

การควบคุมเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในเมล็ดข้าวโพด โดยใช้คลื่นความถี่วิทยุในสภาพร้อนชื้นและร้อนแห้ง
Eradication of *Aspergillus flavus* in Shelled Corn by Radio Frequency Under Hot Wet and Hot dry
Conditions

นันทิพา กันทาแก้ว¹, ศุภศักดิ์ ลิ้มปิติ¹, สุชาดา เวียรศิลป์¹ และ สมบัติ ศรีชูวงศ์¹
Nantipa Kanthakaew¹, Supasark Limpiti¹ Suchada Vearasilp¹ and Sombat Srichuwong¹

Abstract

Shelled corn contaminated with *Aspergillus flavus* mold may be harmful to animal when the corn was used as feed, due to toxin produced by the mold. The purpose of this study was to eradicate the *A. flavus* using heat generated by radio frequency. Low moisture content corn (14%wb) and high moisture content corn (25%wb) were used in 2 experiments. The corn was inoculated with *A. flavus* 24 hours before the tests. The low moisture content corn was treated with 80, 90 and 100 °C heat, each for 1, 5 and 10 minutes. Similar treatments were applied to the high moisture content corn with lower heat of 70, 80 and 90 °C. Test results were then compared with control (unheated corn). It was found that the mold could be reduced to $0.56 \pm 1.07\%$ in the 14% mc corn when it was heated at 100 °C for 10 minutes. In the 25% wet corn the *A.flavus* was eradicated completely in 90 °C and 10 minutes treatment. The radio frequency heat treatment caused the moisture content of all the corn samples to decrease slightly. Total protein content of the treated corn was not affected by the heat treatments. Degradation of the 4 major proteins i.e. globulins, glutelins, zein and albumins was not observed either. Thus, it may be concluded that the radio frequency heat treatment can be use to eliminate the *A.flavus* in shelled corn without effect on protein nutrition values of the feed.

Key word: *Aspergillus flavus*, radio frequency, Shelled corn

บทคัดย่อ

ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีการปนเปื้อนเชื้อรา *Aspergillus flavus* เป็นอันตรายต่อสัตว์เมื่อได้รับสารพิษที่เชื้อสร้างขึ้นในร่างกาย งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้ความร้อนด้วยคลื่นความถี่วิทยุเพื่อกำจัดเชื้อที่ติดมากับเมล็ด โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ใช้เมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้น 2 ระดับคือ ความชื้นต่ำ 14% และความชื้นสูง 25% โดยเมล็ดได้รับการปลูกถ่ายเชื้อเป็นเวลา 24 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ หลังจากนั้นให้ความร้อน 80, 90 และ 100 องศาเซลเซียส กับเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นต่ำ และ 70, 80 และ 90 องศาเซลเซียส กับเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นสูง เป็นระยะเวลาที่เท่ากันทั้ง 2 การทดลองคือ 1, 5 และ 10 นาที และนำผลมาเทียบกับชุดควบคุม พบว่าการให้ความร้อนกับเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นต่ำ สามารถกำจัดเชื้อให้เหลือเพียง $0.56 \pm 1.07\%$ เมื่อใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที แต่ที่ระดับความชื้นสูงเมื่อให้ความร้อน 90 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที สามารถกำจัดเชื้อ *A. flavus* ให้หมดไปได้ และทั้ง 2 การทดลอง มีผลทำให้ความชื้นเมล็ดลดลงเล็กน้อย เมื่อวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงทางเคมีภายในเมล็ดพบว่า ทั้ง 2 การทดลองไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนทั้งหมดเปลี่ยนแปลง และไม่ทำให้เกิดการเสื่อมสลายของ Globulins, Glutelins, Zein และ Albumins ซึ่งเป็นโปรตีนที่สำคัญในเมล็ดข้าวโพด ดังนั้นการใช้ความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุสามารถกำจัดเชื้อให้หมดได้โดยไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารสัตว์เปลี่ยนแปลงไป

คำสำคัญ *Aspergillus flavus*, คลื่นความถี่วิทยุ, ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์

¹ สถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว/ ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Postharvest Technology Institute/ Postharvest Technology Innovation Center, Chiang Mai University, Chiang Mai, 50200

คำนำ

Aspergillus flavus เป็นเชื้อราที่สำคัญทำให้เกิดความเสียหายแก่เมล็ดเมื่อเมล็ดมีความชื้นสูง เชื้อนี้สามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซิน (aflatoxin) เมื่อเกิดการปนเปื้อนในเมล็ดข้าวโพดจะทำให้เกิดความเสียหายเชิงคุณภาพ ก่อให้เกิดอันตรายต่อคนและสัตว์ (ชณิกา, 2531)

การป้องกันกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์มีหลายวิธี การใช้ความร้อนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพและส่งผลกระทบต่อคุณภาพของเมล็ดน้อย แต่มีข้อจำกัดในด้านการใช้พลังงานที่ไม่สม่ำเสมอและการใช้พลังงานรวมรวมทั้งการใช้ความร้อนจะต้องใช้เวลานาน เนื่องจากเมล็ดมีการนำความร้อนที่ไม่ดี ดังนั้นจึงมีการนำความร้อนจากคลื่นความถี่วิทยุ (radio frequency; RF) มาปรับใช้เพื่อกำจัดเชื้อราที่ติดมากับเมล็ด เนื่องจากเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากสามารถทะลุทะลวงผ่านไปในชั้นวัสดุได้ลึกและการถ่ายเทพลังงานในวัสดุเป็นไปได้มาก จึงทำให้วัสดุทั้งหมดที่ได้รับพลังงานจะมีการกระจายอุณหภูมิได้อย่างทั่วถึงและทุกๆจุดมีความร้อนที่สม่ำเสมอ การใช้คลื่นความถี่วิทยุเป็นวิธีการควบคุมกำจัดเชื้อราในเมล็ดพืชแบบวิธีฟิสิกส์ โดยเจาะจงทำลายเฉพาะเชื้อราสาเหตุโรคพืชโดยไม่สร้างความเสียหายแก่เมล็ดพืช ถ้าหากใช้เทคนิคที่เหมาะสม (ณัฐศักดิ์, 2543)

อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ลักษณะคือ การศึกษาการให้คลื่นความถี่วิทยุกับเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ ซึ่งเป็นสภาพการให้ความร้อนแบบร้อนแห้ง (hot dry technique) และการศึกษาการให้คลื่นความถี่วิทยุกับเมล็ดที่มีความชื้นในเมล็ดสูง (hot wet technique) ทำการปรับระดับความชื้นของเมล็ดข้าวโพดให้มีความชื้นอยู่ที่ 14% (wb) ปลุกถ่ายเชื้อ *Aspergillus flavus* ลงในเมล็ดข้าวโพดที่ความเข้มข้น 10^6 สปอร์/กิโลกรัม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดข้าวโพดที่ผ่านการปลุกถ่ายสปอร์เชื้อผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดยบรรจุเมล็ดลงในภาชนะบรรจุทรงกระบอกเฉพาะของเครื่องปริมาตร 700 cm³ ให้เต็ม แล้วทำการให้ความร้อนที่ 80, 90 และ 100 °C เป็นเวลา 1, 5 และ 10 นาที เทียบกับชุดควบคุม ส่วนการทดลองการให้คลื่นความถี่วิทยุกับเมล็ดที่มีความชื้นในเมล็ดสูง ทำการเตรียมเมล็ดเช่นเดียวกับความชื้นต่ำแต่ปรับระดับความชื้นให้อยู่ที่ 25%(wb) นำไปผ่านคลื่นความถี่วิทยุที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90 °C เป็นเวลา 1, 5 และ 10 นาที เทียบกับชุดควบคุม จากนั้นนำมาวิเคราะห์หาการเปลี่ยนแปลงความชื้นของเมล็ด ประสิทธิภาพของการกำจัดเชื้อราโดยหาเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของเชื้อ *Aspergillus flavus* ภายหลังการผ่านคลื่นความถี่วิทยุ โดยวิธีการวางเมล็ดบนอาหารวุ้น (agar method) การเปลี่ยนแปลงปริมาณโปรตีนโดยวิธี dye binding และการหารูปแบบของโปรตีนโดยวิธี SDS-Polyacrylamide gel electrophoresis (SDS-PAGE)

ผล และวิจารณ์

เมื่อนำเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ที่มีความชื้นต่ำ (14% wb) และความชื้นสูง (25% wb) ผ่านการให้ความร้อนโดยใช้คลื่นความถี่วิทยุที่ระดับต่างๆ พบว่าที่ความชื้นต่ำเปอร์เซ็นต์การติดเชื้อลดลงอย่างเห็นได้ชัดดังตารางที่ 1 เมื่อให้อุณหภูมิ 100°C เป็นระยะเวลา 10 นาที มีผลทำให้เชื้อลดลงเหลือเพียง 0.56±1.07% ซึ่งให้ผลดีที่สุด แต่ไม่สามารถทำให้เชื้อหมดไปได้ ส่วนเมล็ดข้าวโพดที่มีความชื้นสูงเมื่อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ เชื้อที่ติดอยู่กับเมล็ดมีการลดลงตามลำดับ แต่ที่อุณหภูมิ 90°C นาน 10 นาที ไม่พบเชื้อที่ติดกับเมล็ดเลย สอดคล้องกับการทดลองของปรัชญาและคณะ (2549) ที่ว่าด้วยเรื่องความสัมพันธ์กับระดับอุณหภูมิและความชื้นที่ให้กับเมล็ดพืช เมื่อเมล็ดมีความชื้นสูงการถ่ายเทพลังงานความร้อนจะดีกว่าเมล็ดที่มีความชื้นต่ำ ทำให้สามารถกำจัดเชื้อที่ติดอยู่กับเมล็ดให้หมดไปได้ ทั้ง 2 การทดลองมีผลทำให้เมล็ดเกิดการสูญเสียความชื้น โดยการทดลองที่เมล็ดมีความชื้นต่ำ หลังจากได้รับความร้อนที่ 100°C นาน 10 นาที เมล็ดมีความชื้นลดลงเหลือเพียง 12.24±0.74% (wb) จากความชื้นเริ่มต้น 14.05% ส่วนการทดลองกับเมล็ดที่มีความชื้นสูงเมื่อให้ความร้อนที่ 90°C นาน 10 นาที ความชื้นลดลงเหลือเพียง 23.17±0.61% (wb) จากความชื้นเริ่มต้น 25.14% ณัฐศักดิ์ (2543) ได้ใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อลดความชื้นและการทำลายเชื้อ *Aspergillus flavus* ในถั่วลิสง พบว่าคลื่นความถี่วิทยุจะถ่ายเทพลังงานให้กับเมล็ดจนเมล็ดเกิดความร้อนทำให้เมล็ดมีการสูญเสียความชื้น และความร้อนที่ให้กับเมล็ดยังช่วยกำจัดเชื้อที่ติดมากับเมล็ดได้ดีอีกด้วย

หลังจากที่เมล็ดได้ผ่านการทดลองที่กรรมวิธีต่างๆ แล้วนำมาวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีนโดยรวมพบว่าที่อุณหภูมิและระยะเวลาต่างๆ ไม่มีผลทำให้ปริมาณโปรตีนลดลง หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงของรูปแบบของโปรตีน ที่สำคัญในข้าวโพดทั้ง 4 ชนิด คือ globulins, glutelins, zein และ albumins (Figure 1 และ Figure 2) เช่นเดียวกับการทดลองของ Sadeghi and Shawrang (2006) ที่ใช้คลื่นไมโครเวฟกับข้าวโพด พบว่าเมื่อข้าวโพดได้รับความร้อนที่ระดับอุณหภูมิและระยะเวลาที่ต่างกัน

ความร้อนไม่มีผลทำให้เมล็ดข้าวโพดเกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งรูปแบบและปริมาณ แต่เมื่อนำมาเป็นอาหารสัตว์ สัตว์จะสามารถย่อยสลายและดูดซึมได้ดีกว่าข้าวโพดที่ไม่ผ่านความร้อนเลย

Table 1 Percentage of *Aspergillus flavus* infection, moisture content and total proteins in corn grain after treated with radio frequency under hot dry condition

Hot dry condition			
	% infection	Moisture content	Total proteins
Control	100±0e	14.05±0.36a	22.54±2.13a
80°C + 1 min	6.87±3.07d	13.31±0.55b	21.77±3.45a
80°C + 5 min	3.92± 2.05c	13.12±0.52b	21.33±3.71a
80 °C + 10 min	3.41± 2.97bc	12.9±0.50bc	21.36±3.65a
90°C + 1 min	2.61± 2.62abc	13.02±0.72b	23.08±3.25a
90°C + 5 min	1.88±1.24abc	12.89±0.50bc	22.52±3.30a
90°C + 10 min	0.78 ±1.30ab	12.86±0.59bc	20.60±5.04a
100°C + 1 min	1.24± 1.23abc	12.86±0.44b	22.66±3.72a
100°C + 5 min	0.89± 0.98ab	12.74±0.69b	22.87±4.58a
100°C + 10 min	0.56 ±1.07a	12.24±0.74c	21.33±4.11a

Means in the same column follow by different letter are different at $P \leq 0.05$

Table 2 Percentage of *Aspergillus flavus* infection, moisture content and total proteins in corn grain after treated with radio frequency under hot wet condition

Hot wet condition			
	% infection	Moisture content	Total proteins
Control	100±0c	25.14±0.56a	18.01±5.5a
70°C + 1 min	2.80±3.01b	24.17±0.63b	16.80±4.26a
70°C + 5 min	1.17± 0.64a	24.05±0.46b	16.75±4.46a
70°C + 10 min	1.05± 0.55a	23.78±0.50bc	17.24±5.49a
80°C + 1 min	0.90± 0.60a	24.10±0.62b	14.93±4.11a
80°C + 5 min	0.27 ±0.38a	23.63±0.33bc	16.69±4.64a
80°C + 10 min	0.11 ±0.24a	23.54±0.29bc	15.07±4.11a
90°C + 1 min	0.27± 0.45a	24.16±0.79b	14.61±3.63a
90°C + 5 min	0.11± 0.22a	23.57±0.56bc	14.88±4.25a
90°C + 10 min	0.00 ±0.00a	23.17±0.61c	14.25±3.54a

Means in the same column follow by different letter are different at $P \leq 0.05$

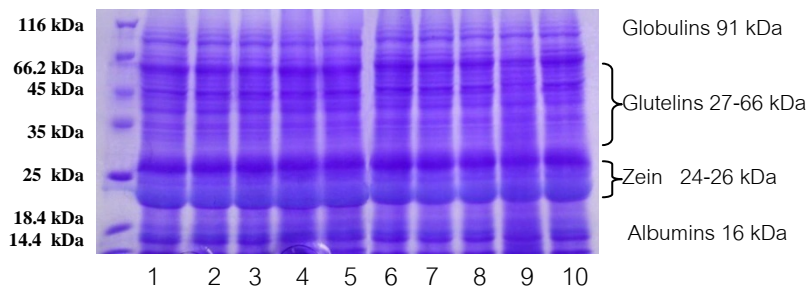


Figure1 SDS-PAGE pattern of corn proteins after treated with radio frequency under hot dry condition (1= control, 2=80°C + 1 min, 3=80°C + 5 min, 4=80°C + 10 min, 5= 90°C + 1 min, 6=90°C + 5 min, 7= 90°C + 10 min, 8=, 100°C + 1 min, 9=100°C +5 min ,10=100°C +10 min)

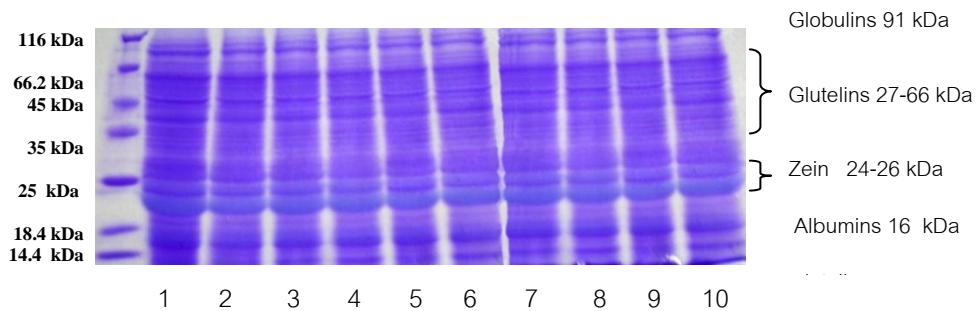


Figure2 SDS-PAGE pattern of corn proteins after treated with radio frequency under hot wet condition (1= control, 2=70°C + 1 min, 3=70°C + 5 min, 4=70°C + 10 min, 5= 80°C + 1 min, 6=80°C + 5 min, 7= 80°C +10 min, 8=, 90°C + 1 min, 9=90°C +5 min ,10=90°C +10 min)

สรุป

การใช้คลื่นความถี่วิทยุให้ความร้อนกับเมล็ดที่มีความชื้นสูง ที่อุณหภูมิ 90°C เป็นระยะเวลา 10 นาที สามารถกำจัดเชื้อ *Aspergillus flavus* ให้หมดไปได้ นอกจากนั้นความร้อนจากคลื่นวิทยุมีผลทำให้ความชื้นเมล็ดลดลงเล็กน้อยทั้งสอง การทดลอง แต่ไม่ทำให้องค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังนั้นการให้ความร้อนและระยะเวลาที่เหมาะสมสามารถกำจัดเชื้อให้หมดได้โดยไม่ทำให้คุณค่าทางอาหารสัตว์ลดลง

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว ศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว และบัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ให้การสนับสนุนทุนการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

- ชณิกา เอี่ยมสุภาษิต. 2531. ปัญหาแอฟลาทอกซินในข้าวโพดและแนวทางการแก้ไข. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 21(3): 190-206.
- ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ. 2543. การใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อลดความชื้นและการทำลายเชื้อ *Aspergillus flavus* ในเมล็ดพันธุ์ข้าวลิสง. ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่. 41 หน้า.
- ปรัชญา วาสนาเจริญ พัทยา จันทรแห่ง ณัฐศักดิ์ กฤติกาเมษ Dieter von Hörsten, Wolfgang Lücke และสุชาติา เวียร์คิลป์. 2549. การใช้คลื่นความถี่วิทยุในการกำจัดเชื้อรา *Fusarium semitectum* ในเมล็ดพันธุ์ข้าวโพด (Zea Mays). วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร 37(5): 180-182.
- Sadeghi, A.A. and P. Shawrang. 2006. Effects of microwave irradiation on ruminal protein and starch degradation of corn grain. Animal Feed Science and Thechnology. 127: 113-123.