

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ 2538

เรื่อง
การป้องกันกำจัดเชื้อราและสารอะฟลาทอกซินในวัตถุดิบอาหารสัตว์
และผลต่อนกกระทา

โดย
นายสุชีพ สุขสุแพทย์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
SF
473
.Q34
ส763ร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สารเคมีควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพด

Chemical Control of Aflatoxin production in Corn

อาทิตย์ ปลายมาศ
วิชาเกษตรกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุชีพ สุขสุแพทย์
ผู้ช่วยศาสตราจารย์, ดร.
ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์
คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุภรัตน์ โมซิกเจริญกุล
กองโรคพืชและจุลชีววิทยา
กรมวิชาการเกษตร
กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาระดับของสารเคมีที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ชนิดเมล็ดที่ปรับให้มีความชื้น 25 เปอร์เซ็นต์ และเก็บรักษาไว้นาน 8 สัปดาห์ ที่มีต่อการเจริญของเชื้อรา และการสร้างสารพิษ อะฟลาทอกซินในข้าวโพด โดยใช้สารเคมี 2 ชนิด ที่มีระดับความเข้มข้นต่าง ๆ กันคือ กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ (น.น.ต่อน.น.) และเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ (น.น.ต่อน.น.)

เมื่อสิ้นสุดการทดลองพบว่า กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.2 และ 0.4 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนที่ระดับ 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ และการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนการใช้เกลือ โซเดียมคลอไรด์ ทั้ง 4 ระดับ (2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์) พบว่าสามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราได้ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์

Abstract

This experiment was conducted to determine the effects of optimal types and levels of chemicals in order to control growth of fungi and aflatoxin production on moist corn (25 percent moisture content) stored for 8 weeks. This experiment was used 2 type of chemicals that were propionic acid at levels 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 and 1.0 percent (w/w) and sodium chloride at levels of 2, 4, 6 and 8 percent (w/w).

At the end of the experiment showed that propionic acid at levels of 0.2 and 0.4 percent w/w was able to control aflatoxin production for 8 weeks but they could not control fungal growth. Propionic acid at levels of 0.6, 0.8 and 1.0 percent w/w was able to control aflatoxin production and growth of fungi for 8 weeks. Sodium chloride at level of 2, 4, 6 and 8 percent w/w controlled aflatoxin production for 8 weeks but efficiency of fungal growth control was not significant.

1. บทนำ

ปัญหาเกี่ยวกับสารพิษอะฟลาทอกซิน เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นประจำในประเทศไทย และเป็นปัญหาที่มีลักษณะเป็นลูกโซ่คือ ข้าวโพดที่ปนเปื้อนสารพิษ อะฟลาทอกซินไม่สามารถส่งออกจำหน่ายยังต่างประเทศจะถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสัตว์ที่เห็นโดยสิ้นเชิงซึ่งพบว่าสัตว์เหล่านั้นมีอาการป่วยหรือตายเนื่องจากได้รับพิษอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในอาหาร

กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์ ได้สำรวจพบสารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์สำเร็จรูปสำหรับ ไก่ เป็ด และสุกร จำนวน 309 ตัวอย่าง จากจำนวนทั้งหมด 721 ตัวอย่าง คิดเป็น 42.56 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างทั้งหมด [1] ซึ่งอาหารที่

พระราชกฤษฎีกา
วันที่ 8 ธันวาคม 2543

เลขหมู่.....SF 410 03A 44639
เลขทะเบียน.....54549
วันเดือนปี.....21 ส.ค. 2548

36
b.11359511

ทางเศรษฐกิจ โดยสัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้โดยตรงในปริมาณที่สูง จะทำให้เกิดการเจ็บป่วยอย่างเฉียบพลันและตายได้ ขณะเดียวกัน ถ้าได้รับในปริมาณที่น้อยแต่เป็นเวลานานจะทำให้เกิดอาการป่วยแบบเรื้อรัง เช่นอาหาร การเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตลดลง และอาจทำให้เกิดมะเร็งที่จับได้ [3] ซึ่งสารพิษที่ตกค้างอยู่ในข้าวสาลีและผลผลิต เช่นน้ำนมจะไปมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคอีกด้วย [2] ดังนั้นการทดลองครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาชนิดและระดับของสารเคมีที่เหมาะสมในการควบคุมการเจริญของเชื้อราและการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดอาหารสัตว์

2. อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ประกอบด้วย 10 กลุ่ม ดังนี้ กลุ่มที่ 1 ข้าวโพดที่เก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี กลุ่มที่ 2 - 6 ข้าวโพดที่ใช้กรดโพธิโอนิกที่ระดับ 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ น.น.ต่อ น.น. ตามลำดับ กลุ่มที่ 7 - 10 ข้าวโพดที่ใช้เกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2, 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ น.น.ต่อ น.น. ตามลำดับ โดยแต่ละกลุ่มประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ข้าวโพดที่ปรับความชื้นเป็น 25 เปอร์เซ็นต์แล้ว จำนวน 20 กิโลกรัม ส่วนตัวอย่างข้าวโพดทุกสัปดาห์ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์เพื่อนำไปหาเปอร์เซ็นต์ความชื้น ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1, เปอร์เซ็นต์เมล็ด ข้าวโพดที่มีเชื้อรา ส่วนประกอบ ทงโภชนะ และตรวจหาปริมาณและชนิดของเชื้อราด้วยอาหาร PDA

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 ปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน

ผลการศึกษาปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ในข้าวโพด (แสดงไว้ในตารางที่ 1) พบว่าปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 ในข้าวโพด กลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมีมีปริมาณสูงมากกว่า 100 ppb ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 2 และพบว่ามีแนวโน้มสูงขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Kositcharasakul และคณะ [1] ส่วนข้าวโพดในกลุ่มที่ใช้สารเคมีทั้งหมด (กลุ่มที่ 2 - 10) พบว่ามีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 น้อยกว่า 100 ppb ตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซินบี1 เฉลี่ยในข้าวโพดทั้ง 10 กลุ่ม ที่สิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 365.00, 37.67, 49.00, 13.33, 8.33, 18.57, 3.67, 1.67, 0.43 และ 5.50 ppb ตามลำดับ

3.2 เปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา

ผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา (แสดงไว้ในตารางที่ 2) พบว่าข้าวโพดกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มี เชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 กลุ่มที่ใช้กรดโพธิโอนิก 0.2 เปอร์เซ็นต์ และกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ พบว่ามีเปอร์เซ็นต์เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา 100 เปอร์เซ็นต์ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1 ด้วยเช่นกัน ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้กรดโพธิโอนิก 0.6, 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราตลอดการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้กรดโพธิโอนิก 0.4 เปอร์เซ็นต์ ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราได้น้อยกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Raeker และคณะ [5] ที่รายงานว่ากรดโพธิโอนิกที่ระดับ 0.5 เปอร์เซ็นต์ สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราในเมล็ดข้าวโพดได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์ ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 4 เปอร์เซ็นต์ ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราได้น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 1 ตรวจพบได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 3 ส่วนข้าวโพดกลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราในสัปดาห์ที่ 1 แต่ตรวจพบได้น้อยกว่า 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 2 และตรวจพบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์ที่ 3 ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Thanabornipat และคณะ [6] ที่รายงานว่าเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับต่ำกว่า 8 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อราได้มากกว่า 1 สัปดาห์

3.3 ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด

ผลการศึกษานิวเคลียสและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด หลังสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ โดยใช้อาหาร PDA (potato dextrose agar + chloramphenicol + rose bengal)

ปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 55 เปอร์เซ็นต์ และ *Emicella nidulans* 4 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้กรดโทโรฟิโอนิก 0.2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 61 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้กรดโทโรฟิโอนิก 0.4 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 48 เปอร์เซ็นต์ และ *Aspergillus terreus* 5 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้กรดโทโรฟิโอนิก 0.6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้กรดโทโรฟิโอนิก 0.8 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์ ตรวจไม่พบการเจริญของเชื้อราบนอาหาร PDA กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 2 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 6 เปอร์เซ็นต์ และ *Aspergillus terreus* 21 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 4 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 16 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 6 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 3 เปอร์เซ็นต์ และ *Eurotium chevalieri* 15 เปอร์เซ็นต์ กลุ่มที่ใช้โซเดียมคลอไรด์ 8 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณเชื้อรา *Aspergillus flavus* 1 เปอร์เซ็นต์ และ *Eurotium chevalieri* 27 เปอร์เซ็นต์

3.4 ส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง

ผลการศึกษาร่วมกันของส่วนประกอบทางโภชนะของข้าวโพดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง 8 สัปดาห์ (แสดงไว้ในตารางที่ 4) พบว่าข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโทโรฟิโอนิกมีปริมาณโภชนะต่างๆใกล้เคียงกับกลุ่มที่ไม่ได้ใช้สารเคมี ส่วนข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีแนวโน้มของปริมาณโปรตีนและไขมันต่ำกว่ากลุ่มอื่นๆ แต่มีแนวโน้มของปริมาณเถ้าสูงกว่ากลุ่มอื่นๆตามระดับของโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากมีการเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์ลงในข้าวโพดเป็นปริมาณมาก จึงทำให้มีสัดส่วนของเถ้าในข้าวโพดสูงขึ้น แต่มีสัดส่วนของโปรตีนและไขมันในข้าวโพด ลดลงตามปริมาณของเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่เพิ่มขึ้น

4. สรุป

กรดโทโรฟิโอนิกที่ระดับตั้งแต่ 0.6 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อรา และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในข้าวโพดได้ลดผลการทดลอง 8 สัปดาห์ ส่วนเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 2 ถึง 8 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ได้ลดผลการทดลอง 8 สัปดาห์ แต่ไม่สามารถควบคุมการเจริญของเชื้อราบนเมล็ดข้าวโพดได้

เอกสารอ้างอิง

- [1] คณิงนิง ก่อธรรมฤทธิ์, อติศักดิ์ เล็บนาค และ นันทวัน อารยะรังษฤษฎ์. "สารพิษอะฟลาทอกซินในอาหารสัตว์." วารสารธุรกิจอาหารสัตว์. ปีที่ 12 เล่มที่ 4 (2538) : 29-40.
- [2] ทิม พรรณศิริ. "ข้าวโพดและข้าวโพดกับอาหารสัตว์." ธุรกิจอาหารสัตว์. ปีที่ 6, ฉบับที่ 19 (2532) : 9-15.
- [3] มาลินี ลิมโกลา. พิษวิทยาและปัญหาที่พบในสัตว์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จักรสานทางค์, 2527.
- [4] Kositcharoenkul, S., T. Goto and K. Arai. "Changes of Aflatoxin Content in Stroed Wet Maize." Research Report on Maize Quality Improvement Research Centre Project. Bangkok : Ministry of Agriculture and Cooperatives, 1992.
- [5] Raeker, M.O., C.J. Bem, L.A. Johnson and B.A. Glatz. "Preservation of High-Moisture Maize by Various Propionate Treatments." Cereal Chem. 69 no.I (1992) : pp. 66-69.
- [6] Thanaboripat, D., W. Ramunsri, M. Apintanapong and U. Chusanatasana. "Effects of Sodium Chloride, Propionic Acid and Ammonium Hydroxide on Growth of *Aspergillus flavus* on Corn and Aflatoxin Production." ASEAN Food J. 71 (1992) : pp. 24-29.

ตารางที่ 2 เปอร์เซนต์เกิดเชื้อราโพดที่มีเชื้อรา

ลำดับ	โพธิ์ไอโอดีน (%)										โพเดียมคลอไรด์ (%)			
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8					
กลุ่มที่ 1	5	0	0	0	0	5	2	0	0					
กลุ่มที่ 2	5	3	0	0	5	4	4	0	0					
กลุ่มที่ 3	5	5	0	0	5	5	5	5	5					
กลุ่มที่ 4	5	5	0	0	5	5	5	5	5					
กลุ่มที่ 5	5	5	0	0	5	5	5	5	5					
กลุ่มที่ 6	5	5	0	0	5	5	5	5	5					
กลุ่มที่ 7	5	5	0	0	5	5	5	5	5					
กลุ่มที่ 8	5	5	0	0	5	5	5	5	5					

0 = ตรวจไม่พบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา
 1 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 10%
 2 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 50%
 3 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 80%
 4 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา < 100%
 5 = ตรวจพบเมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อรา = 100%

ตารางที่ 3 ชนิดและปริมาณเชื้อราที่ตรวจพบในเมล็ดข้าวโพด (เปอร์เซ็นต์) เพื่อศึกษาการลดลง 8 สัปดาห์

ไม่ใช้สารเคมี	โพธิ์ไอโอดีน (%)										โพเดียมคลอไรด์ (%)			
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8					
Aspergillus flavus	55	61	48	1	0	0	6	16	3	1				
Aspergillus terreus	0	0	5	0	0	0	21	0	0	0				
Emicella nidulans	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0				
Eurotium chevalieri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่าการอื่นใดที่สืบ อักทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 ส่วนประกอบทางโภชนาการวิเคราะห์คิดเป็นเปอร์เซ็นต์แห้งของข้าวโพด เมื่อถึงสุกการทดลอง

โภชนาการ (%)	โปรตีน (%)										ไขมัน (%)									
	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	2	4	6	8	10	กลุ่มที่ 1	กลุ่มที่ 2	กลุ่มที่ 3	กลุ่มที่ 4	กลุ่มที่ 5	กลุ่มที่ 6	กลุ่มที่ 7	กลุ่มที่ 8	กลุ่มที่ 9	กลุ่มที่ 10
โปรตีน	9.32	9.44	9.27	9.34	9.48	9.32	9.26	9.11	9.09		9.32	9.32	9.44	9.27	9.34	9.48	9.32	9.26	9.11	9.09
ไขมัน	3.67	3.55	3.45	3.81	3.83	3.43	3.53	3.58	3.48		3.75	3.75	3.55	3.45	3.81	3.83	3.43	3.53	3.58	3.48
เชอไร	2.39	2.58	2.34	2.35	2.27	2.95	2.73	2.35	2.43		2.63	2.63	2.58	2.34	2.35	2.27	2.95	2.73	2.35	2.43
เถ้า	1.82	1.56	1.33	1.87	1.51	4.08	6.09	8.99	12.16		1.80	1.80	1.56	1.33	1.87	1.51	4.08	6.09	8.99	12.16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผศ.ดร. สุชีพ สุพรรณพงษ์

การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35

The 35th Kasetsart University Annual Conference

สาขาสัตว์ และสัตวแพทยศาสตร์



3-5 กุมภาพันธ์ 2540

จัดโดย

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ร่วมกับ

กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

ทบวงมหาวิทยาลัย

ISBN 974-553-354-8



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(6)

8. ผลของการเสริมกรดฮิวมิกต่อลักษณะการเจริญเติบโตของสุกรในกระช่อนและกระช่อนขุน	64
The Effect of Humic Acid Supplement on Growth Performance of Growing and Finishing Pigs	
โดย อาวุธ ตันโซ และคณะ	
9. การศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมที่ไม่ต้องกลับเมตริกซ์ โดยวิธีกิบบส์	71
Preliminary Study on Genetic Evaluation Without Matrix Inversion Using Gibbs Sampling Technique	
โดย สุพัทธ์ พำรุ่งแสง	
10. การใช้เลขฐานสามแก้ปัญหาหน่วยความจำคอมพิวเตอร์ในการประเมินคุณค่าทางพันธุกรรมแบบกิบบส์	77
Trinary Number as a Solution for Memory Problem in Genetic Evaluation Using Gibbs Sampling	
โดย สุพัทธ์ พำรุ่งแสง	
11. ผลการใช้ข้าวโพดเก็บรักษาด้วยสารเคมีควบคุมอะฟลาทอกซินในนกกระทาญี่ปุ่น	82
Effect of Using the Chemicals Treated Corn for Controlling Aflatoxin in Japanese Quail	
โดย สุชีพ สุขสุแพทย์ และคณะ	
12. การใช้กากถั่วเขียวจากโรงงานนึ่งเส้นในอาหารนกกระทา	92
Utilization of Mung Bean Meal in Japanese Quails	
โดย ณหทัย วิจิตโรทัย และคณะ	
13. การใช้เปลือกข้าวหมักเป็นอาหารเสริมสำหรับเป็ดขุน	101
The Use of Fermented Rice Hulls as a Feed Supplement for Fattening Ducks	
โดย เพิ่มศักดิ์ ศิริวรรณ และคณะ	
14. การใช้ผลิตภัณฑ์ผลพลอยได้จากกระบวนการหมักเพื่อผลิตยีสต์และเพื่อผลิตยาแก๊มนำยีสต์ในอาหารสุกรกระช่อน-ขุน	111
Effect of Yeast and Kanamycin Fermentation By-Products of Performance of Growing-Finishing Pigs	
โดย อุทัย คันโร และคณะ	
15. การศึกษาเปรียบเทียบสมรรถภาพการปรับตัวของศักยภาพทางพันธุกรรมของพ่อพันธุ์โคนม Thai Holstein Friesian กับแหล่งพันธุกรรมพ่อพันธุ์ต่างประเทศภายใต้สภาพการเลี้ยงของประเทศไทย	118
Dairy Bulls Genetic Potential Adaptation Performance of Thai Holstein Friesian Comparative Study with the Exotic Dairy Bulls Genetic Resource Under Thailand Condition	
โดย ศกร คุณวุฒิจูฤทธิ์ และคณะ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการใช้ข้าวโพดเก็บรักษาด้วยสารเคมีควบคุมอะฟลาทอกซินในนกกกระทุงญี่ปุ่น
Effect of Using the Chemicals Treated Corn for Controlling Aflatoxin
in Japanese Quail

สุชีพ สุขสุแพทย์¹ สุภรัตน์ โฆษิตเจริญกุล² และอาทิตย์ พลายมาศ¹
Sucheep Suksupath¹, Suparut Kositcharoenkul², and Artit Plaimast¹

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีเมื่อใช้ในอาหารนกกกระทุงปริมาณ 25% ในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกกระทุงญี่ปุ่นตั้งแต่วัยเกิดถึงไข่ 10% วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด จัดแบ่งกลุ่มทดลอง 11 กลุ่มๆ 3 ตัวแต่ละตัวใช้นกกกระทุง 35 ตัว จำแนกตามข้าวโพดที่เก็บรักษาซึ่งประกอบด้วย ข้าวโพดแห้งที่ไม่เก็บรักษาใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ ข้าวโพดความชื้น 25% ไม่ใช้สารเคมี และที่เก็บรักษาด้วยสารเคมี นาน 8 สัปดาห์ คือ กรดโพรพิโอนิก 3 ระดับ 1.0, 1.5 และ 2.0% แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 3 ระดับ 1.0, 1.5 และ 2.0% และเกลือโซเดียมคลอไรด์ 3 ระดับ 8.0, 10.0 และ 12.0% ผลการให้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยสารเคมีนาน 8 สัปดาห์ในปริมาณ 25% ในสูตรอาหารนกกกระทุง เปรียบเทียบกับการใช้ข้าวโพดที่ปราศจากเชื้อราและสารพิษซึ่งเป็นกลุ่มเปรียบเทียบ พบว่าการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 1.0% ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของนกกกระทุงและการผลิตไข่ แต่ที่ระดับ 1.5 และ 2.0% มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกกระทุงต่ำลง ($P < 0.01$) ส่วนการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียมที่ระดับ 1.0% มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกกระทุงต่ำลง ($P < 0.01$) แต่ที่ระดับ 1.5 และ 2.0% ไม่มีผลกระทบ สำหรับผลของการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์พบว่าที่ระดับ 8.0 และ 10.0% ไม่มีผลต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกกระทุง แต่ที่ระดับ 12.0% มีผลทำให้ขนาดอวัยวะของนกกกระทุงและการผลิตไข่ต่ำลง ($P < 0.01$)

ABSTRACT

This study was conducted to determine the effects of using corn treated by chemicals in order to control aflatoxin production on 25% moisture corn stored for 8 weeks at level of 25% in diet on the performances of quail from one day old until 10% of egg production. This study was designed in completely randomized design (CRD). Eleven treatments of three replications with 35 quails for each replication were allocated by the chemicals treatment such as three levels of either propionic

- 1 ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
1 Department of Animal Production Technology, Faculty of Agricultural Technology, KMITL Bangkok 10520
2 กองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพฯ 10900
2 Division of Plant Pathology and Microbiology, Department of Agriculture, Bangkok 10900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

acid (1.0, 1.5 and 2.0 % w/w), ammonium hydroxide (1.0, 1.5 and 2.0 % w/w), or sodium chloride (8.0, 10.0 and 12.0 % w/w) and untreated corn used as control. The result showed that 1.0 % propionic acid treated corn had no significant effect on growth and egg production of quail but performances were significantly decreased ($P < 0.01$) when propionic acid were applied at 1.5 and 2.0 %. The performances were significantly affected only in quail fed 1.0 % ammonia treated corn. The use of corn treated by sodium chloride at levels of 8.0 and 10.0% had no effect on quail performances. However, egg production and testical size were significantly reduced when quail were given 12.0

คำนำ

ข้าวโพดมักประสบปัญหาในการเก็บรักษาเพราะเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อราโดยเฉพาะเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* (Glinsukon และคณะ, 1986) ประกอบกับประเทศไทยมีสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นและอุณหภูมิค่อนข้างสูง ที่เป็นปัจจัยสำคัญที่จะทำให้เชื้อราเหล่านี้เจริญดีขึ้น เชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* จะมีการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคเข้าไป และก่อให้เกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจต่ออุตสาหกรรมการผลิตสัตว์ปีก เช่น อัตราการเจริญเติบโตลดลง ความต้านทานโรคลดลง และตายในที่สุด (Smith และ Hamilton, 1970) เนื่องจากเชื้อราและสารพิษที่เชื้อราสร้างขึ้นได้ก่อให้เกิดความเสียหายต่อเศรษฐกิจของประเทศเป็นอย่างมาก ทั้งในด้านการผลิตสัตว์และการส่งออก จึงได้มีความพยายามที่จะศึกษาถึงวิธีการที่จะลดความเป็นพิษของอะฟลาทอกซินที่เน่าอยู่ในอาหารสัตว์ให้น้อยลง

การผลิตและการทำลายพิษของอะฟลาทอกซิน

1. กรดโพรพิโอนิกและเกลือโพรพิโอเนต (propionic acid and propionate) ประวัติ และคณะ (2528) รายงานว่าการใช้กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 1.5 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 26 % จะมีผลในการป้องกันการเน่าของข้าวโพดให้เจริญเติบโตได้ในระยะเวลา 1 เดือนและตรวจไม่พบอะฟลาทอกซินเลย นอกจากนี้ ประวัติ และคณะ (2530)

ได้ทำการทดลองใช้สารผสมระหว่างกรดโพรพิโอนิกกับแอมโมเนียโพรพิโอเนตในอัตราส่วน 8 ต่อ 2 พบว่าที่ระดับของสารผสม 6 ลิตรต่อเมล็ดข้าวโพด 1 ตัน สามารถควบคุมการสร้างสรรค์ได้ตลอดระยะเวลาการทดลอง 12 สัปดาห์ Raeker และคณะ (1992) รายงานว่าการใช้กรดโพรพิโอนิกที่ระดับ 0.5 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราในข้าวโพดที่มีความชื้น 26.8 % และ 29.6 % ได้ตลอดการทดลอง 42 สัปดาห์

2. แอมโมเนีย (ammonia) Wongurai และคณะ (1992) ได้ทำการทดลองใช้แอมโมเนีย (anhydrous ammonia) ควบคุมการเจริญของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซินในเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 20 และ 25 % (มีปริมาณสารพิษอะฟลาทอกซิน B₁ 246 และ 529 ppb ตามลำดับ) ให้หมดไปได้ในเวลา 1 วัน และสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อราและสารพิษอะฟลาทอกซิน ได้ในระยะเวลา 5 วัน แต่หลังจาก 14 วันพบว่าข้าวโพดจะเน่าเสียเนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ และยีสต์เป็นปริมาณมาก Vandegrat และคณะ (1975) รายงานว่าการใช้แอมโมเนีย (แอมโมเนียไฮดรอกไซด์ 29 %) ที่ระดับ 2.0 % (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ในเมล็ดข้าวโพดจะสามารถป้องกันการเกิดสารพิษอะฟลาทอกซินและไอคร่าทอกซินได้อย่างสมบูรณ์ในระยะเวลา 1 สัปดาห์ แต่ที่ 7 และ 25 สัปดาห์สามารถตรวจพบสารพิษอะฟลาทอกซินได้ 0.032 และ 25.0 ppb ตามลำดับ

3. เกลือโซเดียมคลอไรด์ (sodium chloride) กิตติศักดิ์ และคณะ (2535) รายงานว่าการใช้เกลือป่นที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

80 มิลลิกรัมต่อกรัมอาหาร สามารถยับยั้งการรุกรานสารพิษ
อะฟลาทอกซินของเชื้อราในถั่วลิสงได้ตลอดการทดลอง 14 วัน
แต่ที่ระดับ 20 มิลลิกรัมจะกระตุ้นการสร้างสารพิษอะฟลา
ทอกซิน Thanaboripat และคณะ (1992) รายงานว่าการ
ใช้โซเดียมคลอไรด์ที่ระดับ 80 มิลลิกรัมต่อกรัม สามารถ
ยับยั้งการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินของเชื้อ *Aspergillus*
flavus 102566 ในข้าวโพดคั่วเป็นระยะเวลา 7 วัน ส่วนที่
ระดับ 12 มิลลิกรัมต่อกรัม จะสามารถยับยั้งได้ตลอดการ
ทดลอง 14 วัน

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วย
สารเคมีควบคุมอะฟลาทอกซินเมื่อนำมาใช้เป็นส่วน
ประกอบในอาหารต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกกระหา
ญี่นุ่ในระยะเติบโต อายุ 0 - 6 สัปดาห์

อุปกรณ์และวิธีการ

แผนการทดลอง

ในการศึกษาผลการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษา
นาน 8 สัปดาห์ในสูตรอาหาร ต่อสมรรถภาพการผลิตของ
นกกกระหาญี่นุ่แรกเกิดถึงให้ไข่ได้ 10% โดยทำการศึกษา
สมรรถภาพการผลิตคือ ปริมาณอาหารที่กิน อัตราการ
เจริญเติบโต ประสิทธิภาพการใช้อาหาร น้ำหนักตัวเฉลี่ย
น้ำหนักไข่เฉลี่ย อายุเฉลี่ยเริ่มไข่ ความเป็นพิษต่ออวัยวะ
ภายใน และอัตราการตาย

ในการทดลองนี้วางแผนการทดลองแบบสุ่มอย่าง
สมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD)
ประกอบด้วย 11 กลุ่ม ดังนี้

กลุ่มที่ 1 อาหารเปรียบเทียบที่ใช้ข้าวโพดสะอาด

กลุ่มที่ 2 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่ไม่ได้เก็บรักษาด้วย
สารเคมี

กลุ่มที่ 3 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยกรด
ฟอสฟอริก 1.0 %

กลุ่มที่ 4 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยกรด
ฟอสฟอริก 1.5 %

กลุ่มที่ 5 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยกรด
ฟอสฟอริก 2.0 %

กลุ่มที่ 6 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วย แอม
โมเนียมไฮดรอกไซด์ 1.0 %

กลุ่มที่ 7 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วย แอม
โมเนียมไฮดรอกไซด์ 1.5 %

กลุ่มที่ 8 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยแอม
โมเนียมไฮดรอกไซด์ 2.0 %

กลุ่มที่ 9 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยเกลือโซ
เดียมคลอไรด์ 8.0 %

กลุ่มที่ 10 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยเกลือ
โซเดียมคลอไรด์ 10.0 %

กลุ่มที่ 11 อาหารที่ใช้ข้าวโพดที่เก็บรักษาด้วยเกลือ
โซเดียมคลอไรด์ 12.0 %

ขั้นตอนการเตรียมข้าวโพดที่ใช้ในการทดลอง

วัดปริมาณความชื้นในข้าวโพดก่อนการเติมสารเคมี
แล้วเติมน้ำกลั่นลงในข้าวโพดโดยปรับให้ข้าวโพดมีความชื้น
เป็น 25% ทั้งไว้หนึ่งคืนเพื่อให้ข้าวโพดอืดตัว จึงเติมสาร
เคมีลงในข้าวโพดโดยกำหนดชนิดและปริมาณสารเคมี
บรรจุข้าวโพดในกระสอบป่าน แล้วเก็บในห้องที่ปิดสนิท
กระสอบป่านที่พรมน้ำปูรองอยู่ใต้ชั้นวางข้าวโพดเพื่อให้
ความชื้นในห้องสูงพอที่จะไม่ทำให้ความชื้นในเมล็ดข้าวโพด
ลดลง ในสัปดาห์ที่ 8 นำข้าวโพดไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศา
เซลเซียส

วิธีการทดลอง

แต่ละกลุ่มทดลองประกอบด้วย 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้
นกกกระหาญี่นุ่แรกเกิดคละเพศ 35 ตัว อาหารทดลองทุก
กลุ่มยกเว้นในกลุ่มที่ 1 จะใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษา 8
สัปดาห์ ผ่านการอบแห้งเป็นแหล่งข้าวโพดในสูตรอาหารซึ่ง
จะมีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ 25 % อาหารทดลองมีโปร
ตีนในสูตรอาหาร 27 % พลังงานใช้ประโยชน์ได้ 2,900 กิโล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แคลอรีต่อกิโลกรัม นกกระทาทุกกลุ่มจะได้รับอาหารและน้ำอย่างเต็มที่ตลอดการทดลอง เมื่อสิ้นสุดการทดลองจะทำการสุมนกกระทาจำนวน 6 ตัว เป็นเพศผู้ 3 ตัว และเพศเมีย 3 ตัว นำมาฆ่าเพื่อศึกษาหาเปอร์เซ็นต์น้ำหนักตับ หัวใจ และอวัยวะ

จัดบันทึกปริมาณอาหารที่กิน น้ำหนักตัวทุกสัปดาห์ และวิเคราะห์ค่าทางสถิติ ใช้วิธีวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างกลุ่ม โดยวิธี Duncan's new multiple range test

Table 1 Composition of experimental diet

Ingredient(%)	Diet 1	Diet 2 - 5	Diet 6 - 8	Diet 9 - 11
Corn	25.00	25.00	25.00	25.00
Broken rice	12.27	11.44	12.31	11.40
Rice bran	10.00	10.00	10.00	10.00
Soybean meal (44%)	41.53	41.96	41.24	42.25
Fish meal (58%)	8.00	8.00	8.00	8.00
Vegetable oil	2.00	2.40	2.25	2.65
Ground shell	0.20	0.20	0.20	0.20
Salt	0.50	0.50	0.50	0.00
Premix	0.50	0.50	0.50	0.50
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Chemical composition by calculation (%)				
Crude protein	27.0	27.0	27.0	27.0
ME (kcal/Kg)	2902	2900	2901	2902
Fat	5.37	5.64	4.61	5.89
Crude fiber	4.98	4.37	4.33	4.36
Calcium	0.81	0.81	0.81	0.81
Available phosphorus	0.47	0.47	0.47	0.47

ผล

น้ำหนักตัว

นกกระทาทั้ง 11 กลุ่มมีน้ำหนักตัวแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาตลอดการทดลอง 4 สัปดาห์ พบว่าน้ำหนักตัวนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติไม่มีความแตกต่างกับนกกระทา

กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี (มีสารพิษอะฟลาทอกซิน B_1 69 ppb) ($P > 0.05$) แต่นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีน้ำหนักตัวมากกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพธิโอติก 1.0 % กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % และกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ ($P < 0.01$) น้ำหนักตัวนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิกพบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P > 0.05$) แต่น้ำหนักตัวนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม โดยน้ำหนักตัวนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 10.0 % มีน้ำหนักตัวมากกว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ผลการศึกษา น้ำหนักตัวเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 92.07, 86.64, 85.67, 90.62, 87.45, 77.96, 90.74, 91.23, 90.70, 87.64 และ 84.52 กรัม ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2

ปริมาณอาหารที่กิน

ปริมาณอาหารที่กินของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่มดังแสดงในตารางที่ 2 ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ทุกช่วงอายุ และผลการศึกษาปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 9.40, 9.38, 9.70, 9.57, 9.56, 10.11, 9.28, 9.32, 9.66, 9.70 และ 9.80 กรัมต่อตัวต่อวัน ตามลำดับ

อัตราการเจริญเติบโต

อัตราการเจริญเติบโตแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ทุกช่วงอายุ ผลการศึกษาดังกล่าว การทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอัตราการเจริญเติบโตดีกว่า นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมีและนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิก 1.0 และ 2.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.5 และ 2.0 % และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8.0 และ 10.0 % มีอัตราการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกับนกกระทา

กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ($P > 0.05$) ผลการศึกษาอัตราการเจริญเติบโตเฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.07, 2.85, 2.83, 3.01, 2.87, 2.56, 3.02, 3.02, 3.01, 2.90 และ 2.76 กรัมต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหาร

ประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$) ในช่วงอายุ 0 - 1 สัปดาห์ แต่เริ่มมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ตั้งแต่ช่วงอายุ 0 - 2 สัปดาห์ ผลการศึกษาดังกล่าวตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ พบว่าประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ไม่มีความแตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี ($P > 0.05$) แต่มีประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารที่ความนกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิก 1.0 และ 2.0 % กลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8.0 และ 12.0 % และกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนประสิทธิภาพการเปลี่ยนอาหารของนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพรพิโอนิก พบว่าไม่มีความแตกต่างกันภายในกลุ่ม ($P > 0.05$) ผลการศึกษาดังกล่าวตลอดช่วงการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 3.06, 3.29, 3.43, 3.18, 3.33, 3.96, 3.08, 3.08, 3.22, 3.34 และ 3.54 ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 2

อัตราการตาย

อัตราการตายตลอดการทดลอง 0 - 4 สัปดาห์ แสดงในตารางที่ 3 มีค่าเท่ากับ 2.67, 5.33, 5.33, 4.00, 1.33, 6.67, 4.00, 4.00, 6.67, 2.67 และ 5.33 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ผลการศึกษาดังกล่าวอัตราการตายของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P > 0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 2 Average of body weight, daily feed intake, growth rate and feed conversion ratio of Japanese quails

Weeks	Control	Corn+Propionic acid(%)				Corn+Ammonia (%)				Corn+Sodium chloride(%)			
		Untreated	1.0	1.5	2.0	Group3	Group4	Group5	Group6	Group7	Group8	Group9	Group10
1	20.81 c	21.09 bc	20.87 bc	20.14 cd	21.03 bc	19.02 cd	20.67 cd	22.03 ab	22.34 a	20.85 bc	21.18 bc		
2	44.04 ab	42.24 bc	41.81 bc	44.35 ab	41.03 ab	39.57 c	43.67 ab	46.67 a	42.76 bc	43.48 ab	44.01 ab		
3	67.84 ab	64.10 b	64.74 ab	68.25 ab	63.34 b	54.32 c	65.76 ab	69.82 a	67.59 ab	65.48 ab	64.27 b		
4	92.07 a	86.64 abc	85.67 bc	90.62 ab	87.45 abc	77.96 d	90.74 ab	91.23 ab	90.70 ab	87.64 abc	84.52 c		
Feed Intake (g/b/d)													
0-1	4.34	4.31	4.36	4.42	4.31	4.23	4.35	4.26	4.74	4.29	4.11		
0-2	6.17	6.19	6.44	6.28	6.56	6.59	6.09	6.35	6.51	6.41	6.37		
0-3	7.87	8.02	8.21	8.08	8.42	8.27	7.79	7.94	8.17	8.17	8.19		
0-4	9.40	9.38	9.70	9.57	9.56	10.11	9.28	9.32	9.66	9.70	9.80		
Growth rate (g/d)													
0-1	2.04 bc	2.07 bc	2.04 bc	1.94 cd	2.06 bc	1.87 d	2.02 cd	2.21 ab	2.25 a	2.04 bc	2.08 bc		
0-2	2.68 ab	2.55 bc	2.52 bc	2.70 ab	2.68 ab	2.36 c	2.65 ab	2.86 a	2.59 bc	2.64 ab	2.67 ab		
0-3	2.91 ab	2.74 b	2.77 ab	2.93 ab	2.71 b	2.27 e	2.82 ab	3.01 a	2.91 ab	2.80 ab	2.75 b		
0-4	3.07 a	2.85 bc	2.83 bc	3.01 ab	2.87 bc	2.56 d	3.02 ab	3.02 ab	3.01 ab	2.90 abc	2.76 c		
Feed conversion ratio													
0-1	2.14	2.08	2.14	2.28	2.09	2.27	2.16	1.93	2.11	2.10	1.97		
0-2	2.31 ab	2.44 abc	2.56 c	2.33 abc	2.46 bc	2.79 d	2.30 ab	2.22 a	2.52 bc	2.43 abc	2.39 abc		
0-3	2.70 ab	2.93 bc	2.97 bc	2.76 abc	3.00 c	3.61 d	2.77 abc	2.64 a	2.82 abc	2.92 bc	2.98 bc		
0-4	3.06 a	3.29 abcd	3.43 cd	3.18 abc	3.33 bcd	3.96 e	3.08 ab	3.08 ab	3.22 abc	3.34 bcd	3.54 d		

*Treatment means in the same row with different superscript were significantly different at P<0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่มีการแก้ไขข้อมูลใด ๆ ทั้งสิ้น หากพบข้อผิดพลาด กรุณาแจ้งให้ทราบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Percentage of internal organ weight, laying performance of Japanese quails

Weeks	Control Group1	Corn+Propionic acid(%)				Corn+Ammonia (%)				Corn+Sodium chloride(%)			
		Untreated corn Group2	1.0 Group3	1.5 Group4	2.0 Group5	1.0 Group6	1.5 group7	2.0 Group8	2.0 Group9	8 Group9	10 Group10	12 Group11	
Liver (%BW)	2.96	3.30	2.86	2.97	3.37	2.99	2.89	2.93	3.01	3.29			
Heart (%BW)	0.81	0.76	0.81	0.92	0.79	0.82	0.81	0.85	0.73	0.70			
Testes (%BW)	0.84	0.63	0.98	0.78	0.49	0.64	0.89	0.58	0.42	0.30			
Day at first lay (d)	39.33 a	40.00 ab	37.33 a	39.33 a	43.00 c	40.00 ab	42.33 bc	39.00 a	42.00 bc	42.67 c			
Egg weight of 10 eggs (g)	9.97	9.25	9.25	9.31	9.36	9.84	9.55	9.34	9.69	9.96			
Mortality rate (%)	2.67	5.33	4.00	1.33	6.67	4.00	4.00	6.67	2.67	5.33			

Treatment means in the same row with different superscript were significantly different at P<0.05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน

น้ำหนักตัวของนกกระทาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 2.96, 3.30, 3.13, 2.86, 2.97, 3.37, 2.99, 2.89, 2.93, 3.01 และ 3.29 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

น้ำหนักหัวใจของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.81, 0.76, 0.77, 0.81, 0.92, 0.79, 0.82, 0.81, 0.85, 0.73 และ 0.70 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

น้ำหนักอวัยวะของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม เมื่อสิ้นสุดการทดลอง 4 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.84, 0.63, 0.74, 0.98, 0.78, 0.49, 0.64, 0.89, 0.58, 0.42 และ 0.35 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

การให้ผลผลิตไข่

อายุเริ่มไข่ของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอายุเริ่มไข่ไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาโดยไม่ใช้สารเคมี และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพธิ์โอนิก ($P>0.05$) นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติมีอายุเริ่มไข่เร็วกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 และ 2.0 % และในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยไฮเดียมคลอไรด์ 8.0 และ 12.0 % อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) นกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพธิ์โอนิกมีอายุเริ่มไข่ไม่แตกต่างกับภายในกลุ่ม ($P>0.05$) ส่วนนกกระทาภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียและภายในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยไฮเดียมคลอไรด์ พบว่ามีอายุเริ่มไข่แตกต่างกันภายในกลุ่มของสารเคมีเดียวกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) ผลการศึกษาอายุเริ่มไข่เฉลี่ยของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่มมีค่าเท่ากับ 39.33, 40.00, 40.00, 37.33, 39.33, 43.00, 40.00, 42.33, 39.00, 42.00 และ 42.67 วัน

ตามลำดับ ผลการทดลองแสดงไว้ในตารางที่ 3

น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรกของนกกระทาทั้ง 11 กลุ่ม แสดงในตารางที่ 3 มีค่าเท่ากับ 9.97, 9.25, 9.61, 9.25, 9.31, 9.36, 9.84, 9.55, 9.34, 9.69 และ 9.86 กรัมต่อฟอง ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$)

วิจารณ์

นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยกรดโพธิ์โอนิก 2.0 % มีสมรรถภาพการผลิตต่ำกว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Cave (1984) ที่เสริมกรดโพธิ์โอนิกลงในสูตรอาหารไก่ระยะตั้งแต่วัย 0.1 - 1.0 % พบว่าอัตราการเจริญเติบโตของไก่ระยะนี้มีแนวโน้มลดลงตามระดับของกรดโพธิ์โอนิกที่เพิ่มขึ้น และผลการศึกษาเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน อายุเริ่มไข่ และน้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ WHO/FAO (1962) ที่ทดลองให้หนูได้รับอาหารที่มีเกลือโซเดียมโพธิ์โอเนตในสูตรอาหาร 3.75 % เป็นระยะเวลา 1 ปี พบว่าไม่เกิดผลกระทบต่อน้ำหนักอวัยวะภายใน และไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติของเนื้อเยื่อ นกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.5 และ 2.0 % มีสมรรถภาพการผลิตทั้งหมดไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติส่วนนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมต่ำกว่านกกระทาในกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ อาจเป็นผลเนื่องมาจากข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0 % มีปริมาณของเชื้อราในเมล็ดมากกว่ากลุ่มอื่นๆ ซึ่งเชื้อราและสปอร์ของเชื้อราอาจไปมีผลทำให้ระบบทางเดินหายใจเกิดการระคายเคือง ส่วนผลการศึกษาอัตราการตายเปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Norred (1979) ที่รายงานว่าหนูที่ได้รับอาหารที่มีแอมโมเนียในสูตรอาหาร 14.5 % เป็นเวลา 72 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ตับไม่แตก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างจากหนูที่ได้รับอาหารปกติ และรายงานของ Hughes และคณะ (1979) ที่รายงานว่า แก่เล็กฮอร์นขาวอายุ 22 สัปดาห์ที่ได้รับอาหารที่มีข้าวโพดที่ผ่านขบวนการ ammoniation ในสูตรอาหาร 66.3 % เป็นระยะเวลา 280 วัน มีอัตราการตาย ผลผลิตไข่ และคุณภาพของไข่ ไม่แตกต่างจากกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ส่วนผลการศึกษายาอายุเริ่มไข่ พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนีย 1.0% มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ เนื่องจากนกกระทาในกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ทำให้รังไข่มีการเจริญและพัฒนาช้าตามไปด้วย นกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 8 - 10 % (มีโซเดียมคลอไรด์ในสูตรอาหาร 2.0 - 2.5 %) มีสมรรถภาพการผลิตโดยรวมไม่แตกต่างกับนกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ส่วนผลการศึกษายาอายุแรกไข่เปอร์เซ็นต์อวัยวะภายใน น้ำหนักไข่เฉลี่ย 10 ฟองแรก พบว่าไม่มีความแตกต่างกับกลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Georgievskii และคณะ (1982) ที่รายงานว่า สัตว์ทุกชนิดรวมทั้งสัตว์ปีกถ้าได้รับน้ำดื่มอย่างเพียงพอ จะสามารถทนต่อโซเดียมคลอไรด์ได้มากกว่าระดับปกติ 8 - 5 เท่า และสัตว์ที่ได้รับโซเดียมคลอไรด์ในปริมาณที่สูงมากจะส่งผลทำให้เกิดเลือดคั่งที่ระบบทางเดินอาหาร ไตขยายและอักเสบและผลการศึกษายาอายุเริ่มไข่พบว่านกกระทากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยโซเดียมคลอไรด์ 12.0% มีอายุเริ่มไข่ช้ากว่ากลุ่มที่ได้รับข้าวโพดปกติ เนื่องจากนกกระทาในกลุ่มนี้มีอัตราการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ทำให้รังไข่มีการเจริญและพัฒนาช้าตามไปด้วย

สรุป

ความเหมาะสมของสารเคมีที่ใช้ในการควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและผลต่อการนำไปเลี้ยงสัตว์ พบว่าการใช้กรดโพธิ์อินทรีย์ ระดับ 1.0% และการใช้ข้าวโพดที่ผ่านการเก็บรักษาด้วยแอมโมเนียที่ระดับ 1.5-2.0% ควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้และไม่มีผลกระทบต่อสมรรถภาพการผลิตของนกกระทา ส่วนโซเดียม

คลอไรด์ต้องใช้ในปริมาณที่สูงมากถึงจะควบคุมการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินและการเจริญของเชื้อราได้แต่โซเดียมคลอไรด์ในระดับที่สูง 12.0% มีผลทำให้สมรรถภาพการผลิตของนกกระทาต่ำ

เอกสารอ้างอิง

กิตติศักดิ์, จิตอารีย์, ทวีรัตน์ กิจสมภพ และ วรลลิตี ปานจันทร์, 2535. การควบคุมการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus* และการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงโดยใช้เกลือ. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

ประวีติ ตันบุญเอก, ดารา พวงสุวรรณ, ปรีศินา ทุมสุจิและ อรุณศรี วงษ์อุไร, 2528. การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซิน. รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2528 กองโรคพิษและ จุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. น.1-6.

ประวีติ ตันบุญเอก, กัญจนนา พุทธสมัย, สุวรรณี โฆษิตเจริญกุล และรุ่งทอง อัจฉริยะประดิษฐ์, 2530. การศึกษาสารเคมีที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดสารพิษอะฟลาทอกซิน. รายงานผลงานวิจัย พ.ศ. 2530. กองโรคพิษและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ. น.120-124.

FAO/WHO, 1952. Evaluation of the toxicity of a number of antimicrobials and antioxidants. Sixth Report of Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Tech. Rep. Ser. No. 228:84-86.

Georgievskii, V.I., B.N. Annenkov and V.T. Samokhin. 1982. Mineral nutrition of animals. Witham: Great Britain by Mansell Bookbinders.

Glinsukon, T.,W. Thammavit and M. Ruchirawat. 1986. Studies on the population of toxigenic fungi in market foods and foodstuffs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Microflora contamination. J. Sci. Thailand. 2:176.
- Hughes, B.L., B.D. Barnett, J.E. Jones, J.W. Dick and W.P. Norred. 1979. Safety of feeding aflatoxin-inactivated corn to White Leghorn layer-breeders. Poultry Sci. 58 : 1202-1209.
- Norred, W.P. 1979. Effect of ammoniation on the toxicity of corn artificially contaminated with aflatoxin B1. Toxicol. Appl. Pharmacol. 51: 411-416.
- Raeker, M.O., C.J. Bern, L.A. Johnson and B.A. Glatz. 1992. Preservation of high-moisture maize by various propionate treatments. Cereal Chem. 69(1):66-69.
- Smith, J.W. and P.B. Hamilton. 1970. Aflatoxicosis in broiler chickens. Poultry Sci. 49:207-215.
- Thanaboripat, D., W. Ramunsi, M.A. Aptanapong and U. Chusanatasana. 1992. Effects of sodium chloride , propionic acid and ammonium hydroxide on growth of *Aspergillus flavus* on corn and aflatoxin production. ASEAN Food J. 71: 24-29.
- Vandegrift, E.E., C.W. Hesseline and O.L. Shotwell. 1975. Grain preservative: Effect on aflatoxin and ochratoxin production. Cereal Chem. 52(1): 79-84.
- Wongurai A., K. Bhudhasamai, P. Tanboon-ek, C. Paosantodpanich, O. Trurato, K. Arai, M. Karno and M. Kpbayashi. 1992. Control of *Aspergillus flavus* infection and aflatoxin content in high moisture content maize by ammonia treatment, pp. 63-80. In Research report on maize quality improvement research center project, Bangkok.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้