รายงานผลงานเรื่องเต็มการทดลองที่สิ้นสุด

---

1. ชุดโครงการวิจัย : ระบุชื่อชุดโครงการวิจัยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ

2. โครงการวิจัย : การจัดการโรคและสารพิษจากเชื้อราในผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวโดยไม่ใช้สารเคมี

กิจกรรม : การควบคุมโรคและสารพิษจากเชื้อราโดยวิธีทางกายภาพ

กิจกรรมย่อย (ถ้ามี) : ระบุชื่อกิจกรรมย่อยตามแบบ ว1-ก ที่ผ่านการอนุมัติ

3. ชื่อการทดลอง (ภาษาไทย) : ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษฟูโมนิซินในธัญพืชและผลิตภัณฑ์และการลดปริมาณสารพิษโดยใช้วิธีทางกายภาพ

ชื่อการทดลอง (ภาษาอังกฤษ): Study of Fungi and Fumonisin Contamination in Cereals and Reduction of Mycotoxin by Physical Method

4. คณะผู้ดำเนินงาน

หัวหน้าการทดลอง : นางสาวสุพี วนศิรากุล สังกัด สวป.

ผู้ร่วมงาน : นางสาวเนตรา สมบูรณ์แก้ว สังกัด กวป.

นางสาวอัจฉราพร ศรีจุดานุ สังกัด กวป.

นางอมรา ชินภูติ สังกัด กวป.

5. บทคัดย่อ

ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษฟูโมนิซินในธัญพืชและผลิตภัณฑ์ เพื่อตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนและลดปริมาณการปนเปื้อนของสารพิษ ทำการศึกษาในธัญพืชและผลิตภัณฑ์ รวม 275 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Furarium moniliforme, Furarium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Eurotium* sp. โดยพบ *F. moniliforme* มีการสร้างสารพิษฟูโมนิซินอยู่ระหว่าง 12.22-18.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร พบการปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซินจำนวน 256 ตัวอย่าง ปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 0.07-0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบการปนเปื้อนในเมล็ดธัญพืชอยู่ระหว่าง 0.1-0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์แป้งมีปริมาณการปนเปื้อนระหว่าง 0.08-0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญพืชพบการปนเปื้อน 0.09-0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากธัญพืชพบการปนเปื้อน 0.09-0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กพบปริมาณการปนเปื้อน 0.09-0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากตัวอย่างทดสอบทั้งหมดไม่พบการปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซินเกินมาตรฐานกำหนด สำหรับการลดปริมาณสารพิษโดยวิธีทางกายภาพ พบว่า การอบด้วยเตาไมโครเวฟสามารถลดปริมาณสารพิษลงได้เพียงเล็กน้อย โดยปริมาณสารพิษในข้าวบาร์เลย์ลดลง 9.44-39.63% มีการเปอร์เซ็นต์การลดลงสูงสุดเมื่ออบด้วยกำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 90 วินาที ในอาหารเช้าหลังการอบสารพิษลดลง 9.71-41.71% เปอร์เซ็นต์การลดลงสูงสุดเมื่ออบด้วยกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที และในอาหารเสริมสำหรับเด็ก สารพิษลดลง 16.64-24.62% ซึ่งการอบด้วยกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 60 วินาทีทำให้สารพิษในอาหารเสริมสำหรับเด็กลดลงสูงสุด สำหรับการใช้รังสีอุลตร้าไวโอเลต (UVC) ในการลดปริมาณสารพิษ พบว่า การนำ

ตัวอย่างผ่านรังสีอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 120 นาที สามารถลดปริมาณสารพิษในข้าวบาร์เลย์ อาหารเช้าจากธัญพืช และอาหารเสริมสำหรับเด็ก ลงได้ 17.62 10.40 และ 20.22% ตามลำดับ การอบธัญพืชและผลิตภัณฑ์ด้วยเตาไมโครเวฟและการผ่านรังสีอุลตร้าไวโอเลตสามารถทำให้ปริมาณสารพิษลดลงได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

คำสำคัญ : ธัญพืช, ผลิตภัณฑ์จากธัญพืช, การปนเปื้อน, ไมโครเวฟ, รังสีอุลตร้าไวโอเลต

6. คำนำ

ฟูโมนิซิน (Fumonisin; FB) เป็นสารพิษที่สร้างโดยเชื้อรากลุ่ม Fusarium เช่น *Fusarium moniliforme* และ *F. proliferatum* พบปนเปื้อนในธัญพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด และข้าวสาลี เจริญได้ดีในทุกสภาพภูมิอากาศ (Marasas et al., 1984) รากลุ่มนี้สามารถสร้างสารพิษฟูโมนิซิน (Fumonisins) หลายอนุพันธ์ โดยอนุพันธ์ที่พบมากและมีพิษรุนแรง คือ Fumonisin B_1 (FB_1) และ Fumonisin B_2 (FB_2) สภาวะที่เหมาะสมต่อการสร้างสารพิษ FB_1 คือที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ภายในระยะเวลา 13 สัปดาห์ สารพิษนี้เป็นสาเหตุของโรคเกี่ยวกับระบบประสาทที่เรียกว่า equine leucoencephalomalacia ในม้า ทำให้ม้าเสียการทรงตัวและตายเนื่องจากสมองถูกทำลาย และโรค porcine pulmonary edema ในสุกร อาการที่พบคือมีน้ำสีเหลืองที่ปอด (Dupuy et al., 1993; Melcion et al., 1997) และยังพบว่ามีความเป็นพิษต่อไต ตับ และอาจก่อให้เกิดมะเร็งที่หลอดอาหารของมนุษย์ (จุฬาภรณ์, 2551) นอกจากนี้ยังพบว่าผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์ที่ทำจากข้าวสาลีและข้าวโพดที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนเป็นประจำ อาจจะได้รับปริมาณสาร FB_1 ประมาณ 1 ไมโครกรัม ถึง 1 มิลลิกรัมต่อวัน ซึ่งเป็นการเพิ่มอัตราเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งตับและไตได้ JECFA (2001) กำหนดค่า Provisional Maximum Tolerable Daily Intake (PMTDI) ที่ 2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (2 ppb) ของน้ำหนักตัวต่อวัน

เชื้อราที่สร้างสารพิษส่วนใหญ่จะพบขึ้นอยู่ทั่วไปในผลิตผลเกษตร ทั้งที่เป็นอาหารคนและอาหารสัตว์ พบในธัญพืชหลายชนิด เช่น ข้าว ข้าวโพด และข้าวสาลี ซึ่งปัจจุบันถูกนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อการบริโภคของมนุษย์มากมาย เช่น อาหารเช้าประเภทธัญพืชอบกรอบ อาหารสำเร็จรูปสำหรับทารก บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และขนมปัง หากวัตถุดิบที่นำมาใช้มีการปนเปื้อนของเชื้อราสารพิษ และไม่มีการจัดการที่ดีในระหว่างกระบวนการผลิต การบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนก็มีโอกาสเสี่ยงที่จะได้รับสารพิษเข้าสู่ร่างกาย ผู้บริโภคที่รับประทานผลิตภัณฑ์เหล่านี้เป็นประจำ อาจมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมะเร็งได้ สหภาพยุโรปได้กำหนดค่าการปนเปื้อนสูงสุดของสารพิษฟูโมนิซินสำหรับข้าวโพดที่ไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปไว้ที่ 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (4 ppm) ข้าวโพดเพื่อการบริโภคและผลิตภัณฑ์จากข้าวโพดกำหนดไว้ที่ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (1 ppm) ขนมและผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากข้าวโพดกำหนดไว้ที่ 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (0.8 ppm) และในผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับเด็กทารกกำหนดไว้ที่ 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (0.2 ppm) (European Union, 2010)

การจัดการสารพิษจากเชื้อราสามารถทำได้หลายวิธีเช่น การใช้ความร้อน การใช้พลังงานแสง การใช้สารดูดซับสารพิษ และการใช้สารเคมี (อมรา, 2551) การศึกษาวิธีการลดปริมาณเชื้อราสาเหตุและสาร FB_1

เช่น การใช้อุณหภูมิสูง (75-150 องศาเซลเซียส) ในข้าวโพดอบกรอบ ซึ่งพบว่าไม่สามารถลดปริมาณสารพิษดังกล่าวได้ (Dupuy et al., 1993) สำหรับในประเทศไทยยังขาดข้อมูลการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษฟูโมนิซิน ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคจึงควรมีการศึกษาเชื้อรา Fusarium และเชื้อราชนิดอื่นที่สร้างสารสารพิษฟูโมนิซิน รวมถึงศึกษาวิธีการลดปริมาณสารพิษฟูโนนิซินที่สะดวกและปลอดภัยแก่ผู้บริโภค

7. วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

1. ธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากธัญพืช
2. อาหารเลี้ยงเชื้อรา DG18 และ PDA
3. เมทานอล
4. ชุดตรวจสอบฟูโมนิซิน
5. กระดาษกรอง whatman เบอร์ 4
6. เครื่องดูดปล่อยสารละลาย
7. เครื่องอ่าน MicroELISA Reader
8. สารพิษฟูโมนิซินมาตรฐาน
9. เตาอบไมโครเวฟ
10. ตู้เขี่ยเชื้อ

ระยะเวลา ตุลาคม 2555 – กันยายน 2557

สถานที่ ห้องปฏิบัติการ กองวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร

การศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษฟูโมนิซินในธัญพืชและผลิตภัณฑ์

เก็บตัวอย่างธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากธัญพืชแบ่งเป็น 5 ประเภท ได้แก่ อาหารเช้าจากธัญพืช ขนมขบเคี้ยวจากธัญพืช เมล็ดธัญพืช อาหารเสริมสำหรับเด็ก และผลิตภัณฑ์แป้ง รวม 55 ชนิด ชนิดๆละ 10 ตัวอย่าง นำตัวอย่างทั้ง 10 ตัวอย่างมาผสมรวมกัน และแบ่งตัวอย่างเป็น 5 ตัวอย่าง (รวมเป็นตัวอย่างที่ทำการทดสอบ 275 ตัวอย่าง) จากนั้นนำไปหาการปนเปื้อนของเชื้อรา และสารพิษฟูโมนิซิน

1. การตรวจหาการปนเปื้อนของเชื้อรา

1.1 นำตัวอย่างมาแยกเชื้อราด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ *Fusarium* selective medium (Synthetic Nutrient Agar; SNA) (Nirenberg, 1981) โดยวางตัวอย่าง 10 ชิ้นต่อจานเลี้ยงเชื้อ จำนวน 5 จานเลี้ยงเชื้อต่อตัวอย่าง หลังจากนั้น 7 วัน ทำการแยกเชื้อราที่พบเจริญอยู่แต่ละไอโซเลตมาเลี้ยงให้ได้เชื้อบริสุทธิ์บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA (Potato Dextrose Agar)

1.2 จำแนกชนิดของเชื้อรา โดยการตรวจวินิจฉัยลักษณะของกลุ่มสปอร์ และสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์

1.3 นำเชื้อราแต่ละไอโซเลตมาทดสอบความสามารถในการสร้างสารพิษฟูโมนิซิน โดยเลี้ยงในอาหารเหลว YES medium เป็นเวลา 14 วัน วัดปริมาณสารพิษฟูโมนิซินที่สร้าง

2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษฟูโมนิซิน

ทำการวิเคราะห์ปริมาณสารพิษฟูโมนิซินในตัวอย่างด้วยวิธี ELISA โดยใช้ชุดทดสอบของ Veratox ชั่งตัวอย่าง 20 กรัม ใส่ลงในขวดขนาด 250 มิลลิลิตร เติม 70% เมธานอล ปริมาตร 100 มิลลิลิตร เขย่านาน 30 นาที กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 นำสารสกัดที่ได้มาเจือจางด้วยน้ำกลั่น

ศึกษาวิธีลดปริมาณสารพิษฟูโมนิซินในผลิตภัณฑ์จากธัญพืชโดยวิธีทางกายภาพ

เลือกตัวอย่างสำหรับการทดสอบลดปริมาณสารพิษ 3 ตัวอย่าง ได้แก่ ข้าวบาร์เลย์ อาหารเช้า และอาหารเสริมสำหรับเด็ก เนื่องจากตัวอย่างที่นำมาทดสอบมีปริมาณสารพิษอยู่น้อยมาก จึงต้องทำการเติมสารพิษฟูโมนิซินมาตรฐานลงในตัวอย่าง เพื่อให้ตัวอย่างมีปริมาณสารพิษสม่ำเสมอ โดยทำการเติมสารพิษฟูโมนิซินในข้าวบาร์เลย์ปริมาณ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาหารเช้าจากธัญพืชปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในอาหารเสริมสำหรับเด็กปริมาณ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง และนำไปทดสอบต่อไป

1. การอบด้วยเตาไมโครเวฟ

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 6 กรรมวิธีๆ ละ 5 ซ้ำ (ตารางที่ 1) และมีชุดควบคุมซึ่งไม่ผ่านการอบสำหรับการคำนวณเป็นเปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษ

ตารางที่ 1 กรรมวิธีที่ใช้ในการอบตัวอย่างแต่ละชนิดด้วยเตาไมโครเวฟ

กรรมวิธี	ข้าวบาร์เลย์		อาหารเช้า		อาหารเสริมสำหรับเด็ก	
	กำลังไฟ (วัตต์)	เวลา (วินาที)	กำลังไฟ (วัตต์)	เวลา (วินาที)	กำลังไฟ (วัตต์)	เวลา (วินาที)
1	800	90	800	45	400	60
2	800	60	800	30	400	30
3	800	30	400	90	240	90
4	400	120	400	60	240	60
5	400	90	240	120	-	-
6	400	60	240	90	-	-

2. ใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต (UVC; 254 nm)

วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 4 กรรมวิธีๆละ 5 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 30 นาที

กรรมวิธีที่ 2 แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 60 นาที

กรรมวิธีที่ 3 แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 90 นาที

กรรมวิธีที่ 4 แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 120 นาที

และชุดควบคุม (ไม่ผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลต) หลังจากนั้นนำตัวอย่างจากการทดสอบ มาตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารพิษโดยวิธี ELISA

8. ผลการทดลองและวิจารณ์

การศึกษาข้อมูลการปนเปื้อนของเชื้อราและสารพิษฟูโมนิซินในธัญพืชและผลิตภัณฑ์

พบการปนเปื้อนของเชื้อราในตัวอย่าง *Aspergillus flavus*, *A. niger*, *Furarium moniliforme, Furarium* sp., *Rhizopus* sp. และ *Eurotium* sp. โดยพบปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อรา *Rhizopus* sp. มากที่สุด รองลงมาคือ *A. flavus* และ *Furarium* sp.สำหรับเชื้อราสาเหตุที่สร้างสารพิษฟูโมนิซิน คือ *Furarium moniliforme* พบในเมล็ดข้าวโพดดิบสำหรับทำข้าวโพดคั่ว และเมื่อทดสอบการสร้างสารพิษ พบว่า มีการสร้างสารพิษอยู่ระหว่าง 12.22-18.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร

การปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซินในตัวอย่างทดสอบจำนวน 275 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนจำนวน 256 ตัวอย่าง ปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 0.07-0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบการปนเปื้อนในเมล็ดธัญพืชทุกตัวอย่างทดสอบ ปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 0.1-0.32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์แป้งพบการปนเปื้อนจำนวน 9 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่าง 10 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนระหว่าง 0.08-0.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์อาหารเช้าจากธัญพืชพบการปนเปื้อนจำนวน 115 ตัวอย่าง จาก 125 ตัวอย่าง ปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 0.09-0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลิตภัณฑ์ขนมขบเคี้ยวจากธัญพืช พบการปนเปื้อนจำนวน 51 ตัวอย่าง จาก 55 ตัวอย่าง ปริมาณการปนเปื้อนอยู่ระหว่าง 0.09-0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสำหรับเด็กจำนวน 25 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อน 21 ตัวอย่าง ปริมาณการปนเปื้อนระหว่าง 0.09-0.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากตัวอย่างทดสอบทั้งหมดไม่พบการปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซินเกินมาตรฐานกำหนด โดยมาตรฐานโคเด็กซ์ (codex) กำหนดให้มีการปนเปื้อนสารพิษฟูโมนิซินได้ไม่เกิน 4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สำหรับข้าวโพดที่ยังไม่ผ่านกระบวนการ และไม่เกิน 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลิตภัณฑ์แป้งข้าวโพด มาตรฐานการปนเปื้อนสารพิษฟูโมนิซินของสหภาพยุโรปกำหนดให้มีการปนเปื้อนได้ไม่เกิน 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับอาหารเช้า (cereal) และอาหารว่าง (snack) ที่มีข้าวโพดเป็นส่วนประกอบหลัก และไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมในอาหารเสริมสำหรับเด็ก

ศึกษาวิธีลดปริมาณสารพิษฟูโมนิซินในผลิตภัณฑ์จากธัญพืชโดยวิธีทางกายภาพ

จากการตรวจสอบการปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซิน ไม่พบผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนสารพิษในปริมาณมาก จึงได้ทำการคัดเลือกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ ดังนี้ ข้าวบาร์เลย์ อาหารเช้าจากธัญพืช และอาหารเสริมสำหรับเด็ก โดยการเพิ่มสารพิษลงในตัวอย่างเพื่อให้ตัวอย่างมีปริมาณสารพิษสม่ำเสมอ ทำการเพิ่มสารพิษฟูโมนิซินในข้าวบาร์เลย์ปริมาณ 8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาหารเช้าจากธัญพืชปริมาณ 2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และในอาหารเสริมสำหรับเด็กปริมาณ 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

1. การอบด้วยเตาไมโครเวฟ

ข้าวบาร์เลย์ หลังจากการอบด้วยเตาไมโครเวฟ พบปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลงสูงสุด 39.63% เมื่ออบที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 90 วินาที รองลงมา ได้แก่ การอบที่ระดับกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 120 วินาที และกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที ปริมาณสารพิษลดลง 19.48 และ 18.83% ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในข้าวบาร์เลย์หลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟ

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 90 วินาที	28.26	55.28	30.91	24.30	59.40	39.63
กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 60 วินาที	18.86	16.84	14.65	13.86	24.51	17.74
กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 30 วินาที	8.90	17.41	5.15	13.43	2.31	9.44
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 120 วินาที	19.70	22.45	18.46	17.94	18.87	19.48
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที	20.04	8.35	17.92	17.15	30.69	18.83
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 60 วินาที	7.81	17.92	5.09	16.48	5.37	10.54

อาหารเช้าจากธัญพืช ปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลงสูงสุด 41.71% เมื่ออบที่ระดับกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที รองลงมา ได้แก่ การอบที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 45 วินาที และกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 60 วินาที ปริมาณสารพิษลดลง 25.36 และ 20.37% ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในอาหารเช้าจากธัญพืชหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟ

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 45 วินาที	25.66	39.29	13.15	38.28	10.43	25.36
กำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 30 วินาที	16.98	22.56	28.89	18.83	12.03	19.86
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที	58.75	29.38	38.09	42.39	39.96	41.71
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 60 วินาที	17.06	22.73	21.29	17.57	23.18	20.37
กำลังไฟ 240 วัตต์ นาน 120 วินาที	26.01	14.93	2.74	0.88	29.38	14.78
กำลังไฟ 240 วัตต์ นาน 90 วินาที	10.35	5.21	21.21	2.86	8.93	9.71

อาหารเสริมสำหรับเด็ก

ข้าวบาร์เลย์ หลังจากการอบด้วยเตาไมโครเวฟ พบปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลงสูงสุด 39.63% เมื่ออบที่ระดับกำลังไฟ 800 วัตต์ นาน 90 วินาที รองลงมา ได้แก่ การอบที่ระดับกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 120 วินาที และกำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 90 วินาที ปริมาณสารพิษลดลง 19.48 และ 18.83% ตามลำดับ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในอาหารเสริมสำหรับเด็กหลังการอบด้วยเตาไมโครเวฟ

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 60 วินาที	20.22	18.84	24.35	33.98	25.72	24.62
กำลังไฟ 400 วัตต์ นาน 30 วินาที	21.60	25.72	17.47	22.97	5.09	18.57
กำลังไฟ 240 วัตต์ นาน 90 วินาที	11.37	7.84	18.84	28.47	18.84	17.07
กำลังไฟ 240 วัตต์ นาน 60 วินาที	11.97	13.34	21.60	18.84	17.47	16.64

2. การใช้แสงอุลตร้าไวโอเลต (UVC)

ข้าวบาร์เลย์ ปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลง 17.62 17.47 และ 10.57% เมื่อผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลตเป็นเวลา 120 90 และ 60 นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 5 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในข้าวบาร์เลย์หลังการผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลต

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 30 นาที	8.08	8.61	12.76	7.81	12.76	10.01
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 60	4.82	8.61	14.27	10.23	14.94	10.57
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 90 นาที	14.94	15.45	18.07	17.54	21.36	17.47
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 120 นาที	21.49	13.73	16.23	18.73	17.94	17.62

อาหารเช้าจากธัญพืช ปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลง 10.40 9.80 และ 8.92% เมื่อผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลตเป็นเวลา 120 90 และ 60นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในอาหารเช้าจากธัญพืชหลังการผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลต

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 30 นาที	8.31	0.88	3.54	2.12	3.87	3.74
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 60	6.52	2.18	6.52	3.36	26.01	8.92
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 90 นาที	14.93	5.21	1.50	16.98	10.35	9.80
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 120 นาที	6.45	21.21	8.93	5.21	10.17	10.40

อาหารเสริมสำหรับเด็ก ปริมาณสารพิษฟูโมนิซินลดลง 20.22 19.94 และ 19.39% เมื่อผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลตเป็นเวลา 120 90 และ 60นาที ตามลำดับ (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 เปอร์เซ็นต์การลดลงของสารพิษฟูโมนิซินในอาหารเสริมสำหรับเด็กหลังการผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลต

กรรมวิธี	การลดลงของสารพิษ (%)					
	1	2	3	4	5	เฉลี่ย
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 30 นาที	16.09	18.84	16.09	21.60	17.47	18.02
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 60 นาที	21.60	18.84	16.09	22.97	17.47	19.39
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 90 นาที	18.84	22.97	18.84	17.47	21.60	19.94
แสงอุลตร้าไวโอเลต เป็นเวลา 120 นาที	18.84	22.97	20.22	21.60	17.47	20.22

9. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

พบการปนเปื้อนของเชื้อรา *Fusarium monoliforme* ซึ่งเป็นเชื้อราที่สร้างสารพิษฟูโมนิซิน โดยพบในเมล็ดข้าวโพดดิบสำหรับทำข้าวโพดคั่ว (popcorn) และมีการสร้างสารพิษอยู่ระหว่าง 12.22-18.03 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากธัญพืชที่นำมาตรวจวิเคราะห์ไม่มีการปนเปื้อนของสารพิษฟูโมนิซินที่เกินมาตรฐาน สำหรับการใช้ความร้อนจากเตาไมโครเวฟพบว่า สามารถลดการปนเปื้อนลงได้เพียงเล็กน้อย

10. เอกสารอ้างอิง

จุฬาภรณ์ เลิศบวรวงศ์. 2551. บทที่ 4 สารพิษจากเชื้อรา. ***ใน*** **เอกสารประกอบการเรียนการสอนรายวิชาสุขาภิบาลสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมอาหาร**. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

อมรา ชินภูติ. 2551.สารพิษจากเชื้อราและการจัดการ. *ใน* **เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การตรวจวิเคราะห์สารแอฟลาทอกซินในผลิตผลเกษตรอย่างรวดเร็วโดยใช้ชุดตรวจสอบสำเร็จรูป DOA –Aflatoxin ELISA Test Kit**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. 21หน้า.

อรุณศรี วงษ์อุไร, อมรา ชินภูติ และศุภรา อัคคะสาระกุล. 2552. ศึกษาการปนเปื้อนของสารแอฟลาทอกซินและฟูโมนิซินในข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยว. **รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2552**. สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร กรมวิชาการเกษตร. หน้า 249-255.

Dupuy, J., Le Bars, P., Boudra, H. and Le Bars, J. 1993.Thermostability of Fumonisin B1, a Mycotoxin from Fusarium moniliforme, in Corn. **Applied and Environmental Microbiology** : 2864-2867.

European Union. 2010. Maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. Commission Regulation (EU) No 165/2010. 26 february 2010.

JECFA. 2001. Joint Expert Committee on Food Additive. **Safety Evaluation of Certain Mycotoxins in Food**. FAO Food and Nutrition. 74p.

Melcion, D., Cahagnier, B. and Richard-molard, B. 1997. Study of the biosynthesis of fumonisins B_1, B_2 and B_3 by different strains of *Fusarium moniliforme*. **Letters in Applied Microbiology** 24 : 301-304.

Marasas, W.F.O.; Nelson, P.E.; Toussoun, T.A. 1984. Toxigenic *Fusarium* species**. Identity and Mycotoxicology**. The Pennsylvania State University Press. U.S.A. 328p.

Nirenberg, H. 1981. A simplified method for identifyingFusarium species occuring in wheat. Canadian Journal of Botany 59, 1599 - 1609.