

การสำรวจระดับของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป

จากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์

โสมศจี ศิวิลักษณ์¹ ธีระยุทธ สุทธิจักร¹ วรศร ประเสริฐกุลชัย¹

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสำรวจระดับของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปจากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์ จำนวน 445 ตัวอย่าง จัดกลุ่มเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ 8 ชนิด คือ ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ ถั่วและผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ กากคั่วคั่วเอส ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ รำและผลิตภัณฑ์ และอื่นๆ และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป 5 ชนิด คือ อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับสัตว์ปีก สุนัข โคขุน โคนม และอื่นๆ โดยทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษจากเชื้อราจำนวน 4 ชนิด คือ อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin, AF) ซีราลีโนน (Zearalenone, ZON) ฟูโมนิซิน (Fumonisin, FUM) และ ที2และเอชที2ท็อกซิน (T-2+HT-2 toxin, T-2) ด้วยวิธี Immunoaffinity column (Fluorometry หรือ HPLC) พบว่าการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซินรวม อะฟลาทอกซิน บี1 ซีราลีโนน ฟูโมนิซิน และ ที2และเอชที2ท็อกซิน โดยคำนวณจากตัวอย่างที่ตรวจพบต่อจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจคิดเป็นร้อยละ 44.85 25.24 12.89 60.34 และ 69.65 ตามลำดับ โดยมีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0–13.00 0–42.79 0–376.75 0–4,938.57 และ 0–151.80 ppb ตามลำดับ โดยทุกตัวอย่างปริมาณสารพิษจากเชื้อราชนิดอะฟลาทอกซิน มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์ เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559 แต่พบว่ามีตัวอย่างที่ปริมาณอะฟลาทอกซิน บี1 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรปร้อยละ 0.89 (4/445) สำหรับปริมาณซีราลีโนน ฟูโมนิซิน และ ที2และเอชที2ท็อกซิน พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรปทุกตัวอย่าง การศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ยังมีอยู่ในปริมาณที่ต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการติดตามและเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย

คำสำคัญ: สารพิษจากเชื้อรา อาหารสัตว์ อะฟลาทอกซิน ซีราลีโนน ฟูโมนิซิน ที2และเอชที2ท็อกซิน

ทะเบียนวิชาการเลขที่: 63(2)-0322-099

¹กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ ศูนย์ราชการกรมปศุสัตว์ ปทุมธานี 12000

**Survey study of the level of mycotoxin in feedstuffs and complete feeds from feed mills,
raw material imported warehouses and feed sell-stores.**

Somsajee Sivilaikul¹ Teerayut Suttijak¹ Warasorn Praseartkulchai¹

Abstract

The objective of this study was surveyed the level of mycotoxin in feedstuffs and complete feeds from feed mills, raw material imported warehouses and feed sell-stores. 445 samples (8 types of raw material: corn and product, bean and product, oil raw material, cassava and product, DDGS, wheat and product, rice bran and product and etc. and 5 types of complete feed for poultry, swine, beef, dairy and etc.) were analyzed for 4 types of mycotoxins contaminations (Aflatoxin, Zearalenone, Fumonisin and T-2+HT-2 toxin) by Immunoaffinity column (Fluorometry or HPLC). Results showed that total aflatoxin, aflatoxin B1, zearalenone, fumonisin and T-2+HT-2 toxin contaminations were 44.85%, 25.24%, 12.89%, 60.34% and 69.65%, respectively. The range of contaminations were 0-13.00, 0-42.79, 0-376.75, 0-4,938.57 and 0-151.80 ppb, respectively. All aflatoxin contaminations were lower than the acceptable level of Animal Feed Control Act. B.E.2018 but aflatoxin B1 contaminations were higher than the acceptable level of EU regulation 0.89% (4/445). The contaminations of zearalenone, fumonisin and T-2+HT-2 toxin were lower than the acceptable level of EU regulation in all samples. This study revealed the situation of mycotoxin contamination in animal feed is still having impact, even though the level of contamination are low. So the mycotoxin monitoring and surveillance plan in feed is important for feed quality and feed safety.

Keywords: Mycotoxin, feed, Aflatoxin, Zearalenone, Fumonisin, T-2+HT-2 toxin

Research No: 63(2)-0322-099

¹ Division of Animal Feed and Veterinary Products Control, Government Complex of
Department of Livestock Development, Pathum Thani, 12000

บทนำ

สารพิษจากเชื้อราเป็นสารประกอบทุติยภูมิ (Secondary metabolites) ที่สร้างจากเชื้อราชนิดที่สร้างสารพิษ (Toxin-producing fungi) ได้แก่ เชื้อราในตระกูล *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Claviceps*, *Alternaria* และ *Stachybotrys* โดยที่พบบ่อย ได้แก่ *Aspergillus spp.* และ *Fusarium spp.* โดย *A. flavus* และ *A. parasiticus* สร้างสารพิษ Aflatoxin ซึ่งมี 4 ชนิด คือ Aflatoxin B1 B2 G1 และ G2 โดย Aflatoxin B1 ก่อให้เกิดความเป็นพิษที่รุนแรงที่สุด เกิดผลกระทบต่อตัวสัตว์ในด้านต่างๆ เช่น การกดภูมิคุ้มกันของสัตว์ที่ได้รับสารพิษ เป็นสารก่อมะเร็ง (Li *et.,al*, 2014) สารพิษ Zearalenone มีฤทธิ์คล้ายฮอร์โมนเพศเมีย ถูกสร้างโดย *F. culmorum* และ *F. graminearum* มีผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ของสัตว์ ทำให้ผสมติดยาก น้ำเชื้ออ่อนแอและแท้งลูกได้ สารพิษ Fumonisin ถูกสร้างโดย *F. verticilloides* และ *F. proliferatum* มี 2 ชนิด ที่มีความเป็นพิษรุนแรงคือ Fumonisin B1 และ B2 (Bacon, 1994) มีผลกดภูมิคุ้มกันทำให้เกิดโรคระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดเนื้อเยื่อปอดบวมน้ำ (ประพฤษ และคณะ, 2551) สารพิษ T2+HT-2 Toxin เป็นสารพิษในกลุ่มของ Trichothecene มีผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหารทำให้เกิดอาเจียน การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราพบมีรายงานในผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ (ประกรณ์ และคณะ, 2559) เพื่อความปลอดภัยของมนุษย์และสัตว์ สหภาพยุโรปได้แนะนำระดับของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบและอาหารหลายชนิด (EC, 2002 and EU, 2006) องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) ได้แนะนำแนวทางปฏิบัติด้านความปลอดภัยของอาหารสัตว์ (NGFA, 2011) นอกจากนี้ยังมีมาตรการที่มีประสิทธิภาพเพื่อใช้ลดปัญหาสารพิษจากเชื้อราคือ หลักการของการวิเคราะห์ความเสี่ยงและจุดวิกฤตที่ต้องควบคุม (HACCP) ซึ่งสามารถลดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราได้ตลอดทุกขั้นตอนของห่วงโซ่อาหาร (Scudamore, 2004)

กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ ได้ให้ความสำคัญกับสถานการณ์การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ ซึ่งได้มีมาตรฐานกำหนดระดับของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ ตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559 และได้มีมาตรการต่างๆ ในการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ทั้งที่ผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะสำรวจระดับของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปจากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนในการนำมาปรับปรุงค่ามาตรฐานของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ และเพื่อช่วยวางแผนการเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ ทั้งนี้เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพดี ปลอดภัยต่อการใช้เป็นอาหารสัตว์ และปลอดภัยต่อผู้บริโภค

อุปกรณ์และวิธีการ

1. รูปแบบการศึกษา

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจ (Survey study) โดยทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างอาหารสัตว์จากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์

2. ประเภทของตัวอย่าง

ตัวอย่างที่ทำการศึกษาแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

- วัตถุดิบอาหารสัตว์ 8 ชนิด คือ ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ ถั่วและผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบจากพืชน้ำมันสำหรับและผลิตภัณฑ์ กากดีดีจีเอส ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ รำและผลิตภัณฑ์ และอื่นๆ
- อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป 5 ชนิด คือ สำหรับสัตว์ปีก สุกร โคขุน โคนม และอื่นๆ

3. สถานที่เก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างจากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์ จาก 5 แหล่ง คือ

- สถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า
- ศูนย์รวบรวมหรือสถานที่จำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์
- สถานที่ผลิตอาหารสัตว์
- สหกรณ์โคนมที่มีสถานที่ผลิตอาหารสัตว์
- สถานที่ขายวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป

4. การเก็บตัวอย่าง

กำหนดจำนวนสถานที่เป้าหมายสำหรับเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ จำนวน 170 แห่ง โดยคำนวณจากจำนวนสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์ ด้วยโปรแกรม Win Eascape 2.0 ที่ความชุกคาดหวัง (Expected prevalence) เท่ากับร้อยละ 50 ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Accepted error) เท่ากับร้อยละ 5 และระดับความเชื่อมั่น (Confidence interval) เท่ากับร้อยละ 90 และทำการคัดเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบหลายขั้นตอน (Multi-stage sampling) จำนวนตัวอย่าง 445 ตัวอย่าง (กำหนดประเภทสถานที่เก็บอาหารสัตว์และชนิดอาหารสัตว์) โดยมีรายละเอียดของจำนวนตัวอย่าง ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงจำนวนตัวอย่างจำแนกตามประเภทสถานที่เก็บอาหารสัตว์

ประเภทสถานที่เก็บอาหารสัตว์	จำนวนตัวอย่าง
สถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า	92
ศูนย์รวบรวมหรือจำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์	45
สถานที่ผลิตอาหารสัตว์	219
สหกรณ์โคนมที่มีสถานที่ผลิตอาหารสัตว์	26
สถานที่ขายวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป	63
รวม	445

ตารางที่ 2 แสดงจำนวนตัวอย่างจำแนกตามประเภทอาหารสัตว์

ประเภทวัตถุดิบอาหารสัตว์	จำนวน ตัวอย่าง	ประเภทอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป	จำนวน ตัวอย่าง
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	50	อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับโคนม	13
ถั่วและผลิตภัณฑ์	68	อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับโคขุน	7
วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน	24	อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับสุกร	61
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	24	อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับสัตว์ปีก	47
กากดีดีจีเอส	19	อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป อื่นๆ	11
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	31		
รำและผลิตภัณฑ์	75		
วัตถุดิบ อื่นๆ	15		
จำนวนวัตถุดิบอาหารสัตว์รวม	306	จำนวนอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปรวม	139
รวมจำนวนตัวอย่างอาหารสัตว์ทั้งหมด 445 ตัวอย่าง			

เก็บตัวอย่างตามแผนที่กำหนด โดยเก็บตัวอย่างตามระเบียบกรมปศุสัตว์ ว่าด้วย วิธีการเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์เป็นตัวอย่างเพื่อทดสอบ ตรวจ หรือวิเคราะห์คุณภาพ พ.ศ. 2546 โดยอนุโลม และส่งตัวอย่างที่สำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์เพื่อตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

5. การตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการ

ตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์จำนวน 4 ชนิด คือ อะฟลาทอกซิน (Aflatoxin, AF) ซีราลีโนน (Zearalenone, ZON) ฟูโมนิซิน (Fumonisin, FUM) และ ที2และเอชที2ท็อกซิน (T-2+HT-2 toxin, T-2) ด้วยวิธี Immunoaffinity column (Fluorometry หรือ HPLC) ตามวิธีวิเคราะห์ของสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์

6. การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลการศึกษาโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) ประกอบด้วย จำนวน ตัวอย่าง ค่าต่ำสุด ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ย การแจกแจงความถี่ การกระจาย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสถานที่เก็บตัวอย่างและชนิดของตัวอย่าง ต่อชนิดและระดับของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์

ผลการศึกษาและวิจารณ์

การสำรวจระดับของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ 8 ชนิด คือ ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ ถั่วและผลิตภัณฑ์ วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ กากดีดีจีเอส ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ รำและผลิตภัณฑ์ และอื่นๆ และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป 5 ชนิด คือ อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับสัตว์ปีก สุกร โคขุน โคนม และอื่นๆ จากสถานที่ผลิต นำเข้า และขายอาหารสัตว์ จำนวน 5 แหล่ง คือ สถานที่เก็บ

อาหารสัตว์นำเข้า ศูนย์รวบรวมหรือสถานที่จำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์ สถานที่ผลิตอาหารสัตว์ สหกรณ์โคนมที่มีสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ และสถานที่ขายวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป จำนวน 445 ตัวอย่าง เพื่อทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อรา

ตารางที่ 3 แสดงจำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษจากเชื้อราจำแนกตามประเภทสถานที่เก็บอาหารสัตว์

สถานที่เก็บอาหารสัตว์	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบสารพิษจากเชื้อรา				
	AF	AFB1	ZON	FUM	T-2
สถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า	15/33 (45.45%)	2/59 (3.39%)	*	40/62 (64.52%)	*
ศูนย์รวบรวมหรือจำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์	2/3 (66.67%)	14/44 (31.82%)	1/8 (12.50%)	*	8/8 (100.00%)
สถานที่ผลิตอาหารสัตว์	35/79 (44.30%)	38/140 (27.14%)	22/171 (12.87%)	24/44 (54.55%)	122/177 (68.93%)
สหกรณ์โคนมที่มีสถานที่ผลิตอาหารสัตว์	*	5/24 (20.83%)	2/12 (16.67%)	3/7 (42.86%)	9/12 (75.00%)
สถานที่ขายวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป	9/21 (42.86%)	19/42 (45.24%)	0/3 (0.00%)	3/3 (100.00%)	1/4 (25.00%)
	61/136 (44.85%)	78/309 (25.24%)	25/194 (12.89%)	70/116 (60.34%)	140/201 (69.65%)

หมายเหตุ: *ไม่มีตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อรา

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปจากสถานที่เก็บอาหารสัตว์ พบว่ามีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิดที่2และเอชที2ท็อกซิน (T-2+HT-2 toxin, T-2) มากที่สุด โดยคำนวณจากตัวอย่างที่ตรวจพบต่อจำนวนตัวอย่างที่ส่งตรวจคิดเป็นร้อยละ 69.65 รองลงมาคือ ฟูโมนิซิน (Fumonisin, FUM) อะฟลาทอกซินรวม (Total Aflatoxin, AF) อะฟลาทอกซิน บี1 (Aflatoxin B1, AFB1) และซีราลีโนน (Zearalenone, ZON) คิดเป็นร้อยละ 60.34 44.85 25.24 และ 12.89 ตามลำดับ และร้อยละที่พบของสารพิษจากเชื้อราแต่ละชนิดตามประเภทของสถานที่เก็บอาหารสัตว์ไม่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่าประเทศไทยต้องเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อราที่เกิดจากเชื้อรากลุ่ม Fusarium เพราะสร้างสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin และ Fumonisin เป็นอันดับแรก และเชื้อรากลุ่ม Aspergillus เพราะสร้างสารพิษจากเชื้อราชนิด Aflatoxin เป็นอันดับสอง

เชื้อรากลุ่ม Fusarium เจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิ 3 – 37 องศาเซลเซียส และเจริญเติบโตได้ดีที่สุดในที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ซึ่งถือได้ว่าเป็นเชื้อราที่ชอบสภาพภูมิอากาศเย็น แต่ถ้าพบว่ามี การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราแล้ว สภาพภูมิอากาศที่ร้อนขึ้นก็ไม่สามารถช่วยลดปริมาณสารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้ได้ แต่มีโอกาสพบการปนเปื้อนต่ำกว่าในสภาพภูมิอากาศเย็น ดังนั้นประเทศไทยในแถบร้อนชื้น อย่างเช่น ประเทศไทย

สามารถพบสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin และ Fumonisin ได้ (Anukul, *et.,al*, 2013) ส่วนเชื้อราในกลุ่ม Aspergillus เจริญเติบโตในช่วงอุณหภูมิ 25 – 35 องศาเซลเซียส และมีความชื้น ซึ่งพบมากในประเทศแถบร้อนชื้น (L”-Hejri, *et.,al*, 2013) จากผลการสำรวจของ Biomin (2017) ในปี พ.ศ. 2560 พบว่าในกลุ่มประเทศเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีความชุกในการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin Zearalenone T-2+HT-2 toxin และ Fumonisin ร้อยละ 54 52 4 และ 86 ตามลำดับ ซึ่งการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin และ Fumonisin มีแนวโน้มไปในแนวทางเดียวกับผลการศึกษานี้ ส่วนสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin พบมากในประเทศแถบยุโรปเหนือและตะวันออกโดยพบร้อยละ 48 และ 51 ตามลำดับ ดังนั้นจึงควรเฝ้าระวังสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin ในวัตถุดิบอาหารสัตว์นำเข้าจากกลุ่มประเทศดังกล่าว

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณของการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราตามประเภทสถานที่เก็บอาหารสัตว์

สถานที่เก็บอาหารสัตว์	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)				
	AF	AFB1	ZON	FUM	T-2
สถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า	0 – 7.00	0 - <1.50	*	0 – 4,799.32	*
ศูนย์รวบรวมหรือจำหน่ายวัตถุดิบอาหารสัตว์	0 – 3.90	0 – 7.27	0 – 55.35	*	30.00 – 139.60
สถานที่ผลิตอาหารสัตว์	0 – 13.00	0 – 42.79	0 – 361.08	0 – 4,938.57	0 – 151.80
สหกรณ์โคนมที่มีสถานที่ผลิตอาหารสัตว์	*	0 – 4.54	0 - 376.75	0 – 39.03	0 – 151.30
สถานที่ขายวัตถุดิบอาหารสัตว์หรืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป	0 – 7.40	0 – 9.61	0 - 0	146.49 - 626.77	0 – 31.40
	0 – 13.00	0 – 42.79	0 – 376.75	0 – 4,938.57	0 – 151.80

หมายเหตุ: *ไม่มีตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อรา

ปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา Total-Aflatoxin Aflatoxin-B1 Zearalenone Fumonisin และ T-2+HT-2 toxin อยู่ในช่วง 0-13.00 0-42.79 0-376.75 0-4,938.57 และ 0-151.80 ppb ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4 และปริมาณปนเปื้อนเฉลี่ย (mean±SD) อยู่ที่ 1.48±2.57 1.07±4.11 13.92±52.64 310.52±819.65 43.35±70.83 ppb ตามลำดับ โดยค่าสูงสุดของปริมาณสารพิษจากเชื้อราพบในสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ (โรงงานผลิตอาหารสัตว์หรือสหกรณ์โคนม) เนื่องจากสถานที่ผลิตอาหารสัตว์เป็นสถานที่เก็บและรวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ก่อนเข้ากระบวนการผลิตอาหารสัตว์ เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์เมื่อนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปแล้ว พบว่ามีโอกาสพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราลดลงและปริมาณต่ำ ปริมาณสารพิษจากเชื้อรา Total Aflatoxin พบว่ามีปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานตามประเทศไทย (กรมปศุสัตว์, 2559) สำหรับปริมาณสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin-B1 Zearalenone Fumonisin และ T-2+HT-2 toxin ประเทศไทยยังไม่มีกำหนดเกณฑ์มาตรฐาน แต่เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานตาม

สหภาพยุโรปพบว่าปริมาณต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานในส่วนของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone Fumonisin และ T-2+HT-2 toxin แต่สารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin B1 พบว่ามีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน (EC, 2003) ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปในประเทศไทยมีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อราชนิดอื่น นอกเหนือจากสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานสำหรับสารพิษจากเชื้อราชนิดอื่น เช่น Fumonisin และสำหรับค่าเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin ควรมีการปรับปรุงค่าเกณฑ์มาตรฐานเพื่อให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของสารพิษจากเชื้อราในปัจจุบัน ทั้งนี้การกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรานี้ต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น สภาพภูมิอากาศ อุณหภูมิ ความชื้น เพื่อให้สอดคล้องตามความเหมาะสมของแต่ละประเทศ

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Total Aflatoxin ในตัวอย่างอาหารสัตว์

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม พรบ. ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ.2558 (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	100	6/13 (46.15%)	0/13 (0.00%)	0 – 9.70
ถั่วและผลิตภัณฑ์	กากถั่วเหลือง – 50 กากถั่วลิสง - 500	11/19 (57.89%)	0/19 (0.00%)	0 – 5.30
วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน	**	1/7 (14.29%)	0/7 (0.00%)	0 – 2.60
กากคีสีจีเอส	**	4/10 (40.00%)	0/10 (0.00%)	0 – 5.70
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	**	3/7 (42.86%)	0/7 (0.00%)	0 – 7.00
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	**	2/12 (16.67%)	0/12 (0.00%)	0 – 4.90
รำและผลิตภัณฑ์	50	8/12 (66.67%)	0/12 (0.00%)	0 – 7.70
วัตถุดิบอื่นๆ	**	2/2 (100.00%)	0/2 (0.00%)	0 - <2.00
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคนม	หัวอาหาร – 100 ลูกโค – 100	0	0	*
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคขุน	โค - 200	0	0	*
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสุกร	หัวอาหาร – 50 ลูกสุกร – 50 สุกร – 100	13/27 (48.15%)	0/27 (0.00%)	0 – 7.40
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสัตว์ปีก	หัวอาหารไก่ – 50 หัวอาหารเป็ด – 40 ไก่ – 100 เป็ด – 30	11/22 (50.00%)	0/22 (0.00%)	0 – 13.00
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปอื่นๆ	**	0/5 (0.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 0
		61/136 (44.85%)	0/136 (0.00%)	0 – 13.00

หมายเหตุ: ทดสอบด้วยวิธี Immunoaffinity column/Fluometry (In-house method based on VICAM Aflatest Instruction Manual, 2014, pp 36) โดยมีค่า LOD = 1.0 ppb LOQ = 2.0 ppb

*ไม่มีตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อรา **ไม่มีการกำหนดค่ามาตรฐานตาม พรบ.ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2558

ตารางที่ 6 แสดงปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin B1 ในตัวอย่างอาหารสัตว์

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม สหภาพยุโรป (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	20	17/37 (45.95%)	2/37 (5.41%)	0 – 42.79
ถั่วและผลิตภัณฑ์	20	2/49 (4.08%)	0/49 (0.00%)	0 – <0.15
วัตถุดิบจากพืชไขมัน	20	4/17 (23.53%)	0/17 (0.00%)	0 – 2.29
กากคีสีจีเอส	20	1/9 (11.11%)	0/9 (0.00%)	0 – <0.15
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	20	3/17 (17.65%)	1/17 (5.88%)	0 – 25.53
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	20	0/19 (0.00%)	0/19 (0.00%)	0 – 0
รำและผลิตภัณฑ์	20	14/63 (22.22%)	0/63 (0.00%)	0 – 7.27
วัตถุดิบอื่นๆ	20	1/13 (7.69%)	0/13 (0.00%)	0 – 4.86
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคนม	โคนม - 5 ลูกโค -10	6/13 (46.15%)	0/13 (0.00%)	0 – 2.52
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคขุน	ลูกโค - 10 โค - 20	1/7 (14.29%)	0/7 (0.00%)	0 – <0.15
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสุกร	20	10/34 (29.41%)	0/34 (0.00%)	0 – 16.30
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสัตว์ปีก	20	16/25 (64.00%)	1/25 (4.00%)	0 – 21.63
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปอื่นๆ	10	3/6 (50.00%)	0/6 (0.00%)	0 – 1.98
		78/309 (25.24%)	4/309 (1.29%)	0 – 42.79

หมายเหตุ: ทดสอบด้วยวิธี Immunoaffinity column/HPLC (In-house method based on VICAM Aflatest Instruction Manual, 2014, pp 11) โดยมีค่า LOD = 0.7 ppb LOQ = 1.5 ppb

เมื่อแยกตามประเภทอาหารสัตว์ ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin จำนวน 445 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นตรวจ Total Aflatoxin จำนวน 136 ตัวอย่าง Aflatoxin B1 จำนวน 309 ตัวอย่าง พบว่าตรวจพบสารพิษจากเชื้อรา Total Aflatoxin และ Aflatoxin B1 จำนวน 61 และ 78 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละ 44.85 และ 25.24 ตามลำดับ และมีปริมาณของการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0 – 13.00 และ 0 – 42.79 ppb ตามลำดับ ชนิดของตัวอย่างที่พบมากที่สุดของ Total Aflatoxin และ Aflatoxin B1 คืออาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับไก่ไข่และข้าวโพดเมล็ด ตามลำดับ โดยพบว่าทุกตัวอย่างมีปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Total Aflatoxin อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559 ของพระราชบัญญัติควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ.2558 (กรมปศุสัตว์, 2559) แต่ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin B1 มีตัวอย่างที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรปจำนวน 4 ตัวอย่าง (EC, 2003) ซึ่งเป็นอาหารสัตว์ที่เก็บจากสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ทั้งหมด คือ ข้าวโพดเมล็ด ข้าวโพดป่น มันสำปะหลัง และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับไก่เนื้อแรกเกิดถึง

อายุ 3 สัปดาห์ โดยมีปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin B1 อยู่ที่ 42.79 29.66 25.53 และ 21.63 ppb ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 5 และ 6

เนื่องจากการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin พบมากในวัตถุดิบอาหารสัตว์จำพวกข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ รำและผลิตภัณฑ์ ถั่วและผลิตภัณฑ์ มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตอาหารสัตว์ทั้งนี้ยังเป็นวัตถุดิบที่มีการผลิตภายในประเทศด้วย โดยประเทศไทยมีสภาพภูมิอากาศร้อนชื้นเหมาะสำหรับการเจริญเติบโตของเชื้อราในกลุ่ม Aspergillus จึงมีโอกาพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin ได้ตั้งแต่กระบวนการเก็บเกี่ยว (Morantes, 2008, Schatzmayr และ Gerald Schultheis, 2014 และ ประภรณ์, 2559) จนถึงการเก็บรักษาวัตถุดิบอาหารสัตว์และอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป เนื่องจากเมื่อพบว่ามีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราแล้วยากที่จะทำให้ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรานั้นลดลงและอีกสาเหตุที่อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปสำหรับสัตว์ปีกมีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin มากเนื่องจากส่วนประกอบของสูตรอาหารสัตว์ประกอบด้วยข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ ถั่วและผลิตภัณฑ์ เป็นหลัก (Borutova, 2015) นอกจากนี้วัตถุดิบอาหารสัตว์ที่เป็นผลพลอยได้จากอาหารสำหรับคนมีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อรามากกว่าวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น เนื่องจากกระบวนการผลิตแปรรูปทำให้ความเข้มข้นของปริมาณสารพิษจากเชื้อรามายู่ในผลพลอยได้ (Witters, 2012) แต่ถ้าเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์อื่น กระบวนการผลิตแปรรูปจะช่วยทำให้สารพิษจากเชื้อราลดลง เพราะมีกระบวนการทำความสะอาด การเอาเปลือกออก หรือการทำให้แห้ง (Pinotti *et.al*, 2016)

ตารางที่ 7 แสดงปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone ในตัวอย่างอาหารสัตว์

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม สหภาพยุโรป (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	3,000	5/26 (19.23%)	0/26 (0.00%)	0 – 174.16
ถั่วและผลิตภัณฑ์	2,000	0/31 (0.00%)	0/31 (0.00%)	0 – 0
วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน	***	2/14 (14.29%)	0/14 (0.00%)	0 – 171.01
กากคีสีจีเอส	3,000	4/5 (80.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 376.75
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	***	1/19 (5.26%)	0/19 (0.00%)	0 – 21.22
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	2,000	0/8 (0.00%)	0/8 (0.00%)	0 – 0
รำและผลิตภัณฑ์	2,000	4/33 (12.12%)	0/33 (0.00%)	0 – 35.44
วัตถุดิบอื่นๆ	***	0/5 (0.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 0
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคนม	500	1/4 (25.00%)	0/4 (0.00%)	0 – 55.35
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคขุน	500	0/2 (0.00%)	0/2 (0.00%)	0 – 0
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสุกร	ลูกสุกร,สุกรสาว-100 สุกร – 250	5/34 (14.71%)	0/34 (0.00%)	0 – 231.03****

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม สหภาพยุโรป (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสัตว์ปีก	***	3/10 (30.00%)	0/10 (0.00%)	0 – 37.16
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป อื่นๆ	***	0/3 (0.00%)	0/3 (0.00%)	0 – 0
		25/194 (12.89%)	0/194 (0.00%)	0 – 376.75

หมายเหตุ: ทดสอบด้วยวิธี Immunoaffinity column/HPLC-FLD (In-house method based on VICAM Zearalatest and Zearalatest WB Instruction Manual, 2011, pp 12-13) โดยมีค่า LOD = 10 ppb LOQ = 20 ppb

***ไม่มีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป

****มีตัวอย่างที่มีค่ามากกว่า 100 ppb จำนวน 2 ตัวอย่าง (228.54 และ 231.03 ppb) โดยเป็นผลทดสอบของอาหารแม่พันธุ์สุกรอุ้มท้องและระยะให้นม

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone จำนวน 194 ตัวอย่าง พบว่า ตรวจพบปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone จำนวน 25 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 12.89 โดยมีปริมาณของการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0 – 376.75 ppb ชนิดของตัวอย่างที่พบมากที่สุดคือกากดีดีจีเอสจากสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ (สหกรณ์โคนม) ทุกตัวอย่างมีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป (EC, 2006 และ EC, 2016) สำหรับประเทศไทยยังไม่มีกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone ในอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 7

สารพิษจากเชื้อรา Zearalenone เกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Fusarium และมักพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์ เช่น ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์ ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์ และพบในวัตถุดิบอาหารสัตว์นำเข้าเนื่องจากสภาพภูมิอากาศที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราและการสร้างสารพิษ จากการศึกษาของ Witters (2012) กระบวนการผลิตกากดีดีจีเอสมีโอกาสเพิ่มปริมาณของสารพิษจากเชื้อรามากขึ้น 3 เท่า โดยปริมาณของสารพิษจากเชื้อราในกากดีดีจีเอสนั้นแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวัตถุดิบหลักที่ใช้ในกระบวนการผลิตกากดีดีจีเอส เช่น ข้าวโพด ข้าวสาลี (Pinotti *et.al*, 2016) และกากดีดีจีเอสเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละพื้นที่ของประเทศนั้นก็มีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อราแตกต่างกัน (Milani, 2013) ดังนั้นการใช้กากดีดีจีเอสจึงมีข้อควรระวัง ผลกระทบของสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ทั้งในเพศผู้และเพศเมียโดยเฉพาะในสุกร (Anukul, *et.al*, 2013, L”-Hejri, *et.al*, 2013 และ Nacer-Khodja, 2014) ถึงแม้ปริมาณการปนเปื้อนที่พบอยู่ในปริมาณที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแต่ควรมีการเฝ้าระวังการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์นำเข้าและอาหารสัตว์ผสมสำเร็จสำหรับสุกร พร้อมกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทย

ตารางที่ 8 แสดงปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin ในตัวอย่างอาหารสัตว์

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม สหภาพยุโรป (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	60,000	11/12 (91.67%)	0/12 (0.00%)	0 – 3,855.05
ถั่วและผลิตภัณฑ์	***	11/15 (73.33%)	0/15 (0.00%)	0 – 2,424.57
วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน	***	2/9 (22.22%)	0/9 (0.00%)	0 – 10.30
กากคีสต์จีเอส	60,000	11/11 (100.00%)	0/11 (0.00%)	333.97 – 4,938.57
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	***	3/5 (60.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 53.24
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	***	7/17 (41.18%)	0/17 (0.00%)	0 – 13.00
รำและผลิตภัณฑ์	***	4/17 (23.53%)	0/17 (0.00%)	0 – 39.89
วัตถุดิบอื่นๆ	***	2/9 (22.22%)	0/9 (0.00%)	0 – 21.27
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคนม	ลูกโค – 20,000 โค – 50,000	4/5 (80.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 39.03
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคขุน	ลูกโค – 20,000 โค – 50,000	1/2 (50.00%)	0/2 (0.00%)	0 – 60.49
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสุกร	5,000	5/5 (100.00%)	0/5 (0.00%)	107.31 – 626.77
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสัตว์ปีก	20,000	9/9 (100.00%)	0/9 (0.00%)	261.18 – 872.25
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป อื่นๆ	สุนัข,แมว – 5,000	0	0	*
		70/116 (60.34%)	0/116 (0.00%)	0 – 4,938.57

หมายเหตุ: ทดสอบด้วยวิธี Immunoaffinity column/LC-MS/MS (In-house method based on VICAM Fumonitest Instruction Manual, 2014, pp 14-15) โดย FB1 มีค่า LOD = 15.0 ppb LOQ = 30.0 ppb และ FB2 มีค่า LOD = 4.5 ppb LOQ = 9.0 ppb *ไม่มีตัวอย่างที่ทำการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อรา ***ไม่มีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin จำนวน 116 ตัวอย่าง โดยตรวจปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin B1+B2 พบว่าตรวจพบปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin จำนวน 70 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 60.34 โดยมีปริมาณของการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0 – 4,938.57 ppb ชนิดของตัวอย่างที่พบมากที่สุดคือกากคีสต์จีเอสจากสถานที่เก็บอาหารสัตว์นำเข้า ทุกตัวอย่างมีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป (EC, 2006 และ EC, 2016) สำหรับประเทศไทยยังไม่มีกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin ในอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 8

สารพิษจากเชื้อรา Fumonisin เกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Fusarium และโอกาสในการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin คล้ายคลึงกับสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone โดยสารพิษจากเชื้อรา Fumonisin ส่งผลกระทบต่อโดยตรงที่เยื่อต่างๆ ทั้งระบบทางเดินหายใจ (ประพุกซ์ และคณะ, 2551) และระบบทางเดินอาหาร ทำให้สัตว์มีการนำสารอาหารไปใช้ได้ไม่ดี (Laurain, 2019) ซึ่งไม่รุนแรงที่ทำให้สัตว์ตายแต่เป็นลักษณะ

เรื่องจริงจึงถือว่าเป็นภัยเงียบสำหรับการผลิตสัตว์ ถึงแม้ปริมาณการปนเปื้อนที่พบอยู่ในปริมาณที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแต่ควรมีการเฝ้าระวังและกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทย

ตารางที่ 9 แสดงปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin ในตัวอย่างอาหารสัตว์

ชนิดตัวอย่าง	ค่ามาตรฐานตาม สหภาพยุโรป (ppb)	จำนวนตัวอย่าง ที่ตรวจพบ	จำนวนตัวอย่าง ที่เกินมาตรฐาน	ช่วงการปนเปื้อน (ppb)
ข้าวโพดและผลิตภัณฑ์	500	13/26 (50.00%)	0/26 (0.00%)	0 – 151.30
ถั่วและผลิตภัณฑ์	500	26/30 (86.67%)	0/30 (0.00%)	0 – 114.30
วัตถุดิบจากพืชน้ำมัน	***	12/14 (85.71%)	0/14 (0.00%)	0 – 130.60
กากคีสต์จีเอส	500	4/5 (80.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 151.80
มันสำปะหลังและผลิตภัณฑ์	***	14/19 (73.68%)	0/19 (0.00%)	0 – 143.40
ข้าวสาลีและผลิตภัณฑ์	500	5/7 (71.43%)	0/7 (0.00%)	0 – 67.70
รำและผลิตภัณฑ์	500	16/34 (47.06%)	0/34 (0.00%)	0 – 97.10
วัตถุดิบอื่นๆ	***	3/5 (60.00%)	0/5 (0.00%)	0 – 41.90
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคนม	250	5/7 (71.43%)	0/7 (0.00%)	0 – 130.30
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับโคขุน	250	4/4 (100.00%)	0/4 (0.00%)	28.70 - 84.10
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสุกร	250	29/35 (82.86%)	0/35 (0.00%)	0 – 74.30
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป สำหรับสัตว์ปีก	250	9/12 (75.00%)	0/12 (0.00%)	0 – 86.20
อาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูป อื่นๆ	แมว – 50	0/3 (0.00%)	0/3 (0.00%)	0 – 0
		140/201 (69.65%)	0/201 (0.00%)	0 – 151.80

หมายเหตุ: ทดสอบด้วยวิธี Immunoaffinity column/LC-MS (In-house method based on VICAM T-2+HT-2 toxin Instruction Manual, 2008, pp 7-8) โดยมีค่า LOD = 4.0 ppb LOQ = 8.0 ppb

***ไม่มีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin จำนวน 201 ตัวอย่าง พบว่าตรวจพบปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin จำนวน 140 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 69.65 โดยพบว่ามีปริมาณของการปนเปื้อนอยู่ในช่วง 0 – 151.80 ppb ชนิดของตัวอย่างที่พบมากที่สุดคือกากคีสต์จีเอส จากสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ ทุกตัวอย่างมีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรป (EC, 2006, EC, 2013 และ EC, 2016) สำหรับประเทศไทยยังไม่มีกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin ในอาหารสัตว์ ดังแสดงในตารางที่ 9

สารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin เกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Fusarium และโอกาสในการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin คล้ายคลึงกับสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone และ Fumonisin โดยสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin ส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหาร ไม่ทำให้สัตว์ตายแต่ส่งผลต่อการเจริญเติบโตทำให้เป็นปัญหาในกระบวนการผลิตสัตว์ โดยปริมาณการปนเปื้อนที่พบอยู่ในปริมาณที่ต่ำเมื่อเทียบกับค่าเกณฑ์มาตรฐานแต่ควรมีการเฝ้าระวังและกำหนดเกณฑ์มาตรฐานของประเทศไทย

สำหรับวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อรามากที่สุดคือกากคิตีจีเอส ทั้งจากเชื้อราที่เกิดจากเชื้อราในกลุ่ม Penicillium และ Fusarium เนื่องจากกากคิตีจีเอสเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศและคุณภาพทางเคมีก็แตกต่างกันตามวัตถุดิบที่ใช้ในการทำกากคิตีจีเอส ในสหรัฐอเมริกาใช้ข้าวโพดในการผลิตกากคิตีจีเอส ส่วนสหภาพยุโรปและแคนาดาใช้ข้าวโพดและข้าวสาลีในการผลิตกากคิตีจีเอส (Pinotti *et.al*, 2016) ซึ่งในแต่ละพื้นที่ของประเทศนั้นก็มีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อราแตกต่างกัน (Milani, 2013) โดยในกระบวนการผลิตกากคิตีจีเอสมีโอกาสเพิ่มปริมาณของสารพิษจากเชื้อรา 3 เท่า (Witters, 2012) และกระบวนการผลิตอาหารสัตว์ในปัจจุบันนี้มีการนำกากคิตีจีเอสมาใช้เป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์จำนวนมากโดยดูจากข้อมูลการนำเข้าอาหารสัตว์ กากคิตีจีเอสที่ใช้ในประเทศไทยเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่นำเข้ามาจากต่างประเทศทั้งหมด สำหรับสถานที่เก็บอาหารสัตว์ที่มีโอกาสพบสารพิษจากเชื้อรามากที่สุดคือสถานที่ผลิตอาหารสัตว์ (โรงงานผลิตอาหารสัตว์หรือสหกรณ์โคนม) เนื่องจากเป็นสถานที่เก็บและรวบรวมวัตถุดิบอาหารสัตว์ก่อนเข้ากระบวนการผลิตอาหารสัตว์ เพราะวัตถุดิบอาหารสัตว์เมื่อนำมาผลิตเป็นอาหารสัตว์ผสมสำเร็จรูปแล้ว พบว่ามีโอกาสพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราลดลงและปริมาณต่ำ

นอกจากนี้การปนเปื้อนจากสารพิษจากเชื้อรามักพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราหลายชนิดในหนึ่งตัวอย่าง โดยผลของการพบสารพิษจากเชื้อรามากกว่าหนึ่งชนิดนั้นมักเพิ่มความเป็นพิษ โดยเป็นในรูปแบบบวกกัน (Additive) หรือเสริมฤทธิ์กัน (Synergistic) (Nacer-Khodja, 2014 และ Durali, 2014) ทั้งนี้สารพิษจากเชื้อราแต่ละชนิดส่งเสริมต่อสัตว์แต่ละชนิดและแต่ละระบบร่างกายแตกต่างกัน ดังนั้นจึงควรมีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา

สรุปผลการศึกษา

การสำรวจระดับของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์พบมีการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา T-2+HT-2 toxin มากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 69.65 รองลงมาคือ Fumonisin Total-Aflatoxin Aflatoxin-B1 และ Zearalenone คิดเป็นร้อยละ 60.34 44.85 25.24 และ 12.89 ตามลำดับ โดยสถานที่ผลิตอาหารสัตว์มีโอกาสพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรามากที่สุด และกากคิตีจีเอสเป็นวัตถุดิบอาหารสัตว์ที่มีโอกาสพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรามากที่สุด ทุกตัวอย่างปริมาณสารพิษจากเชื้อรา Total Aflatoxin มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559 แต่พบว่ามีตัวอย่างที่ปริมาณสารพิษจากเชื้อรา AflatoxinB1 มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรปร้อยละ 0.89 (4/445) สำหรับปริมาณสารพิษจากเชื้อรา Zearalenone Fumonisin และ

T-2+HT-2 toxin พบว่ามีปริมาณปนเปื้อนอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานตามสหภาพยุโรปทุกตัวอย่าง เนื่องจากประเทศไทยมีค่าเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin เท่านั้น จึงควรมีการกำหนดค่าเกณฑ์มาตรฐานสำหรับสารพิษจากเชื้อราชนิดอื่น และปรับปรุงค่าเกณฑ์มาตรฐานของสารพิษจากเชื้อรา Aflatoxin ให้เหมาะสมกับสถานการณ์ของสารพิษจากเชื้อราในปัจจุบัน เพื่อให้ได้อาหารสัตว์ที่มีคุณภาพและปลอดภัย

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษานี้ควรมีการศึกษาเพิ่มเติม เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์สารพิษจากเชื้อราควรตรวจสอบสารพิษจากเชื้อราทั้ง 4 ชนิด ในทุกตัวอย่าง และอาจเพิ่มจำนวนตัวอย่างเพื่อให้ได้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือหรือกำหนดชนิดของตัวอย่างที่สนใจ เช่น กากคัสตีจีเอส ข้าวสาลี เป็นต้น นอกจากนี้ควรทำการเก็บข้อมูลของตัวอย่างให้ละเอียดขึ้น เช่น อาหารสัตว์ที่นำเข้าจะต้องระบุประเทศที่นำเข้า และอาจต้องมีการเก็บข้อมูลในเรื่องของความชื้นและอุณหภูมิเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปัจจัยหรือความสัมพันธ์อื่นๆ ได้ ซึ่งจะทำให้การศึกษานั้นได้ประโยชน์มากยิ่งขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ น.สพ.รักไทย งามภักดิ์ ผู้อำนวยการกองควบคุมอาหารและยาสัตว์ ที่ให้การสนับสนุนในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ สพ.ญ.ธนิดา หรินทรานนท์ ผู้เชี่ยวชาญด้านมาตรฐานการปศุสัตว์ระหว่างประเทศ สำนักพัฒนาระบบและรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ น.สพ.ศศิ เจริญพจน์ ผู้เชี่ยวชาญด้านพัฒนาระบบและรับรองคุณภาพวัตถุดิบด้านปศุสัตว์ สพ.ญ.จุฬาร ศรีหนา หัวหน้าฝ่ายยาสัตว์และการจัดการเชื้อดื้อยา กองควบคุมอาหารและยาสัตว์ และ สพ.ญ.คณินิจ ก่อธรรมฤทธิ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้คำแนะนำ และข้อเสนอแนะทางวิชาการสำหรับการวิจัย ผู้อำนวยการสำนักตรวจสอบคุณภาพสินค้าปศุสัตว์และเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการพิษวิทยาและชีวเคมี/สารพิษจากเชื้อรา กลุ่มตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์ เจ้าหน้าที่ของสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดและสำนักงานปศุสัตว์เขตที่ช่วยประสานการดำเนินงานในพื้นที่ และคณะกรรมการวิชาการกองควบคุมอาหารและยาสัตว์ที่ได้คำปรึกษาและข้อเสนอแนะที่มีคุณค่าสำหรับการเขียนงานวิจัยจนทำให้ผลงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- ประภรณ์ จਾਲะ, อาสุตร สงวนเกียรติ, พิษณุ ตุลยกุล, สุตติษา เหล่าเปี่ยม และ ญัฐวุฒิ รัตนวิชัยโรจน. 2559. สถานการณ์สารพิษจากเชื้อราในวัตถุดิบอาหารสัตว์ในประเทศไทย และรายงานผลห้องปฏิบัติการระหว่างปี พ.ศ. 2553-2557. *รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 54 (สาขาสัตวแพทยศาสตร์):* 609-615.
- ประกาศกระทรวงเกษตรและสหกรณ์ เรื่อง เรื่อง กำหนดลักษณะของอาหารสัตว์เสื่อมคุณภาพ พ.ศ. 2559. (2559, 3 พฤษภาคม). *ราชกิจจานุเบกษา.* เล่ม 133 ตอนพิเศษ 99 ง. หน้า 1-2.

- ประพฤษ์ ตั้งมันคง, ประกรณ์ จาละ, วิทย์ เลิศแสง และ สุดธิษา เหล่าเปี่ยม. 2551. การสำรวจหาการปนเปื้อนสารพิษฟูโมนิซินในข้าวโพดอาหารสัตว์ที่ผลิตภายในประเทศ. *รายงานการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46 (สาขาสัตว์และสัตวแพทยศาสตร์):* 527-531.
- Anukul, N., K. Vangnai and W. Mahakarnchanakul. 2013. Significance of regulation limits in mycotoxin contamination in Asia and risk management programs at the national level. *Journal of Food and Drug analysis* 2013(21): 227-241.
- Bacon, C.W. and P.E Nelson. 1994. Fumonisin production in corn by toxigenic strains of *Fusarium moniliforme* and *Fusarium proliferatum*. *Journal of Food Protection* 57(6): 514-521.
- Biomin. 2017. Biomin's mycotoxin survey report 2017. Retrieved from <http://www.biomin.net/pt/blog-posts/2017/-biomin-mycotoxin-survey-results/>
- Borutova, R. 2015. The European mycotoxin situation threatening poultry producers. *Journal of International Poultry Production*. 23(3): 23-24.
- Durali, T. 2014. Common mycotoxins, their interactions and effects on poultry production. *Journal of International Poultry Production* 22(4): 15-17.
- European Commission. 2002. Directive 2002/32/EC of the European Parliament and the Council of 7 May 2002 on undesirable substances in animal feed. *Official Journal of the European Union*. L140/10- 20.
- European Commission. 2003. Commission Directive 2003/100/EC of 31 October 2003 amending Annex I to Directive 2002/32/EC of the European Parliament and of the Council on undesirable substances in animal feed. *Official Journal of the European Union*. L285/33-37.
- European Union. 2006. Commission Recommendation of 17 August 2006 on the presence of deoxynivalenol, zearalenone, ochratoxin A, T-2 and HT-2 and fumonisins in products intended for animal feeding. *Official Journal of the European Union*. L2292/7-9.
- European Union. 2013. Commission Recommendation of 27 March 2013 on the presence of T-2 and HT-2 in cereals and cereal products. *Official Journal of the European Union*. L91/12-15.

- European Union. 2016. Commission Recommendation (EU) 2016/1319 of 29 July 2016 on amending Recommendation 2006/576/EC as regards deoxynivalenol, zearalenone and ochratoxin A in pet food. *Official Journal of the European Union*. L208/58-60.
- Hawkins, M. 2013. Managing mycotoxins in feed after harvest. *Journal of International Dairy* 12(1): 17.
- L”-Hejri, L., S. Jinap, P. Hajeve, S. Radu and Sh. Shakibazadeh. 2013. A Review on Mycotoxins in Food and Feed: Malaysia Case Study. *Comprehensive Review in Food Science and Food Safety* 2013(12): 629-651.
- Laurain, J. 2019. Mycotoxin and their role in bacterial and viral disease outbreaks. *Journal of International Pig* 34(7): 11-12.
- Li, X., L. Zhao, Y. Fan, Y. Jia, L. Sun, S. Ma, C. Ji, Q. Ma and J. Zhang. 2014. Occurrence of mycotoxins in feed ingredients and complete feeds obtained from the Beijing region of china. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 5(1): 37.
- Milani, J.M. 2013. Ecological conditions affecting mycotoxin in production in cereals: a review. *Veterinari Medicina* 58(8): 405-411.
- Morantes, G. 2008. Mould and mycotoxin in the grain supply. *Journal of International Poultry Production* 16(2): 7-9.
- Nacer-Khodja, E. 2014. Survey into mycotoxin contamination of pig complete feed. *Journal of International Pig* 29(1): 21-22.
- National Grain and Feed Association. 2011. A guide for grain elevator, feed manufacturers, grain processors and exporters. *FDA Regulatory Guidance*: 1-15.
- Pinotti, L., M. Ottoboni, C. Giromini, V. Dell’Orto and F. Cheli. 2016. Mycotoxin Contamination in the EU Feed Supply Chain: A Focus on Cereal Byproducts. *Journal of Toxins* 45(8): 1-24.
- Schatzmayer, D. and G. Schultheis. 2014. Leading the international war against mycotoxins in feed and grain. *Journal of International Dairy* 13(1): 27-28.
- Scudamore, K.A. 2004. Control of mycotoxins: Secondary processing. *Mycotoxins in Food: Detection and Control*: 174–189.

Ukwuru, M.U., C.G. Ohaegbu and A. Muritala. 2017. An Overview of Mycotoxin Contamination of Foods and Feeds. *Journal of Biochemical and Microbial Toxicology* 1(1): 1-11.

Witters, I.A. 2012. Critical control points for proper mycotoxin management. *Journal of International Poultry Production* 20(2): 22-23.