

RESEARCH ARTICLE

Effect of Natural Charcoal Powder Added in Swine Feeds as Aflatoxin Adsorbents on Improving Performance of Swine Production and Histopathological Changes of Swine Livers

Suwit Uopasai^{1*}, Komkrich Pimpukdee², Bundit Tengjaroenkul³, Panchompoo Muanglai¹,
Preyaporn Surachon¹

Abstract

Objective — To evaluate the efficiency of natural charcoal powder added to the diet of weaning pigs for its potential to diminish the clinical signs of aflatoxicosis.

Materials and Methods — 45 weaning pigs (3 weeks-old) were randomly assigned to 3 treatment groups (15 for each group). The pigs in group 1, 2, and 3 received control diet, diet added aflatoxin (5 mg/kg), and diet added aflatoxin (5 mg/kg) plus natural charcoal powder (0.5%), respectively for 4 weeks. A blood sample was drawn from each pig to determine serum alkaline phosphatase and aspartate aminotransferase. At the end of the experiment, all pigs were weighted then euthanatized to get their livers for histopathological examination.

Results — Inclusion of natural charcoal powder at the level of 0.5% in the diet diminished the growth-inhibitory effects of aflatoxin. The addition of treated natural charcoal powder to contaminated diets improved average daily gain (ADG) significantly ($p < 0.05$). Natural charcoal powder did reduce changes in the serum alkaline phosphatase and aspartate aminotransferase ($p < 0.05$). In this study, the toxic effects of aflatoxin were expressed as reduced body-weight gains, increased relative organ weights (liver and kidney), and lower feed consumption. Hepatic lesions in pigs of aflatoxin alone group were characterized as peripheral lobular lipidosis and bile duct hyperplasia. Hepatic lesions were not observed in pigs fed with 0.5% natural charcoal powder.

Conclusion — Our findings suggested that adding 0.5% natural charcoal powder in the diet can moderate the toxicity of aflatoxin in weaning pigs, and may offer a novel approach for preventive management of aflatoxicosis in animal.

KKU Vet J. 2008;18(2):109-119

<http://vet.kku.ac.th/journal/>

Keywords: Natural charcoal powder; Aflatoxin; Weaning pigs; Liver; Histopathology

¹ Department of Anatomy, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.

² Department of Veterinary Public health, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.

³ Department of Medicine, Faculty of Veterinary Medicine, Khon Kaen University, Khon Kaen, Thailand, 40002.

* **Corresponding author:** e-mail: suwuop@kku.ac.th

ผลของการใช้ผงถ่านหุงต้มผสมในอาหารสุกรเพื่อเป็นสารดูดซับ สารพิษอะฟลาทอกซิน ต่อการเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับสุกร

สุวิทย์ อุปลัย¹, คมกริช พิมพ์ภักดี², บัณฑิต เต็งเจริญกุล³, พรรณชมพู ม่วงลาย¹, ปรียาภรณ์ สุระชน¹

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของผงถ่านหุงต้มที่ผสมในอาหารสุกรหย่านม ต่อการเพิ่มผลผลิต การลดอาการและรอยโรค ที่เกิดจากสารพิษอะฟลาทอกซิน

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ สุกรหย่านมอายุ 3 สัปดาห์ถูกสุ่มสุ่มกลุ่มทดลองจำนวน 3 กลุ่ม ๆ ละ 15 ตัว กลุ่มที่ 1 ได้รับอาหารปกติ กลุ่มที่ 2 ได้รับอาหารปกติผสมสารพิษอะฟลาทอกซินขนาด 5 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม กลุ่มที่ 3 ได้รับอาหารปกติผสมสารพิษอะฟลาทอกซินขนาด 5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และผงถ่านหุงต้มขนาด 0.5% เลี้ยงสุกรด้วยอาหารดังกล่าวนาน 4 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักตัว เจาะเลือด ตรวจค่าเอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส และแอสปาเทสอะมิโนทรานส์เฟอรัส ทำปรานีขนาดสุกร ทดลอง ชั่งน้ำหนักตับ ไต และหัวใจ เก็บเนื้อเยื่อตับ เพื่อตรวจทางจุลพยาธิวิทยา

ผลการศึกษา การเติมผงถ่านหุงต้มในระดับ 0.5% ลงในอาหารสุกรหย่านม ช่วยลดผลด้านการเจริญเติบโตจากอะฟลาทอกซินได้ สุกรหย่านมกลุ่มที่ได้รับผงถ่านหุงต้มผสมอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน (กลุ่มที่ 3) มีน้ำหนักตัวเฉลี่ยเพิ่มขึ้น แตกต่างจากสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน (กลุ่มที่ 2) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ สุกรกลุ่มที่ได้รับผงถ่านหุงต้ม พบว่าค่าเอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส และแอสปาเทสอะมิโนทรานส์เฟอรัส ต่ำกว่าในสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน แต่สูงกว่าในสุกรที่ได้รับอาหารปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยังพบว่าสารพิษอะฟลาทอกซิน ทำให้น้ำหนักของตับ และไตต่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น แต่การกินอาหารของสุกรลดลง รอยโรคที่ตับสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน มีลักษณะเป็นการสะสมไขมันในเซลล์ตับโดยรอบกลีบย่อยของตับ (peripheral lobular lipodosis) ร่วมกับการแบ่งเซลล์มากผิดปกติของเซลล์ท่อน้ำดี (bile duct hyperplasia) ซึ่งในการให้ผงถ่านหุงต้มจะไม่พบรอยโรคดังกล่าว

ข้อสรุป การเติมผงถ่านหุงต้มระดับ 0.5% ในอาหารสุกร ช่วยบรรเทาผลของสารพิษอะฟลาทอกซินในสุกรหย่านมได้ซึ่งอาจเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการเพื่อป้องกันสารพิษอะฟลาทอกซินสำหรับสัตว์ต่อไป

วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มข. 2551;18(2):109-119

<http://vet.kku.ac.th/journal/>

คำสำคัญ: ผงถ่านหุงต้ม สารพิษอะฟลาทอกซิน สุกรหย่านม ตับ จุลพยาธิวิทยา

¹ ภาควิชากายวิภาคศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

² ภาควิชาสัตวแพทย์สาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

³ ภาควิชาอายุรศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

* ผู้เขียนที่ให้การติดต่อ e-mail: suwuoop@kku.ac.th

บทนำ

การปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ส่งผลเสียหาย ต่อเศรษฐกิจ ต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ และยังเป็นสาเหตุที่ใช้อ้างอิงกันทางการค้าระหว่างประเทศ สารพิษจากเชื้อรานี้มีหลายชนิด แต่ที่มีพิษสูง และก่อความเสียหายแก่อุตสาหกรรมการเลี้ยงสัตว์ คือ สารพิษอะฟลาทอกซิน ซึ่งพบการปนเปื้อนในอาหารสัตว์หลายชนิด เช่น ปลาป่น รำ ปลายข้าว ถั่วลิสง และข้าวโพด สารพิษนี้ก่อผลเสียต่อสุขภาพของสัตว์หลายชนิด มีความรุนแรงแตกต่างกันไปตามชนิดและอายุของสัตว์ ความรุนแรงยังขึ้นอยู่กับปริมาณและระยะเวลาของสารพิษที่สัตว์ได้รับ ในกรณีเกิดพิษแบบเฉียบพลัน อาจทำให้โค สุกร สัตว์ปีก และสัตว์น้ำ ตายภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง สัตว์ที่ได้รับสารพิษขนาดต่ำ ทำให้การกินอาหารลดลง น้ำหนักตัวลดลง ระดับของภูมิคุ้มกันลดลง ง่ายต่อการเกิดโรค นอกจากนี้ยังทำให้อัตราการเติบโต และประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง ผลิต้น้ำนมลดลง และมีอัตราการตายเพิ่มขึ้น [1-4]

ในอุตสาหกรรมการเลี้ยงสุกรพบว่า อาหารสัตว์ที่ปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินสร้างความเสียหายทางเศรษฐกิจมาก สุกรที่ได้รับสารพิษดังกล่าวขนาดต่ำมีผลทำให้น้ำหนักตัวลดลง การกินอาหารลดลง อัตราการเจริญเติบโตและประสิทธิภาพการใช้อาหารลดลง [2,5,6] ในการศึกษา ระดับเซลล์พบว่าสารพิษนี้ทำให้มาโครฟาจ (macrophage) ทำงานผิดปกติโดยมีประสิทธิผลลดลง ในการกลืนกินสิ่งแปลกปลอม (phagocytic activity) เป็นสาเหตุให้สูญเสียระบบการทำงานของภูมิคุ้มกันแบบฟั้งเซลล์และขัดขวางการสร้างภูมิคุ้มกัน สุกรง่ายต่อการเกิดโรค [5-8] ในรายเกิดพิษแบบเฉียบพลันทำให้สัตว์ตาย เมื่อตรวจเนื้อเยื่อของสุกรที่ได้รับสารพิษดังกล่าวด้วยกล้องจุลทรรศน์ พบว่ามีการสะสมไขมันในเซลล์ตับโดยรอบกลีบย่อยของตับ(peripheral lobular lipodosis) ร่วมกับรอบบริเวณพอร์ทัล (periportal area) และมีภาวะเกิดพังผืดระหว่างกลีบย่อย (interlobular fibrosis) มากผิดปกติ รวมทั้งเซลล์บุท่อน้ำดีเพิ่มจำนวนมากผิดปกติ (bile duct hyperplasia) ทำให้น้ำที่ของตับเสียไป และมีรายงานการตกค้างของสารพิษดังกล่าวในตับ ไต และกล้ามเนื้อของสุกร ซึ่งสามารถก่อพิษต่อผู้บริโภคได้ [2,3,5, 9,10]

สภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่ร้อนชื้นจึงเหมาะต่อการเติบโตของเชื้อรา และหลีกเลี่ยงการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ได้ยาก นักวิจัยจึงพยายามหาวิธีที่มีประสิทธิภาพเพื่อกำจัดสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนมากับอาหารสัตว์ แต่ยังไม่ประสบความสำเร็จมากนัก วิธีการหนึ่งที่มีความสนใจสูงคือ การนำสารดูดซับ (adsorbents) เช่น ผงถ่าน (activated carbon) และดินเหนียว (clay) ชนิดต่าง ๆ มาผสมกับอาหารสัตว์ที่ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา [5,6,11-13] เนื่องจากวิธีการนี้มีความสะดวกในการใช้ และมีราคาถูก เมื่อเปรียบเทียบการกำจัดสารพิษจากเชื้อราโดยวิธีการอื่น ๆ ปัจจุบันประเทศไทยมีสารดูดซับในท้องตลาดหลายชนิดจำหน่ายแก่เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ และโรงงานอาหารสัตว์ แต่ไม่ค่อยมีข้อมูลของการทดสอบประสิทธิภาพ และความปลอดภัยในการใช้สารดูดซับเหล่านี้ สารดูดซับแต่ละชนิดนั้นมีโครงสร้าง คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพ แตกต่างกันไป มีประสิทธิภาพในการกำจัดสารพิษจากเชื้อราแตกต่างกัน สารดูดซับบางตัวนอกจากจะไม่มี

ประสิทธิภาพในการกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซินแล้ว ยังสามารถกระตุ้นความเป็นพิษในร่างกายของสัตว์ให้เพิ่มขึ้นด้วย [14] สารดูดซับดังกล่าวส่วนมากนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ในแต่ละปีประเทศต้องสูญเสียเงินตราในการนำเข้าสารดังกล่าว

ถ่านหุงต้มสามารถใช้ลดกลิ่นในตู้เย็น [15] ใช้ในการลดพิษในกรณีสัตว์กินสารพิษเข้าไป นอกจากนี้ยังหาได้ง่ายและมีราคาถูก [16] อย่างไรก็ตามเท่าที่ทราบยังไม่มีการศึกษาอย่างจริงจังถึงคุณสมบัติในการดูดซับสารพิษของถ่านหุงต้มในอาหารสุกรและผลกระทบต่อที่เกิเกิดขึ้นกับสุกร ดังนั้นการศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินผลของการใช้ถ่านหุงต้มเป็นสารดูดซับสารพิษอะฟลาทอกซินในการเลี้ยงสุกรขุน ในเชิงผลผลิต และการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาของตับ

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการ

การเตรียมอะฟลาทอกซิน

อะฟลาทอกซินที่ใช้ในการทดลองได้จากการหมักข้าว โดยใช้เชื้อรา *Aspergillus parasiticus* NRRL 2999 ตามวิธีของ Kubena และคณะ [17] โดยหมักข้าวสารที่ไม่ได้มีสารกันเสีย (preservatives) จำนวน 50 กรัม ใส่ลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร หลังจากนั้น เติมน้ำจำนวน 25 มิลลิลิตร ลงในขวดนำไปผ่านความร้อน แล้วนำออกมาเขย่า เพื่อไม่ให้เมล็ดข้าวจับตัวกันเป็นก้อน ใส่สารละลายที่มีสปอร์ของเชื้อรา จำนวน 0.5-1.0 มิลลิลิตร แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 6 วัน โดยในแต่ละวันมีการเขย่าขวด เพื่อป้องกันการจับตัวเป็นก้อนของข้าว หลังจาก 6 วัน นำข้าวไปผ่านความร้อนแล้วเข้าตู้อบเพื่อให้แห้งจากนั้นนำไปเข้าเครื่องบดให้เป็นผงแล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณอะฟลาทอกซิน จำนวนอะฟลาทอกซินที่ผลิตขึ้นนี้ส่วนมากจะอยู่ในรูป อะฟลาทอกซิน บี 1 ประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ผงข้าวที่มีอะฟลาทอกซินนั้น จะถูกเตรียมนำไปผสมอาหารสุกรเพื่อให้มีขนาดความเข้มข้น 5 มิลลิกรัมของอะฟลาทอกซินต่ออาหาร 1 กิโลกรัม หรือ 5 พีพีเอ็ม (ppm) อาหารสุกรที่นำมาเลี้ยง ประกอบด้วยสูตรอาหารที่มีข้าวโพดเป็นหลัก ไม่มีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา ไม่มีสารกระตุ้นการเติบโต ยก้านบีด และยาปฏิชีวนะ

การเตรียมผงถ่านหุงต้ม

นำถ่านหุงต้มที่ใช้ในครัวเรือนมาบดเป็นผง แล้วนำเข้าไปเคลือบในอาหารสุกรสำเร็จรูป ซึ่งเป็นอาหารสุกรที่นำมาวิเคราะห์แล้ว ไม่พบสารพิษอะฟลาทอกซินและมีอนุภาคน้ำตาลหลักโภชนาการ

สัตว์ทดลอง

สุกรหย่านมอายุประมาณ 3 สัปดาห์ พันธุ์ลาร์จไวท์ คณะแพศ จำนวน 45 ตัว น้ำหนักตัวโดยเฉลี่ย 6.5 กิโลกรัม การใช้สัตว์เพื่อการทดลองนี้ได้ปฏิบัติตามคำแนะนำเรื่องจรรยาบรรณในการใช้สัตว์เพื่อการทดลอง ของสภาวิจัยแห่งชาติ

การออกแบบการทดลอง

ลูกสุกรที่ได้มีการสุ่มแบบการสุ่มสมบูรณ์ (completely randomized design) แบ่งเป็น 3 กลุ่ม กลุ่มละ 15 ตัว ดังนี้

กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มควบคุม ได้รับอาหารสุกรปกติ ไม่ผสมผงถ่านหุงต้ม และอะฟลาทอกซิน

กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ได้รับอาหารสุกร ที่ผสมสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ซึ่งเป็นระดับที่ทำให้เกิดรอยโรคในตับของสุกรได้ชัดเจน [2-6,10,18]

กลุ่มที่ 3 เป็นกลุ่มที่ได้รับอาหารสุกร ที่ผสมด้วยผงถ่านหุงต้มในขนาด 0.5% ผสมสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม

เมื่อครบกำหนด 4 สัปดาห์ ชั่งน้ำหนักตัว เจาะเลือดจากหลอดเลือดดำที่ใบหู (lateral ear vein) เพื่อนำไปหาค่าเอนไซม์ซึ่งแสดงถึงการเสียหายของเนื้อเยื่อตับ ได้แก่ อัลคาไลน์ฟอสฟาเทส (alkaline phosphatase; ALP) และแอสปาเทสอะมิโนทรานส์เฟอรัส (aspartate aminotransferase; AST)

ทำปรีนาซีมาตสุกร ด้วย pentobarbital sodium ขนาด 55-60 มิลลิกรัม/กิโลกรัมของน้ำหนักตัว เข้าทางหลอดเลือดดำที่ใบหู (lateral ear vein) เก็บตัวอย่างโดยตัดส่วนหน้าอกและท้องของสุกร ตัดอวัยวะภายใน ได้แก่ ตับ ไต หัวใจ ชั่งน้ำหนัก แล้วแช่เนื้อเยื่อด้วยน้ำยาตรึงเนื้อเยื่อ (fixative) ซึ่งประกอบด้วย 10% ฟอร์มอลินใน 0.1 โมลาร์ โซเดียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ที่ pH 7.4 [19-20] ตัดชิ้นเนื้อจากอวัยวะที่มีรายงานผลของอะฟลาทอกซิน [2-6,10,18] จาก ตับ ไต และหัวใจ จำนวน 30 ตัวอย่าง ด้วยเครื่องไมโครทอม ความหนา 5 ไมโครเมตรในบล็อกพาราฟิน ย้อมด้วยฮีอีโอซินและอีมาท็อกซิลิน นำไปศึกษาด้วยกล้องด้วยกล้องจุลทรรศน์แสงสว่างที่พุ่งต่อเครื่องคอมพิวเตอร์พร้อมโปรแกรมวิเคราะห์เซลล์ (Motic Image Plus 2.0 ML)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ทำการเปรียบเทียบค่าน้ำหนักตัวของสุกรที่เพิ่มขึ้น ค่าเอนไซม์ซึ่งแสดงถึงการเสียหายของเนื้อเยื่อตับ ด้วยวิธี ANOVA และ multiple comparison

ผลการศึกษา

จากการศึกษาพบว่า สารพิษอะฟลาทอกซินที่ระดับ 5 พีพีเอ็ม ในอาหาร มีผลกระทบต่อสุขภาพและผลผลิตของสุกร พบว่าสุกรที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินมีอาการอ่อนเพลีย กินอาหารลดลง ผอม มีน้ำหนักตัวลดลง และมีขนหยาบกระด้าง (**Figure 1**) เมื่อดูอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของสุกร พบว่าสุกรทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) (Table 1) และยังพบว่าค่าเฉลี่ยอัตราการเจริญเติบโตต่อวันของกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน มีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินและผงถ่านหุงต้ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อพิจารณาค่าเอนไซม์ซึ่งแสดงถึงการเสียหายของเนื้อเยื่อตับ ได้แก่ เอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส และแอสปาเทสอะมิโนทรานส์เฟอรัส พบว่า สุกรทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ย

เอนไซม์ทั้งสองชนิดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่า ค่าเฉลี่ยเอนไซม์ของกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน มีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินและถ่านหุงต้ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) อีกด้วย

Table 1. Mean \pm SD of average daily gain (ADG) and levels of alkaline phosphatase and aspartate aminotransferase of pigs in each group.

Parameters	Group 1 (Control)	Group 2 (Aflatoxin)	Group 3 (Aflatoxin+Natural charcoal)
ADG (Kg.)	0.62 \pm 0.02 ^a	0.46 \pm 0.03 ^b	0.59 \pm 0.02 ^a
Alkaline phosphatase (U/L)	126.73 \pm 3.65 ^a	322.07 \pm 26.84 ^b	147.27 \pm 18.99 ^c
Aspartate aminotransferase (U/L)	45.87 \pm 2.75 ^a	71.40 \pm 5.12 ^b	53.60 \pm 4.59 ^c

^{a,b,c} Different superscripts within each row indicate a significant difference at $p < 0.05$.

เมื่อทำการผ่าซากสุกร และชั่งน้ำหนักอวัยวะภายในของสุกร (**Table 2**) พบว่าสุกรทั้งสามกลุ่มมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของตับเป็นกรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักตัวสุกร (g/100 g BW) มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และยังพบว่า ค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของตับเป็นกรัม ต่อ 100 กรัมของน้ำหนักตัว ในสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินมีค่าสูงกว่า กลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินและถ่านหุงต้ม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยน้ำหนักไตสุกรทั้งสามกลุ่ม มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) และพบว่าสุกรในกลุ่มควบคุมมีค่าเฉลี่ยของน้ำหนักไต ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ผสมผงถ่านหุงต้มกับอะฟลาทอกซิน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ส่วนค่าเฉลี่ยของน้ำหนักของหัวใจของสุกรทั้งสามกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

Table 2. Relative weights (expressed as a percentage of live body weight) of livers, kidneys, and hearts of pigs in each group.

Organs	Group 1 (Control)	Group 2 (Aflatoxin)	Group 3 (Aflatoxin+Natural charcoal)
Liver	3.05 \pm 0.13 ^a	4.11 \pm 0.19 ^b	3.42 \pm 0.15 ^c
Kidney	0.26 \pm 0.01 ^a	0.29 \pm 0.02 ^b	0.27 \pm 0.02 ^a
Heart	0.44 \pm 0.01 ^a	0.45 \pm 0.04 ^a	0.45 \pm 0.02 ^a

^{a,b,c} Different superscripts within each row indicate a significant difference at $p < 0.05$.



Figure 1. Anorexia, lethargy, and low body weight were observed in pigs fed with 5 ppm aflatoxin.

แผ่นเนื้อเยื่อของตับสุกรที่นำมาศึกษาภายหลังการย้อมด้วยสี H & E (**Figure 2**) แล้ว พบว่า กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารสุกรที่เคลือบด้วยผงถ่านหุงต้ม มีลักษณะของเนื้อเยื่อที่เป็นปกติ จากทุกตัวอย่าง ส่วนเนื้อเยื่อตับของสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินอย่างเดียวนั้นพบว่า เซลล์ของตับมีลักษณะเปลี่ยนแปลงไป เกิดการสะสมไขมันในเซลล์ตับโดยรอบกลีบย่อยของตับ ลักษณะของแองเดอไลดฝอยของตับ (hepatic sinusoid) ตีบแคบลง มีลักษณะการจัดเรียงตัวของสายเซลล์ตับ (hepatic cord) ที่ผิดปกติไปจากทุกตัวอย่าง เมื่อพิจารณาขอบบริเวณพอร์ทัล (periportal area) (**Figure 3**) แล้ว พบว่าเกิดลักษณะ เซลล์บุท่อน้ำดีเพิ่มจำนวนมากขึ้นจากทุกตัวอย่าง

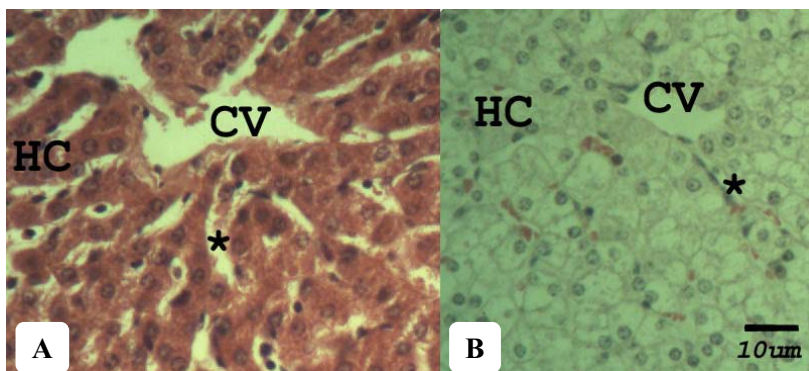


Figure 2. Comparison of histopathological findings in centrilobular area of the liver. Figure 2A showed normal hepatic cords and sinusoids in a pig fed aflatoxin-contaminated food with natural charcoal. Figure 2B showed peripheral lobular lipidosis, hepatic sinusoid stenosis, and abnormal hepatic cord in a pig fed aflatoxin-contaminated food. (CV=central vein; HC=hepatic cord; *=hepatic sinusoid)

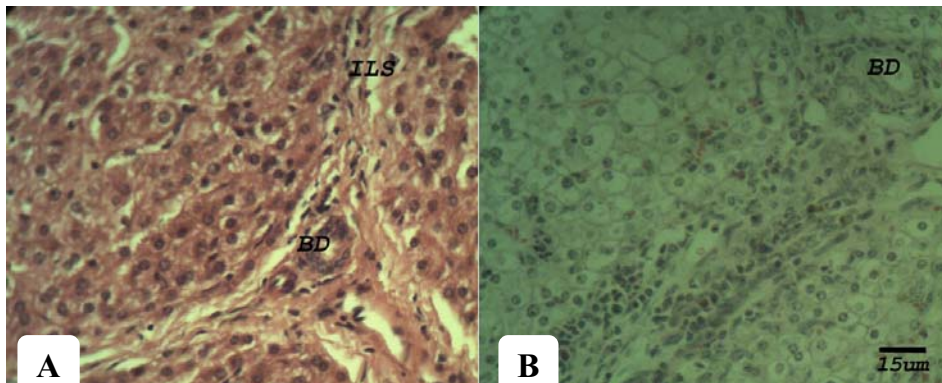


Figure 3. Comparison of histopathological findings in periportal area of the liver. Figure 3A showed normal bile duct and interlobular septum of a pig fed aflatoxin-contaminated food with natural charcoal. Figure 3B showed bile duct hyperplasia in a pig fed aflatoxin-contaminated food. (BD=bile duct; ILS=interlobular septum)

วิจารณ์

การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า การเติมผงถ่านหุงต้มที่ระดับ 0.5% สามารถลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในอาหารได้ โดยสุกรหย่านมกลุ่มที่ได้รับผงถ่านหุงต้มผสมในอาหารที่ปนเปื้อนอะฟลาทอกซินมีอัตราการเจริญเติบโตที่ดีกว่า ค่าเอนไซม์ที่บ่งบอกภาวะการทำงานของตับที่ต่ำกว่า และไม่พบรอยโรคของการเปลี่ยนแปลงทางจุลพยาธิวิทยาที่ตับ เมื่อเปรียบเทียบกับสุกรกลุ่มที่ได้รับอาหารปนเปื้อนอะฟลาทอกซินไม่ผสมผงถ่านหุงต้ม

สารพิษของอะฟลาทอกซินในระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม มีผลต่อสุกรหย่านมในสุกรกลุ่มที่ 2 คือ น้ำหนักตัวลดลง การกินอาหารลดลง อัตราการเจริญเติบโตลดลง สอดคล้องกับการศึกษาของนักวิทยาศาสตร์หลายคน [2,3,5,6,9, 21] แม้มีรายงานว่าการผสมอะฟลาทอกซินในอาหารในระดับความเข้มข้นน้อยกว่านี้ คือ 4 มิลลิกรัม/กิโลกรัม สามารถทำให้เกิดภาวะที่กล่าวมารวมทั้งเกิดรอยโรคที่ตับ แต่ในระดับความเข้มข้น 3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม พบว่าไม่มีผลต่อน้ำหนักตัว การกินอาหาร และอัตราการเจริญเติบโต รวมทั้งไม่เกิดรอยโรคที่ตับแต่อย่างใด [22] ในสุกรกลุ่มที่ 3 การผสมผงถ่านหุงต้มระดับ 0.5% เข้าไปในอาหารที่มีอะฟลาทอกซินปนเปื้อนอยู่ สามารถทำให้อัตราการเจริญเติบโตของสุกรหย่านมดีขึ้นจนมีค่าใกล้เคียงกับกลุ่มที่ 1 ซึ่งเป็นสุกรที่ได้รับอาหารปกติ การใช้ผงถ่านหุงต้มระดับ 0.5% ในลักษณะนี้เป็นตัวดูดซับสารพิษจากเชื้อราให้ผลคล้ายคลึงกับการใช้ clay ชนิดต่างๆเป็นตัวดูดซับสารพิษจากเชื้อราชนิดอื่นที่ใช้ในต่างประเทศ เช่น Na bentonite [23] Ca bentonite palygorskite และ Hydrated Sodium Calcium Aluminosilicate [2,3,5,6,9,23,24] นอกจากนี้ยังพบว่า ผงถ่านหุงต้มผสมอาหารสุกรในระดับดังกล่าว ยังสามารถลดการเปลี่ยนแปลงของระดับเอนไซม์แอลคาไลน์ฟอสฟาเทส และแอสปาเทสอะมิโนทรานส์เฟอเรส ซึ่งเป็นเอนไซม์

สำคัญที่แสดงหน้าที่ของตับ [25] บ่งบอกถึงการใช้ผงถ่านหุงต้มในอาหารของสุกรสามารถทำให้การทำงานของตับดีขึ้น ในการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าสารพิษอะฟลาทอกซินในระดับความเข้มข้น 5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม ทำให้น้ำหนักของตับและไตต่อน้ำหนักตัวลูกสุกรหย่านมเพิ่มขึ้นสอดคล้องกับการศึกษาของ Schell และคณะ [5,6] และจาก Southern และ Clawson [26] การเพิ่มผงถ่านหุงต้มในระดับ 0.5% บรรเทาผลของสารพิษอะฟลาทอกซินได้ รอยโรคที่เกิดขึ้นที่ตับในสุกรกลุ่มที่ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซิน มีลักษณะเป็นเกิดการสะสมไขมันในเซลล์ตับโดยรอบกลีบย่อยของตับ ลักษณะของแองเจ็ดฝอยของตับตีบแคบลง มีลักษณะการจัดเรียงตัวของแ่งเซลล์ตีบผิดปกติไป และเซลล์บุท่อน้ำดีรอบบริเวณพอร์ทัลเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งไปมีผลต่อการสังเคราะห์ ดีเอ็นเอ อาร์เอ็นเอ และ โปรตีนภายในเซลล์ [27,28] หากได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินเป็นเวลานานกว่านี้ ก็อาจส่งผลให้เกิดเนื้องอกและมะเร็งตับตามมาได้ [27,29] การเติมผงถ่านหุงต้มในระดับ 0.5% เข้าไปในอาหารจะไม่พบรอยโรคดังกล่าว แสดงถึงผงถ่านหุงต้มมีคุณสมบัติเป็นสารดูดซับสารพิษอะฟลาทอกซินที่ดี เปรียบเทียบได้กับ activated charcoal [14,25,30,31] แม้ว่าการดูดซับที่เกิดขึ้นนั้นจะเกิดกับสารอาหารทำให้สูญเสียคุณค่าทางโภชนาไป [31,32] แต่อย่างไรก็ตามการนำผงถ่านหุงต้มมาใช้นั้นควรมีการทดสอบคุณสมบัติโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีให้ละเอียดเนื่องจากถ่านหุงต้มนั้นทำมาจากไม้หลายชนิดซึ่งเป็นไม้ในประเทศไทย และไม้แต่ละชนิดที่นำมาทำถ่านหุงต้มอาจมีคุณสมบัติโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีรวมทั้งคุณสมบัติในการเป็นตัวดูดซับที่แตกต่างกันก็ได้

ผลการศึกษาครั้งนี้บ่งชี้ถึงประสิทธิภาพของผงถ่านหุงต้มในระดับ 0.5% สามารถบรรเทาพิษของอะฟลาทอกซินในสุกรหย่านมได้ เนื่องจากถ่านหุงต้มในประเทศไทยมีราคาถูก และจัดหาได้ง่าย ดังนั้นการนำผงถ่านหุงต้มมาผสมลงในอาหารสัตว์ อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการจัดการปัญหาการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์ เพื่อป้องกันสารพิษอะฟลาทอกซินสำหรับสัตว์ต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยขอนแก่นที่สนับสนุนเงินทุนสำหรับการวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Smith JW, Hamilton PB. Aflatoxicosis in the broiler chicken. *Poultry Sci.* 1970;49(1):207-215.
2. Harvey RB, Kubena LF, Phillips TD, Huff WE. Preventive of aflatoxicosis by addition of hydrated sodium calcium aluminosilicate to diets of growing barrows. *Am J Vet Res.* 1989;50(3):416-420.
3. Beaver RW, Wilson DM, James MA, Haydon KD. Distribution of aflatoxins in tissue of growing pigs fed an aflatoxin-contaminated with a high affinity aluminosilicate sorbent. *Vet Human Toxicol.* 1990;32(1):16-18.
4. Ortatatli M, Oguz H. Ameliorative effects of dietary clinoptilolite on pathological changes in broiler chickens during aflatoxicosis. *Res Vet Sci.* 2001;71(1):59-66.

5. Schell TC , Lindemann MD, Kornegay ET, Blodgett DJ. Effect of feeding aflatoxin-contaminated diets with and without clay to weanling and growing pigs on performance, liver function, and mineral metabolism. *J Anim Sci.* 1993;71(1):1209-1218.
6. Schell TC, Lindemann MD, Kornegay ET, Blodgett, DJ, Doerr JA. Effectiveness of different types of clay for reducing the detrimental effects of aflatoxin-contaminated diets on performance and serum profiles of weanling pigs. *J Anim Sci.* 1993;71(1):1226-1231.
7. Cysewski SJ, Wood RL, Pier AC, Baetz AL. Effect of aflatoxin on development of acquired immunity to swine erysipelas. *Am J Vet Res.* 1978;39(1):445-448.
8. Bondy GS, Pestka JJ. Immunomodulation by fungal toxin. *J Toxicol.* 2000: Env. Health part B. 109-143.
9. Harvey RB, Kubena LF, Elissalde MH, Corrier DE, Phillips TD. Comparison of two hydrated sodium calcium aluminosilicate compounds to experimentally protect growing barrows from aflatoxicosis. *J Vet Diagn Invest.* 1994;6(1): 88-92.
10. Peadar GL, Lynch PB. Mycotoxins in pig feeds: clinical aspects. *Irish Vet J.* 2001;54(4):172-176.
11. Phillips, TD. Dietary clay in chemoprevention of aflatoxin-induced disease. *Toxicol Sci.* 1999;52(1): 118-126.
12. Phillips TD, Sarr AB, Grant PG. Selective chemisorption and detoxification of aflatoxins by phyllosilicate clay. *Natural Toxins.* 1995;3(1):204-213.
13. Solfrizzo M, Carratu MR, Avantiaggiato G, Pietri A, Visconti A. Ineffectiveness of carbon in reducing the alteration of sphingolipid metabolism in rat exposed to fumonisin-contaminated diets. *Food and Toxicol.* 2001;39(1):507-511.
14. Mayura K, Abdel-Wahab MA, Mckenzi KS, Sarr BA, Edwards JF, Naguib K, et al. Prevention of maternal and developmental toxicity via dietary inclusion of common aflatoxin sorbents: potential for hidden risks. *Toxicol Sci.* 1998;41(1):175-182.
15. Shvarts V, Bobb L, Jirmanus M, Zhao Z. Custom-built research refrigerators for ultra-low temperature. *Nuclear Instruments and Methods in Physics Res.* 2004;520 (1-3):631-633.
16. Eddleston M, Juszczak E, Buckley NA, Senarathna L, Mohamed F, Dissanayake W, et al. Multiple-dose activated charcoal in acute self-poisoning: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2008;371(12): 538-539.
17. Kubena LF, Harvey RB, Phillips TD, Corrier DE, Huff WE. Diminution of aflatoxicosis in growing chickens by the dietary addition of a hydrated sodium calcium aluminosilicate. *Poultry Sci.* 1990;69(1):727-735.
18. Praml C, Schulz W, Claas A, Mollenhauer J, Poustka A , Ackermann R, et al. *Cancer Let J.* 2008;272(1):160-166.
19. Uopasai S. The effect of Monosodium L-Glutamate on the hypothalamic nuclei in adult rats. *KKU Vet J.* 2000;10(1-2):23-34.
20. Uopasai S. Effect of salt on the salt gland of muscovy duck. *KKU Vet J.* 2006;16(2):17-26.
21. Southern LL, Clawson AJ. Effects of Aflatoxins on Finishing Swine. *J Anim Sci.* 1979;49(1): 1006-1011.
22. Monegue HJ, Combs GE, Edds GT, Wallace HD. The effects of various levels of aflatoxins on young swine. *Florida Agr Exp Res.* 1977;3:195-197.

23. Ramos AJ, Hemhdez E. Prevention of aflatoxicosis in farm animals by means of hydrated sodium calcium aluminosilicate addition to feedstuffs: a review. *Anim Feed Sci Technol.* 1997;65(1):197-206
24. Piva G, Galvano F, Pietri A, Piva A. Detoxification methods of aflatoxins. *Nutrition Res.* 1995;15(5): 767-776.
25. Thieu NQ, Ogle B, Pettersson H. Efficacy of bentonite clay in ameliorating aflatoxicosis in piglets fed aflatoxin contaminated diets. *Trop Anim Health and Prod.* 2008;40(8):649-656.
26. Southern LL, Clawson AJ. Effect of aflatoxins on finishing swine. *J Anim Sci.* 2008;49(4):1006-1018..
27. Butler WH, Neal GE. Mode of action and human health aspects of aflatoxin carcinogenesis. *Pure Appl Chem.* 1977;49(5):1747-1751.
28. Hussein HS, Brasel JM. Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. *Toxicol.* 2001;167(1):101-134.
29. Wang JS, Groopman JD. DNA damage by mycotoxins. *Mutat Res.* 1999;424:167-181.
30. Jinda N, Mahipal SK, Mahipal NK. Toxicity of aflatoxin B1 in boiler chicks and its reduction by activated charcoal. *Res Vet Sci.* 1994;56(1):37-40.
31. Huwig A, Freimund S, Käppeli O, Dutler H. Mycotoxin detoxication of animal feed by different adsorbents. *Toxicol Lett.* 2001;122(1):179-188.
32. Hatch RC, Clark JD, Jain AV, Weiss R. Induced acute aflatoxicosis in goats: treatment with activated charcoal or dual combinations of oxytetracycline, stanozolol, and activated charcoal. *Am J Vet Res.* 1982;43(4):644-648.

