

บทที่ 4

ผลการวิจัย

1. การตรวจสอบพฤติกรรมที่แสดงออกและลักษณะภายนอก

จากการศึกษา เมื่อให้ปลานิลได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ที่ระดับความเข้มข้น 0, 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ppm) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า ปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ความเข้มข้นสูงโดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ระดับ 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลานิลแสดงพฤติกรรมเฉื่อยชา แสดงอาการไม่ยอมรับอาหารตั้งแต่วันที่ 7 ของการทดลอง โดยเข้ามาดมอาหารแต่ไม่กินแล้วว่ายน้ำหนี วนเวียนหลายรอบกว่าจะกิน ใช้เวลานานกว่าจะกินหมด กินอาหารไม่ครบตามปริมาณที่ให้ เมื่อเข้าสู่สัปดาห์ที่ 3 กินน้อยมากครั้งละ 4-5 เม็ด และกินน้อยลงเรื่อยๆจนถึงที่สุดการทดลอง กินอาหารลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ลักษณะต่าง ๆ ที่พบภายนอกในปลานิลที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ระดับสูงสุด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สีของลำตัวค่อนข้างเข้ม ผิวตัวมีเมือกมาก และเกิดหูดตุ่มตามลำตัว ตาโปนและมีจุดเลือดออกที่ตา (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ลักษณะผิดปกติซึ่งเกิดจากการได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินตาโปนและมีจุดเลือดออกที่ตา

สำหรับปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบว่าเมื่อพิจารณาจากปริมาณอาหารที่ปลากินเข้าไป พบว่าน้อยกว่าเมื่อเทียบกับปลานิลที่ได้รับอาหารปกติ (กลุ่มควบคุม) แต่มากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมกับอะฟลาทอกซินบี 1 เพียงอย่างเดียว

2. การตรวจสอบการเจริญเติบโตและอัตราการตาย

จากข้อมูลน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นหลังจากทำการเลี้ยงด้วยสูตรอาหารต่าง ๆ ได้แก่ อาหารกลุ่มควบคุมและอาหารที่มีส่วนผสมของสารพิษอะฟลาทอกซิน 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมถึงอาหารที่มีส่วนผสมของสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารคูซัคเบนโทไนท์ 1 เปอร์เซ็นต์ พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยที่เพิ่มขึ้นของกลุ่มควบคุมจะสูงสุด สูงกว่าทุกกลุ่มในการทดลอง ทั้งในกลุ่มที่ได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสารพิษอะฟลาทอกซินเพียงอย่างเดียวและปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินร่วมกับสารคูซัคเบนโทไนท์ นอกจากนี้ยังพบว่าแนวโน้มน้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลานิล มีแนวโน้มลดลงเมื่อปลานิลได้รับอาหารที่มีส่วนผสมของสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ระดับความเข้มข้นสูงขึ้น ส่วนอัตราการตายพบว่าทุกกลุ่มทดลองไม่มีปลานิลตายเลยตลอดการทดลอง ปลานิลที่ได้รับอาหารสูตรต่าง ๆ ทั้ง 7 กลุ่ม อัตราตายไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ผลจากการทดลองเปรียบเทียบการให้สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน ร่วมกับสารคูซัคเบนโทไนท์ 1% พบว่าน้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลานิลมีแนวโน้มลดลงเมื่อปลาได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินความเข้มข้นสูงขึ้น น้ำหนักตัวเฉลี่ยของปลาในกลุ่มควบคุมมีน้ำหนักตัวเฉลี่ยสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 97.50 ± 3.53 กรัม และกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินความเข้มข้นสูงที่สุดที่ระดับ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยต่ำสุดที่ 58.00 ± 7.07 กรัม นอกจากนี้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกลุ่มควบคุมไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมผสมสารคูซัคเบนโทไนท์ ($p > 0.05$) และแม้พบว่าอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมผสมสารคูซัคเบนโทไนท์ ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผสมสารคูซัคเบนโทไนท์ ($p > 0.05$) แต่พบว่ามีความแตกต่างจากกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ ยังไม่พบการตายในปลาทุกกลุ่มตลอดการทดลอง

ตารางแสดงอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของปลานิล ที่ได้รับสารสาหร่ายฟลาทอกซินบี1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ (BN) ที่ผสมลงในอาหารในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกันเป็นเวลา 8 สัปดาห์

สารสาหร่ายฟลาทอกซินบี1 (มก./กก.อาหาร)	อัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ย ¹
0	97.50 ± 3.53 ^a
30	87.50 ± 3.53 ^{ab}
60	62.50 ± 17.67 ^c
120	55.00 ± 7.07 ^c
30+BN	90.50 ± 3.53 ^{ab}
60+BN	66.50 ± 16.26 ^{bc}
120+BN	58.00 ± 7.07 ^c

หมายเหตุ ^{a,b,c} อักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็ก ที่เหมือนกันในแนวดิ่ง ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$)

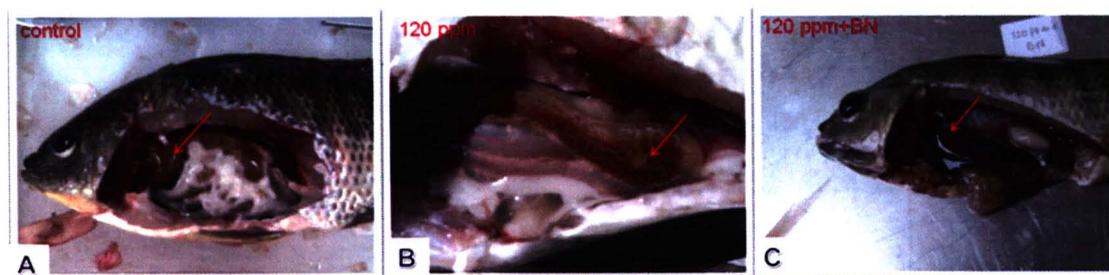
BN = เบนโทไนด์ที่ระดับ 1%

1 = ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3. การศึกษาทางด้านจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อด้วยกล้องจุลทรรศน์ธรรมดา

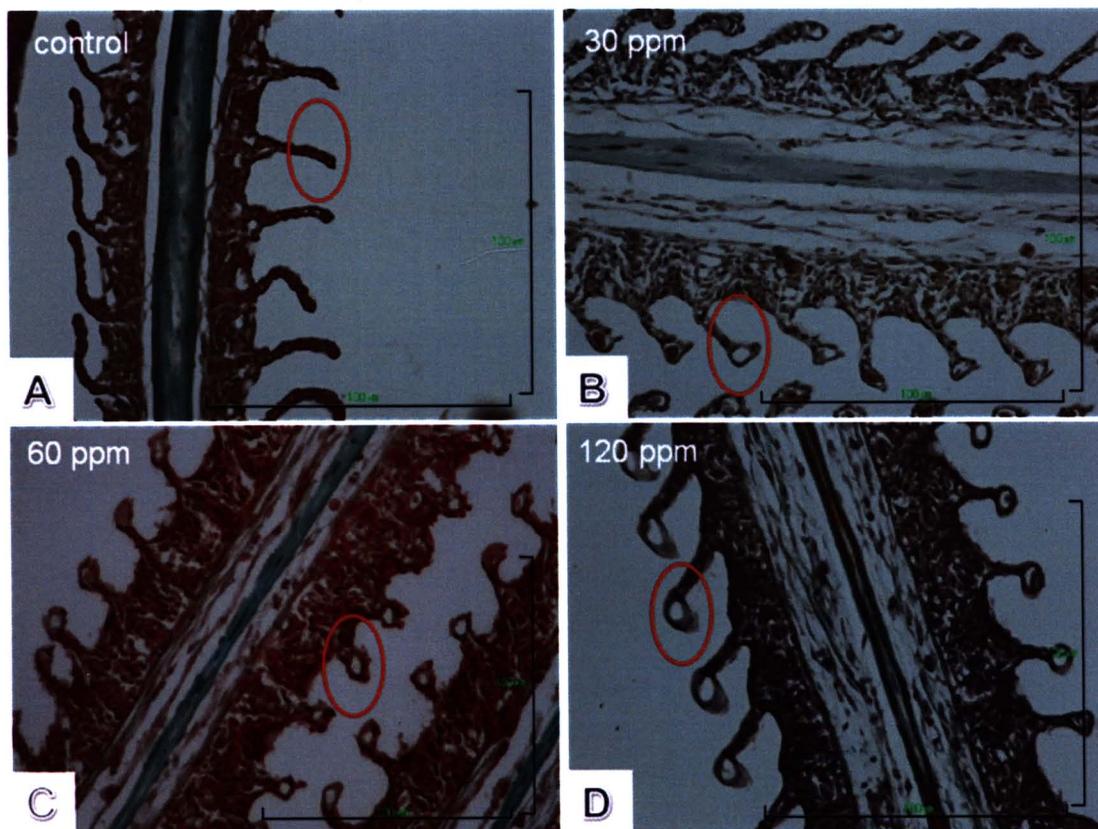
เมื่อสิ้นสุดการทดลอง ทำการตรวจหารอยโรค โดยดูจากภายนอกของอวัยวะภายในของปลานิล พบว่าปลานิลที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม รวมทั้งกลุ่มที่ได้รับสารดูดซับเบนโทไนด์ร่วมด้วยนั้น เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เมื่อผ่าเปิดช่องท้อง สังเกตอวัยวะภายในต่าง ๆ พบเพียงรอยโรคที่ตับซึ่งมีสีซีดกว่าปกติ (ภาพที่ 9) ส่วนความผิดปกติของเนื้อเยื่อในทางจุลพยาธิวิทยาพบการเปลี่ยนแปลงที่เหงือก ซึ่งพบในปลานิลทุกกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน โดยพบการโป่งพอง (ballooning) ที่ปลายซี่เหงือก (lamellae) ความรุนแรงของรอยโรคพบมากขึ้นตามความเข้มข้นของสารพิษอะฟลาทอกซินที่เพิ่มขึ้น (ภาพที่ 10) แต่ปลากลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินผสมสารดูดซับเบนโทไนด์ พบการโป่งพองที่ปลายซี่เหงือกลดน้อยลงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินอย่างเดียว (ภาพที่ 11)

ผลการศึกษาเซลล์ตับของปลานิลที่ได้รับอาหารปกติ (กลุ่มควบคุม) จะเห็นการจัดเรียงเซลล์ ขนาดเซลล์ และลักษณะนิวเคลียสเป็นปกติ (ภาพที่ 12A) ส่วนกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไซโตพลาสติดสีส้มของอีโอซิโนฟิลิกเซลล์ (Eosinophilic cell) (ภาพที่ 12B) แต่ตับปลากลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบมีการเพิ่มขึ้นของเมลานอมาโครฟาจจำนวนมาก (Melanomacrophage) (ภาพที่ 12C) เช่นเดียวกับที่ม้าม (ภาพที่ 14) ตับปลานิลกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่าไซนุซอยด์ขยายขนาดมากขึ้น เกิดช่องว่างในเซลล์ (Vacuolization) นิวเคลียสหด (Pyknosis nuclei) และพบเซลล์ตาย (Cell necrosis) (ภาพที่ 12D) ส่วนตับปลานิลกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบลักษณะเซลล์บวมพองขยายขนาด (Swollen cell) (ภาพที่ 13C)



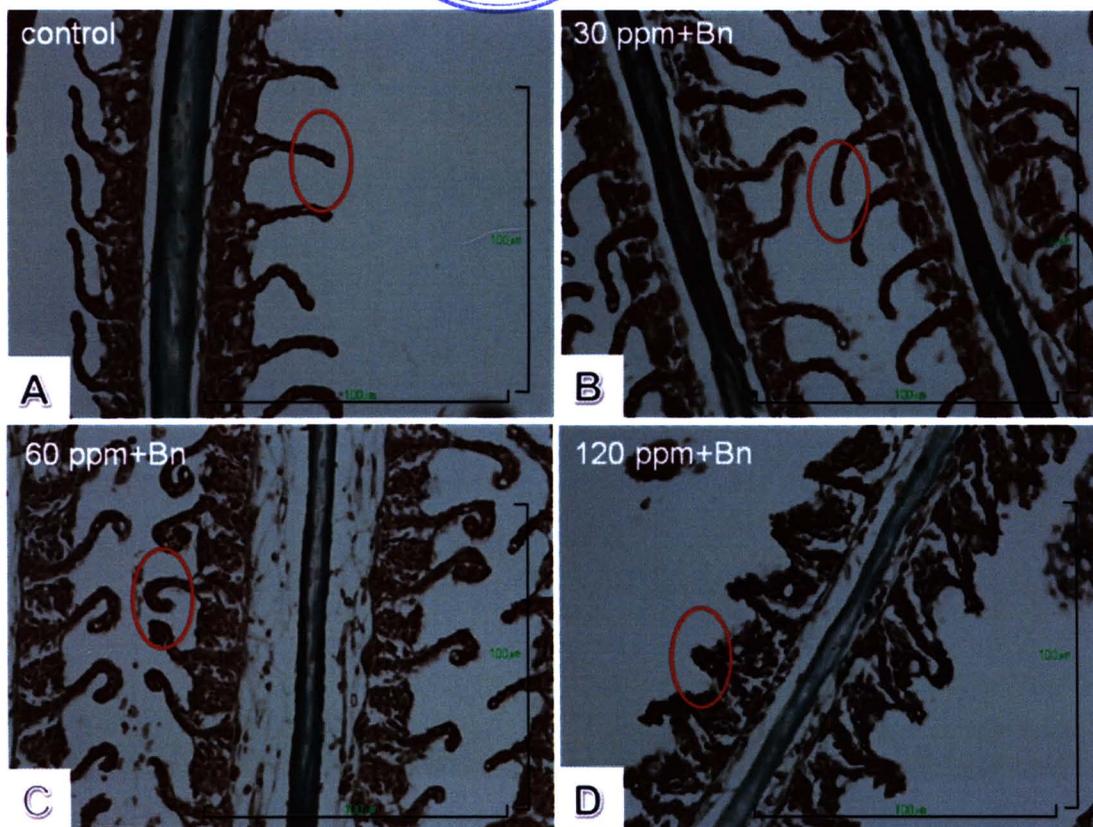
ภาพที่ 9 ลักษณะผิดปกติซึ่งเกิดจากการได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินพบรอยโรคที่ตับซึ่งมีสีซีดกว่าปกติ

- A. กลุ่มควบคุม สีตับปกติ (ศรชี้)
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สีตับซีดกว่าปกติและมีจุดเนื้อตาย (ศรชี้)
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ สีตับปกติใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม (ศรชี้)



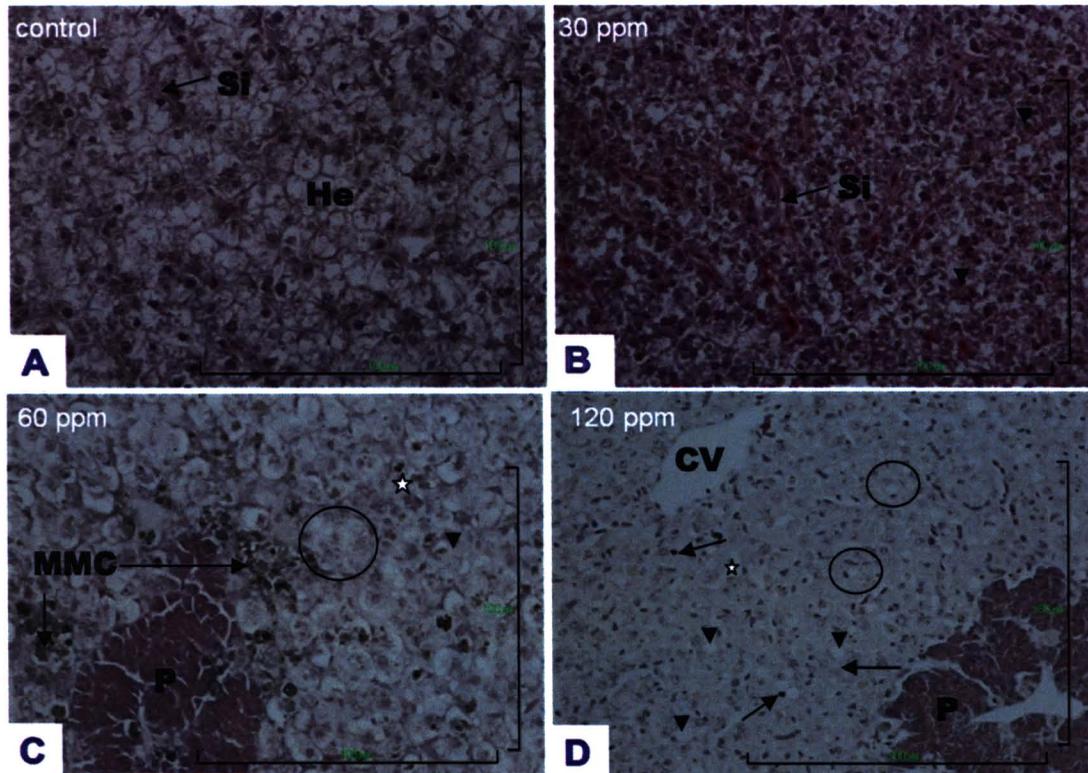
ภาพที่ 10 ลักษณะโครงสร้างของเซลล์เหงือกของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (Masson's trichrome, กำลังขยาย 400 เท่า, สเกล = 100 ไมโครเมตร)

- A. กลุ่มควบคุม ปลาซีเหงือก (secondary gill lamellae) ปกติ (วงกลม)
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาซีเหงือก (secondary gill lamellae) ผิดปกติเกิดปองพอง (ballooning)(วงกลม)
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาซีเหงือก (secondary gill lamellae) ผิดปกติเกิดปองพอง (ballooning) (วงกลม) มากกว่าที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ปลาซีเหงือก (secondary gill lamellae) ผิดปกติเกิดปองพอง (ballooning) (วงกลม) มากที่สุด



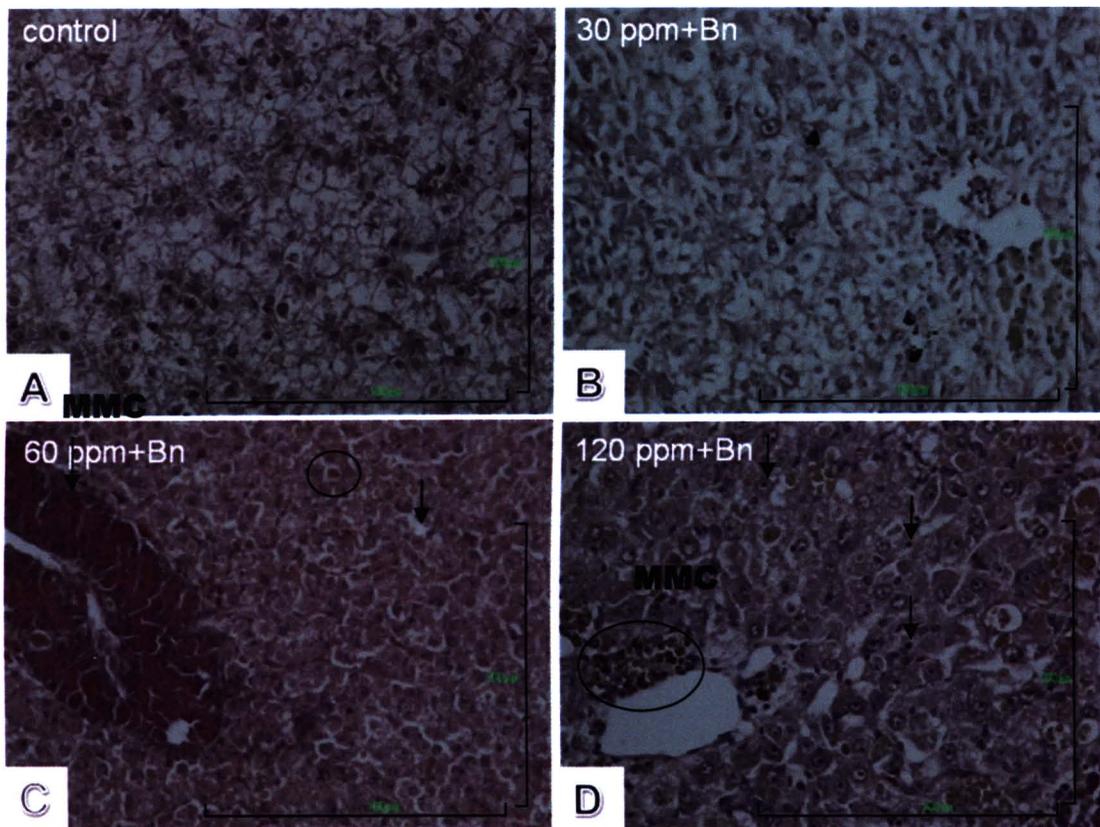
ภาพที่ 11 ลักษณะโครงสร้างของเซลล์เหงือกของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1% ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (Masson's trichrome, กำลังขยาย 400 เท่า, สเกล = 100 ไมโครเมตร)

- A. กลุ่มควบคุม ปลาซีเหงือก (secondary gill lamellae) ปกติ (วงกลม)
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ไม่พบการโป่งพองที่ปลายซีเหงือก (secondary gill lamellae) (วงกลม)
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ไม่พบการโป่งพองที่ปลายซีเหงือก (secondary gill lamellae) (วงกลม)
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ไม่พบการโป่งพองที่ปลายซีเหงือก (secondary gill lamellae) (วงกลม)

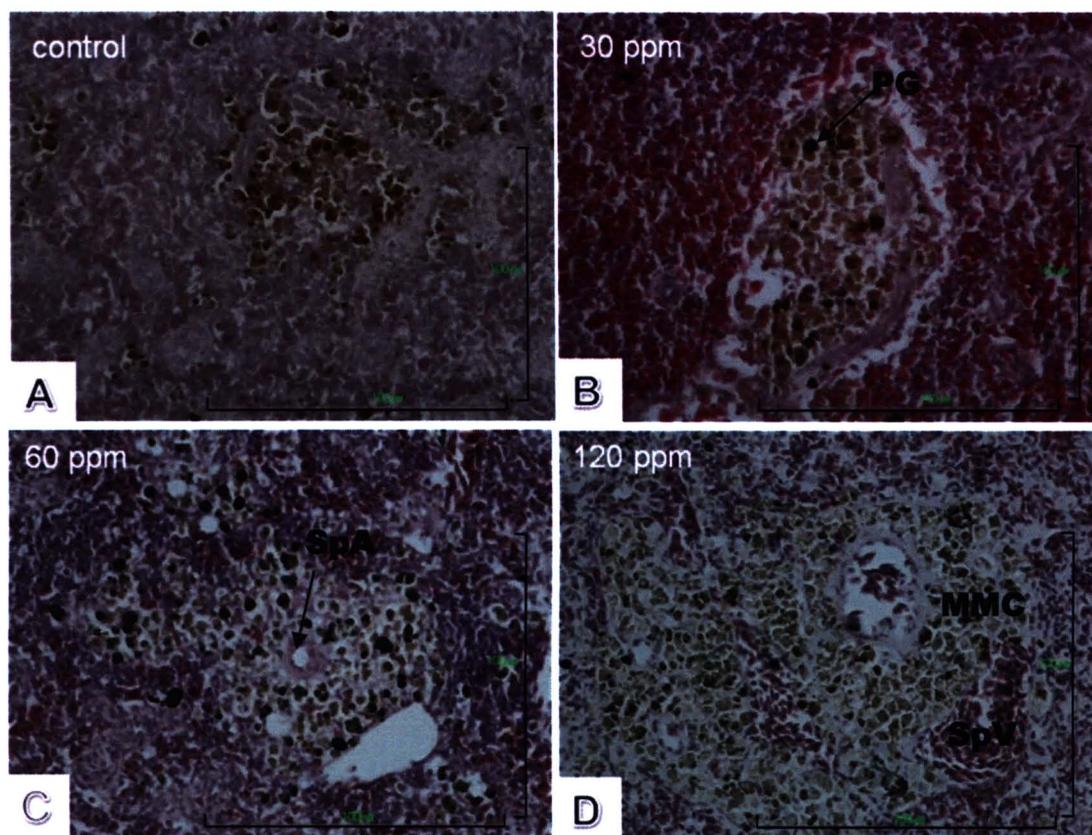


ภาพที่ 12 ลักษณะโครงสร้างของเซลล์ตับของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E, กำลังขยาย 400 เท่า, สเตก = 100 ไมโครเมตร) hepatocytes (He), Sinusoids (Si), central vein (CV), pancreas (P), Melano-macrophage center (MMC)

- A. กลุ่มควบคุม เซลล์ตับปกติ การจัดเรียงเซลล์ ขนาดเซลล์ และนิวเคลียสปกติ
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไซโตพลาสซึมติดสีเข้มของอีโอซิโนฟิลิกเซลล์ (หัวลูกศร) ไซนูซอยด์ขยายขนาด (สรชี้)
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เซลล์บวมพอง (วงกลม) พบเมลานโนมาโครฟาจ (สรชี้)
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไซนูซอยด์ขยายขนาด (ดาวรูป) เกิดช่องว่างในเซลล์ (vacuolation) (หัวลูกศร) นิวเคลียสเบียดชิดขอบเซลล์มีรูปร่างคล้ายวงแหวน (วงกลม) นิวเคลียสหดตัว (Pyknosis nuclei) และเซลล์ตาย (Cell necrosis) (สรชี้)

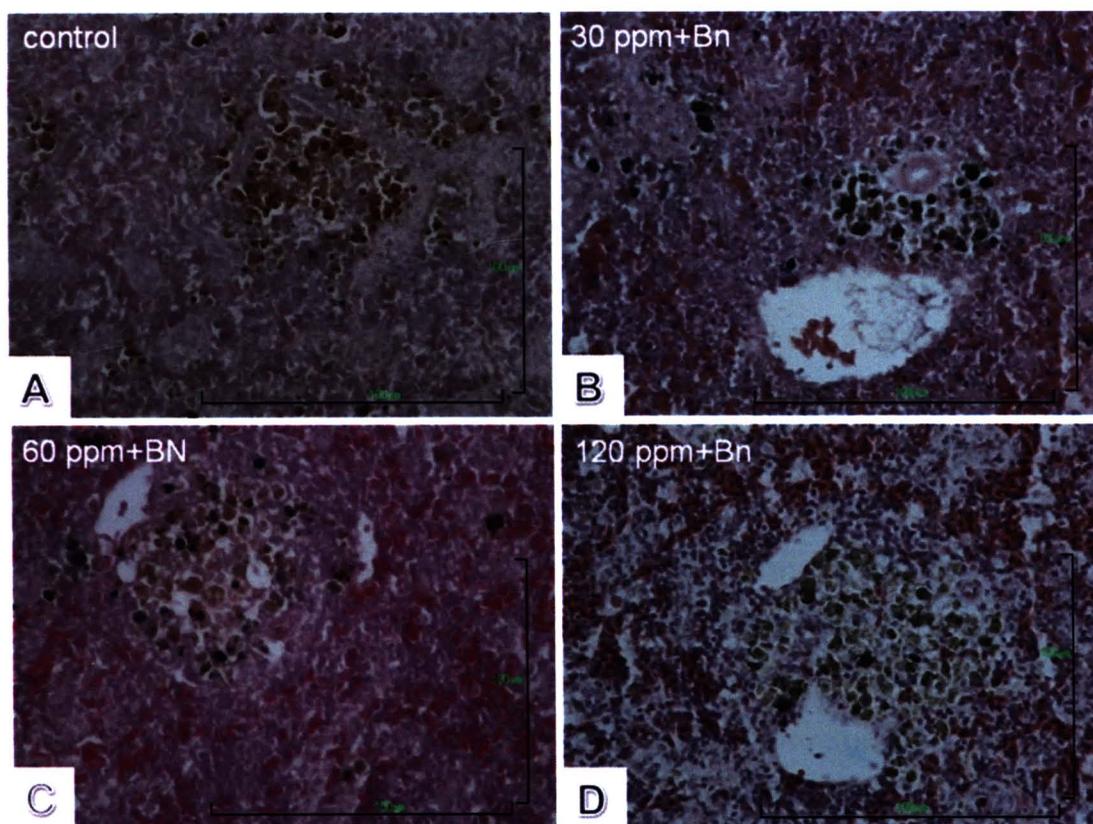


- ภาพที่ 13** ลักษณะ โครงสร้างของเซลล์ตับของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1% ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E, กำลังขยาย 400 เท่า, สเกล = 100 ไมโครเมตร)
- กลุ่มควบคุม เซลล์ตับปกติ การจัดเรียงเซลล์ ขนาดเซลล์ และนิวเคลียสปกติ
 - กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ การจัดเรียงเซลล์ ขนาดเซลล์ และนิวเคลียสใกล้เคียงกลุ่มควบคุม
 - กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ไซโตพลาสซึม ดิสสีของอีโอซิโนฟิลิกเซลล์ (วงกลม) ไซนัสขยายขนาด (ศรชี้)
 - กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบเมลานินมาโครฟาจ (วงกลม) นิวเคลียสหดตัว (Pyknosis nuclei) (ศรชี้)



ภาพที่ 14 ลักษณะโครงสร้างของม้ามของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E, กำลังขยาย 400 เท่า, สเตล = 100 ไมโครเมตร) pigment granules (PG), splenic artery (SpA), splenic vein (SpV), Melano-macrophage center (MMC)

- A. กลุ่มควบคุม พบกลุ่มของเมลานินโครมาโทไฟต์และเมลานินโครมาโทไฟต์ที่กระจายอยู่ทั่วไป
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบกลุ่มของเมลานินโครมาโทไฟต์มากกว่ากลุ่มควบคุม
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบกลุ่มของเมลานินโครมาโทไฟต์มากกว่าที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบกลุ่มของเมลานินโครมาโทไฟต์มากที่สุด



ภาพที่ 15 ลักษณะโครงสร้างของม้ามของปลานิลเปรียบเทียบกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1% ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ธรรมดา (H&E, กำลังขยาย 400 เท่า, สเกล = 100 ไมโครเมตร)

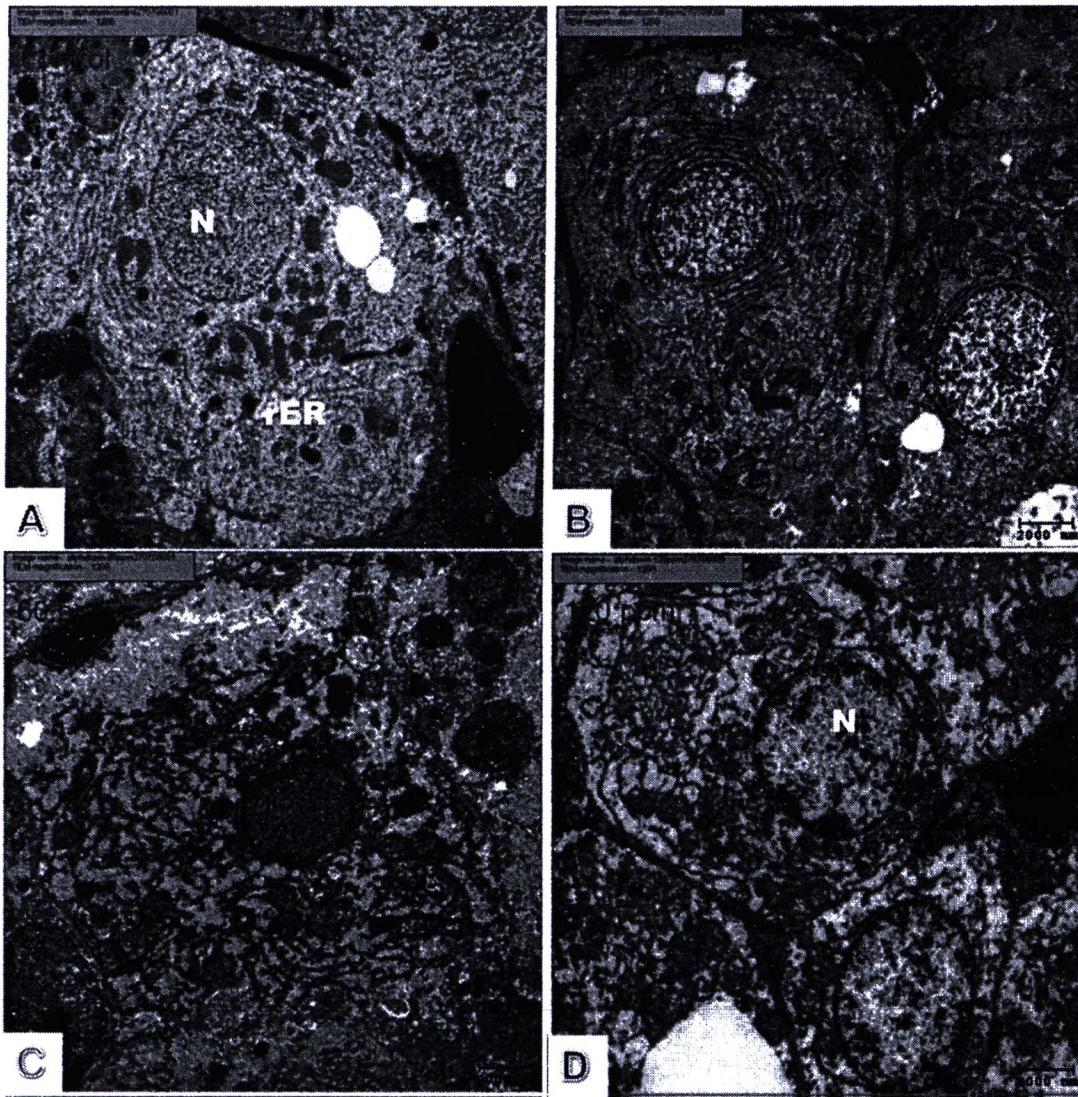
- A. กลุ่มควบคุม พบกลุ่มของเมลานोมาโครฟาจ (ครซี) และเมลานोมาโครฟาจที่กระจายอยู่ทั่วไป
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ กลุ่มของเมลานोมาโครฟาจใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบกลุ่มของเมลานอมาโครฟาจใกล้เคียงกับที่ระดับ 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษที่ระดับเดียวกัน
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบกลุ่มของเมลานอมาโครฟาจใกล้เคียงกับที่ระดับ 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้อยกว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษที่ระดับเดียวกัน

4. การศึกษาทางด้านจุลพยาธิวิทยาของเนื้อเยื่อด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (TEM)

จากการศึกษา เมื่อปลานิลได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ที่ความเข้มข้นแตกต่างกัน ได้แก่ที่ระดับความเข้มข้น 0, 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) เป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่าปลานิลที่ได้รับอาหารที่มีสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ความเข้มข้นสูง โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ความเข้มข้นสูงสุด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อศึกษาเซลล์ด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope) พบว่านิวเคลียส (Nucleus, N) มีขนาดใหญ่ภายในนิวเคลียสมีโครมาตินเกาะกันอย่างหลวม ๆ แต่อัดแน่นบริเวณขอบของนิวเคลียสเห็นเป็นกระจุกสีดำ ส่วนเยื่อหุ้มนิวเคลียส (Nuclear envelope, NE) เห็นขอบเขตไม่ชัดเจน (ภาพที่ 16) นอกจากนี้ยังพบว่าไมโทคอนเดรียเชื่อม โดยพบส่วนคริสตี (Cristae) ของไมโทคอนเดรีย (Mitochondria, M) จัดเรียงตัวไม่เป็นระเบียบ โดยเฉพาะเซลล์ตับของปลานิลที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับความเข้มข้น 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ภาพที่ 17) ไซโทพลาสซึมของเซลล์ตับของปลากลุ่มที่ได้รับสารพิษพบว่า มีออร์แกเนลล์ต่าง ๆ อยู่น้อยกว่าปกติ โดยเฉพาะไรโบโซมมีจำนวนลดลงอย่างเห็นได้ชัด เมื่อเปรียบเทียบกับปลานิลกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์

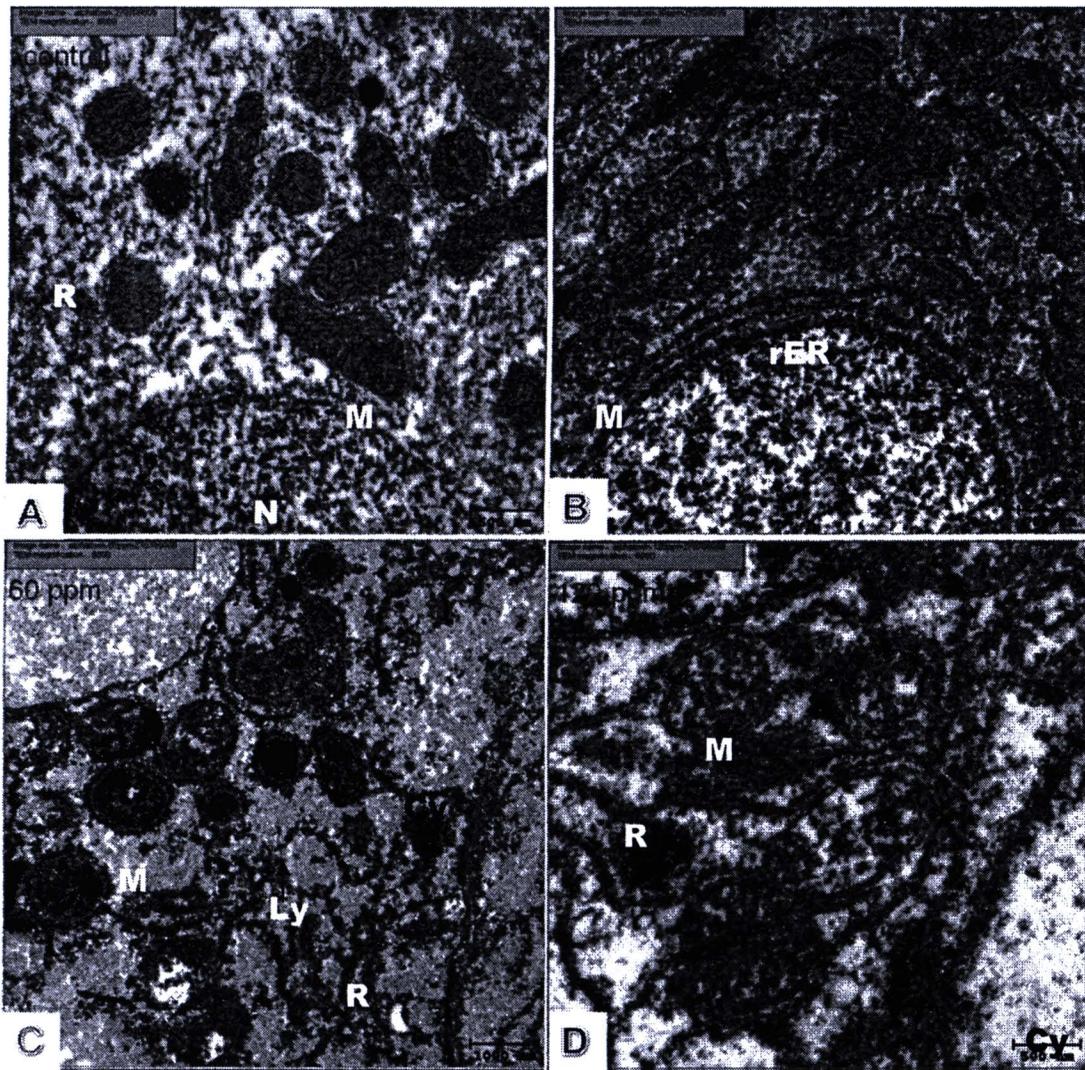
อย่างไรก็ตาม เมื่อให้ปลานิลกลุ่มทดลองต่าง ๆ ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับความเข้มข้น 30, 60 และ 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เมื่อศึกษาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (Transmission Electron Microscope) พบว่าที่ระดับความเข้มข้น 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ความเสียหายของออร์แกเนลล์ในเซลล์ลดลงอย่างเห็นชัด ไมโทคอนเดรียที่มีคริสตีที่ยังคงสภาพใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน (กลุ่มควบคุม) และที่ระดับความเข้มข้น 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1 เปอร์เซ็นต์ ความเสียหายของออร์แกเนลล์ในเซลล์ลดลงเมื่อเทียบกับกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับเดียวกันแต่ไม่ได้เติมสารดูดซับเบนโทไนด์

(Cy = Cytoplasm, Gr = Granule, M = Mitochondria, N = Nucleus, Nu = Nucleolus, NE = Nuclear Envelope, Oi = Oil globule, R = Ribosome และ V = Vacuole)



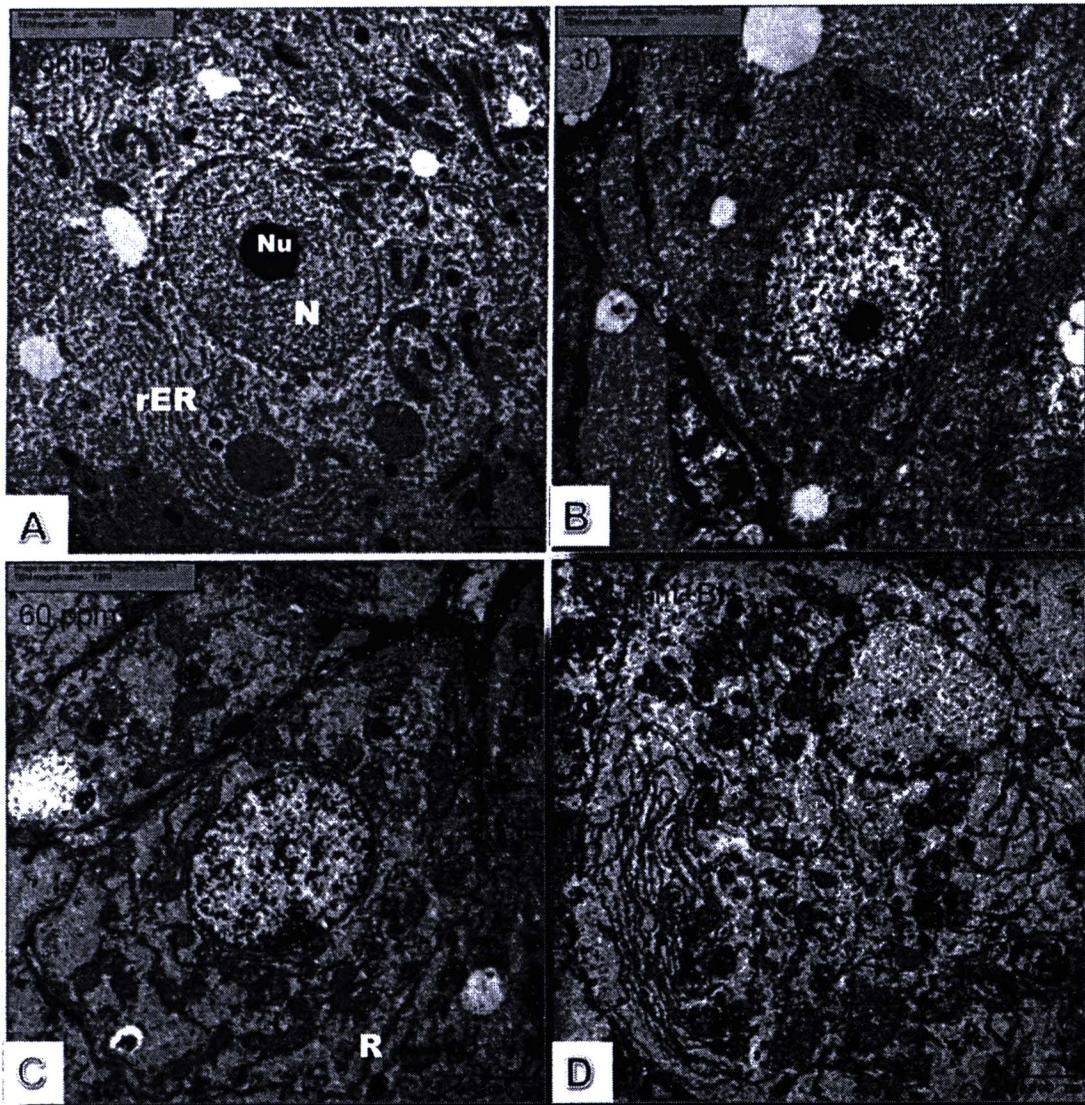
ภาพที่ 16 ลักษณะ โครงสร้างของเซลล์ต้นของปลานิลเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (กำลังขยาย 1200 เท่า, สเกล = 2,000 นาโนเมตร)

- A. กลุ่มควบคุม พบนิวเคลียสมีการกระจาย การเรียงตัวของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เป็นปกติ
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การเรียงตัวของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ไม่เป็นระเบียบ
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เห็นขอบเขตเซลล์ไม่ชัดเจน การเรียงตัวของออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ไม่เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นิวเคลียสมีการเกาะกันอย่างหลวม ๆ แต่อัดแน่นบริเวณขอบของนิวเคลียสเห็นเป็นกระจุกสีดำชัดเจน



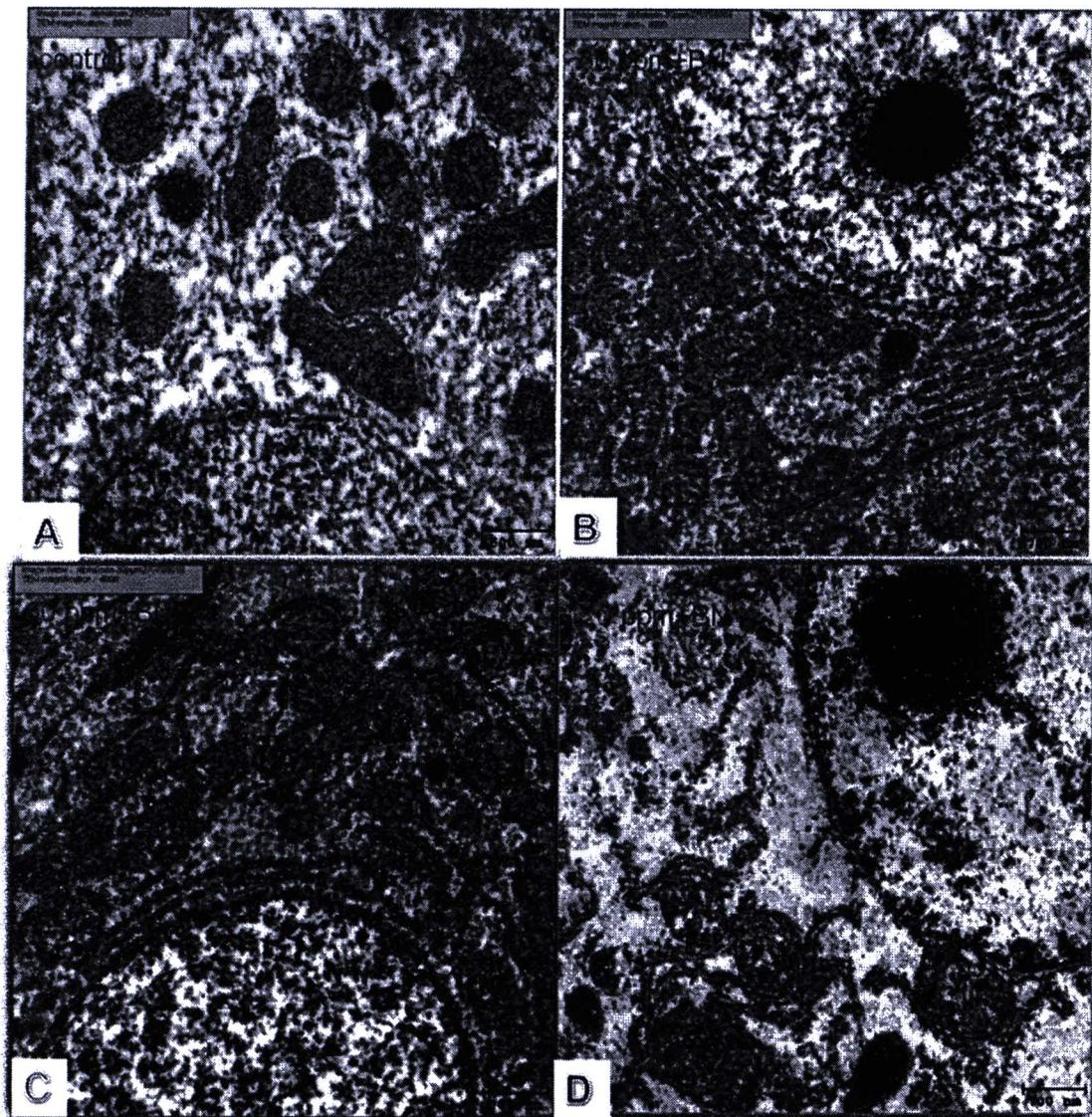
ภาพที่ 17 ลักษณะ โครงสร้างของเซลล์ตับของปลานิลเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (กำลังขยาย 6000 เท่า, สเกล = 500, 700, 1000 นาโนเมตร)

- A. กลุ่มควบคุม พบนิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย และการเรียงตัวของออร์แกเนลต่างๆ เป็นปกติ
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นิวเคลียส มีโครมาตินอัดแน่นบริเวณขอบของนิวเคลียสเห็นเป็นกระจุกสีดำ
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม การเรียงตัวของออร์แกเนลต่างๆ ไม่เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ไมโทคอนเดรียเสื่อม
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ไมโทคอนเดรียเสื่อม ไรโบโซมมีจำนวนลดลง



ภาพที่ 18 ลักษณะ โครงสร้างของเซลล์ต้นของปลานิลเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับ สารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1% ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (กำลังขยาย 6000 เท่า, สเกล = 2,000 นาโนเมตร)

- A. กลุ่มควบคุม พบนิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย และออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เรียงตัวเป็นปกติ
- B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบออร์แกเนลล์ต่าง ๆ เรียงตัวเป็นปกติใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม
- C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ นิวเคลียสเห็นเป็นกระจุกสีดำของโครมาตินชัดเจน
- D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบนิวเคลียสมีกระจุกสีดำ ออร์แกเนลล์ต่าง ๆ ไม่เป็นระเบียบ



ภาพที่ 19 แสดงลักษณะ โครงสร้างของเซลล์ต้นของปลานิลเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินบี 1 ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ 1% ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องผ่าน (กำลังขยาย 6000 เท่า, สเกล= 500, 700 นาโนเมตร)

A. กลุ่มควบคุม พบนิวเคลียส ไมโทคอนเดรีย และออร์แกเนลล์ต่างๆ เรียงตัวเป็นปกติ

B. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ พบออร์แกเนลล์ต่างๆ เรียงตัวเป็นปกติใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม

C. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ออร์แกเนลล์ต่างๆ ไม่เป็นระเบียบมากยิ่งขึ้น ไมโทคอนเดรียเสื่อม

D. กลุ่มที่ได้รับสารอะฟลาทอกซินบี 1 ขนาด 120 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ร่วมกับสารดูดซับเบนโทไนด์ ไมโทคอนเดรียเสื่อม ไรโบโซมมีจำนวนลดลง