

# การเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์

รักไทย นามภักดี<sup>1</sup> วนิตา แจ่มประจักษ์<sup>1</sup> วีระ อึ้งสอาด<sup>1</sup> นารัตยา ชมนารณ<sup>1</sup>

## บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิด อะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน (ปี1 ปี2 จี1 และ จี2) ฟูโมนิซิน (ปี1 และ ปี2) และซีราลีโนน ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิด ข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด โดยเก็บตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์จากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และด่านตรวจสอบอาหารสัตว์ส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ ผลการตรวจวิเคราะห์พบว่า ในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิด อะฟลาทอกซินรวม คิดเป็นร้อยละ 45.27 และอะฟลาทอกซิน ปี1 ปี2 จี1 และ จี2 คิดเป็นร้อยละ 45.27 22.17 1.15 และ 4.62 ตามลำดับ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณอะฟลาทอกซินรวมที่ตรวจพบใน ข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และ กลูเทนข้าวโพด คิดเป็น 45.11 23.23 2.89 และ 2.36 ppb ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ อะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน ปี1 ปี2 จี1 และ จี2 ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ จากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของฟูโมนิซิน ปี1 และ ปี2 คิดเป็นร้อยละ 100 และ 98.85 ตามลำดับ เมื่อคิดค่าเฉลี่ยของปริมาณฟูโมนิซินที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์พบว่า ข้าวโพดป่นมีปริมาณฟูโมนิซิน ปี1 สูงที่สุดคือ 1,072.20 ppb มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) เมื่อเทียบกับการปนเปื้อนในข้าวโพดเมล็ด กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด ปริมาณ 487.80 537.10 และ 688.90 ppb ตามลำดับ โดยพบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณฟูโมนิซิน ปี1 และ ปี2 ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์สูงที่สุดมาจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เมื่อเปรียบเทียบกับวัตถุดิบอาหารสัตว์จากแหล่งอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) สำหรับการปนเปื้อนของซีราลีโนน คิดเป็นร้อยละ 33.49 ของจำนวนตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ทั้งหมด เมื่อคิดค่าเฉลี่ยปริมาณของซีราลีโนน พบว่าในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดกลูเทนข้าวโพดมีปริมาณสูงที่สุด 146.40 ppb รองลงมาคือข้าวโพดเมล็ดปริมาณ 122.33 ppb ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P<0.05$ ) แต่พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) กับกากดีดีจีเอส ปริมาณ 111.85 ppb และข้าวโพดป่น 91.65 ppb ตามลำดับ นอกจากนี้ค่าเฉลี่ยของปริมาณซีราลีโนนที่ตรวจพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์จากด่านตรวจสอบอาหารสัตว์และสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ปริมาณ 138.79 และ 124.31 ppb ตามลำดับ โดยวัตถุดิบอาหารสัตว์จากศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ตรวจพบค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนซีราลีโนนน้อยที่สุด ปริมาณ 45.87 ppb ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) ผลการศึกษานี้ พบว่าบางตัวอย่างตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในระดับที่เกินมาตรฐานตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 ซึ่งได้แก่ อะฟลาทอกซินรวม หรือเกินมาตรฐานของสหภาพยุโรป ได้แก่ ฟูโมนิซิน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าปัญหาการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ยังคงมีอยู่ ดังนั้น แผนการตรวจติดตามและเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ต้องดำเนินการอย่างต่อเนื่อง เพื่อนำข้อมูลมาวางแผนการควบคุม ป้องกันสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ตลอดจนกำหนดค่ามาตรฐานที่เหมาะสม ซึ่งจะส่งผลให้อาหารสัตว์มีคุณภาพและปลอดภัยต่อสัตว์ตลอดจนผู้บริโภคสินค้าปศุสัตว์

**คำสำคัญ:** อะฟลาทอกซิน ฟูโมนิซิน ซีราลีโนน วัตถุดิบอาหารสัตว์ การปนเปื้อน

ทะเบียนวิชาการเลขที่ : 63(2)-0322-032

<sup>1</sup> กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ กรมปศุสัตว์

## Monitoring of mycotoxins contaminated in feedstuffs

Rakthai Ngampak<sup>1</sup> Wanida Chaengprachak<sup>1</sup> Veera Eingsaard<sup>1</sup> Narttaya Chommanard<sup>1</sup>

### Abstract

The objective of this study was analyzed for 3 types of mycotoxins contaminations including Total Aflatoxin, Aflatoxin (type B1, B2, G1, and G2), Fumonisin (type B1 and B2) and Zearalenone from 443 samples of corn, corn meal, DDGSs and corn gluten from raw material imported warehouses, raw materials collection centers, feed mills, farms, DLD feed checkpoints and send the samples to analyze in the laboratory. Results showed that total aflatoxin contaminations in the raw material are 45.27%. There were aflatoxin type B1, B2, G1, and G2 were 45.27% 22.17% 1.15% and 4.62%, respectively. The mean level of aflatoxin in corn, corn meal, DDGSs and corn gluten were 45.11, 23.23, 2.89, and 2.36 ppb, respectively. There were not statistically different ( $P>0.05$ ). When compare aflatoxins contamination among raw material imported warehouse, raw materials collection centers, feed mills, and farms there were not statistically different ( $P>0.05$ ). Moreover, fumonisin B1 and fumonisin B2 contaminations were 100% and 98.85%, respectively. The result shows that the mean level of fumonisin contamination was high in corn meal (1072.20 ppb) and there is a statistically significant difference comparing among corn (487.80 ppb), DDGSs (537.10 ppb) and corn gluten (688.90 ppb). The mean level of fumonisin B1 and fumonisin B2 contamination in the farm is the highest level when compared to the raw material imported warehouses, raw materials collection centers, feed mills, and DLD feed checkpoints ( $p<0.05$ ). Zearalenone contaminations were 33.49% of the whole sample that corn gluten is the raw material that showed a high level of contamination (146.40 ppb) that significant differences from corn (122.33 ppb) ( $p<0.05$ ), but not significantly different from DDGSs and corn meal were 111.85, 91.65 ppb, respectively. The mean level of zearalenone contamination of DLD feed checkpoints and raw material imported warehouses were 138.79 and 124.31 ppb, respectively and showed the lowest level at raw materials collection centers (45.87 ppb) with a statistically significant difference ( $p<0.05$ ). In summary, mycotoxin contaminations were higher than the acceptable level of animal feed quality control act B.E. 2558. (2015) in some samples such as total aflatoxin contamination and higher than the level of the acceptable level of EU regulation such as fumonisin. Thus, this study revealed the situation of mycotoxins contamination in raw materials still impacts animal feed production, therefore the mycotoxins monitoring and surveillance plan in feed is a continued important measure which results in the quality and safety of animal feed for animals as well as consumers of livestock products.

**Key words:** Aflatoxin, Fumonisin, Zearalenone, feedstuffs, contamination

---

**Research Paper No:** 63(2)-0322-032

2

<sup>1</sup> Division of Animal Feed and Veterinary Products Control, Department of Livestock

## บทนำ

ประเทศไทยอยู่เขตภูมิอากาศร้อนชื้น มีสภาวะเหมาะสมให้เกิดการเจริญเติบโตของเชื้อราที่สามารถผลิตสารพิษได้ (Mycotoxin) โดยเฉพาะอย่างยิ่งในผลิตผลทางการเกษตรที่ใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อนำมาประกอบเป็นสูตรอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ถั่วลิสง และถั่วเหลือง เป็นต้น ซึ่งการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารเป็นปัญหาที่ทั่วโลกให้ความสำคัญ โดยมีผลเสียต่อทั้งสุขภาพของสัตว์และมนุษย์ที่บริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของสารพิษนั้นเข้าไป นอกจากนี้ยังเป็นปัญหาทางการค้าระหว่างประเทศที่สำคัญด้วย การปนเปื้อนสารเมทาบอลไลต์จากเชื้อรานี้ สามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ระหว่างกระบวนการผลิต กระบวนการเก็บเกี่ยว กระบวนการขนส่ง และกระบวนการเก็บรักษา ในปัจจุบันมีการตรวจพบสารพิษจากเชื้อราที่มากกว่า 300 ชนิด แต่มีเพียงประมาณ 40 ชนิดเท่านั้นที่สามารถจำแนกชนิดได้ (Erwan, 2012) สำหรับสารพิษจากเชื้อราที่มีความสำคัญและมักพบได้บ่อยในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป ได้แก่ สารพิษชนิดอะฟลาทอกซิน (Aflatoxin) สร้างโดยเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *A. paraciticus* โดยทั่วไปจะพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเชื้อราชนิดนี้สามารถสร้างสารพิษได้ 4 ชนิด คือ อะฟลาทอกซิน บี 1 อะฟลาทอกซิน บี 2 อะฟลาทอกซิน จี 1 และอะฟลาทอกซิน จี 2 สารพิษโอคราตอกซิน (Ochratoxin) สร้างโดยเชื้อราในกลุ่ม *Aspergillus* spp. และ *Penicillium* spp. สารพิษโอคราตอกซินตรวจพบได้มี 2 ชนิด คือ โอคราตอกซิน เอ และ โอคราตอกซิน บี แต่ชนิดที่พบได้ตามธรรมชาติ คือ โอคราตอกซิน เอ สารพิษซีราลีโนน (Zearalenone) สร้างโดยเชื้อราในกลุ่ม *Fusarium* spp. ได้แก่ *F. graminearum* สารพิษฟูโมนิซิน (Fumonisin) สร้างจาก เชื้อราในกลุ่ม *Fusarium* spp. ได้แก่ *F. moniliforme* และ *F. proliferatum* โดยทั่วไปมักพบปนเปื้อนในข้าวโพด สารพิษทริโคทีซีน (Trichothecene) เป็นสารพิษที่สร้างจากเชื้อราหลายชนิดในกลุ่ม *Fusarium* spp. และ *Trichoderma* spp. สารพิษในกลุ่มนี้ ได้แก่ Trichothecium, Gliocladium, Myrothecium, Stachybotrys และ อีกหลายชนิด แต่ที่พบตามธรรมชาติ ได้แก่ Deoxynivalenol (DON) และ T-2 toxin

โดยองค์การอนามัยโลกจัดให้สารพิษอะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงที่สุดชนิดหนึ่ง เนื่องจากสารอะฟลาทอกซินปริมาณเพียง 1 ไมโครกรัม สามารถทำให้เกิดการกลายพันธุ์ในแบคทีเรียและทำให้เกิดมะเร็งตับในสัตว์ทดลองได้หากได้รับอย่างต่อเนื่อง สำหรับโรคที่ตรวจพบในคนอันเนื่องจากสารอะฟลาทอกซิน ได้แก่ โรคมะเร็งตับ โรคตับอักเสบ โรคตับแข็ง โรคสมองอักเสบ (FAO, 2006) สำหรับสัตว์ที่ได้รับสารพิษจากเชื้อราเข้าสู่ร่างกาย สารพิษจะทำลายระบบการทำงานของร่างกาย ทำให้สัตว์เจริญเติบโตช้า ความต้านทานโรคลดลง น้ำนมลด อัตราการผสมติดลดลง อัตราการเปลี่ยนเนื้อลดลง และถ้าสัตว์ได้รับสารพิษในปริมาณสูงอาจทำให้สัตว์ตายได้ โดยในสุกรที่ได้รับสารนี้จะมีอาการผอม ขนหยาบกร้าน อุจจาระร่วงและมีสีเหลืองจัด ขาหลังอ่อนแรง ยืนตัวโก่ง สำหรับในโค-กระบือการเกิดพิษในลูกสัตว์จะมีความรุนแรงมากกว่าในสัตว์ที่โตเต็มวัยแล้ว โดยสัตว์จะแสดงอาการกระสับกระส่าย พยายามถ่ายหรือเบ่งมากจนทวารหนักทะลักออกมา และตายในที่สุด (บดีรินทร์, 2555) สารพิษอะฟลาทอกซินที่สำคัญและมีความรุนแรงที่สุดคือ สารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 พบว่าเป็ดและไก่จะมีความไวต่อการเป็นพิษมากกว่าไก่ หากเกิดพิษในไก่เนื้อจะทำให้คุณภาพซากไม่ดี อาจต้องตัดทิ้งทั้งฟาร์ม หรือ ถูกตัดราคาที่โรงเชือดได้ (สิทธิทัศน์, 2558) ฟูโมนิซินเป็นกลุ่มของสารพิษจากเชื้อราที่เกิดได้ในธรรมชาติพบมีหลายชนิด แต่ที่พบมากและมีความเป็นพิษรุนแรง คือ

พุ่มนิชิน ปี1 และพุ่มนิชิน ปี2 โดยมักพบในข้าวโพดหรืออาหารที่มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ ซึ่งพิษของมันมีผลกระทบต่อการทำงานของระบบต่างๆ ของสัตว์ เช่น ระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดเลือด โดยเฉพาะในม้าและสุกรเป็นสัตว์ที่มีความไวต่อพิษชนิดนี้มาก ในม้าจะทำให้เกิดโรค equine leukoencephalomalacia (ELEM) และในสุกรจะทำให้เกิดโรค porcine pulmonary edema (PPE) (คมกริช, 2544) สำหรับสารพิษจากเชื้อราชนิดซีราลีโนนมักพบปนเปื้อนในข้าวสาลีและข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ โดยพิษของมันจะมีผลต่อระบบฮอร์โมนสืบพันธุ์ของสัตว์ ทำให้การผสมติดลดลง (นิธิยา, 2553)

ปัจจุบันการควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 ได้กำหนดการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินในวัตถุดิบอาหารสัตว์ไว้ในระดับที่ต่างกันขึ้นกับประเภทของอาหารสัตว์ เช่น ในวัตถุดิบอาหารสัตว์กำหนดการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซินรวม ตั้งแต่ 40 - 500 ไมโครกรัมต่อหนึ่งกิโลกรัม (กรมปศุสัตว์, 2559) สำหรับมาตรฐานของสหภาพยุโรป (EU) ตาม Commission Directive 2003/100/EC 31 October 2003 กำหนดปริมาณการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน ปี1 ไว้ไม่เกิน 20 ไมโครกรัมต่อหนึ่งกิโลกรัม แต่เนื่องจากว่าตัวอย่างอาหารสัตว์บางชนิด พบสารพิษจากเชื้อราที่มีค่าเกินมาตรฐานของสหภาพยุโรปหรือเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 การศึกษาในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิด อะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน (ปี1 ปี2 จี1 และ จี2) พุ่มนิชิน (ปี1 และ ปี2) และซีราลีโนน ในวัตถุดิบอาหารสัตว์ 4 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทินข้าวโพด จากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และด่านตรวจสอบอาหารสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการพิจารณาค่ามาตรฐานปริมาณสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นปัจจัยหลักในการผลิตอาหารสัตว์ และเฝ้าระวังปริมาณสารพิษจากเชื้อราให้อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และเพื่อให้อาหารสัตว์มีความปลอดภัยต่อสุขภาพสัตว์ ส่งเสริมให้ผลิตภัณฑ์ด้านการปศุสัตว์ไทยมีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

## วิธีการศึกษา

### การเก็บตัวอย่าง

กำหนดจำนวนสถานที่เป้าหมายและจำนวนตัวอย่างอาหารสัตว์ โดยใช้โปรแกรม Win Episcopo 2.0 ที่ความชุกที่คาดไว้เท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์ ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เท่ากับ 5 เปอร์เซ็นต์ และระดับความเชื่อมั่นเท่ากับ 90 เปอร์เซ็นต์ และทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน

ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์จากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และด่านตรวจสอบอาหารสัตว์ ระหว่างเดือนมิถุนายน 2560 - ธันวาคม 2561 จำนวน 433 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวโพดเมล็ด 214 ตัวอย่าง ข้าวโพดป่น 117 ตัวอย่าง กากดีดีจีเอส 83 ตัวอย่าง และกลูเทินข้าวโพด 19 ตัวอย่าง เพื่อตรวจวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา ณ ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาและชีวเคมี/สารพิษจากเชื้อรา กลุ่มตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

### การสกัดตัวอย่าง (สุทธิพร, 2557)

นำตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สุ่มเก็บได้มาวิเคราะห์หาปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา 3 ชนิด คือ อะฟลาทอกซิน (อะฟลาทอกซินรวม ปี 1 ปี 2 จี 1 จี 2) ฟุโมนิซิน (ปี 1 และ ปี 2) และซีราลีโนน โดยวิธี High Pressure Liquid Chromatography (HPLC) สกัดสารพิษจากเชื้อราในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ตามวิธีการของ AOAC (AOAC, 2005) ดังนี้ บดตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ให้มีขนาด 1 มิลลิเมตร ชั่งตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่บดแล้ว 25 กรัม และ NaCl 5 กรัม เติม methanol 80 % ปริมาตร 100 ml นำไปปั่นแล้วกรองด้วยกระดาษกรอง คูดสารละลายตัวอย่าง 5 มิลลิลิตร ผสมน้ำ DI 20 มิลลิลิตร แล้วกรองผ่าน glass microfiber หลังจากนั้นนำไปกรองผ่าน immuno-affinity column ล้างด้วยน้ำ DI ชะสารพิษออกจากคอลัมน์ด้วย methanol (HPLC grade) เก็บสารละลายที่ชะออกมาใส่ใน cuvette เป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน เติม acetonitrile 90% ปริมาตร 500  $\mu$ l ผสมให้เข้ากันแล้วกรองสารละลายตัวอย่างผ่าน vial-filter ขนาด 0.45  $\mu$ m

### การวิเคราะห์ตัวอย่าง

นำสารสกัดที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น HP 1100 จับสัญญาณด้วย Fluorescence detector และ Photochemical reactor ที่ excitation 360 nm และ emission ที่ 440 nm ใช้สภาวะในการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษจากเชื้อราของเครื่อง HPLC ดังนี้ ใช้คอลัมน์ C18 (ODS-3) 150  $\times$  4.6 mm., 5  $\mu$ m เฟสเคลื่อนที่ (mobile phase) ใช้Methanol, DI water, และ acetonitrile ในอัตราส่วน 45 : 55 : 5 อัตราการไหล (flow rate) ที่ 1 ml/min ปริมาณสารที่ใช้ฉีดตัวอย่างที่ 10  $\mu$ l เวลาในการวิเคราะห์ที่ 15 นาที สารมาตรฐานที่ใช้ ได้แก่ สารมาตรฐาน Aflatoxin B1, Aflatoxin B2, Aflatoxin G1, Aflatoxin G2, Fumonisin B1, Fumonisin B2 และ Zearalenone คำนวณปริมาณสารพิษจากพื้นที่ใต้พีคของตัวอย่างเปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ความแปรปรวน และเปรียบเทียบข้อมูลระหว่างกลุ่มโดยวิธี Duncan's New Multiple Range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

### ผลการศึกษาและวิจารณ์

การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน (ปี1 ปี2 จี1 และ จี2) ฟุโมนิซิน (ปี1 และ ปี2) และซีราลีโนน ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด ที่สุ่มเก็บตัวอย่างจากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และด่านตรวจสอบอาหารสัตว์ พบว่าปริมาณอะฟลาทอกซินรวม ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีค่าเฉลี่ย (means $\pm$ SD) อยู่ที่ 14.73 $\pm$ 62.85 ppb ปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 623.79 ppb เมื่อวิเคราะห์แยกชนิดของอะฟลาทอกซิน พบว่าสารพิษจากเชื้อราชนิด อะฟลาทอกซิน ปี1 อะฟลาทอกซิน ปี2 อะฟลาทอกซิน จี1 และอะฟลาทอกซิน จี2 มีการปนเปื้อนเฉลี่ย (means $\pm$ SD) ที่ระดับ 13.44 $\pm$ 57.14 1.06 $\pm$ 4.80 0.09 $\pm$ 1.30 และ 0.13 $\pm$ 0.80 ppb ตามลำดับ ปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 592.60 54.20 24.67 และ 8.71 ppb ตามลำดับ

สำหรับปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา ชนิดฟูโมนิซิน ปี1 และฟูโมนิซิน ปี2 มีการปนเปื้อนเฉลี่ย (means±SD) 629.44±1,009.69 และ 192.54±348.68 ppb ตามลำดับ ปริมาณการปนเปื้อนต่ำสุดที่ระดับ 0.64 และ 0.00 ppb ตามลำดับ และปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 8,259.41 และ 3,132.37 ppb ตามลำดับ ในส่วนของฟูโมนิซิน ปี1 ตรวจพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์ทุกตัวอย่าง

สำหรับสารพิษจากเชื้อราชนิดซีราลีโนนตรวจพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์มีการปนเปื้อนเฉลี่ย 37.28±65.97 ppb และปริมาณการปนเปื้อนสูงสุด 431.70 ppb

ดังแสดงในตารางที่ 1

**ตารางที่ 1** ค่าสถิติของข้อมูลปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ (ppb)

ค่าสถิติ	อะฟลาทอกซิน					ฟูโมนิซิน		ซีราลีโนน
	AfB1	AfB2	AfG1	AfG2	Total Af	FumB1	FumB2	
N	433	433	433	433	433	433	433	433
Min	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.64	0.00	0.00
Max	592.60	54.20	24.67	8.71	623.79	8,259.41	3,132.37	431.70
Mean	13.44	1.06	0.09	0.13	14.73	629.44	192.54	37.28
SD	57.14	4.80	1.30	0.80	62.85	1,009.69	348.68	65.97

เมื่อศึกษาแยกตามชนิดของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่สุ่มตรวจ ปรากฏว่าร้อยละ 54.73 ตรวจไม่พบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา และร้อยละ 45.27 ตรวจพบว่าการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ โดยร้อยละของตัวอย่างที่ตรวจพบการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรามากที่สุดคือ ข้าวโพดป่น (81.20) รองลงมาคือ ข้าวโพดเมล็ด (42.99) กลูเทินข้าวโพด (31.58) และกากดีดีจีเอส (3.62) ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p>0.05$ ) ดังแสดงในตารางที่ 2

กรณีที่ข้าวโพดป่นตรวจพบจำนวนตัวอย่างที่ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรามากที่สุด เนื่องจากมีลักษณะทางกายภาพเป็นผงละเอียดซึ่งเหมาะต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา เนื่องจากสภาพความสมบูรณ์ของเมล็ดเป็นปัจจัยหนึ่งในการเจริญเติบโตของเชื้อรา และถ้าวัตถุดิบอาหารสัตว์นั้นมีเชื้อราอยู่แล้วและเก็บรักษาที่อุณหภูมิหรือความชื้นสูงก็จะส่งเสริมให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีและมีการสร้างสารพิษในปริมาณมาก (Piotrowska และคณะ, 2013) ส่วนกากดีดีจีเอส (DDGS : Distillers Dried Grains with Solubles) ที่พบจำนวนตัวอย่างที่ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราน้อยที่สุด เนื่องจากกากดีดีจีเอสเป็นส่วนที่เหลือจากการผลิตเอทิลแอลกอฮอล์โดยการหมักเมล็ดธัญพืช ได้แก่ ข้าวโพด ข้าวไรซ์ ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ด้วยวิธีการกลั่นแยกเอทิลแอลกอฮอล์ออกไป แล้วนำกากที่เหลือไปทำให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 90 องศาเซลเซียส หรือนำกากรวมกับของเหลวที่เหลือไปทำให้แห้ง (ธีรารักษ์, 2554) จึงทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้น้อย

**ตารางที่ 2** แสดงจำนวนตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิดที่พบสารพิษจากเชื้อรา

ประเภท	วัตถุดิบอาหารสัตว์				รวม
	ข้าวโพดเมล็ด	ข้าวโพดป่น	กลูเทนข้าวโพด	กากดีดีจีเอส	
จำนวนตัวอย่าง	214	117	19	83	433
ไม่พบ (ร้อยละ)	122 (57.01)	22 (18.80)	13 (68.42)	80 (96.38)	237 (54.73)
พบ (ร้อยละ)	92 (42.99)	95 (81.20)	6 (31.58)	3 (3.62)	196 (45.27)

**ตารางที่ 3** แสดงจำนวนตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่ตรวจพบสารพิษจากเชื้อราแต่ละชนิด

ประเภท	ชนิดสารพิษจากเชื้อรา							
	อะฟลาทอกซิน					ฟูโมนิซิน		ซีราลีโนน
	Total Af	AfB1	AfB2	AfG1	AfG2	FB1	FB2	
จำนวนตัวอย่าง	433	433	433	433	433	433	433	433
ไม่พบ (ร้อยละ)	237 (54.73)	237 (54.73)	337 (77.83)	428 (98.85)	413 (95.38)	0 (0.00)	5 (1.15)	288 (66.51)
พบ (ร้อยละ)	196 (45.27)	196 (45.27)	96 (22.17)	5 (1.15)	20 (4.62)	433 (100)	428 (98.85)	145 (33.49)

จากตารางที่ 3 วัตถุดิบอาหารสัตว์มีการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม ร้อยละ 45.27 เมื่อวิเคราะห์แยกเป็นอะฟลาทอกซินชนิด ปี1 ปี2 จี1 และ จี2 พบร้อยละ 45.27 22.17 1.15 และ 4.62 ตามลำดับ ส่วนฟูโมนิซิน ปี1 และฟูโมนิซิน ปี2 พบร้อยละ 100 และ 98.85 ตามลำดับ และซีราลีโนนพบร้อยละ 33.49

เนื่องจากสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยที่ร้อนชื้นซึ่งเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราทำให้มีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อราได้มาก (Charoenpornsook and Kavisarasai, 2006) ซึ่งระดับของสารพิษจากเชื้อราในแต่ละชนิดก็แตกต่างกัน โดยระดับของสารพิษจากเชื้อราที่พบนั้นควรอยู่ในระดับที่ไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของสัตว์หรือเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้

**ตารางที่ 4** แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด

ชนิดวัตถุดิบ	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษจากเชื้อรา (ppb)							
	อะฟลาทอกซิน					ฟูโมนิซิน		ซีราลีโนน
	Total Af	AfB1	AfB2	AfG1	AfG2	FB1	FB2	
ข้าวโพดเมล็ด	45.11	41.81	5.97	0.00	3.37	487.80 <sup>b</sup>	151.0 <sup>b</sup>	122.33 <sup>ab</sup>
ข้าวโพดป่น	23.23	20.57	3.72	8.54	2.55	1,072.20 <sup>a</sup>	327.26 <sup>a</sup>	91.65 <sup>b</sup>
กากดีดีจีเอส	2.89	2.52	1.00	0.00	0.00	537.10 <sup>b</sup>	82.77 <sup>b</sup>	111.85 <sup>ab</sup>
กลูเทนข้าวโพด	2.36	2.29	0.00	0.00	0.00	688.90 <sup>b</sup>	392.25 <sup>a</sup>	146.40 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันมีอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม ในตัวอย่างข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด มีปริมาณ 45.11 23.23 2.89 และ 2.36 ppb ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $P>0.05$ ) ในวัตถุดิบอาหารสัตว์แต่ละชนิด โดยข้าวโพดเมล็ดพบว่ามีค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวมสูงสุด

การที่พบค่าเฉลี่ยของปริมาณอะฟลาทอกซินรวมในข้าวโพดเมล็ดสูงที่สุดนั้น เนื่องจากข้าวโพดเมล็ดเป็นวัตถุดิบที่ใช้เป็นส่วนประกอบหลักของอาหารสัตว์ ซึ่งจำเป็นต้องใช้ข้าวโพดเมล็ดในการผลิตเป็นจำนวนมาก แต่บางช่วงเกิดภาวะขาดแคลนทำให้มีการเก็บสำรองข้าวโพดเมล็ดเป็นระยะเวลาอันยาวนานเพื่อให้เพียงพอต่อการผลิตอาหารสัตว์ ประกอบกับการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม ก่อให้เกิดความชื้นสูงกว่าร้อยละ 15 จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน (กรมปศุสัตว์, 2544)

การวิเคราะห์ปริมาณสารพิษจากเชื้อราชนิดฟูโมนิซิน ปี 1 พบข้าวโพดป่นมีค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนสูงที่สุด 1,072.20 ppb ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) เมื่อเทียบกับค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนของข้าวโพดเมล็ด กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด ปริมาณ 487.80 537.10 และ 688.90 ppb ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของปริมาณฟูโมนิซิน ปี 2 พบว่ากลูเทนข้าวโพดและข้าวโพดป่นมีปริมาณ 392.25 และ 327.26 ppb ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) กับข้าวโพดเมล็ด และกากดีดีจีเอส ปริมาณ 151 และ 82.77 ppb ตามลำดับ ปริมาณของฟูโมนิซินส่วนใหญ่จะพบชนิด ปี 1 สูงกว่าชนิด ปี 2

การที่พบค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษจากเชื้อราฟูโมนิซินดังกล่าวในข้าวโพดป่นสูงที่สุด เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของข้าวโพดป่นเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยเพื่อสำรวจปริมาณสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ชนิดต่างๆ ที่ใช้เลี้ยงโคนมที่ผลตรวจวิเคราะห์พบปริมาณสารพิษจากเชื้อราในข้าวโพดป่นสูงกว่าข้าวโพดเมล็ด (กรมปศุสัตว์, 2544)

ส่วนสารพิษจากเชื้อราชนิดซีราลีโนนที่ตรวจพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์ พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนในกลูเทนข้าวโพดมีปริมาณสูงสุด 146.40 ppb แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานสหภาพยุโรปกำหนด (European, 2003) รองลงมาคือ ข้าวโพดเมล็ดปริมาณ 122.33 ppb มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p<0.05$ ) แต่พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกากดีดีจีเอสและข้าวโพดป่น ปริมาณ 111.85 และ 91.65 ppb ตามลำดับ

การที่พบค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนซีราลีโนนในกลูเทนข้าวโพดในปริมาณสูงที่สุดนั้นเนื่องจากกลูเทนข้าวโพดเกือบทั้งหมดนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งสารพิษจากเชื้อราชนิดซีราลีโนนเกิดจากเชื้อราในกลุ่มฟูซารีเรียมที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ (Jimenez และคณะ, 1999) ดังนั้นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศที่มีสภาพภูมิอากาศเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของสารพิษจากเชื้อรา จึงมีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อราซีราลีโนนมากที่สุด นอกจากนี้ระยะเวลาการขนส่งวัตถุดิบจากต่างประเทศยังเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา (อำนาจ, 2562) หากการขนส่งทั้งพาหนะและตู้ขนส่งสินค้าไม่มีระบบการป้องกันการปนเปื้อนที่ดี รวมถึงการใช้พาหนะหรือตู้ขนส่งสินค้าเดียวกันในการขนส่งสินค้าต่างชนิดกันที่มีใช้อาหารสัตว์ จำเป็นต้องมีการทำความสะอาดอย่างมีประสิทธิภาพและควรมีการฆ่าเชื้อระหว่างการขนส่งสินค้าในแต่ละครั้งด้วย (กรมปศุสัตว์, 2544)



**ตารางที่ 5** แสดงค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราแต่ละชนิด ในตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ แยกตามแหล่งที่เก็บตัวอย่าง

สถานที่เก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษจากเชื้อราที่พบ (ppb)							ซีราลีโนน
	อะฟลาทอกซิน					ฟูโมนิซิน		
	Total Af	AfB1	AfB2	AfG1	AfG2	FB1	FB2	
สถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า	15.97	14.37	3.30	2.50	1.67	667.70 <sup>bc</sup>	197.26 <sup>b</sup>	124.31 <sup>a</sup>
ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์	58.41	53.30	10.46	0.00	1.57	751.10 <sup>b</sup>	228.82 <sup>b</sup>	45.87 <sup>b</sup>
สถานที่ผลิตอาหารสัตว์	26.73	24.41	3.97	9.96	3.76	495.00 <sup>bc</sup>	147.92 <sup>b</sup>	111.90 <sup>ab</sup>
ฟาร์มเลี้ยงสัตว์	47.40	43.16	5.16	10.34	2.36	1,428.70 <sup>a</sup>	467.20 <sup>a</sup>	98.67 <sup>ab</sup>
ด่านตรวจสอบอาหารสัตว์	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	172.20 <sup>c</sup>	58.45 <sup>b</sup>	138.79 <sup>a</sup>
รวม	32.60 <sup>u</sup>	29.70 <sup>u</sup>	4.80 <sup>u</sup>	8.50 <sup>u</sup>	2.90 <sup>u</sup>	629.40 <sup>u</sup>	192.80 <sup>u</sup>	111.30 <sup>u</sup>

<sup>a,b,c</sup> ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแนวตั้งเดียวกันมีอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

<sup>u,v</sup> ค่าเฉลี่ยที่อยู่ในแนวนอนเดียวกันมีอักษรที่แตกต่างกันมีความแตกต่างกันทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

จากตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน บี1 บี2 จี1 และ จี2 ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ จากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ พบว่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p > 0.05$ ) ส่วนค่าเฉลี่ยของปริมาณฟูโมนิซิน บี1 และ บี2 ที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์สูงที่สุดมาจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งเก็บอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ )

ค่าเฉลี่ยของปริมาณซีราลีโนนที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เก็บจากด่านตรวจสอบอาหารสัตว์และสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ปริมาณ 138.79 และ 124.31 ppb ตามลำดับ โดยตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์จากศูนย์รวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ตรวจพบปริมาณการปนเปื้อนซีราลีโนนน้อยที่สุด ปริมาณ 45.87 ppb ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) เนื่องจากสารพิษจากเชื้อราชนิดซีราลีโนนเกิดจากเชื้อราในกลุ่มฟูซารีียมที่สามารถเจริญเติบโตได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีอุณหภูมิต่ำ (Jimenez และคณะ, 1999) ซึ่งสภาพภูมิอากาศของประเทศไทยไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราดังกล่าว

## สรุปและข้อเสนอแนะ

1. วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ที่ศึกษาในครั้งนี้ ยังมีบางตัวอย่างตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในระดับที่เกินมาตรฐานตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 ซึ่งได้แก่ อะฟลาทอกซินรวมหรือเกินมาตรฐานของสหภาพยุโรป ได้แก่ ฟูโมนิซิน ส่วนซีราลีโนนไม่พบว่ามียุติบอาหารสัตว์ใดที่มีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราดังกล่าวเกินมาตรฐาน

2. วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ที่ตรวจพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรามากที่สุดคือ ข้าวโพดป่น ตรวจพบร้อยละ 81.20 รองลงมาคือ ข้าวโพดเมล็ด กลูเทนข้าวโพด และกากดีดีจีเอส โดยคิดเป็นร้อยละ 42.99 31.58 และ 3.62 ตามลำดับ

3. ค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราที่พบมากที่สุดคือชนิดฟูโมนิซิน ปี 1 โดยพบในข้าวโพดป่นที่ระดับ 1,072.20 ppb ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ( $p < 0.05$ ) กับกลูเทนข้าวโพด กากดีดีจีเอส และข้าวโพดเมล็ด ที่ระดับ 688.90 537.10 และ 487.80 ppb ตามลำดับ

4. ค่าเฉลี่ยของปริมาณการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม ของวัตถุประสงค์อาหารสัตว์พบปริมาณสูงที่สุดคือข้าวโพดเมล็ด 45.11 ppb รองลงมาคือข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด โดยคิดเป็น 23.23 ppb 2.89 ppb และ 2.36 ppb ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ต่ำกว่ามาตรฐานตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558

5. เนื่องจากผลของการแผ่รังสีสารพิษจากเชื้อรา ตรวจพบสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวมในทุกชนิดของวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ทั้งข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น กากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด อย่างไรก็ตามปัจจุบันการกำหนดค่ามาตรฐานระดับสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 กำหนดไว้เพียงวัตถุประสงค์ข้าวโพดเมล็ด และข้าวโพดป่นเท่านั้น ซึ่งมีระดับไม่เกิน 100 ppb ส่วนกากดีดีจีเอส และกลูเทนข้าวโพด ยังไม่ได้กำหนดระดับมาตรฐานไว้แต่อย่างใด ดังนั้นจึงควรพิจารณาในการออกประกาศกำหนดมาตรฐานให้ครอบคลุมถึงวัตถุประสงค์ที่มีความเสี่ยง รวมถึงปรับปรุงค่ามาตรฐานให้มีความเหมาะสมในแต่ละชนิดของวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ด้วย

6. สารพิษจากเชื้อราชนิดฟูโมนิซิน (ปี 1 และ ปี 2) ตรวจพบในวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ทั้ง 4 ชนิด ซึ่งบางตัวอย่างวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ตรวจพบในปริมาณที่สูงพอสมควร แต่ยังไม่มีการประกาศกำหนดระดับมาตรฐานสารพิษจากเชื้อราชนิดฟูโมนิซินตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558 แต่อย่างใด จึงเห็นควรให้พิจารณาออกประกาศกำหนดระดับมาตรฐานระดับของสารพิษจากเชื้อราดังกล่าวให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ที่มีความเสี่ยง

7. วัตถุประสงค์อาหารสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ ทั้งกากดีดีจีเอส กลูเทนข้าวโพด ข้าวโพดเมล็ด มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา จึงจำเป็นต้องกำหนดมาตรการในการควบคุมการนำเข้าวัตถุประสงค์อาหารสัตว์ดังกล่าวให้เข้มงวดตั้งแต่ต้นทาง ระหว่างการขนส่ง และการเก็บรักษาที่ปลายทาง เพื่อลดความเสี่ยงการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราที่ก่ออันตรายต่อสัตว์และผู้บริโภคภายในประเทศ

8. วัตถุดิบอาหารสัตว์ ชนิดข้าวโพดป่น มีความเสี่ยงสูงต่อการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา เนื่องจากลักษณะทางกายภาพของวัตถุดิบที่มีความเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อรา ประกอบกับคุณภาพของข้าวโพดที่นำมาบดเป็นข้าวโพดป่นอาจจะมีการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรามาก่อน ดังนั้นจึงควรมีมาตรการในการกำกับ ดูแล ควบคุม ในการคัดเลือกข้าวโพดที่นำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิต ตลอดจนขบวนการผลิต และการเก็บรักษาที่เหมาะสม

9. มาตรการที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ลดปัญหาสารพิษจากเชื้อรา โดยใช้หลักการของระบบประกันคุณภาพ (GMP/HACCP) ซึ่งการวิเคราะห์ความเสี่ยงและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม สามารถลดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราได้ตลอดทุกขั้นตอนในห่วงโซ่การผลิตอาหาร (Scudamore, 2004)

10. แนวทางการลดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบอาหารสัตว์เป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งต้องเริ่มตั้งแต่การคัดเลือกสายพันธุ์ที่ดีมีความต้านทานต่อเชื้อรา การเพาะปลูก และการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสม การลดความชื้นหลังการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา การควบคุมคุณภาพระหว่างการจัดเก็บ รวมถึงการจัดลำดับการใช้วัตถุดิบให้เหมาะสม (First In First Out) ซึ่งจะส่งผลให้สามารถป้องกันการเกิดเชื้อราที่สร้างสารพิษได้ (กรมปศุสัตว์, 2544)

11. จากผลการศึกษาในครั้งนี้เห็นควรให้มีการต่อยอดศึกษาเพิ่มเติมในประเด็นความเสี่ยงของวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้าที่มีโอกาสปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราและการขยายการศึกษาออกไปในแต่ละช่วงฤดูกาล เนื่องจากปัจจัยของภูมิอากาศตามธรรมชาติมีส่วนเกี่ยวข้องกับการเจริญเติบโตของเชื้อรา (ประกรณ์ และคณะ, 2559) เพื่อนำข้อมูลมาประกอบการพิจารณาหาระดับปริมาณที่เหมาะสมในการกำหนดมาตรฐาน โดยให้ครอบคลุมถึงชนิดของสารพิษจากเชื้อราและวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีความเสี่ยงในการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ทันสมัยสำหรับใช้ประกอบการวางแผนควบคุม ป้องกันสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหารสัตว์ ซึ่งจะส่งผลให้อาหารสัตว์มีคุณภาพและปลอดภัยต่อสัตว์ตลอดจนผู้บริโภคสินค้าปศุสัตว์

### กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาและชีวเคมี/สารพิษจากเชื้อรา กลุ่มตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจวิเคราะห์ตัวอย่างวัตถุดิบอาหารสัตว์ในการทำวิจัย ดร.เด่นพงษ์ สาซ้อง สพ.ญ โสมศจี ศิวาลัยกุล สพ.ญ วรศร ประเสริฐกุลชัย สพ.ญ วชิราพร แสนสม และนางสาวพัชรจรรยาวรรณ สุขเทียบ ที่ช่วยประสานและจัดรูปเล่ม และเจ้าหน้าที่กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ ที่ให้การสนับสนุนในการทำงานวิจัยในครั้งนี้ด้วย

## เอกสารอ้างอิง

- Association of Official Analytical Chemist. 2005. AOAC Official Method of Analysis. 18th Ed. Natural Toxins. Chapter 49. 3 - 45.
- Charoenpornsook and Kavisarasai. 2006. MYCOTOXINS IN ANIMAL FEEDSTUFFS OF THAILAND. KMITL Sci. Tech. J. \_Vol. 6 No. 1 Jan. - Jun. 2006. 25-28.
- Erwan Leroux. (2012). Management of mycotoxin contamination in raw materials and feeds. *International Poultry Production*. 20(2). 13-17.
- European Commission Regulation 1234/2003/EC(2003) OFF J.Eur.Commun.L173/6,1-8.
- Food and Agriculture Organization. (FAO) 2006. Safety evaluation of certain contaminants in food. Prepared by the sixty-fourth meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). FAO Nutr Paper 82: 1-778.
- Piotrowska M, Slizewska K, Biernasiak J. 2013. Mycotoxins in cereal and soybean-based food and feed. *Intech open science*: 185-230.
- Jimenez M, Manez M, Hernandez E. 1999. Influence of water activity and temperature on the production of zearalenone in corn by three Fusarium species. *International journal of food microbiology*. 29: 417-421
- Scudamore, K.A. 2004. Control of mycotoxins : Secondary processing. 174-189. In N. Magan and M. Olsen, eds. *Mycotoxins in Food: Detection and Control*. Woodhead Publishing Ltd., England
- กองควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ กรมปศุสัตว์. 2544. การแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารโคนมตามโครงการแก้ปัญหาอะฟลาทอกซินในอาหารและอาหารสัตว์แบบครบวงจรในส่วนรับผิดชอบของกรมปศุสัตว์ปีงบประมาณ 2539-2543. ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2558. ตามพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558
- กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559. ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559.
- คมกริช พิมพ์ภักดี. 2544. ฟูโมนิซิน สารพิษจากเชื้อราที่มีความสำคัญต่อคนและสัตว์. วารสารสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 11 ฉบับที่ 2 ก.ค.-ธ.ค. 2544
- ธีราภรณ์ ยืนสุข. 2554. การใช้สำขาวโปกเป็นส่วนประกอบในสูตรอาหารชั้นเลี้ยงโคนม. (ออนไลน์).สืบค้นจาก: <http://sutir.sut.ac.th:8080/sutir/bitstream/123456789/4030/1/fulltext.pdf> (1/1/62).
- นิธิยา รัตนานนท์ และ วิบูลย์ รัตนานนท์. 2553. สารพิษในอาหาร. โรงพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- บดินทร์ บุตรอินทร์. 2555. สารพิษจากเชื้อรา: อะฟลาทอกซิน. วารสารเทคนิคการแพทย์เชียงใหม่. 45(2). 1-8.
- ประกรณ์ จਾਲะ, อาสุตร สงวนเกียรติ, พิษณุ ตุลยกุล, สุธิดิษา เหล่าเปี่ยม และ ณัฐวุฒิ รัตนวนิชย์โรจน์. 2559. สถานการณ์สารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศไทยรายงานผลห้องปฏิบัติการระหว่างปี พ.ศ. 2553-2557. สืบค้นจาก <http://www.lib.ku.ac.th/KUCONF/2560/KC5403014.pdf> (17/7/2561)

- สิทธิทัศน์ ทองคำใส. 2558. สารพิษจากเชื้อรา. มหาวิทยาลัยราชภัฏวชิรเวศวันออก. สืบค้นจาก [www.vet.rmutto.ac.th/wp-content/uploads/2013/11/mycotoxin.pdf](http://www.vet.rmutto.ac.th/wp-content/uploads/2013/11/mycotoxin.pdf) (1/2/62)
- สุทธิพร พิริยาน. 2557. การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ด้านสารพิษสารตกค้างและการปนเปื้อนในอาหารสัตว์ตามมาตรฐาน ISO/IEC17025:2005. สืบค้นจาก <http://qcontrol.dld.go.th/images/ejournal/ejournal%201-2558/images/58-6.pdf> (1/2/62)
- อำนาจ พัวพลเทพ. 2562. สารพิษจากเชื้อรา :ภัยเงียบในอาหาร. สืบค้นจาก <https://thaimycotoxin.org/?p=1346> (15/8/62)