

บทที่ 4

ผลการวิจัย

1. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อการเจริญเติบโต

จากการศึกษาการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาอุกที่ได้รับเมลามีนปนเปื้อนในอาหารในระดับที่แตกต่างกัน คือ 1, 2, 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารไม่ผสมเมลามีน และการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาอุกทดลองเมื่อได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับที่สูงขึ้น โดยกลุ่มควบคุมมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 56.40 ± 6.63 กรัม ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับ 1, 2 และ 4 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีการเจริญเติบโตเฉลี่ยเท่ากับ 48.10 ± 2.12 , 46.90 ± 8.59 และ 44.89 ± 6.70 ตามลำดับ แต่แตกต่างทางสถิติกับปลาอุกที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับ 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ ($P < 0.05$) ที่มีการเจริญเติบโตเฉลี่ยลดลงโดยมีค่าเท่ากับ 37.48 ± 10.47 และ 36.95 ± 6.63 กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 การเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลาอุกทุกผสมที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	การเจริญเติบโตเฉลี่ย (กรัม)
กลุ่มควบคุม (0)	56.40 ± 8.66^a
1	48.10 ± 2.12^{ab}
2	46.90 ± 8.59^{ab}
4	44.89 ± 6.70^{ab}
8	37.48 ± 10.47^b
16	36.95 ± 6.63^b

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

2. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อปริมาณแอนติบอดี

จากการศึกษาผลของสารเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหารต่อการสร้างแอนติบอดีในระบบภูมิคุ้มกันปลาอุกอุกผสม โดยให้อาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับแตกต่างกัน คือ ที่ระดับ 1, 2, 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารไม่ผสมเมลามีน ทำการวัดระดับแอนติบอดีหลังจากฉีดวัคซีนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2 ของการทดลอง เมื่อตรวจวัดค่าแอนติบอดีไตเตอร์พบว่ากลุ่มควบคุมมีค่าแอนติบอดีไตเตอร์เฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 1.75 ± 0.86 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งวัดค่าแอนติบอดีไตเตอร์ได้เท่ากับ 1.65 ± 0.15 และ 1.55 ± 0.08 ตามลำดับ แต่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ปนเปื้อนเมลามีนในระดับ 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ มีค่าแอนติบอดีไตเตอร์เท่ากับ 1.35 ± 0.15 , 0.95 ± 0.86 และ 0.75 ± 0.15 อย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ค่าแอนติบอดีไตเตอร์ของปลาอุกอุกผสมแต่ละกลุ่มการทดลองหลังจากได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับแตกต่างกันหลังจากได้รับวัคซีนครั้งที่ 1 และครั้งที่ 2

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	แอนติบอดีไตเตอร์
กลุ่มควบคุม (0)	1.75 ± 0.86^a
1	1.65 ± 0.15^a
2	1.55 ± 0.86^{ab}
4	1.35 ± 0.15^b
8	0.95 ± 0.86^{bc}
16	0.75 ± 0.15^c

หมายเหตุ การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าแอนติบอดีไตเตอร์เฉลี่ยเป็นการทดสอบทางสถิติโดยใช้ค่า log transformation และ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3. ผลของเมลามินปนเปื้อนในอาหารต่อค่าโลหิตวิทยา

3.1 ผลของเมลามินต่อค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit)

จากการศึกษาปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (hematocrit) ของปลาอุกที่ได้รับเมลามินระดับต่างกันต่อปริมาตรเม็ดเลือดแดงที่อัดแน่นของปลาอุก พบว่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นลดลงเมื่อความเข้มข้นของเมลามินเพิ่มขึ้น กลุ่มควบคุมมีปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นสูงที่สุดคือ 43.50 ± 0.70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าไม่มีความแตกต่างเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับเมลามินความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ($p>0.05$) ซึ่งมีค่าปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่นที่ 38.75 ± 4.99 และ 35.60 ± 2.65 แต่พบว่ามีแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับเมลามินตั้งแต่ 4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์) เฉลี่ยของปลาอุกทุกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามินที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	ปริมาตรเม็ดเลือดแดงอัดแน่น (เปอร์เซ็นต์)
กลุ่มควบคุม (0)	41.50 ± 0.70^a
1	38.75 ± 4.99^{ab}
2	35.60 ± 2.65^{bc}
4	32.60 ± 1.81^{cd}
8	29.60 ± 4.06^{dc}
16	25.60 ± 2.53^c

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.2 ผลของเมลามีนต่อปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว

จากการศึกษาปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวของปลาอุกที่ได้รับเมลามีนปนเปื้อนในอาหาร ระดับที่แตกต่าง คือ 1, 2, 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร โดยเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ได้รับอาหารไม่ผสมเมลามีน พบว่าปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยของปลาอุกเพิ่มขึ้นเมื่อได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับที่สูงขึ้น กลุ่มควบคุมมีปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยต่ำที่สุดเท่ากับ $1.80 \pm 2.82 \times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) กับกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมีปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ $1.93 \pm 0.53 \times 10^6$ เซลล์/ มิลลิลิตร และ $2.30 \pm 3.51 \times 10^6$ เซลล์/ มิลลิลิตร นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับอาหารปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับ 8 เปอร์เซ็นต์อาหาร ซึ่งมีปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ $2.60 \pm 2.04 \times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร และ $2.95 \pm 2.68 \times 10^6$ เซลล์/ มิลลิลิตร ส่วนกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนในระดับความเข้มข้น 16 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาวเฉลี่ยเท่ากับ $3.69 \pm 4.14 \times 10^6$ เซลล์/ มิลลิลิตร ซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) (ดังตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร) เฉลี่ยของปลาอุกทุกกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	ปริมาณเซลล์เม็ดเลือดขาว ($\times 10^6$ เซลล์/มิลลิลิตร)
กลุ่มควบคุม (0)	1.80 ± 2.82^a
1	1.93 ± 0.53^a
2	2.30 ± 3.51^{ab}
4	2.60 ± 2.04^{bc}
8	2.95 ± 2.68^c
16	3.69 ± 4.14^d

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

3.3 ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อค่าเคมีในเลือด

จากการศึกษาผลของเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหารต่อค่าเคมีในเลือด โดยทำการทดลองให้อาหารที่มีการปนเปื้อนที่ระดับความเข้มข้นแตกต่างกัน พบว่าระดับยูเรียไนโตรเจนมีค่าสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเมลามีนที่เพิ่มขึ้น ปลาอุกกลุ่มทดลองที่ได้รับเมลามีนเข้มข้น16 เปอร์เซนต์มีค่าเฉลี่ยสูงที่สุดเท่ากับ 0.65 ± 0.02 (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร) และมีความแตกต่างจากกลุ่มอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) กลุ่มควบคุมมีระดับยูเรียไนโตรเจนต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับเมลามีนตั้งแต่ 2 เปอร์เซนต์ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) นอกจากนี้กลุ่มที่ได้รับเมลามีน 4 เปอร์เซนต์ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับเมลามีน 8 เปอร์เซนต์อย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 ระดับยูเรียไนโตรเจนของปลาอุกกลุ่มผสมที่ได้รับอาหารปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	ยูเรียไนโตรเจน (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)
กลุ่มควบคุม (0)	0.33 ± 0.15^a
1	0.38 ± 0.30^{ab}
2	0.43 ± 0.45^b
4	0.51 ± 0.03^{bc}
8	0.54 ± 0.02^c
16	0.65 ± 0.02^d

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซนต์

ระดับครีเอตินีน (creatinine) ของปลาจะเพิ่มสูงขึ้นตามระดับเมลามีนปนเปื้อนในอาหารเพิ่มขึ้น กลุ่มที่ได้รับเมลามีนความเข้มข้น 16 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดคือ 0.50 ± 0.43 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร ส่วนปลากลุ่มทดลองที่ได้รับเมลามีนระดับ 1, 2, 4, 8 เปอร์เซ็นต์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.33 ± 0.03 , 0.34 ± 0.41 , 0.39 ± 0.20 และ 0.44 ± 0.23 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตรตามลำดับ ปลาที่ได้รับเมลามีนความเข้มข้นตั้งแต่ 4 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปซึ่งมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมซึ่งมีระดับครีเอตินีน 0.30 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 ระดับของครีเอตินีนของปลากลุ่มผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	ครีเอตินีน (มิลลิกรัมต่อเดซิลิตร)
กลุ่มควบคุม (0)	0.30 ± 0.02^a
1	0.33 ± 0.03^a
2	0.34 ± 0.41^{ab}
4	0.39 ± 0.20^{bc}
8	0.44 ± 0.23^{cd}
16	0.50 ± 0.43^d

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

ระดับของเอนไซม์แอสพาเทอะมิโนทรานสเฟอเรสทุกกลุ่มการทดลองมีค่าสูงขึ้นตามความเข้มข้นของเมลามีนที่เพิ่มขึ้น กลุ่มที่ได้รับเมลามีนความเข้มข้น 16 เปอร์เซ็นต์มีค่าเฉลี่ยสูงสุดมีค่าเท่ากับ 197 ± 16.01 ยูนิตต่อลิตรมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมและกลุ่มได้รับเมลามีนกลุ่มที่ได้รับเมลามีนที่ระดับ 2, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์อาหารขึ้นไป ซึ่งมีระดับของเอนไซม์แอสพาเทอะมิโนทรานสเฟอเรสเท่ากับ 87 ± 6.24 , 91 ± 3.51 , 104 ± 6.02 , 128 ± 9.01 และ 171 ± 6.55 ยูนิตต่อลิตร ตามลำดับอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ระดับของเอนไซม์แอสพาเทตอะมิโนทรานสเฟอเรสของปลาคุกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	เอนไซม์แอสพาเทตอะมิโนทรานสเฟอเรส (ยูนิตต่อลิตร)
กลุ่มควบคุม (0)	87 ± 6.24 ^a
1	91 ± 3.51 ^{ab}
2	104 ± 6.02 ^b
4	128 ± 9.01 ^c
8	171 ± 6.55 ^d
16	197 ± 16.01 ^c

หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สัดส่วนของโซเดียมต่อโพแทสเซียมมีค่าลดลงเมื่อได้รับเมลามีนความเข้มข้นที่สูงขึ้น กลุ่มที่ได้รับเมลามีน 16 เปอร์เซ็นต์มีค่าต่ำที่สุดที่ระดับ 32.41 ± 2.78 มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อลิตร และมีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมการทดลอง และกลุ่มที่ได้รับเมลามีนความเข้มข้น 1, 2, 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ที่มีสัดส่วนของโซเดียมต่อโพแทสเซียมเท่ากับ 58.16 ± 1.96 , 52.23 ± 1.16 , 46.07 ± 3.88 , 44.16 ± 2.84 , 37.51 ± 2.04 มิลลิอิควิวาเลนต์ต่อลิตรตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 สัดส่วนของโซเดียมต่อโพแทสเซียมของปลาคูกลูกผสมที่ได้รับอาหารมีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับแตกต่างกัน

ระดับเมลามีนที่ปนเปื้อนในอาหาร (เปอร์เซ็นต์ของอาหาร)	สัดส่วนโซเดียมต่อโพแทสเซียม (มิลลิอิกวาเลนต์ต่อลิตร)
กลุ่มควบคุม (0)	58.16 ± 1.96 ^a
1	52.23± 1.16 ^b
2	46.07 ± 3.88 ^c
4	44.16 ± 2.84 ^c
8	37.51 ± 2.04 ^d
16	32.41 ± 2.78 ^c

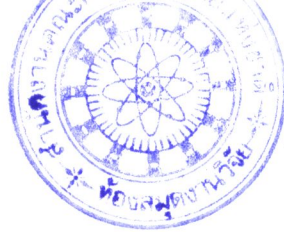
หมายเหตุ a,b...อักษรแนวตั้งที่ต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

4. ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อพยาธิสภาพเนื้อเยื่อ

4.1 ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อพยาธิสภาพเนื้อเยื่อดับ

ตับเป็นอวัยวะที่สำคัญของสัตว์ทุกชนิด และเป็นต่อมที่ใหญ่ที่สุดในร่างกาย ทำหน้าที่ในการกำจัดของเสีย สร้างน้ำดี เป็นแหล่งสะสมไกลโคเจน โปรตีน วิตามินและไขมันบางตัว สร้างพลาสมาโปรตีน และกลูโคส เป็นต้น กำจัดสิ่งแปลกปลอมและทำลายสารที่เป็นพิษ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่สร้างเม็ดเลือดในระยะเป็นตัวอ่อนของสัตว์ทุกชนิด ตับอยู่ส่วนบนสุดของช่องท้อง พบว่ามีลักษณะเป็นพู (lobe) 2 ข้าง มีสีเหลืองปนน้ำตาล ตับจะมีเนื้อเยื่อประสาทบางๆ หุ้มอยู่ภายนอก และแทรกในเนื้อเยื่อดับตามเส้นเลือดใหญ่และขนาดของเส้นเลือด จะไม่แบ่งเป็นพู (lobe) ชัดเจน เซลล์ตับมีรูปร่างหลายเหลี่ยมมีนิวเคลียสกลม (nucleus) อยู่กลางเซลล์ พบไซนุซอยด์ (sinusoid) ขนาดเล็กแทรกอยู่ทั่วไปในตับ สังเกตได้จากเซลล์เม็ดเลือดแดง เส้นเลือดภายในเนื้อเยื่อ

ลักษณะเนื้อเยื่อดับปลาคูกกลุ่มการทดลองที่ได้รับอาหารปนเปื้อนสารเมลามีนที่ระดับ 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ ส่วนใหญ่มีลักษณะปกติเหมือนปลากลุ่มควบคุม (ภาพที่ 1) แต่ที่ระดับ 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 2-4) สามารถสังเกตเห็นความผิดปกติได้ ในปลาคูกที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับความเข้มข้น 4 และ 8 เปอร์เซ็นต์ พบความผิดปกติของเซลล์คือ เห็นขอบเขตเซลล์ดับไม่



ชัดเจน เซลล์ตับและนิวเคลียสมีรูปร่างไม่แน่นอน (pleomorphic) บางเซลล์มีนิวเคลียสกลมขยายขนาดใหญ่กลางเซลล์ (hypertrophic nuclei) บางเซลล์พบนิวเคลียสอัดกันแน่นและพบผลึกเมลามีนลักษณะกลมสีเขียวน้ำตาลกระจายในเนื้อเยื่อตับ ส่วนการติดสีของเนื้อเยื่อจากกว่าเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม แต่ความผิดปกติพบได้ชัดเจนในกลุ่มทดลองที่มีการปนเปื้อนของสารเมลามีนที่ระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ พบความผิดปกติ คือเห็นขอบเขตเซลล์ตับไม่ชัดเจน เซลล์ตับบวม (hepatic cell swollen) เกิดช่องว่าง (vacuole) ขนาดใหญ่เกือบเต็มเซลล์ (cytoplasmic vacuolation of hepatocyte) พบการแทรกของเซลล์เม็ดเลือดขาว และพบผลึกเมลามีนลักษณะกลมสีเขียวน้ำตาลกระจายอยู่ในเนื้อเยื่อตับ และพบรงควัตถุน้ำตาลเมลานินแมโครฟาจ (melanomacrophage) กระจายอยู่ในเซลล์ตับเป็นจำนวนมาก

4.2 ผลของเมลามีนปนเปื้อนในอาหารต่อพยาธิสภาพเนื้อเยื่อไต

ไต (nephron) ประกอบด้วย รินอล คอร์ปัสเคิล (renal corpuscle) และท่อไต (renal tubule) โดยรินอล คอร์ปัสเคิล (renal corpuscle) เป็นกลุ่มของเส้นเลือดฝอย เรียกว่า โกลเมอรูลัส (glomerulus) อยู่ภายในบาวแมน แคปซูล (bowman's capsule) ซึ่งมีผนัง 2 ชั้น คือ ผนังชั้นนอก (parietal layer) ประกอบด้วยเซลล์รูปแบนบางเรียบเรียงตัวชั้นเดียว และผนังชั้นใน (visceral layer) ซึ่งอยู่ติดกับผนังชั้นนอกของ โกลเมอรูลัส (glomerulus) มี บาวแมน แคปซูล (bowman's capsule) อยู่ระหว่างผนังทั้ง 2 ชั้น และติดต่อกับ ลูเมน (lumen) ของท่อไต

ท่อไตประกอบด้วย ท่อไตส่วนต้นและท่อไตส่วนท้าย มีนิวเคลียส (nucleus) ย้อมติดสีเบโซฟิลิก (basophilic) เข้มมากกว่านิวเคลียสของเซลล์เยื่อบุผิวท่อไตส่วนอื่น พบว่าท่อไตส่วนต้นประกอบด้วยเซลล์เยื่อบุผิวรูปทรงกระบอกเรียงตัวชั้นเดียว (simple columnar epithelium) จะมีนิวเคลียสกลมขนาดใหญ่อยู่กลางเซลล์หรือฐานของเซลล์ มีไมโครวิลไล (microvilli) เรียงเป็นบริช บอร์เดอร์ (brush border) อยู่ที่ผิวด้านยอดของเซลล์ (apical surfact) ท่อไตส่วนท้ายประกอบด้วย เซลล์เยื่อบุผิวลักษณะคอลัมนา อีพิทีเลียม (columnar epithelium) มีนิวเคลียส (nucleus) กลมอยู่ตรงกลางเซลล์หรือค่อนข้างมาทางบริเวณฐาน (basal) ของเซลล์ลูเมน (lumen) ของท่อไตส่วนต้นจะมีขนาดเล็กกว่าท่อไตส่วนท้าย

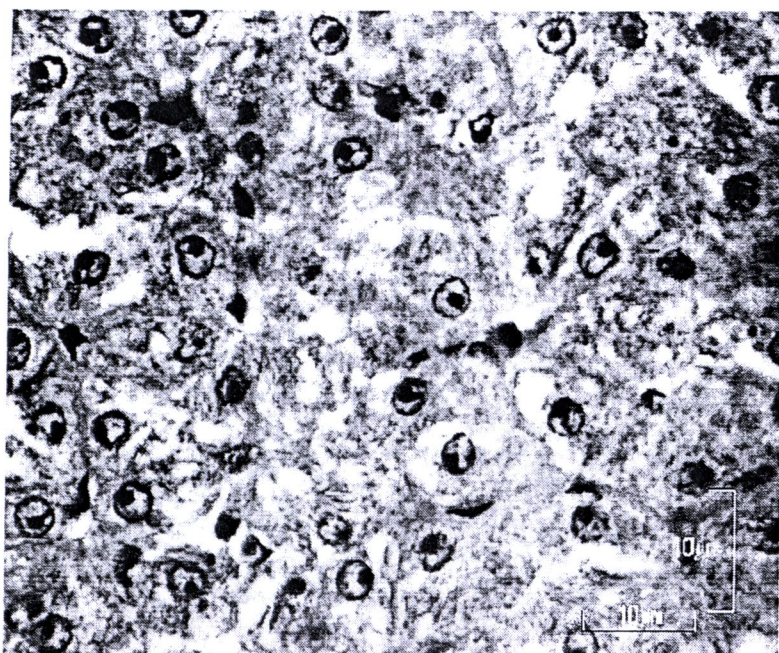
ลักษณะเนื้อเยื่อไตปลาดุกกลุ่มทดลอง (ภาพที่ 5) ที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร พบว่าเนื้อเยื่อไตมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มควบคุมการทดลอง ส่วนที่ความเข้มข้น 4, 8 และ 16 (ภาพที่ 6-8) เนื้อเยื่อไตมีความผิดปกติคือ เซลล์ท่อไตบวม (swelling) เกิดช่องว่างระหว่าง บาวแมน แคปซูล (bowman's capsule) กับเซลล์ของเนื้อเยื่อ นิวเคลียสของเซลล์ผิวบางเซลล์เกิดการตาย (necrosis) สืบเนื่องจากเซลล์ของเนื้อเยื่อบุผิวมีขนาดเล็ก มีรูปร่างไม่แน่นอน นิวเคลียสอัดกันแน่น (pylenotic nucler) ขนาดของนิวเคลียส

ไม่สม่ำเสมอ นอกจากนี้พบว่านิวเคลียสติดสีจางหรือหายไป มีการสะสมของเซลล์เม็ดเลือดขาวแทรกเข้ามาในเนื้อเยื่อไต พบฟลิกเมลามินลักษณะกลมสีเขียวน้ำตาลแทรกกระหว่างท่อไต และพบรงควัตถุสีน้ำตาลเมลานินแมโครฟาจ (melanomacrophage) กระจายอยู่ในเนื้อเยื่อไตเป็นจำนวนมาก

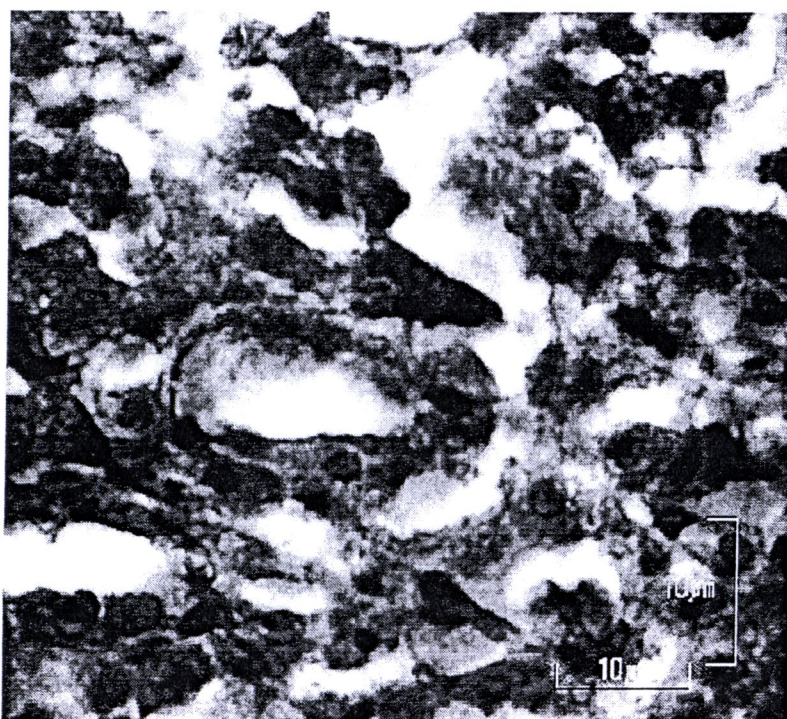
4.3 ผลของเมลามินปนเปื้อนในอาหารต่อพยาธิสภาพเนื้อเยื่อม้าม

ม้ามเป็นต่อมน้ำเหลืองที่มีขนาดใหญ่ พบอยู่บริเวณเยื่อมีเซนเทอรี (mesentery) บริเวณลำไส้ มีสีแดงคล้ำ รูปร่างรี ด้านหนึ่งเรียบ อีกด้านโค้งนูน ม้ามจะมีไฟบัส แคปซูล (fibrous capsule) บาง ๆ ล้อมรอบ ภายในเนื้อเยื่อถูกแบ่งเป็นส่วนเซลล์เม็ดเลือดแดง (red pulp) และเซลล์เม็ดเลือดขาว (white pulp) Grizzle and rogers (1976) ได้กล่าวว่า ม้ามทำหน้าที่ในการทำลายเม็ดเลือดแดง เนื่องจากพบแมโครฟาจ (macrophage) อยู่ในม้ามมากกว่าพบฮีโมบลาส (hemoblasts) ซึ่งทำหน้าที่ในการสร้างเม็ดเลือด ดังนั้นหน้าที่หลักของม้ามคือ สร้างภูมิคุ้มกัน เป็นที่พักเก็บเลือด ทำลายเม็ดเลือดและสร้างเม็ดเลือดแดง

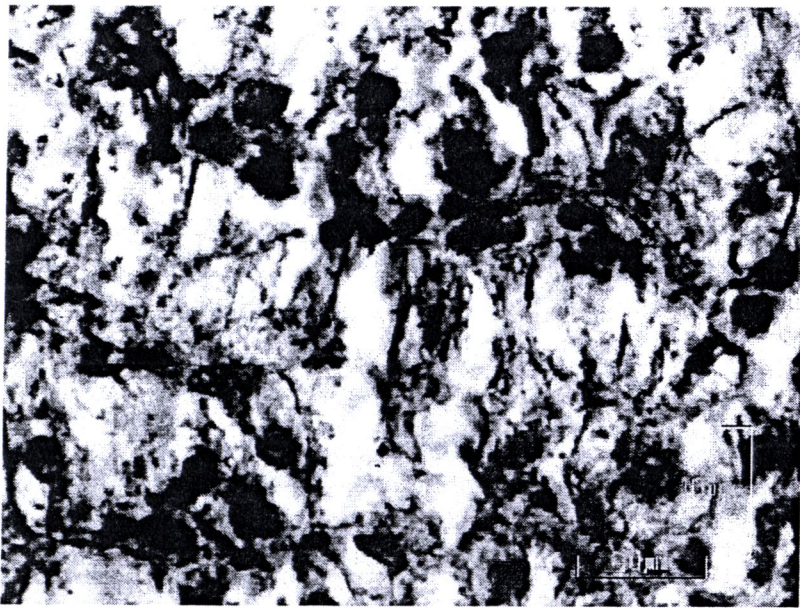
ลักษณะเนื้อเยื่อม้ามของปลาอุกกลุ่มทดลอง (ภาพที่ 9) ที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามินที่ระดับความเข้มข้น 1 และ 2 เปอร์เซ็นต์ของอาหาร พบว่าพยาธิวิทยาเนื้อเยื่อไตมีลักษณะคล้ายกับกลุ่มควบคุมการทดลอง ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 4, 8 และ 16 เปอร์เซ็นต์ (ภาพที่ 10-12) พบว่ามีการสะสมของเซลล์เม็ดเลือดขาว (white pulp) เพิ่มขึ้น และเม็ดเลือดแดง (Red pulp) มีปริมาณลดลง พบกลุ่มเมลานินแมโครฟาจ (melanomacrophage) และฟลิกเมลามินสีเขียวน้ำตาลแทรกในเนื้อเยื่อเพิ่มขึ้น



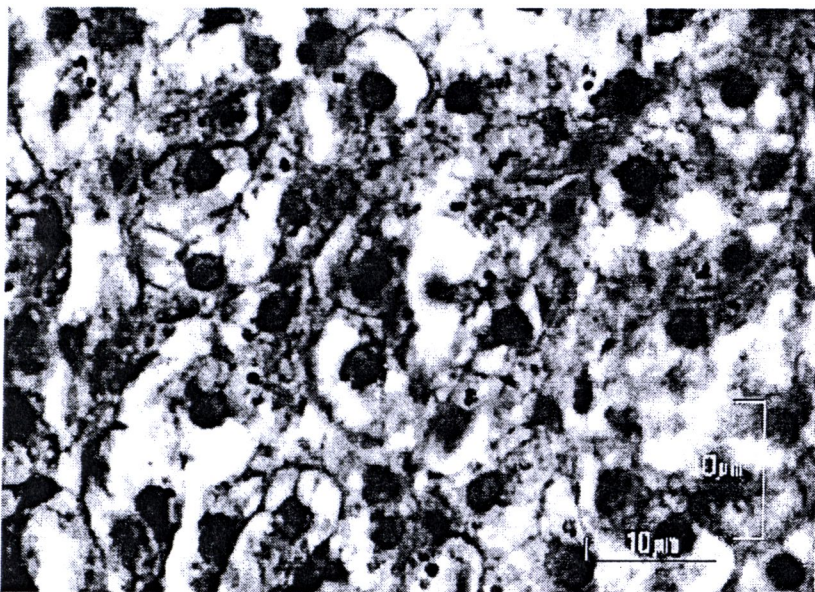
ภาพที่ 1 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อชั้นของปลาฉลามกลุ่มควบคุม การ ทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



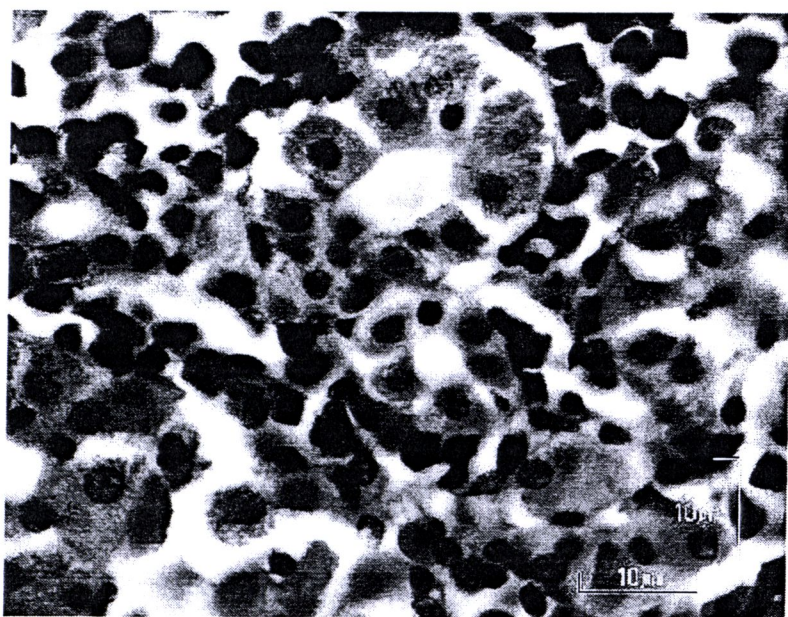
ภาพที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อชั้นของปลาฉลามกลุ่มที่ได้รับ อาหารที่มีการปนเปื้อนเมลานินระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



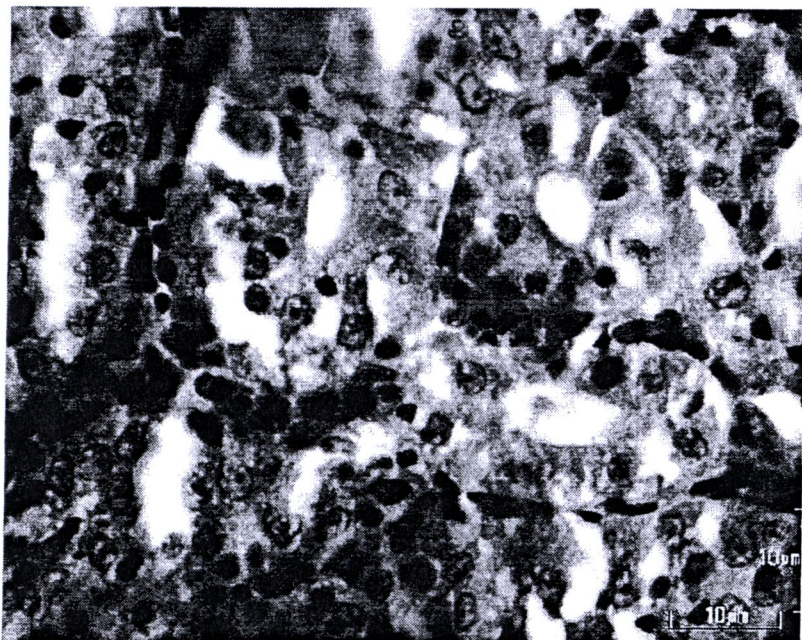
ภาพที่ 3 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาคุกลูกผสมกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



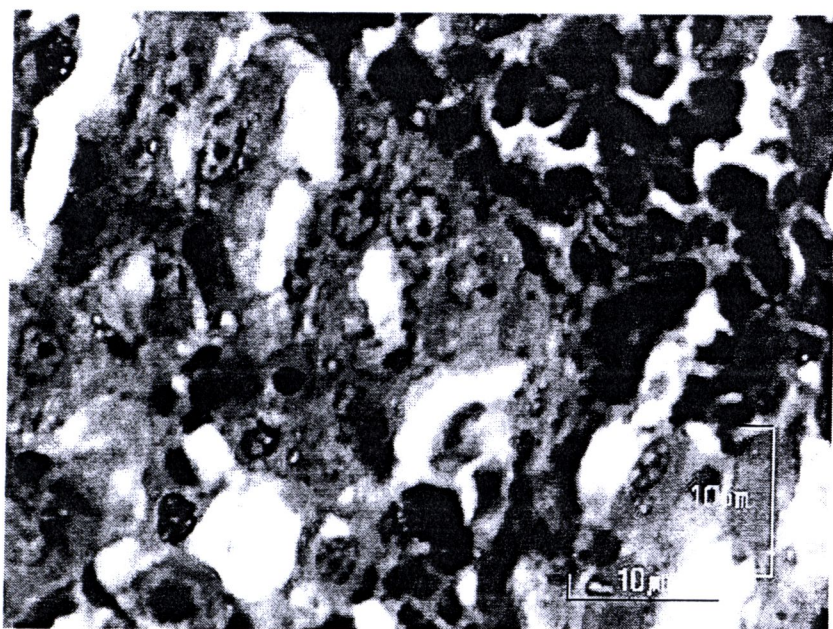
ภาพที่ 4 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อตับของปลาคุกลูกผสมกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



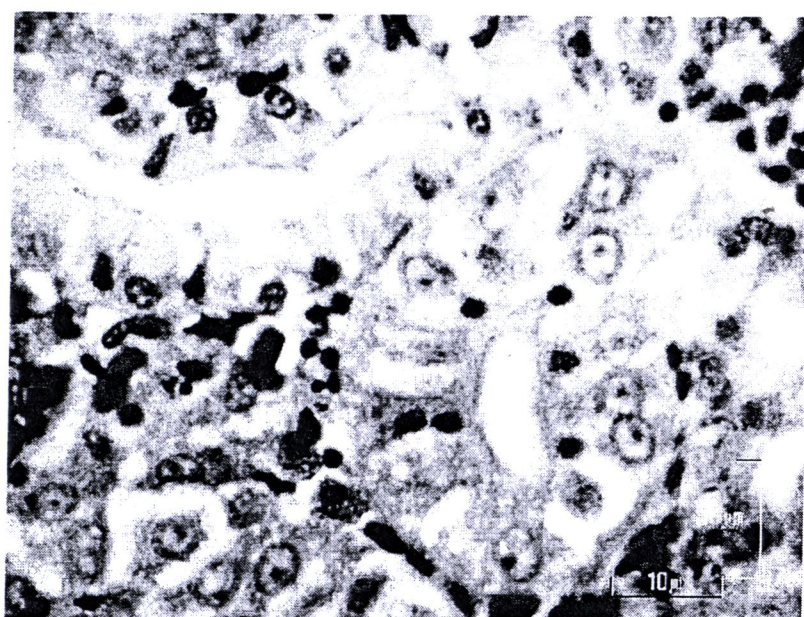
ภาพที่ 5 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาคุกลูกผสมของกลุ่มควบคุมการทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



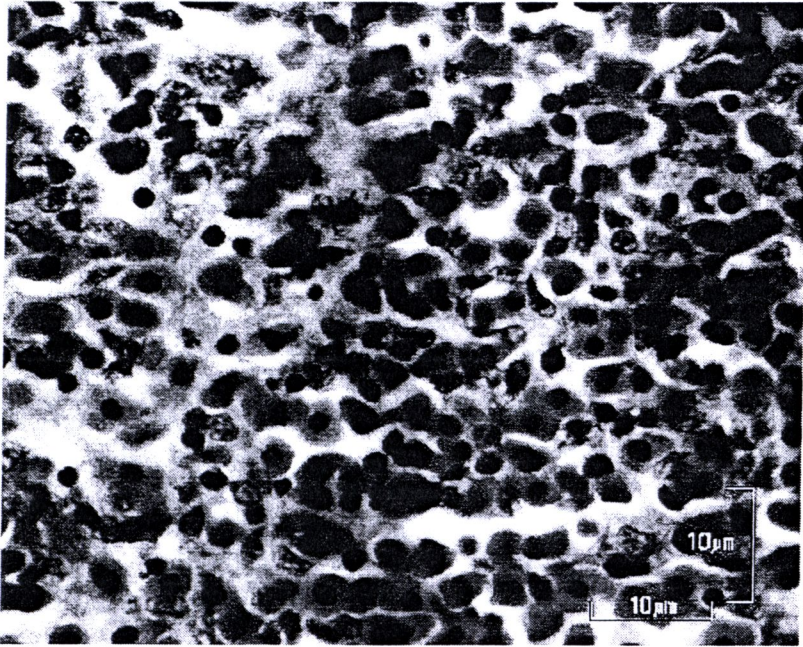
ภาพที่ 6 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาคุกลูกผสมกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 4 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



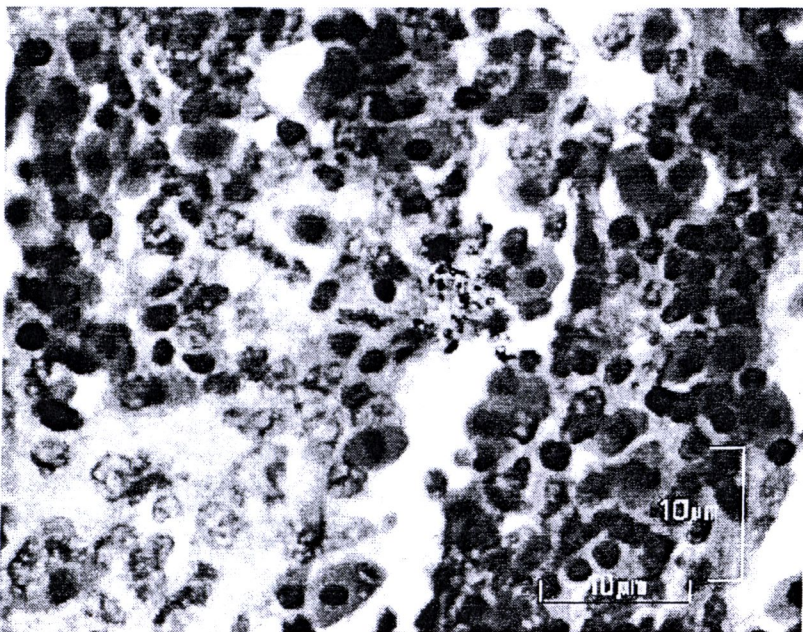
ภาพที่ 7 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาตุ๊กตากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลานินระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



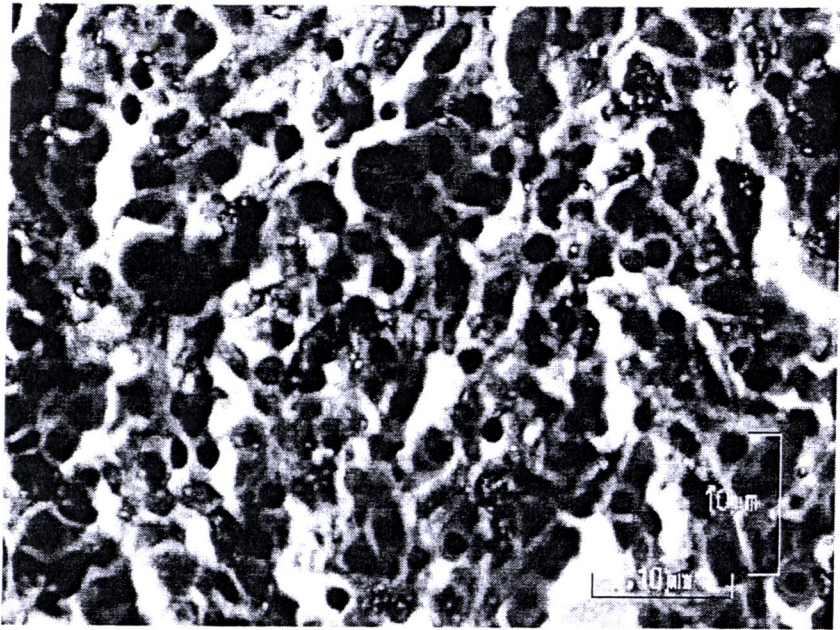
ภาพที่ 8 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อไตของปลาตุ๊กตากลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลานินระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



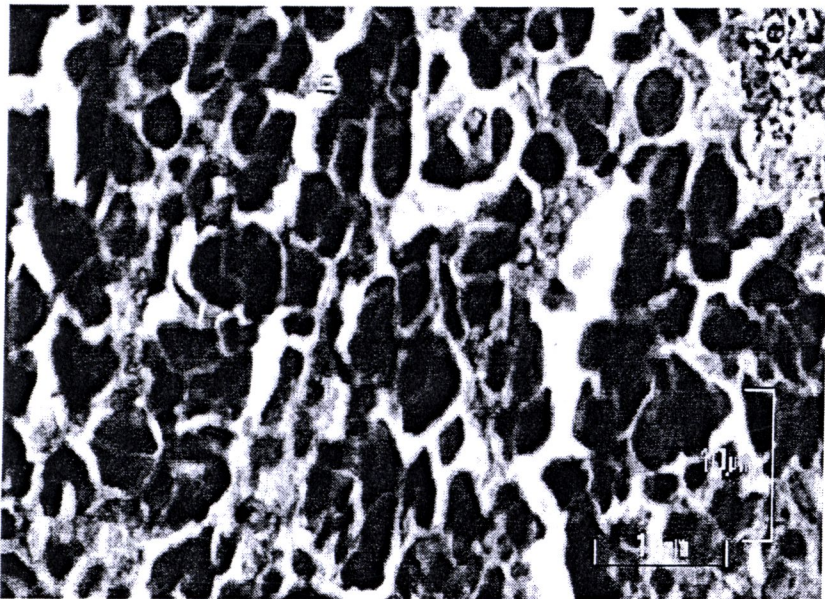
ภาพที่ 9 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่ออ่อนของปลาอุกกลุ่มควบคุม การทดลอง ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



ภาพที่ 10 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่ออ่อนของปลาอุกกลุ่มที่ได้รับ อาหารที่มีการปนเปื้อนเมลานินระดับ 4 เพอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



ภาพที่ 11 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อของปลาอุกกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 8 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)



ภาพที่ 12 แสดงลักษณะโครงสร้างของเซลล์เนื้อเยื่อของปลาอุกกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีการปนเปื้อนเมลามีนระดับ 16 เปอร์เซ็นต์ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E กำลังขยาย 100 เท่า)