่าที่ได้รับฟอร์มาลิน 0 200 และ 400 พีพีเอ็มมีค่าเฉลี่ยของไตรกลีเซอไรด์เท่ากับ  $57.9 \pm 18.2$ ;  $74.2 \pm 31.8$  และ  $28.3 \pm 10.8$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณไตรกลีเซอไรด์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0.03 พีพีเอ็มและเพิ่มขึ้นเล็กน้อยในกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0.015 และ 0.06 พีพีเอ็มแต่ในกลุ่มควบคุมมีปริมาณลดลงโดยวิบูลและกนกนาถ (2525) กล่าวว่าภาวะที่ทำให้ไตรกลีเซอไรด์สูงขึ้นเนื่องจากโรคตับ โรคไต โรคตับอ่อน โรคต่อมธัยรอยด์และกินอาหารที่มีไขมันสูง ดังนั้นเป็นไปได้ว่าต่อมแอนเทนแนล (antennal gland) ต่อมต่อมแมกซิลลารี (maxillary gland) และเฮปาโตแพนแครียสอาจถูกทำลาย จากการทดลองครั้งนี้พบว่าปริมาณเพิ่มขึ้นในกลุ่ม 0.03 พีพีเอ็มแต่ไม่สูงมากจนเป็นอันตรายต่อกิ้งก่าดำที่ทดลองเช่นกัน

ค่าเฉลี่ยครีเอตินีนก่อนใส่สารเท่ากับ  $0.37 \pm 0.13$ ;  $0.60 \pm 0.32$ ;  $0.39 \pm 0.18$  และ  $0.46 \pm 0.14$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรและหลังจากใส่สารไตรฟลูราลิน 15 ชั่วโมงเท่ากับ  $0.15 \pm 0.10$ ;  $0.25 \pm 0.09$ ;  $0.26 \pm 0.18$  และ  $0.17 \pm 0.09$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0 0.015 0.03 และ 0.06 พีพีเอ็มตามลำดับ ในขณะที่นาร์ตันและวัชรรายงานไว้ว่าค่าเฉลี่ยครีเอตินีนในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 200 และ 400 พีพีเอ็มเท่ากับ  $2.02 \pm 0.91$ ;  $1.22 \pm 0.49$ ;  $0.61 \pm 0.28$  มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ จากการทดลองพบว่าในกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับความเข้มข้น 0.03 พีพีเอ็มแต่ไม่สูงมากจนเป็นอันตรายต่อกิ้งก่าดำที่ทดลองเช่นกัน

## สาขาประมง

ลิน 15 ชั่วโมง ( $P>0.05$ ) ซึ่งเป็นไปได้ว่าครีอะตินีนซึ่งเป็นสารประกอบไนโตรเจนที่มีการสังเคราะห์ขึ้นที่กล้ามเนื้อ (Tietz, 1986) เป็นสารประกอบไนโตรเจนจะถูกขับถ่ายโดยป้อนออกมาด้วยปัสสาวะทางท่อแอมเนียนัล ต่อมแมกซิลลารี และต่อมขับถ่ายของเสียพวกไนโตรเจนอื่นๆ(ประจวบ, 2536) ดังนั้นการที่ระดับของครีอะตินีนลดลงเพียงเล็กน้อยนับเป็นปกติของกึ่งกุลาดำ แต่มารัตน์และวัชร (2541) กล่าวว่าค่าครีอะตินีนที่ 6 ชั่วโมงหลังจากใส่ฟอร์มาลิน 30 พีพีเอ็มมีระดับสูงขึ้นเนื่องจากกึ่งกุลาดำมีความเครียดเพิ่มขึ้น

## สรุป

ค่าเฉลี่ยปริมาณกลูโคส โคเลสเตอรอล และไตรกลีเซอไรด์เลือดกึ่งกุลาดำกลุ่มที่ได้รับการความเข้มข้นไตรฟลูราลินในระดับ 0.06 พีพีเอ็มในชั่วโมงที่ 15 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมแล้วมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นไปได้ว่ากึ่งกุลาดำถูกเลี้ยงในสภาวะที่มีความเข้มข้นของสารไตรฟลูราลินสูงจนเกิดความเครียดต่อกึ่งอีกทั้งสภาพน้ำที่เปลี่ยนแปลงไปยังมีอิทธิพลต่อการลอกคราบของกึ่งดังนั้นจึงปรับตัวโดยการสร้างสารกลุ่มพลังงานเพิ่มขึ้น เพื่อผลิตโคตินเป็นเปลือกห่อหุ้มร่างกาย เป็นแหล่งพลังงานในการดูดซึมน้ำเข้าสู่ร่างกายในขณะที่ครีอะตินีนของกลุ่มที่ได้รับสารไตรฟลูราลินทุกระดับลดลงเล็กน้อยเป็นไปได้ว่ากึ่งมีการขับถ่ายครีอะตินีนโดยป้อนออกมาด้วยปัสสาวะทางท่อแอมเนียนัล ต่อมแมกซิลลารี และต่อมขับถ่ายของเสียพวกไนโตรเจนอื่นๆดังเป็นปกติ

## เอกสารอ้างอิง

- คมเพชร เขตขุขันธุ์. 2541. การเลี้ยงกึ่งกุลาดำแบบไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม. วารสารชมรมถ่ายทอด 4 (37) : 57-60.
- นภารัตน์ ภัทรประยูร และวัชร เรื่องโรจน์วิชัย. 2541. ผลกระทบของฟอร์มาลินต่อสารชีวเคมีในกึ่งกุลาดำ. คณะเทคนิคการแพทย์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 39 น.
- ประจวบ หล้าอุบล. 2536. สรีรวิทยาของกึ่ง. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 311 น.
- พรเลิศ จันทร์วิชัยกุล, ชะลอ ลิ้มสุวรรณ และจारी ผลชนะ. ผลการใช้ฟอร์มาลินเพื่อลดระดับการระบาดของโรคดวงขาวในกึ่งกุลาดำ. สถาบันวิจัยสุขภาพสัตว์น้ำ กรมประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- วีกุล วีรานูวัตต์ และกนกนาค ชูปัญญา. 2525. เคมีคลินิก. คณะแพทยศาสตร์ศิริราชพยาบาล มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพฯ. 554 น.
- Tietz, N.W. 1986. Textbook of clinical chemistry. W.B. Saunders Company, West Washington Square, Philadelphia. 1919 p.