วิธียับยั้งการเกิดอะฟลาทอกซินในข้าวโพด

วิไลวรรณ ธนโรจน์ประดิษฐ์

ข้าวโพด เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศ จัดเป็นสินค้าออกที่สำคัญอันดับ 4 รองจากข้าว ยางพารา และผลิตภัณฑ์มันสำปะหลัง ความต้องการของตลาดโลกมีแนวโน้มสูงขึ้นเรื่อย ๆ การส่งออกข้าวโพดนำเงินตราเข้าประเทศเป็นจำนวนพันล้านบาท ประเทศคู่ค้าของเราคือ ญี่ปุ่น ไต้หวัน สาธารณรัฐประชาชนจีน สิงค์โปร์ ฮ่องกง มาเลเซีย และประเทศอื่น ๆ

ผลผลิตข้าวโพดที่ส่งออกประมาณร้อยละ 80 อีกร้อยละ 20 ที่เหลือสำหรับใช้ภายในประเทศและทำพันธุ์ แหล่งเพาะปลูกกระจายไปตามจังหวัดต่าง ๆ เช่น เพชรบูรณ์ ลพบุรี นครราชสีมา นครสวรรค์ เลย ปราจีนบุรี สระบุรี อุทัยธานี กำแพงเพชร พิษณุโลก เป็นต้น ใช้ปลูกเป็น 2 ระยะ รุ่นแรกปลูกในต้นฤดูฝน เดือนพฤษภาคม-มิถุนายน เก็บเกี่ยวในเดือนกรกฎาคม รุ่นที่ 2 ปลูกระยะปลายฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม-กลางเดือนสิงหาคม และเก็บเกี่ยวได้ในเดือนตุลาคม

เนื่องจากระยะเวลาของการเก็บเกี่ยวอยู่ในช่วงฤดูฝนทำให้ไม่มีแสงแดดพอที่จะตากข้าวโพดให้แห้งก่อนส่งไซโลที่มีเครื่องอบ เมล็ดข้าวโพดมักมีความชื้นสูงพอเหมาะแก่การเจริญของเชื้อรา ราบางชนิดที่เกิดขึ้นจะสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน ประเทศผู้รับซื้อข้าวโพดจะตั้งเกณฑ์กำหนดเกี่ยวกับปริมาณอะฟลาทอกซินที่มีได้ในข้าวโพดไว้ดังนี้ ญี่ปุ่น รับซื้อข้าวโพดที่มีอะฟลาทอกซินปริมาณไม่เกิน 10 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ฮ่องกงกำหนดไม่เกิน 20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม จีนไม่เกิน 50 ไมโครกรัม/กิโลกรัม และมาเลเซียไม่เกิน 35 ไมโครกรัม/กิโลกรัม จึงทำให้การส่งออกข้าวโพดของไทยประสบปัญหาจากเงื่อนไข ปริมาณอะฟลาทอกซินของผู้รับซื้อมาโดยตลอด

การบริโภคข้าวโพดของคนภายในประเทศมีอยู่หลายรูปแบบ เช่น น้ำมันข้าวโพด แป้งข้าวโพด อาหารว่างประเภทขบเคี้ยวชนิดต่าง ๆ ที่ทำจากข้าวโพด และใช้สำหรับเป็นอาหารสัตว์

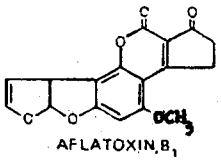
ถ้าคนหรือสัตว์ได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินเข้าไปในร่างกายในปริมาณน้อย มักจะไม่มีอาการปรากฏอย่างรุนแรงแต่สารพิษอะฟลาทอกซินนี้จะมีผลทำให้ภูมิคุ้มกันในตัวคนและสัตว์ลดน้อยลง เนื่องจากมีการสร้างโปรตีนลดลงจนทำให้เป็นโรคติดเชื้อได้ง่าย เช่น ติดเชื้อโรคที่เกิดจากเชื้อรา โรคบิด และการเจริญเติบโตช้าลง ผลลัพธ์ที่เกิดกับวัวนม คือจะให้น้ำนมน้อยลง เป็ดหรือไก่ไข่จะให้ไข่ลดลง ถ้าเป็นสัตว์ที่ใช้ทำพันธุ์จะทำให้อัตราการผสมติดน้อยลง ผลเหล่านี้ก่อให้เกิดการสูญเสียทางเศรษฐกิจของเจ้าของสัตว์เป็นจำนวนมาก หรือถ้ามีการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาทอกซินในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการเป็นพิษขึ้นทันทีแตกต่างกันไปแล้วแต่ปริมาณที่ได้รับดังเช่น มีเลือดออกตับอักเสบแบบเฉียบพลัน ไตอักเสบ มะเร็งที่ตับ ต่อมาอาจเสียชีวิต สารพิษนี้จะสะสมในตับ ไข่ เนื้อ และน้ำนม พิษจากผลิตภัณฑ์อาหารที่มีสารพิษสะสมอยู่จะเป็นอันตรายแก่ผู้บริโภคด้วย

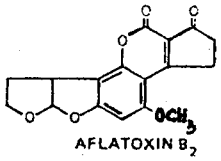
มีรายงานเกี่ยวกับการเกิดพิษอย่างเฉียบพลันในคนที่ประเทศอินเดีย ผู้บริโภคข้าวโพดที่มีอะฟลาทอกซินประมาณ 6.25 และ 15.6 มิลลิกรัม/กิโลกรัม หรือกินเข้าไปประมาณ 2-6 มิลลิกรัมต่อวัน เกิดอาหารเจ็บป่วยและถึงแก่ชีวิตจำนวนร้อยราย และในประเทศโมแซมบิค ได้มีการศึกษาการเกิดมะเร็งที่ตับ พบว่าถ้าได้รับอะฟลาทอกซินเข้าไปประมาณ 2.5 นาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน จะทำให้อัตราการเกิดมะเร็งที่ตับเพิ่มขึ้นจาก 2-3 เป็น 14 รายใน 100,000 คน เป็นต้น จะเห็นได้ว่า นอกจากจะเป็นปัญหาสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศแล้ว สารพิษอะฟลาทอกซินยังเป็นปัญหาต่อความปลอดภัยของชีวิตมนุษย์และสัตว์ที่ได้รับสารพิษนี้อีกด้วย

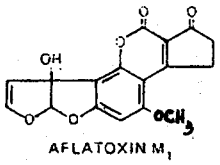
อะฟลาทอกซินเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์โดยเชื้อรา Aspergillus flavus และ Aspergillus parasiticus เชื้อราเหล่านี้เกิดขึ้นได้ทั่วไปตามพื้นดิน อากาศ ต้นไม้ ส่วนใหญ่จะพบราและสปอร์ของราตามโกดังเก็บเมล็ดหรือสายพานที่ใช้ลำเลียงเมล็ดพืช ปัจจัยที่ทำให้เกิดสารพิษอะฟลาทอกซิน คือ ความชื้นในข้าวโพด ประมาณร้อยละ 10-17 ความชื้นใน อากาศประมาณร้อยละ 70-90 อุณหภูมิประมาณ 25-35 องศาเซลเซียส สารอาหารพวกโปรตีนและแป้งที่มีอยู่ในเมล็ดข้าวโพดทั้งหมดนี้ทำให้เชื้อราเจริญเติบโตได้ดีและสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินภายใน 48 ชั่วโมง เมล็ดข้าวโพดที่มีเชื้อราจะมีสีดำ เหลือง หรือซีดกว่าปกติ

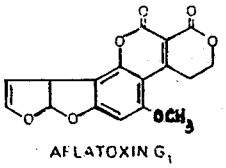
อะฟลาทอกซินมีอยู่ 4 ชนิดซึ่งมักจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กัน คือ B_1 B_2 G_1 และ G_2 ส่วนชนิด M_1 เป็นอะฟลาทอกซิน B_1 ที่เข้าไปในร่างกายแล้วจะถูกเมตาบอไลซ์เป็นอะฟลาทอกซิน M_1 ในน้ำนมวัวอาจพบ M_1 ได้ ถ้าแม่วัวได้รับอาหารที่มีอะฟลาทอกซิน B_1

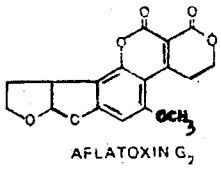
สูตรโครงสร้างทางเคมีของอะฟลาทอกซินคล้ายกับสาร coumerin











มีคุณสมบัติเรืองแสง เมื่อส่องด้วยแสงอัลตราไวโอเลต พบว่าชนิด B_1 และ B_2 เรืองแสงเป็นสีน้ำเงิน ส่วนชนิด G_1 และ G_2 เรืองแสงสีเขียว ระดับความเป็นพิษ ชนิด B_1 จะมีพิษรุนแรงที่สุดและพบมากที่สุดด้วย

เนื่องจากอะฟลาทอกซินสามารถทนความร้อนได้สูงถึงอุณหภูมิ 260 องศาเซลเซียส (500 องศาฟาเรนไฮต์) จึงเป็นการยากที่จะทำลายด้วยความร้อน การทำอาหารหุงต้มธรรมดาจะไม่ทำให้สารพิษหมดไปและถึงแม้ว่าเชื้อราที่เป็นสาเหตุให้เกิดสารอะฟลาทอกซินจะถูกทำลายหรือหายไปแต่สารพิษอะฟลาทอกซินจะยังคงอยู่ได้

ด้วยเหตุนี้จึงได้มีการศึกษาค้นคว้าวิจัยวิธียับยั้งการเกิดอะฟลาทอกซินในข้าวโพด ผลของการวิจัยที่ผ่านมาได้มีการศึกษาหาวิธีที่จะป้องกันการปนเปื้อนของอะฟลาทอกซิน ในขั้นแรกป้องกันการเกิดเชื้อราตั้งแต่ระยะก่อนปลูก ก่อนการเก็บเกี่ยว วิธีการเก็บเกี่ยว และหลังจากเก็บเกี่ยวดังนี้

ระยะก่อนปลูก ควรเลือกใช้พันธุ์ข้าวโพดที่มีความต้านทานต่อเชื้อราสูง เช่น พันธุ์สุวรรณ 1 และ 2 จัดระยะเวลาเพาะปลูกให้อยู่ในช่วงกลางฤดูฝนคือเดือนมิถุนายน-กรกฎาคม เพื่อจะเก็บเกี่ยวได้ในช่วงปลายเดือนตุลาคม หรือต้นเดือนพฤศจิกายน ซึ่งหมดฤดูฝนเข้าสู่ฤดูหนาว (หน้าแล้ง) ฝักข้าวโพดจะแห้งสนิทไม่มีความชื้นมากนักเชื้อราก็จะไม่เกิด อะฟลาทอกซินก็จะไม่มีในข้าวโพด นอกจากนี้ไม่ควรปลูกข้าวโพดซ้ำในแปลงเดียวกัน ควรปลูกพืชอื่นหมุนเวียน

ก่อนการเก็บเกี่ยว ระหว่างข้าวโพดเจริญเติบโต ควรดูแลรักษาป้องกันการถูกทำลายในระหว่างที่อยู่ในแปลงเพาะปลูก ถ้าเป็นโรคหรือถูกแมลงเจาะเสียหายเป็นแผล เชื้อราสามารถเข้าทำลายตามแผลเหล่านั้น ทำให้มีโอกาสเกิดอะฟลาทอกซินได้ง่าย

วิธีเก็บเกี่ยว ต้องปรับปรุงวิธีการไม่ให้เมล็ดข้าวโพดแตกระหว่างเก็บเกี่ยว เพราะจะทำให้เชื้อราเข้าไปเจริญและแพร่กระจาย ควรเก็บข้าวโพดทันทีเมื่อแก่จัด อย่าปล่อยทิ้งไว้

หลังจากเก็บเกี่ยว ควรทำความสะอาดและตากแห้งทันที คัดเมล็ดที่ผิดปกติออกทิ้ง เก็บไว้ในภาชนะที่ปิดและแห้งสนิท ซึ่งมีรายงานของกรมวิชาการเกษตรว่าวิธีป้องกันการเกิดอะฟลาทอกซินในข้าวโพดที่ต้องเก็บรักษาไว้เป็นเวลานาน ให้นำถุงพลาสติกซ้อนไว้ในกระสอบป่านชั้นหนึ่งก่อนบรรจุข้าวโพดที่สีแล้ว แล้วปิดถุงไว้ให้แน่น วิธีนี้สามารถเก็บเมล็ดข้าวโพดไว้ได้โดยปราศจากอะฟลาทอกซินนานกว่าหนึ่งเดือนครึ่ง

แม้ว่าจะมีการป้องกันการเกิดเชื้อราและอะฟลาทอกซิน ตั้งแต่เริ่มการปลูกข้าวโพดดังกล่าวข้างต้น แต่มักจะพบอยู่เสมอว่าข้าวโพดมีการปนเปื้อนอะฟลาทอกซิน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาวิธียับยั้งการเกิดอะฟลาทอกซิน โดยวิธีทางเคมี ซึ่งมีหลายวิธีคือ

1. การเก็บเมล็ดข้าวโพดภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถชะลอการเกิดอะฟลาทอกซินได้ และถ้าทำให้ปริมาณออกซิเจนลดลงถึงร้อยละ 3 แล้วจะไม่มีอะฟลาทอกซินเกิดขึ้นเลย

2. การฉายรังสีแกมม่า สามารถลดอะฟลาทอกซินได้กว่าร้อยละ 90 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของรังสีแกมม่าที่ใช้ด้วย

3. การใช้สารเคมี สารเคมีบางชนิดมีคุณสมบัติยับยั้งการเจริญของเชื้อราและการสร้างอะฟลาทอกซิน พบว่า โซเดียมเบนโซเอท ขนาดร้อยละ 1.0 และกรดโปรปิโอนิค ขนาดร้อยละ 0.1-0.4 โดยปริมาตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา Aspergillus flavus ได้ แอมโมเนียมคาร์บอเนต ขนาดร้อยละ 2.0 สามารถทำลายอะฟลาทอกซินได้ประมาณร้อยละ 95

สำหรับสารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ได้ผล คือ tetrasodium pyrophosphate (TSPP) และ sodium hexametaphosphate, glassy (SPG) ในสภาพกรด เมื่อโรยหรือสเปรย์ผงของสาร TSPP-หรือ SPG ในปริมาณร้อยละ 2.0 พบว่าการเกิดของเชื้อรา Aspergillus flavus และ Aspergillus parasiticus มีน้อยมากและไม่เกิดขึ้น ปริมาณอะฟลาทอกซินลดลง พบน้อยมากจนถือได้ว่าไม่เกิดขึ้นเลย ดังตารางเปรียบเทียบระหว่างข้าวโพดที่เป็น control ไม่ใส่สารประกอบฟอสเฟต และใช้สารประกอบฟอสเฟต

สารประกอบฟอสเฟต	%(w/w)	%การไม่เกิดเชื้อรา		อะฟลาทอกซิน B_1 (ไมโครกรัม/กก.)	
		A.flavus	A.parasiticus	A.flavus	A.parasiticus
Control (no phosphate)	0.0	68.5	73.5	890	1,073
TSPP	2.0	96.5	97.5	5	3
SPG (acidic)	2.0	100.0	99.5	7	1

การใช้สารประกอบฟอสเฟต 2 ชนิดนี้ ไม่เพียงแต่จะยับยั้งการเกิดเชื้อราในตระกูล Aspergillus เท่านั้น ยังมีผลยับยั้งการเกิดของเชื้อราในตระกูล Fusarium และ Penicillium ในธรรมชาติอีกด้วย

สารประกอบฟอสเฟตอีกชนิดคือ tricalcium phosphate ใช้ในปริมาณร้อยละ 2 จะมีผลต่อการลดการติดเชื้อราในข้าวโพดที่มีรอยแตกของเมล็ดได้ประมาณร้อยละ 20-30

เนื่องจากสารเคมีที่กล่าวมาแล้วทั้งหมดเป็นสารเคมีที่ใช้ได้ในอาหารตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 84 (2527) ดังนั้น การใช้สารเคมีนี้ในข้าวโพดถือได้ว่าปลอดภัย หากนำมาใช้โดยควบคุมปริมาณและวิธีใช้ให้ถูกต้องเหมาะสม เพื่อป้องกันการเกิดเชื้อราและอะฟลาทอกซิน วิธียับยั้งการเกิดอะฟลาทอกซินในข้าวโพดดังกล่าวมาแล้วข้างต้น อาจเป็นแนวทางปฏิบัติที่จะทำให้ข้าวโพดของไทย มีคุณภาพได้มาตรฐานตามความต้องการของลูกค้าและเป็นการขจัดปัญหาเกี่ยวกับความไม่ปลอดภัยในการบริโภคข้าวโพด รวมทั้งเป็นการส่งเสริมข้าวโพดให้เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญต่อไปด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ การดำเนินนโยบายการค้าข้าวโพดของกระทรวงพาณิชย์ ในปี 2521-2522 กรุงเทพฯ 15 หน้า
2. กองนโยบายการค้าและการตลาด สรุปภาวะการค้าและสินค้าสำคัญในส่วนภูมิภาค (พฤษภาคม 2515-2516) กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์ 2526 หน้า 27-30
3. บพิตร เกาฎีระ แนะวิธีแก้สารอัลฟลาทอกซินราข้าวโพดที่ทำให้เป็นมะเร็ง หนังสือพิมพ์ไทยรัฐ วันที่ 18 มกราคม 2533 หน้า 5
4. มหาวิทยาลัยมหิดล รายงานการประชุมปฏิบัติการเรื่องสารพิษจากเชื้อราในประเทศไทย จัดโดย มหาวิทยาลัยมหิดล ร่วมกับกระทรวงสาธารณสุข ณ ห้องประชุมจงจินต์ คณะแพทย์ศาสตร์ ร.พ.รามาธิบดี วันที่ 13-14 มกราคม 2526 167 หน้า
5. เมทนี สุดนธรักษ์, พัชรินทร์ ตันตราโกศล ผู้รวบรวม อะฟลาทอกซิน เอกสารหมายเลข 15/2531 สำนักงานคณะกรรมการแห่งชาติว่าด้วยมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม 49 หน้า
6. สำนักงานเสริมสร้างเอกลักษณ์ของชาติ ข้าวโพดเพื่อชีวิตที่ดีขึ้น กรุงเทพฯ 2527 หน้า 18-24
7. Lebron, CI,et al. Inhibition of mold growth- and mycotoxin production in high-moisture corn treated with phosphates. Journal of Food Protection, May 1989, vol.52, no.5, p.329-336
8. Udom Pupipat. Mold inhibitor research ; evaluation of a mold inhibitor, mycocurb to prevent aflatoxin production in corn. Bangkok, 7 p.