

สารพิษจากเชื้อรา: ภัยเงียบในอาหาร

รศ.น.สพ.ดร. อำนาจ พัวพลเทพ

นายกสมาคมสารพิษจากเชื้อรา

ภาควิชาเภสัชวิทยา คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารพิษจากเชื้อรา (mycotoxins) เป็นสารประกอบทุติยภูมิ (secondary metabolites) ที่สร้างจากเชื้อราชนิดที่สร้างสารพิษ (toxin producing fungi) ได้แก่ เชื้อราในตระกูล *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Clavicep*, *Alternaria* และ *Stachybotrys* ภายใต้อุณหภูมิความชื้นและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมซึ่งการผลิตและการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราเกิดขึ้นได้ทั้งในแปลงเพาะปลูกการเก็บเกี่ยว การเก็บรักษา ตลอดจนการบรรจุและการขนส่ง การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราพบมีรายงานในผลผลิตทางการเกษตรหลากหลายชนิดที่ใช้เป็นอาหารของมนุษย์และสัตว์ องค์การอาหารและการเกษตรแห่งสหประชาชาติ (Food and Agriculture Organization of the United Nations หรือ FAO) ระบุว่ากว่า 25 เปอร์เซ็นต์ของผลผลิตทางการเกษตรทั่วโลกพบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อรา การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นเป็นทางเชื่อมโยงเข้าสู่ห่วงโซ่อาหาร แล้วส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ ตลอดจนผลกระทบต่อเศรษฐกิจและการส่งออกได้

อย่างมหาศาล ซึ่งการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นก่อให้เกิดความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์และสัตว์เป็นวงกว้าง ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในผลผลิตทางการเกษตร

ผลกระทบ	ลักษณะของผลกระทบ	ปัญหา	ผู้ได้รับผลกระทบ
มนุษย์			
ทางตรง	ผลผลิตเสียหาย ไม่ได้คุณภาพ ราคาผลผลิตตกต่ำ	เศรษฐกิจ	เกษตรกร
ทางตรง	ผู้บริโภคได้รับสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหาร ส่งผลต่อสุขภาพที่อาจรุนแรงถึงแก่ชีวิต และความเสี่ยงต่อการเกิดมะเร็งเพิ่มมากขึ้น	สุขภาพ	มนุษย์ (ผู้บริโภค)
ทางอ้อม	ข้อกีดกันทางการค้า กระทบการ	เศรษฐกิจ	เกษตรกร หน่วยงานที่

	ส่งออก และมูลค่าทางการตลาดของผลผลิตลดลง		เกี่ยวข้องและเศรษฐกิจของประเทศ
สัตว์			
ทางตรง	อัตราการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตต่ำกว่าปกติ วัตถุประสงค์การเกิดโรค อัตราการป่วยและตายเพิ่มขึ้น ผลผลิตไม่ได้มาตรฐาน มูลค่าผลผลิตลดลง ต้นทุนการผลิตเพิ่มขึ้น	สุขภาพ	สัตว์
		เศรษฐกิจ	เกษตรกร
ทางอ้อม	การตกค้างของสารพิษจากเชื้อราและเมตาบอไลต์ที่มีความเป็นพิษในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มนุษย์นำไปบริโภค	สุขภาพ	มนุษย์ (ผู้บริโภค)

- การเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมทั่วโลกที่เพิ่มมากขึ้น ส่งเสริมการเจริญของเชื้อราและการผลิตสารพิษจากเชื้อรา
- การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราพบได้ในทุก ๆ ระยะของกระบวนการผลิต ตั้งแต่แปลงเพาะปลูก จนถึงภายหลังการเก็บเกี่ยว
- ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการผลิตสารพิษจากเชื้อรามีหลากหลายทำให้การควบคุมการปนเปื้อนเป็นไปได้ยาก
- รายงานพบการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราในผลผลิตเกษตรนานาชนิดทั่วโลก
- สารพิษจากเชื้อรามีความทนทานสูง ความร้อนจากการประกอบอาหารไม่สามารถทำลายสารพิษจากเชื้อราให้หมดไปอย่างสมบูรณ์ได้
- การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราสามารถพบได้แม้ว่าจะจัดเชื้อราออกจากผลผลิตแล้ว
- การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราสามารถเกิดร่วมกัน มากกว่าหนึ่งชนิดในผลผลิตทางการเกษตร และผลจากการปนเปื้อนร่วมกันนี้สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดความเป็นพิษและผลกระทบต่อสุขภาพที่เพิ่มมากขึ้น
- ผลกระทบต่อสุขภาพที่เกิดจากสารพิษจากเชื้อรามีหลายด้าน โดยสารพิษจากเชื้อราหลายชนิดเป็นพิษต่อเซลล์และระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย ขณะที่

เหตุใดสารพิษจากเชื้อราจึงเป็นปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุข

- ความต้องการอาหารเพิ่มสูงขึ้นตามจำนวนประชากรโลกที่เพิ่มขึ้น จึงส่งผลให้การดูแลคุณภาพผลผลิตไม่เพียงพอและคุณภาพของอาหารลดลง

สารพิษจากเชื้อราบางชนิดเป็นสารก่อมะเร็ง

- การได้รับสารพิษจากเชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารในปริมาณน้อยแต่ต่อเนื่องเป็นเวลานาน สามารถส่งผลกระทบต่อสุขภาพและทำให้เกิดความเจ็บป่วยขึ้นได้
- การปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในอาหารสัตว์ก่อให้เกิดการตกค้างของสารพิษจากเชื้อราหรือสารเมตาบอไลต์ของสารพิษจากเชื้อราที่มีความเป็นพิษในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น เนื้อ นมหรือไข่ ที่มนุษย์นำไปบริโภค และก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ได้
- ยังคงมีสารพิษจากเชื้อราอีกหลายชนิด นอกจากสารพิษจากเชื้อราชนิดที่มีการศึกษา รายงานและมีข้อกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนแล้ว โดยปัจจุบันมีรายงานการพบสารพิษจากเชื้อรากลุ่มอุบัติใหม่ (emerging mycotoxins) ซึ่งปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตรหลายชนิด ด้วยความถี่ของการตรวจพบที่มากขึ้นตามลำดับ ซึ่งสารพิษจากเชื้อรากลุ่มนี้มีความเป็นพิษและก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ โดยที่ยังไม่มีข้อกำหนดปริมาณการปนเปื้อน

ทางในการรับสัมผัสสารพิษจากเชื้อรา

ร่างกายของมนุษย์และสัตว์ได้รับสารพิษจากเชื้อราผ่านทางต่างๆ ได้ 3 ทาง

ได้แก่ ทางการกิน ทางการสัมผัสโดยตรง และทางการหายใจ รายละเอียดดังนี้

- การได้รับทางการกิน ถือเป็นทางหลักของการได้รับสารพิษจากเชื้อราเข้าสู่ร่างกายของทั้งมนุษย์และสัตว์ โดยสารพิษจากเชื้อราจะปนเปื้อนในอาหารสำหรับมนุษย์และสัตว์
- การได้รับทางการสัมผัสโดยตรง ซึ่งเป็นทางของการได้รับสารพิษจากเชื้อราที่สามารถดูดซึมได้ดีเมื่อสัมผัสกับผิวหนังหรือเยื่อเมือก สารพิษจากเชื้อราชนิดหลักที่สามารถเข้าสู่ร่างกายทางการสัมผัสนี้ได้แก่ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มไตรโคทีซีน โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ที่ทูทอกซิน เป็นต้น
- การได้รับทางการหายใจ การได้รับสารพิษจากเชื้อราจากการหายใจนำสารพิษจากเชื้อราที่อยู่ในอากาศเข้าสู่ร่างกาย ซึ่งพบมีรายงานในผู้ที่ทำงานกับผลผลิตที่มีการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา

ชนิดของสารพิษจากเชื้อรา

สารพิษจากเชื้อราสามารถจัดแบ่งตามชนิดของเชื้อราที่ผลิตได้ 4 กลุ่ม ได้แก่

- ❖ สารพิษจากเชื้อรากลุ่มแอสเปอริจิลลัส(Aspergillus toxins)

สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้สร้างมาจากเชื้อราตระกูล *Aspergillus* spp. ซึ่งเจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศที่ร้อนชื้น และมีช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเจริญและผลิตสารพิษระหว่าง 25-39°C สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้มักพบการปนเปื้อนในวัตถุดิบอาหาร เช่น ข้าวโพดธัญพืชต่างๆ พืช น้ำมัน กากถั่วเหลือง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง ถั่วชนิดต่าง ๆ และเครื่องเทศ เป็นต้น ซึ่งสารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้ที่สำคัญและมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ อะฟลาทอกซิน (aflatoxins) และ ออคราทอกซิน (ochratoxins) เป็นต้น

❖ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มฟูซาเรียม (Fusarium toxins)

สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้สร้างมาจากเชื้อราตระกูล *Fusarium* spp. ซึ่งมีมากมายหลายชนิดและพบมากกว่า 20 ชนิดที่สามารถผลิตสารพิษจากเชื้อราได้ ทั้งยังมีสารเมตาบอไลต์มากกว่า 150 ชนิดที่ถูกสร้างจากเชื้อราในกลุ่มนี้ โดยเชื้อรามักจะผลิตสารพิษในช่วงที่ธัญพืชกำลังเจริญเติบโตและเป็นช่วงก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิต ซึ่งเชื้อราสามารถเจริญได้ดีในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูงและอุณหภูมิต่ำในช่วงระหว่าง 5-15°C จึงทำให้พบการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้ได้ง่าย

มากยิ่งขึ้น สำหรับสารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้ที่มีความสำคัญและส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยของคนและสัตว์ ได้แก่ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มไตรโคทีซีน (trichothecenes) เช่น ที่ทูทอกซิน (T-2 toxin), ดีออกซีนิวาลีโนล (deoxynivalenol) และ นิวาลีโนล (nivalenol) นอกจากนี้ยังมีสารพิษจากเชื้อราซีราลีโนน (zearalenone) และ ฟูโมนิซิน (fumonisins) เป็นต้น

❖ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มเพนิซิลีเรียม (Penicillium toxins)

สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มนี้จะสร้างเชื้อราตระกูล *Penicillium* spp. ซึ่งสามารถก่อโรคทั้งในสัตว์และคน ส่วนใหญ่พบการปนเปื้อนของสารพิษในเมล็ดธัญพืช ข้าว ข้าวโพด ถั่วลิสง เมล็ดกาแฟ เป็นต้น และสารพิษที่เกิดจากการสร้างของเชื้อราในกลุ่มนี้ที่สำคัญ คือ ochratoxins ซีไตรนิน (citrinin) และ พาทุลิน (patulin) เป็นต้น

❖ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มอื่นๆ (Miscellaneous toxins)

นอกจากสารพิษจากเชื้อรา 3 กลุ่มที่สำคัญที่กล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีรายงานถึงการปนเปื้อนและอันตรายที่เกิดจากสารพิษจากเชื้อราในกลุ่มอื่น เช่น สารพิษ ergot alkaloids ซึ่งสร้างจากเชื้อรา *Clavisep* spp. เป็นต้น

สารพิษจากเชื้อราและการปนเปื้อนใน ผลผลิตเกษตรและอาหารต่าง ๆ

การปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราที่มี
รายงานในผลผลิตเกษตรชนิดต่าง ๆ โดย
ผลผลิตทางการเกษตรชนิดหลักที่พบว่ามี
การปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราแต่ละชนิด
รวบรวมไว้ในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 สารพิษจากเชื้อราและผลผลิต
ทางการเกษตรชนิดหลักที่พบการปนเปื้อน

สารพิษ จากเชื้อ รา	เชื้อราหลักที่ผลิตสารพิษ	ผลผลิตทาง การเกษตรหลักที่ พบการปนเปื้อน
อะฟลา ทอกซิน	<i>Aspergillus (bombycis, flavus, nomius, ochraceoseus, parasiticus, parvisclerotigenus, pseudotamarii, rambellii, toxicarius)</i>	ธัญพืช ผลิตภัณฑ์ จากธัญพืช ถั่ว เมล็ด พืชน้ำมัน ผลไม้ แห้ง เครื่องเทศ นม และผลิตภัณฑ์จาก นม ไข่ และเนื้อสัตว์
ออกครา ทอกซิน	<i>Aspergillus (alliaceus, auricomus, carbonarius, cretensis, flocculosus, glaucus, lacticoffeatus, meleus, niger, ochraceus, pseudoelegans, roseoglobulosum, sclerotioniger, sclerotiorum, steynii, sulphureus, westerdijkiae); Penicillium (nordicum, verrucosum)</i>	ธัญพืช ผลิตภัณฑ์ จากธัญพืช กาแฟ และเมล็ดโกโก้ ไวน์ เบียร์ ผลไม้ แห้ง เครื่องเทศ

ไตรโคที ซีน (ทีทู ทอกซิน นิวาเลีย นอล ดี ออกซิน วาเลีย นอล)	<i>Fusarium (acuminatum, armeniacum, culmorum, crookwellense, equisetii, graminearum, kyushuense, langsethiae, poae, pseudograminearum, sambucinum, scirpi, sporotrichioides, venantum)</i>	ธัญพืชและ ผลิตภัณฑ์จาก ธัญพืชชนิดต่างๆ
ซีราลี โนน	<i>Fusarium (crookwellense, culmorum, equiseti, graminearum, incarnatum, pseudograminearum, semitectum, sporotrichioides, verticillioides)</i>	ธัญพืช ผลิตภัณฑ์ จากธัญพืชชนิด ต่างๆ และกล้วย
ฟูโมนิ ซิน	<i>Fusarium (anthophilum, dlamini, fujikuroi, globosum, napiforme, nygamai, oxysporum, polyphialidicum, proliferatum, pseudonygamai, thapsinum, verticillioides)</i>	ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าว
พาทูลิน	<i>Penicillium patulum, P. crustosum, P. expansum, P. roqueforti</i>	ผลไม้ชนิดที่มีความ เป็นกรดน้อย เช่น แอปเปิ้ล ลูกแพร์พืช อู่นแอปเปิ้ลคอตและ ผลิตภัณฑ์จากผลไม้

อย่างไรก็ตาม มีรายงานการ

ปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราชนิดต่างๆ
ซึ่งเป็นสารพิษจากเชื้อราชนิดใหม่เพิ่มขึ้น
จากเดิม ทำให้ในปัจจุบันมีชนิดของสารพิษ

จากเชื้อราที่พบมีรายงานเพิ่มขึ้น โดย สารพิษจากเชื้อราชนิดใหม่ที่มีรายงานนี้รวม เรียกว่า “emerging mycotoxins”

❖ สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มอุบัติการณ์ใหม่ (emerging mycotoxins)

สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มอุบัติการณ์ใหม่ หรือ emerging mycotoxins หมายถึง สารพิษจากเชื้อราชนิดที่ไม่ใช่สารพิษจากเชื้อราชนิดหลักที่มีการศึกษาและตรวจวิเคราะห์เพื่อทราบการปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตร ตลอดจนยังไม่มีการกำหนดระดับการปนเปื้อนในผลผลิตเกษตรที่ยอมรับได้ ทว่าเป็นสารพิษจากเชื้อราที่มีความเป็นพิษและผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยปริมาณการปนเปื้อนที่พบมีความหลากหลายและมีบางรายงานที่พบการปนเปื้อนในระดับสูง อีกทั้งมีความถี่ของการปนเปื้อนเพิ่มมากขึ้นตามลำดับ สารพิษจากเชื้อราที่จัดอยู่ในกลุ่มอุบัติการณ์ใหม่ และพบมีรายงานในปัจจุบัน หากแบ่งตามชนิดของเชื้อราที่ผลิตจะสามารถจำแนกได้เป็น 4 กลุ่มย่อย ประกอบด้วย

- สารพิษจากเชื้อราอุบัติใหม่ที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่มฟูซาริแอม ได้แก่ บิวเวอริซิน (beauvericin; BEA) โม นิ ลิ ฟ อ ร์ มิน (moniliformin; MON) ฟูซาริก แอซิด (fusaric acid; FA) คัลโมริน (culmorin; CUL) และ บูทีโนไลด์ (butenolide;

BUT) และ เอนเนียทิน (enniatins; ENNs) ซึ่งประกอบไปด้วยกลุ่มย่อยคือ enniatin A, A1, B, B1 เป็นต้น

- สารพิษจากเชื้อราอุบัติใหม่ที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่มแอสเปอร์จิลลัส ได้แก่ สเตอริกมาโตซิสทิน (sterigmatocystin; STE) และ อีโมดิน (emodin; EMO) เป็นต้น
- สารพิษจากเชื้อราอุบัติใหม่ที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่มเพนนิซิลีเรียม ได้แก่ ไมโคฟีโนลิกแอซิด (mycophenolic acid; MPA) เป็นต้น
- สารพิษจากเชื้อราอุบัติใหม่ที่ผลิตจากเชื้อราในกลุ่มอัลเทอร์นาเรีย ได้แก่ อัลเทอร์นารีโอล (alternariol; AOH, อัลเทอร์นารีโอลโมโนเมทิลอีเทอร์ (alternariolmonomethyl ether; AME) เป็นต้น

ตารางที่ 3 สารพิษจากเชื้อราในกลุ่มอุบัติการณ์ใหม่และผลผลิตทางการเกษตรชนิดหลักที่พบการปนเปื้อน

สารพิษจากเชื้อรา	เชื้อราหลักที่ผลิตสารพิษ	ผลผลิตทางการเกษตรหลักที่พบการปนเปื้อน
บิวเวอริซิน	<i>Fusarium (acuminatum, armeniacum, anthropilum, avenaceum, beomiforme, dlamini, equiseti, fujikuroi, globosum, langsethiae, longipes, nygamai, oxysporum, poae,</i>	ธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากธัญพืชชนิดต่างๆ

	<i>proliferatum,</i> <i>pseudoanthophilum,</i> <i>sambucinum, semitectum,</i> <i>sporotrichioides, subglutinans)</i>	
เอนเนีย ทิน	<i>Fusarium (acuminatum,</i> <i>avenaceum, langsethiae,</i> <i>lateritium, poae,</i> <i>proliferatum, sambucinum,</i> <i>sporotrichioides,</i> <i>tricinctum)</i>	ธัญพืชและ ผลิตภัณฑ์จาก ธัญพืชชนิดต่างๆ
โมนิลี ฟอร์ มิน	<i>Fusarium (acuminatum,</i> <i>avenaceum, culmorum,</i> <i>equiseti, fujikuroi,</i> <i>napiforme, nygamai,</i> <i>oxysporum, proliferatum,</i> <i>pseudonygamai,</i> <i>sporotrichioides,</i> <i>subglutinans, thapsinum,</i> <i>tricinctum, verticillioides)</i>	ธัญพืชและ ผลิตภัณฑ์จาก ธัญพืชชนิดต่างๆ
อัล เทอร์ นารี ออล	<i>A. alternata and A.</i> <i>arborescens</i>	ธัญพืช ผลิตภัณฑ์จาก ธัญพืช ผลไม้ ผัก ไวน์ และ ผลิตภัณฑ์จาก ผลไม้ เช่น ผลไม้ อบแห้ง

ความเป็นพิษและผลกระทบต่อสุขภาพ
จากการได้รับสารพิษจากเชื้อรา

❖ สารพิษจากเชื้อราอะฟลาทอกซิน

สารพิษจากเชื้อราชนิดนี้ผลิตขึ้นจากเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *Aspergillus parasiticus* และ *Aspergillus nomius* ซึ่งพบปนเปื้อนเสมอในในเมล็ดธัญพืชที่มีพลังงานสะสมอยู่มาก สารพิษในกลุ่มนี้ที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติมีด้วยกัน 4 ชนิดได้แก่ สารพิษ aflatoxin ชนิด B₁, ชนิด B₂, ชนิด G₁ และ ชนิด G₂ นอกจากนี้ยังมีสารพิษชนิด M₁ และ M₂ ซึ่งเป็นสารอนุพันธ์จากกระบวนการไฮดรอกซิเดชัน(hydroxylation) ที่ได้จากกระบวนการเมตาบอลิซึมสารพิษจากเชื้อราชนิด B₁ และ B₂ ภายในร่างกายสัตว์ ตามลำดับ และสามารถตรวจพบได้ในเนื้อเยื่อต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง น้ำมันซึ่งสารพิษ aflatoxin B₁ (AFB₁) พบมีรายงานการปนเปื้อนในธรรมชาติสูงสุดและมีเป็นพิษรุนแรงมาก คือมีความเป็นพิษต่อตับ ไต ระบบภูมิคุ้มกัน อีกทั้งเป็นสารก่อลูกวิรูป (teratogen) สารก่อกลายพันธุ์ (mutagen) นอกจากนี้องค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer; IARC) ได้จัดให้ AFB₁ และ AFM₁ เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen) ในมนุษย์ (IARC กลุ่มที่ 1) อีกด้วย

❖ สารพิษจากเชื้อราออกราทอกซิน

ผลิตจากเชื้อราในตระกูล *Aspergillus* spp. หลายชนิด โดยเฉพาะอย่าง

ยั้ง *Aspergillus ochraceus* และสามารถผลิตได้จากเชื้อราในตระกูล *Penicillium* spp. เช่น *Penicillium verrucosum* ได้อีกด้วย โดยพบปนเปื้อนของสารพิษในวัตถุดิบทางการเกษตร เช่น ถั่วชนิดต่างๆ ข้าวโพด ข้าวสาลี เมล็ดกาแฟ และ ผลิตภัณฑ์แปรรูปเช่น ไข่กรอก แฮม เบคอน ไวน์และน้ำองุ่น เป็นต้น โดยสารพิษในกลุ่มนี้ที่พบมีการปนเปื้อนตามธรรมชาติเสมอและมีความเป็นพิษสูงที่สุด ได้แก่ ออกราทอกซิน เอ (ochratoxin A, OTA) ซึ่งความเป็นพิษของสารพิษจากเชื้อรานี้จะมีผลกระทบหลักต่อการทำงานของไต สามารถเหนี่ยวนำให้เกิดภาวะไตวายทั้งแบบเฉียบพลันและแบบเรื้อรังขึ้นกับปริมาณของสารพิษที่ได้รับ มีรายงานการผ่อของเยื่อปอดไตและพบการรั่วของโปรตีนออกทางปัสสาวะ อาการอาจเริ่มจากอาการโดยทั่วไป เช่น เบื่ออาหาร ซึม อ่อนเพลีย ปวดศีรษะ ความรุนแรงของอาการจะสัมพันธ์กับเซลล์ของท่อไตที่ถูกทำลาย ขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน ดีเอ็นเอและอาร์เอ็นเอ ตลอดจนส่งเสริมให้เกิดการทำลายเซลล์จากสารอนุมูลอิสระซึ่งเป็นผลจากการกระตุ้นให้เกิดกระบวนการ lipid peroxidation อีกด้วย

❖ ทัททอกซิน

สารพิษชนิดนี้เป็นสารพิษจากเชื้อราในกลุ่ม ที่สร้างขึ้นจากเชื้อรา *F.*

sporotrichioedes และ *F. tricinctum* ซึ่งเจริญได้ดีในสภาพอากาศที่มีความชื้นสูง ฝนตกชุกและอุณหภูมิค่อนข้างเย็น การปนเปื้อนมักพบในข้าวโพดและเมล็ดธัญพืช สำหรับความเป็นพิษของสารพิษชนิดนี้จะมีสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารพิษชนิดอื่นๆภายในกลุ่ม และสามารถก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งจากการสัมผัสโดยตรงกับเนื้อเยื่อ การสูดดมผ่านการหายใจและการกิน ซึ่งสารพิษนี้จะมีผลต่อเซลล์ที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูงและแบ่งตัวอย่างรวดเร็วเช่น เซลล์ไขกระดูกและเซลล์เยื่อบุผนังทางเดินอาหาร สำหรับอาการที่เกิดขึ้นจากการได้รับสารพิษคือ เบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน เกิดการอักเสบอย่างรุนแรงและมีการหลุดลอกของเนื้อเยื่อในบริเวณที่สัมผัสกับสารพิษ เช่น ผิวหนังและภายในช่องปาก และพบการเกิดเนื้อตายที่ลำไส้ซึ่งส่งผลต่อการดูดซึมสารอาหารและเกิดการท้องเสียรุนแรงขึ้นตามมา ซึ่งสารพิษชนิดนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดโรค alimentary toxic aleukia (ATA) ในคนด้วย

❖ ดืออกซึ่หิวาลีฮอล

สารพิษนี้ผลิตจากเชื้อรา *Fusarium graminearum* และ *F. culmonum* ซึ่งพบมีการปนเปื้อนสูงในข้าวสาลี ข้าวโพด ข้าวบาร์เลย์และข้าวสาลี และมีรายงานว่าสารพิษจากเชื้อราชนิดนี้เป็นสารพิษที่พบมีอัตราการปนเปื้อนในผลผลิตทางการเกษตร

สูงที่สุดในกลุ่มไตรโคทีซีนโดยความเป็นพิษ และผลกระทบที่เกิดขึ้นมักมีความรุนแรงอยู่ในระดับต่ำถึงปานกลาง ขึ้นกับปริมาณสารพิษและชนิดของสิ่งมีชีวิตที่ได้รับ ซึ่งตามรายงานระบุว่า สุกกรเป็นสัตว์ที่มีความไวในการเกิดพิษสูงสุด ขณะที่สัตว์กระเพาะรวมเช่น โคและกระบือจะมีความทนต่อสารพิษได้ดี อาการที่พบประกอบด้วย เบื่ออาหาร คลื่นไส้และอาเจียน กรณีที่ได้รับสารพิษขนาดต่ำต่อเนื่องเป็นเวลานาน ผลกระทบหลักที่เกิดขึ้นนอกเหนือจากเรื่องของ การให้ผลผลิตที่ลดต่ำลงแล้ว ยังมีผลกีดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกัน ทำให้เกิด ความสูญเสียทางเศรษฐกิจจากการไม่ตอบสนองต่อการทำวัคซีนและการเพิ่มขึ้นของอัตราการเจ็บป่วยอีกด้วย

❖ ซีราลีโนน

สารพิษผลิตจากเชื้อราตระกูลฟูซาริ เรียมหลายชนิด และจะถูกผลิตจาก *Fusarium graminearum* เป็นหลัก การปนเปื้อนของสารพิษชนิดนี้มักจะมีในข้าวโพด ข้าวสาลีและข้าวฟ่างนอกจากนี้ยังพบในผลิตภัณฑ์แปรรูปจากธัญพืชเช่น ซีเรียลได้ ในปริมาณที่สูงอีกด้วย ความเป็นพิษของ สารชนิดนี้ต่อเซลล์นั้นมีระดับที่ต่ำกว่า สารพิษในกลุ่มไตรโคทีซีน แต่จะมีกลไกการ

ออกฤทธิ์ที่เกี่ยวกับฮอร์โมนเพศหญิงกลุ่ม เอสโตรเจน (estrogenic-like substances) และมีผลต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ใน สัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเป็นหลัก ซึ่งสัตว์ที่มีความไวต่อการเกิดพิษสูงสุดคือ สุกกร และมี รายงานความผิดปกติในสัตว์กระเพาะรวม เช่น โค อีกด้วย โดยอาการความเป็นพิษที่ พบได้แก่ การบวมหรือขยายใหญ่ของ อวัยวะสืบพันธุ์คล้ายกำลังอยู่ในระยะเป็นสัด ร่วมกับมีการบวมหน้าของเต้านม เยื่อบุ บริเวณปากช่องคลอดจะบวมหน้าและมีการ ขยายตัวของเส้นเลือด ซึ่งหากการ บวมมีมาก สัตว์จะแสดงอาการปวดบ่งบอย และจะทำให้ช่องคลอดโผล่ยื่นออกมาด้าน นอกกรรมถึงอาจมีส่วนของทวารหนักยื่นออก มาร่วมด้วย

❖ ฟุโมนิซิน

ฟุโมนิซินเป็นกลุ่มของสารพิษจาก จากเชื้อราที่ถูกผลิตขึ้นตามธรรมชาติจาก เชื้อรา *Fusarium verticillioides* เป็นหลัก ซึ่ง สารพิษในกลุ่มนี้ที่พบมีการปนเปื้อนตาม ธรรมชาติมีหลายชนิด แต่ชนิดที่พบมาก ที่สุดและมีความเป็นพิษรุนแรงมีด้วยกัน 2 ชนิดคือ fumonisin B₁ (FB₁) และ fumonisin B₂ (FB₂) โดยมักตรวจพบในข้าวโพดหรือ อาหารที่มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบ ความเป็นพิษของสารกลุ่มฟุโมนิซินเกิดจากการที่ สารพิษมีโครงสร้างคล้ายคลึงกับสฟิงโกซีน

(sphingosine) ซึ่งเป็นโครงสร้างหลักของ สฟิง โกลิ ลิ ด (sphingolipid) และ มีความจำเพาะในการยับยั้งการทำงานของ เอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิซึมของสฟิงโกลิ ลิ ด ส่งผลให้มีสารตั้งต้นในกระบวนการเพิ่มสูงขึ้นจนกระทบต่อการ ทำงานของระบบต่างๆ เช่น ระบบประสาท ระบบหัวใจและหลอดเลือด ซึ่งม้าและสุกร เป็นสัตว์ที่มีความไวต่อการเกิดพิษสูงสุด โดยสารพิษเป็นสาเหตุของโรค equine leukoencephalomalacia (ELEM) ในม้า และโรค porcine pulmonary edema (PPE) ที่เกิดในสุกร ทั้งนี้ความรุนแรงของโรคจะผันแปรตามขนาดของสารพิษที่ได้รับ กรณีที่ได้รับสารพิษในปริมาณมากจะสามารถเหี่ยวเฉาให้สัตว์ที่มีความไวทั้งสองชนิดตายอย่างเฉียบพลันได้ นอกจากนี้ยังมี รายงานที่แสดงความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างการได้รับสารพิษกับการเกิดมะเร็ง หลอดอาหารในคนอีกด้วย

❖ สารพิษจากเชื้อรากลุ่ม อุบัติการณ์ใหม่

รายงานความเป็นพิษของ สารพิษจากเชื้อรากลุ่มอุบัติการณ์ใหม่ยังมี อย่างจำกัด จากผลการศึกษาวิจัยใน ห้องปฏิบัติการพบว่า สารพิษกลุ่มนี้มีความ เป็นพิษต่อเซลล์ และมีผลกีดการทำงาน ของระบบภูมิคุ้มกันเป็นหลัก นอกจากนี้ยัง

พบว่า alternariol, beauvericin และ enniatin B มีความเป็นพิษต่อระบบ สืบพันธุ์ด้วยการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้มีข้อมูลด้านความเป็นพิษ และผลกระทบต่อ สุขภาพจากการได้รับสารพิษในกลุ่มนี้ ตลอดจนการประเมินและจัดกลุ่ม ความสามารถในการก่อมะเร็งในมนุษย์ของ สารในกลุ่มนี้โดยองค์การวิจัยโรคมะเร็งนานาชาติ (IARC) จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง

เอกสารอ้างอิง

- Aidoo, K.E. (2008). Food Quality Standard-Mycotoxins, natural contamination in food chain. Available from: <http://www.eolss.net/Eolss-sampleAllChapter.aspx>.
- Bryden, W.L. (2007). Mycotoxins in food chain: human health implication. *Asia Pac J Clin Nutr.* 16 (Suppl 1):95-101.
- Council on Agricultural Science and Technology (CAST). 2003. Mycotoxin: Risks in plant, animal and human systems. Task Force Report Number 139, Ames, IA, USA, 199 pp.
- 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.
- Fraeyman, S., Croubels, S., Devreese M., and Antonissen G., (2017). Emerging fusarium and alternaria mycotoxins: occurrence, toxicity and toxicokinetics. *Toxin (Basel)*, 9(7): 228.
 - Gruber-Dorninger, C., Novak, B., Nagl, V. and Berthiller, F., (2017). Emerging mycotoxins: beyond traditionally determined food contaminants. *J. Agric. Food Chem.* 65, 7052–7070.
 - Logrieco, A.F., Miller, J.D., Eskola, M., Krska, R., Ayalew, A., Bandyopadhyay, R., Battilani, P., Bhatnagar, D., Chulze, S., De Saeger, S., Li, P., Perrone, G., Poapolathep, A., Rahayu, E.S., Shephard, G.S., Stepman, F., Zhang, H., Leslie, J.F., (2018). The mycotox charter: Increasing awareness of, and concerted action for, minimizing mycotoxin exposure worldwide. *Toxins (Basel)*, 10(4): 149.
 - Milićević, D.R., Škrinjar, M., and Baltić, T., (2010). Real and perceived risks for mycotoxin contamination in food and feeds: challenges for food safety control. *Toxins (Basel)*, 2: 572-592.
 - Smith, M.C., MadecS, Coton E, and Hymery N., (2016). Natural co-occurrence of mycotoxins in foods and feeds and their *in vitro* combined toxicological effects. *Toxins (Basel)*. 8(4): 94.
 - Wild, C.P. and Gong, Y.Y., (2010). Mycotoxins and human diseases: a largely ignored global health issue. *Carcinogenesis*, 31: 71-82.

