ดร.วีระพล โมนยะกุล Ph.D. (Electrical Engineering)
v_monyakul@yahoo.com
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี

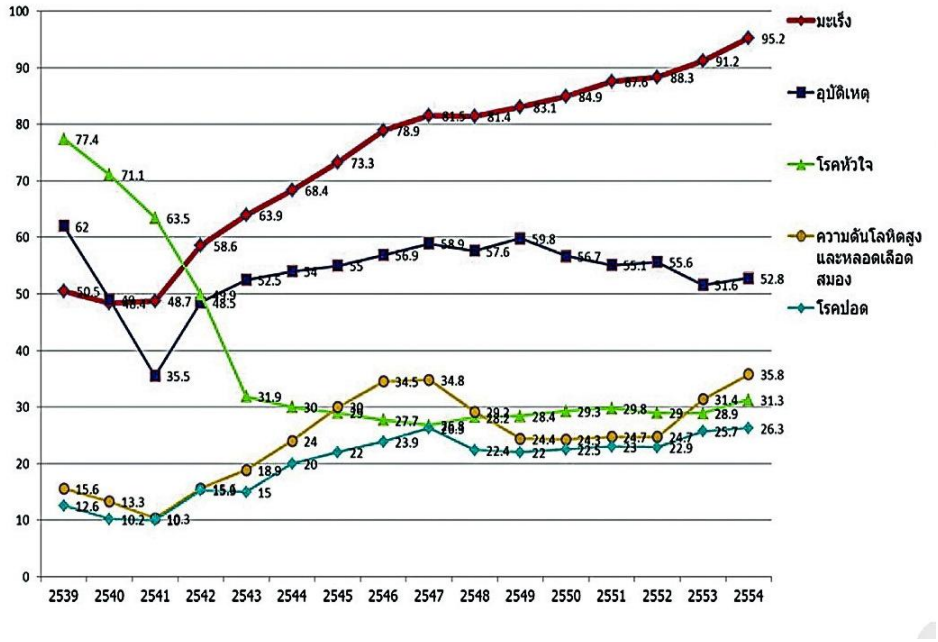
นวัตกรรมขจัดภัยร้ายใกล้ตัว จากอะฟลาทอกซินในอาหารแห้งและโอคราทอกซิน เอ ในเมล็ดกาแฟ

บทคัดย่อ

ปัจจุบันปัญหาสารพิษจากเชื้อราปนเปื้อนในอาหารที่เป็นสารก่อมะเร็งยังไม่มีวิธีที่เหมาะสมและแก้ไขได้ในทางปฏิบัติ ปัญหานี้เป็นปัญหาสาธารณสุขระดับโลกโดยเฉพาะประเทศที่อยู่ในเขตร้อน-ชื้น บทความนี้เสนอนวัตกรรมทางเทคโนโลยีที่สามารถป้องกันการเกิดสารพิษจากเชื้อราในผลิตผลทางการเกษตรได้เกือบทุกชนิด โดยใช้หลักการความคุมความชื้นสัมพัทธ์ของบรรยากาศให้ไม่เอื้ออำนวยกับการเจริญเติบโตและแพร่ขยายของเชื้อรา โดยเริ่มตั้งแต่การลดปริมาณความชื้นของพืชผลหลังการเก็บเกี่ยวจนถึงการเก็บรักษาก่อนแปรรูป นอกจากนี้เทคโนโลยีที่เสนอนี้ยังสามารถประยุกต์ใช้ได้กับการกำจัดไรฝุ่นที่เป็นสาเหตุหลักของโรคภูมิแพ้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ปัญหาและความเป็นมา

คนไทยเสียชีวิตจากโรคมะเร็งมากเป็นอันดับหนึ่งตั้งแต่ 2541 เป็นต้นมาและมีอัตราการเสียชีวิตเพิ่มขึ้นทุกปีอย่างน่าวิตก[1] เป็นปัญหาที่ยังไม่ได้รับการเอาใจใส่จากสังคมและหน่วยงานด้านสาธารณสุขเท่าที่ควร สาเหตุของการเป็นโรคมะเร็งอาจมาจากหลายสาเหตุ แต่สาเหตุที่สำคัญอันดับหนึ่งได้แก่การบริโภคอาหารปนเปื้อนสารก่อมะเร็ง สารพิษอะฟลาทอกซินที่ปนเปื้อนในอาหารสามารถพบได้ในเครื่องปรุงและอาหารแห้งแทบทุกชนิด องค์การอนามัยโลก(WHO) และหน่วยงานสากลด้านการศึกษาวิจัยโรคมะเร็ง (International Agency for Research on Cancer, IARC) จัดให้อะฟลาทอกซินเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ที่ร้ายแรงมากที่สุดชนิดหนึ่ง [2]



รูปที่ 1 จำนวนและอัตราตายต่อประชากร 100,000 คน พ.ศ. 2539-2554.
(ข้อมูลจากสถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข)

ในประเทศไทยนอกจากพบการปนเปื้อนของสารพิษอะฟลาท็อกซินปริมาณสูงในถั่วลิสงแล้ว เรายังพบสารพิษอะฟลาท็อกซินปริมาณสูงในพริกแห้ง พริกป่น พริกไทย เครื่องเทศแทบทุกชนิด อาหารแห้ง รวมทั้งสมุนไพรแห้งด้วย สารพิษอะฟลาทอกซินมีความคงทนมาก เนื่องจากการปรุงอาหารด้วยความร้อนธรรมดา เช่น การหุง นึ่ง ต้ม จะไม่สามารถทำลายพิษอะฟลาท็อกซินให้หมดไปได้ เพราะสารพิษนี้สามารถทนความร้อนได้สูงถึง 260 องศาเซลเซียส

สาเหตุของการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซินที่มาจากเชื้อรา เนื่องจากประเทศไทยตั้งอยู่ในภูมิภาคเขตร้อน-ชื้น มีสภาวะอากาศเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อราอย่างมาก เชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินอยู่ในตระกูล Aspergillus spp. เชื้อราที่เป็นตัวสำคัญในการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้แก่ Aspergillus flavus และ Aspergillus parasiticus [3]

อะฟลาทอกซินเกิดจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลทางชีวภาพ หรือเมตาบอลิสมแบบทุติยภูมิ ทำให้สร้างสารพิษได้ 4 ชนิดคือ อะฟลาทอกซินบี 1 (aflatoxin B1), อะฟลาทอกซินบี2 (aflatoxin B2) ที่จะเรืองแสงสีน้ำเงินภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต และอะฟลาทอกซินจี1 (aflatoxin G1), อะฟลาทอกซินจี2 (aflatoxin G2) ที่จะเรืองแสงสีเขียวภายใต้แสงอุลตร้าไวโอเลต โดยชนิด B1 มีความอันตรายมากที่สุด

การเจริญของเชื้อราที่สร้างสารพิษอะฟลาทอกซินมีปัจจัยที่สำคัญคือ ความชื้นและอุณหภูมิ สปอร์ของเชื้อราต้องการความชื้นมากว่า 60%RH อุณหภูมิที่เชื้อรา A. flavus และ A. parasiticus เจริญเติบโตได้ดีจะอยู่ในช่วง 15-40 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นสภาวะสิ่งแวดล้อมปกติของประเทศไทย ค่าที่กำหนดตามมาตรฐานสากลยอมให้มีการปนเปื้อนสารพิษอะฟลาทอกซิน บี 1 ต้องไม่เกิน 5 ppb. (part per billion) และค่ารวมทั้งหมดของอะฟลาทอกซิน (Total Aflatoxin) ต้องไม่เกิน 20 ppb. [4]

กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรฯ ได้เคยสำรวจการปนเปื้อนของสารพิษในผลิตผลการเกษตรจำนวน 17 ชนิด ปรากฏว่าถั่วลิสงและพริกป่นมีเปอร์เซ็นต์การปนเปื้อนของสารอะฟลาทอกซิน บี 1 สูงสุด บางตัวอย่างของถั่วลิสงตรวจพบในปริมาณที่มากกว่า 1,000 ppb. [5] ข้อมูลจากการสำรวจในปี 2554 ชี้ให้เห็นว่ามาตรการต่างๆที่รัฐบาลพยายามรณรงค์เพื่อลดปัญหาการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงตลอดเวลา 20 ปีที่ผ่านมาของประเทศไทยยังใช้ไม่ได้ผล [6]

นวัตกรรมที่ประยุกต์ใช้เพื่อป้องกันการปนเปื้อนสารพิษในอาหารที่เป็นสารก่อมะเร็งจากเชื้อรา

เราสามารถเก็บรักษาพืชผลทางการเกษตรเป็นเวลานานๆ โดยไม่ให้เกิดการเน่าเสียได้ด้วยการลดความชื้นของผลิตผลเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวด้วย การทำแห้งเพื่อลด water activity (aw) ให้ต่ำกว่าที่เชื้อราจะเจริญเติบโตและสร้างสารพิษ เนื่องจาก aw เป็น ปัจจัยที่ชี้ระดับปริมาณน้ำอิสระในอาหารที่จุลินทรีย์สามารถนำไปใช้ในการเจริญเติบโต นอกจากนี้ยังเป็นดัชนีของความปลอดภัยในการแบ่งประเภทของอาหาร และเป็นทางเลือกหนึ่งในการทำนายการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่สร้างสารพิษที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค หลายประเทศโดยเฉพาะสหรัฐอเมริกาหน่วยงาน USFDA ได้ออกกฎหมายใช้ค่า aw เป็นดัชนีของความปลอดภัยในการแบ่งประเภทอาหาร โดยaw มีมาตราส่วนอยู่ในช่วง 0(แห้งสนิท) ถึง 1(น้ำบริสุทธิ์) สำหรับอาหารที่แห้งส่วนใหญ่มีระดับ aw ประมาณ 0.2 ขณะที่อาหารสดจะมีค่าประมาณ 0.99 สำหรับจุลินทรีย์แต่ละชนิดจะมีค่า aw ต่ำสุดสำหรับการเจริญแตกต่างกันกล่าวคือ แบคทีเรียต้องการ aw ในการเจริญที่สูงกว่าราและยีสต์ หรือแม้แต่ในกลุ่มแบคทีเรียด้วยกัน ยังต้องการ aw ในการเจริญที่แตกต่างกัน สำหรับราสามารถเจริญเติบโตในอาหารที่มีค่า aw ต่ำได้ดีกว่าแบคทีเรีย จึงอาจเป็นปัญหาในอาหารแห้งโดยเชื้อ

ราจะเจริญเติบโตได้ดีที่aw เท่ากับ 0.80 แต่เชื้อราบางชนิดสามารถเจริญเติบโต ได้ที่aw เท่ากับ 0.61 ดังนั้น ค่า aw ของอาหารเป็นทางเลือกหนึ่งในการทำนายการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้

ตารางที่ 1 สถิติความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) เฉลี่ยของประเทศไทยในช่วงฤดูกาลต่างๆ ในรอบ 10 ปี จากกรมอุตุนิยมวิทยา

ภาค	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน	ฤดูฝน	ตลอดปี
เหนือ	73	62	81	74
ตะวันออกเฉียงเหนือ	69	65	80	72
กลาง	71	69	79	73
ตะวันออก	71	74	81	76
ใต้ฝั่งตะวันออก	81	77	78	79
ใต้ฝั่งตะวันตก	77	76	84	80

จากตารางที่ 1 ค่าความชื้นสัมพัทธ์ของประเทศไทยทุกภูมิภาคและทุกฤดูกาลเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อราอย่างมาก

นวัตกรรมที่นำเสนอใหม่นี้เพื่อป้องกันการเกิดสารพิษที่เป็นสารก่อมะเร็งจากเชื้อรา ที่สามารถประยุกต์ใช้กับพืชผลการเกษตรที่ทำแห้งได้ทุกชนิด โดยการลดค่าwater activity ของผลิตผลการเกษตรนั้นแทนทำแห้งด้วยการตากแดดหรือการอบด้วยความร้อนที่ใช้กันปัจจุบัน

สมการจำลองทางคณิตศาสตร์ที่คำนวณหาค่าความชื้นสัมพัทธ์จะหาได้จาก

$$e_s = 6.112 \exp\left(\frac{17.67T}{T + 243.5}\right) \tag{1}$$

$$e_w = 6.112 \exp\left(\frac{17.67T_w}{T_w + 243.5}\right) \tag{2}$$

$$e = e_w + p_{sta}\,(T - T_w)0.00066[1 + (0.00115T_w)] \tag{3}$$

$$RH = 100\frac{e}{e_s} \tag{4}$$

Where

T = Air temperature (dry-bulb temperature)
T_w = Wet-bulb temperature
p_{sta} = Station pressure
e_w = Vapor pressure related to wet-bulb temperature
e_s = Saturated Vapor pressure
e = Actual vapor pressure
RH = Relative humidity

จากสมการ(4)ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) จะเห็นได้ว่าค่าของความชื้นสัมพัทธ์เป็นตัวแปรที่ cross coupling กับค่าอุณหภูมิของทั้ง T ที่เป็นค่าอุณหภูมิอากาศของกระเปาะแห้ง และ T_w ที่เป็นค่าอุณหภูมิอากาศของกระเปาะเปียก ถ้าดูจาก Psychometric chart (รูปที่ 2) หมายความว่าแม้ว่าค่าความชื้นสมบูรณ์(Absolute humidity) จะมี

ค่าคงที่ แต่หากอุณหภูมิ T มีการเปลี่ยนแปลง ค่าของความชื้นสัมพัทธ์ก็จะเปลี่ยนแปลงตามแบบผกผัน ตัวอย่างเช่น ในประเทศไทยค่าความชื้นสมบูรณ์(Absolute humidity)เฉลี่ยในอากาศจะอยู่ที่ประมาณ 22 กรัมต่ออากาศแห้ง 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าเท่ากับ 80%RH แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นเป็น 35 องศาเซลเซียส และที่ค่าความชื้นสมบูรณ์คงเดิมค่าความชื้นสัมพัทธ์จะมีค่าลดลงเท่ากับ 60%RH (อุณหภูมิเปลี่ยนเพียง 5 องศาเซลเซียส ค่าความชื้นสัมพัทธ์เปลี่ยนแปลงถึง 20%RH, ค่า p_{sta} อยู่ที่ระดับน้ำทะเล) หรืออีกนัยหนึ่งหากเราต้องการจะควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าคงที่และต่อเนื่องได้ ค่า T และ T_w ของอากาศทั้งสองตัวแปรจะต้องถูกควบคุมให้คงที่

จากสมการที่(3) ถ้าค่า T ถูกควบคุมให้มีค่าคงที่ได้ เราก็จะได้ว่า e ที่เป็นค่า Actual vapor pressure จะขึ้นอยู่กับ T_w เพียงตัวแปรเดียว นั่นคือค่าของความชื้นสัมพัทธ์ (%RH) ก็จะแปรผันตรงกับค่าของT_w เพียงตัวแปรเดียว ในทางปฏิบัติแล้วการควบคุมค่าของ T_w ทำได้ยากมาก

แต่ด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีที่นำเสนอใหม่นี้ โดยใช้การควบคุมแบบ Decoupling control ที่แยกตัวแปรออกจากกันและการประยุกต์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงร่วมกับการประมวลผลแบบ digital signal processing ทำให้สามารถควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าคงที่ได้แม่นยำและต่อเนื่อง โดยมีค่าเบี่ยงแบนความชื้นสัมพัทธ์อยู่ในช่วง +/- 2%RH และมีค่าเบี่ยงแบนอุณหภูมิ +/- 0.2 องศาเซลเซียส จากค่ากำหนดที่ตั้งไว้ ผลลัพธ์คือการควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าคงที่และต่อเนื่องที่ค่าอุณหภูมิแวดล้อมที่ค่าต่างๆได้ สามารถประยุกต์ในการทำแห้งพืชผลการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวที่อุณหภูมิต่ำและความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ (Low temperature & low relative humidity drying) และใช้ในระบบโรงเก็บ (storage) พืชผลการเกษตรหลังการทำแห้ง เพื่อไม่ให้เกิดเชื้อราที่เป็นตัวสร้างสารพิษ

จากสมการข้างต้นนี้ทำให้สามารถอธิบายได้ว่าทำไมเครื่องลดความชื้นหรือที่เรียกว่าเครื่อง Dehumidifier ที่มีจำหน่ายทั่วไปไม่สามารถความคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าคงที่และต่อเนื่องได้

การทำแห้งด้วยการควบคุมค่าความชื้นสัมพัทธ์อากาศที่อุณหภูมิต่ำสามารถอธิบายได้จากสมการ Modified Chung-Pfost (MCPE) แสดงใน (5) และ (6)

$$RH = \exp\left[-\frac{C_1}{T + C_2}\exp(-C_3 M)\right] \tag{5}$$

$$M = -\frac{1}{C_3}\ln\left[-\frac{(T + C_2)\ln(RH)}{C_1}\right] \tag{6}$$

Where RH = Relative humidity

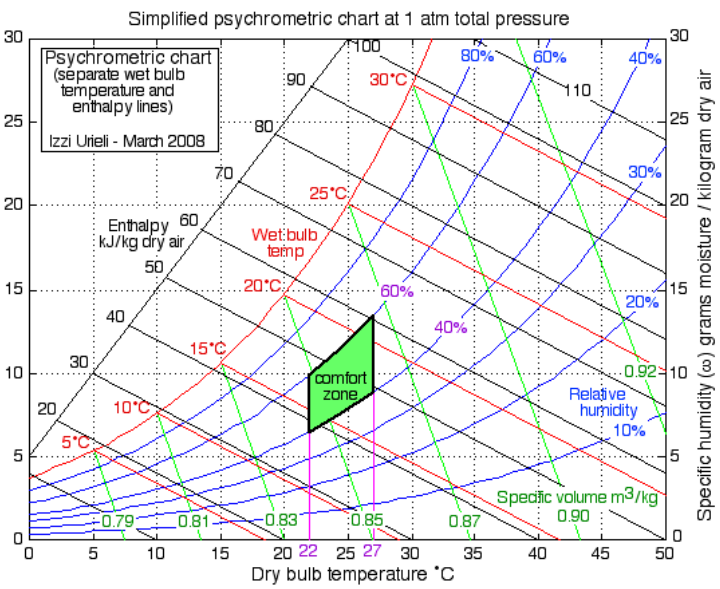
M = Equilibrium moisture content (dry basis)

T = Temperature in ºC

C_1, C_2, C_3 = Equation coefficients

จากสมการ (6) จะเห็นได้ว่าในกระบวนการทำแห้ง ค่าปริมาณความชื้นในพืชผลเกษตรที่ต้องการลดค่า water activity (aw) จะขึ้นอยู่กับค่าอุณหภูมิอากาศและค่าความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศ จากงานวิจัยพบว่าถ้าอุณหภูมิอากาศที่ทำแห้งมีค่าต่ำ (อยู่ในช่วงอุณหภูมิห้อง) และค่าความชื้นสัมพัทธ์ต่ำ จะทำให้ผลิตผลเกษตรที่ทำแห้งมีคุณภาพสูงขึ้น เช่นมีสีที่สดกว่า ยังคงความหอมอโรมาดีกว่า ฯลฯ [7] และที่สำคัญจะไม่เกิดเชื้อราในระหว่างกระบวนการทำแห้งและยังประยุกต์ใช้ในโรงเก็บเพื่อป้องกันการเกิดเชื้อรา (Storage fungi) ได้ด้วย

ตัวอย่างหาค่าความชื้นสมดุลของข้าวเปลือกที่มีตัวแปรเป็นค่าความชื้นสัมพัทธ์และค่าของอุณหภูมิอากาศ เมื่อแทนค่าสัมประสิทธิ์ของข้าวเปลือกจะได้ว่า $M = 29.394 - 4.6015\ln[-(T + 35.703)\ln(RH)]$



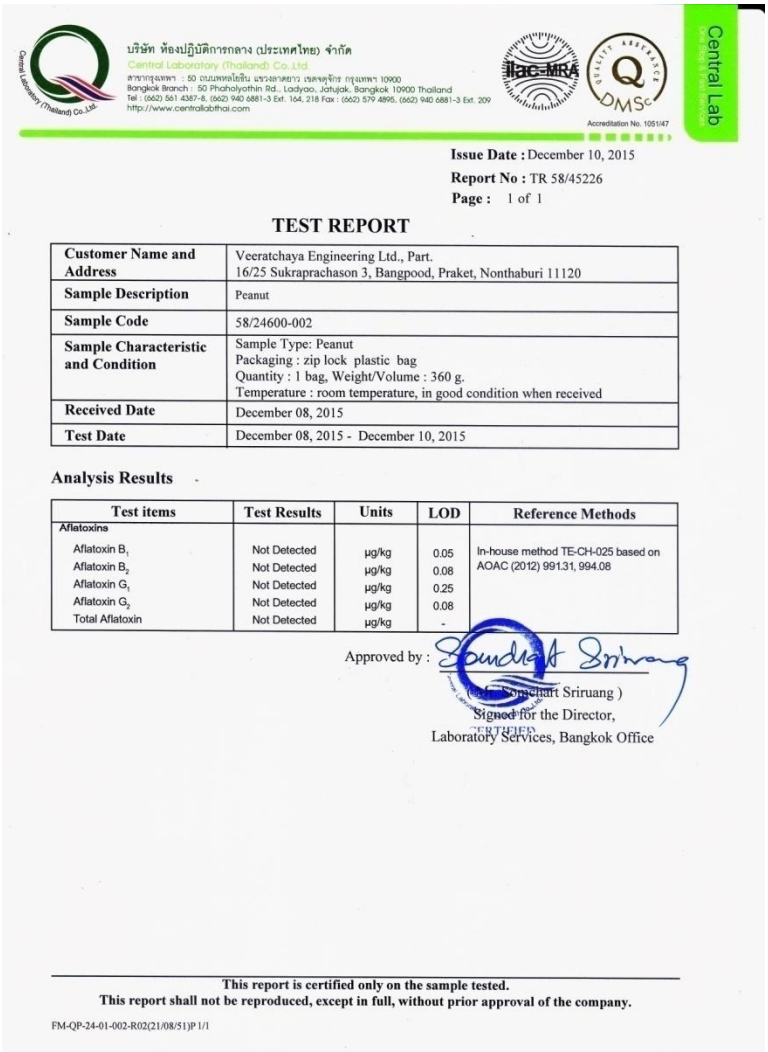
รูปที่ 2 แผนภูมิความสบายของคนบน Psychometric chart

รูปที่ 3 แสดงเครื่อง Low temperature & low relative humidity drying ที่มีการใช้งานแล้วติดตั้งในโรงงานผลิตอาหาร

ตัวอย่างการประยุกต์นวัตกรรมที่นำเสนอใหม่นี้กับพืชผลการเกษตร ในการทำถั่วลิสงให้ปลอดจากอะฟลาทอกซินทำได้ยากที่สุดเมื่อเทียบกับพืชผลการเกษตรตัวอื่นๆ เพราะฝักของถั่วลิสงจะเจริญอยู่ในดิน ผลการศึกษาถั่วลิสงพบว่าการเข้าทำลายของเชื้อ A. flavus และ A. parasiticus เกิดขึ้น ตั้งแต่ฝักเริ่มพัฒนาไปจนถึงระยะเก็บเกี่ยว และเชื้อที่เข้าทำลายในระยะก่อนเก็บเกี่ยว (preharvest stage) มีความสำคัญต่อการปนเปื้อนอะฟลาทอกซินเช่นเดียวกับในช่วงหลังเก็บเกี่ยว (postharvest stage) การเข้าทำลายของเชื้อ A. flavus และ A. parasiticus จะเริ่มจากการที่เชื้อที่อยู่ในดินเข้าไปแฝงตัวอยู่บนผิวเปลือกฝัก โดยใช้อินทรียวัตถุที่อยู่ในดินหรือ สารที่ถูกขับออกมาจากฝักถั่วเป็นอาหาร ในสภาพ ปกติเชื้อทั้งสองชนิดนี้จะไม่สามารถเข้าไปภายในฝัก ได้ เนื่องจากแบคทีเรียและเชื้อราชนิดอื่นที่อยู่บนผิวฝัก เจริญเติบโตได้ดีกว่าจึงแย่งอาหารและพื้นที่ไปใช้ และ ถั่วลิสงยังมีความต้านทานตามธรรมชาติในการป้องกัน ตัวเอง หลังการเก็บเกี่ยวจะใช้วิธีการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์ เมื่อฝักถั่วลิสงมีความชื้นบริเวณ ผิวเปลือกลดลงต่ำกว่า 30% (โดยน้ำหนัก) เชื้อชนิด อื่นจะเจริญเติบโตได้ช้าลงหรือหยุดการเจริญ ทำให้ A. flavus และ A. Parasiticus เจริญขึ้นมาแทนที่และเจาะผ่านเปลือกฝักเข้าสู่เมล็ดได้

วิธีการตากแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะมีแสงแดดสามารถทำแห้งได้ในแต่ละวันไม่เกิน 6 ชั่วโมงและส่วนที่เหลืออีก 18 ชั่วโมงจะเป็นช่วงที่เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้ การทำแห้งด้วยแสงอาทิตย์จะใช้เวลาประมาณ 3-5 วันขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ แล้วจึงส่งเข้าโรงงานกะเทาะเปลือกถั่ว เมื่อเปลือกถั่วถูกกะเทาะออกแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการเก็บเพื่อรอวันส่งขาย ซึ่งช่วงนี้จะพบการเกิดเชื้อราที่เมล็ดถั่วได้ง่ายเนื่องจากถั่วมีน้ำมันเหมาะกับการเจริญเติบโตของเชื้อราเป็นอย่างมาก จากการศึกษาการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินในห่วงโซ่อุปาทานของถั่วลิสงดิบในประเทศไทย จาก 40 ตัวอย่างจากโรงงานกะเทาะและ 40 ตัวอย่างจากตลาดค้าปลีก พบว่าเมื่อถั่วลิสงผ่านจากโรงงานกะเทาะมายังตลาดค้าปลีก ถั่วลิสงมีโอกาสพบการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินเกิน 20 ppb. เพิ่มสูงขึ้นจาก 64% เป็น 98% [6]

ด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีที่นำเสนอใหม่นี้การเข้าทำลายของ A. flavus และ A. parasiticus จะไม่เกิดขึ้นได้ เพราะฝักถั่วลิสงจะถูกควบคุมการทำแห้งด้วยการลดค่าความชื้นของอากาศให้ต่ำกว่า 50%RH ตลอด 24 ชั่วโมงทำให้จุลินทรีย์ ทั้งแบคทีเรียและเชื้อราไม่สามารถเจริญเติบโตได้ รวมทั้งสปอร์ของเชื้อราก็จะถูกกำจัดไปด้วย หลังจากที่ฝักถั่วแห้งถึงระดับที่ค่าปริมาณความชื้นของฝักถั่วลิสงไม่เกิน 30% ก็จะส่งเข้าเครื่องกะเทาะเปลือก หลังจากนั้นเมล็ดถั่วลิสงก็จะนำเข้าระบบทำแห้งต่ออีกจนค่าปริมาณความชื้นเมล็ดถั่วลิสงต่ำกว่า 10% และจะถูกเก็บรักษาในโรงเก็บที่ควบคุมสภาพบรรยากาศที่ความชื้นสัมพัทธ์ต่ำกว่า 60%RH เพื่อรอก่อนนำใส่บรรจุภัณฑ์ที่ป้องกันความชื้นในอากาศ ก่อนนำไปแปรรูปต่อไป ดังนั้นด้วยนวัตกรรมใหม่นี้เราสามารถทำถั่วลิสงให้ปราศจากสารพิษจากเชื้อราได้



บริษัท ห้องปฏิบัติการกลาง (ประเทศไทย) จำกัด
Central Laboratory (Thailand) Co.,Ltd.
สาขากรุงเทพฯ : 50 ถนนพหลโยธิน แขวงลาดยาว เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
Bangkok Branch : 50 Phaholyothin Rd., Ladyao, Jatujak, Bangkok 10900 Thailand
Tel : (662) 561 4387-8, (662) 940 6881-3 Ext. 164, 218 Fax : (662) 579 4895, (662) 940 6881-3 Ext. 209
http://www.centrallabthai.com

Accreditation No. 1051/47

Central Lab

Issue Date : December 10, 2015
Report No : TR 58/45226
Page : 1 of 1

TEST REPORT

Customer Name and Address	Veeratchaya Engineering Ltd., Part. 16/25 Sukraprachason 3, Bangpood, Praket, Nonthaburi 11120
Sample Description	Peanut
Sample Code	58/24600-002
Sample Characteristic and Condition	Sample Type: Peanut Packaging : zip lock plastic bag Quantity : 1 bag, Weight/Volume : 360 g. Temperature : room temperature, in good condition when received
Received Date	December 08, 2015
Test Date	December 08, 2015 - December 10, 2015

Analysis Results

Test items	Test Results	Units	LOD	Reference Methods
Aflatoxins				
Aflatoxin B_1	Not Detected	µg/kg	0.05	In-house method TE-CH-025 based on AOAC (2012) 991.31, 994.08
Aflatoxin B_2	Not Detected	µg/kg	0.08	
Aflatoxin G_1	Not Detected	µg/kg	0.25	
Aflatoxin G_2	Not Detected	µg/kg	0.08	
Total Aflatoxin	Not Detected	µg/kg	-	

Approved by :
(Mr. Somchart Sriruang)
Signed for the Director,
Laboratory Services, Bangkok Office

This report is certified only on the sample tested.
This report shall not be reproduced, except in full, without prior approval of the company.

FM-QP-24-01-002-R02(21/08/51)P 1/1

รูปที่ 4 รายงานผลการทดสอบโดยห้องปฏิบัติการของถั่วลิสงที่ผ่านกระบวนการฯ แสดงให้เห็นว่าค่าของสารพิษอะฟลาทอกซินมีค่าเป็นศูนย์ทุกตัว

ปัจจุบันพบสารพิษจากเชื้อราหลายชนิด ชนิดที่สำคัญและมักพบปนเปื้อนในผลิตผลเกษตรและผลิตภัณฑ์เกษตร นอกจากอะฟลาทอกซิน ได้แก่ สารพิษโอคราทอกซิน เอ (Ochratoxin A) โดยพบว่าเป็นสารก่อมะเร็งที่ร้ายแรงพอๆกัน

กาแฟเป็นพืชที่มีความสำคัญเชิงเศรษฐกิจและปลูกเป็นการค้าอย่างแพร่หลาย ปัจจุบันกาแฟเป็นเครื่องดื่มที่ได้รับความนิยมอย่างมาก และในกระบวนการหลังการเก็บเกี่ยว พบว่าเมล็ดกาแฟมีการปนเปื้อนของเชื้อราและมีการสร้างสารพิษโอคราทอกซิน เอ ขึ้น การนำเมล็ดกาแฟไปคั่วไม่สามารถทำลายสารพิษโอคราทอกซิน เอ ในเมล็ดกาแฟได้และสารพิษจะปนออกมาในน้ำกาแฟที่ดื่ม สารพิษโอคราทอกซิน เอ ในเมล็ดกาแฟเป็นสารทุติยภูมิที่ถูกสร้างขึ้นมาจากเชื้อรา Aspergillus ochraceus และ Penicillium verucosum ราชนิดนี้สามารถเจริญและสร้างสารพิษได้บนเมล็ดกาแฟ เมล็ดธัญพืช ผลไม้อบแห้งและในผลิตภัณฑ์อาหาร

สารพิษโอคราทอกซิน เอ Ochratoxin A (OTA) เป็นสารพิษอีกชนิดหนึ่งที่สร้างขึ้นจากราที่เข้าทำลายและเจริญอยู่บนเมล็ดพืชหรือชิ้นส่วนของพืช ซึ่งสารพิษสามารถเกิดขึ้นได้ตั้งแต่ในไร่สวนของเกษตรกรจนถึงไซโลโกดังที่เก็บรักษาเมล็ดพืช ค่าปริมาณสูงสุดของสารพิษโอคราทอกซิน เอ ที่ปัจจุบันบางประเทศอนุญาตให้มีได้ในผลิตผลเกษตรและเมล็ดกาแฟมีค่าไม่เกิน 5 ppb. และในผลิตภัณฑ์ที่แปรรูปแล้วมีค่าได้ไม่เกิน 2 ppb.

สาเหตุที่สำคัญของการปนเปื้อนในเมล็ดกาแฟเนื่องจากว่า การทำแห้งเมล็ดกาแฟด้วยการตากแห้งด้วยแสงแดดบนพื้นที่ปลูกบนเขาสูงซึ่งมีความชื้นสูง เมล็ดกาแฟจะแห้งไม่สนิทก่อนจะถูกเก็บ การนำไปคั่วก่อนขายเพื่อชงเป็นกาแฟสดจะต้องคาดการณ์ว่าต้องจำหน่ายหมดภายในเวลาประมาณ 1-3 เดือนไม่เช่นนั้นกลิ่นหอมอโรมาของกาแฟจะหายไป [8] ดังนั้นถ้าปริมาณผลผลิตเมล็ดกาแฟมีมากการเก็บหลังการทำแห้งแล้วก็จะมีเวลายาวนานมากบางครั้งอาจจะเก็บข้ามปี ช่วงระหว่างการเก็บในโรงเก็บนี้เองที่จะพบว่าจะเกิดเชื้อราได้ตลอด เนื่องจากสภาพอากาศที่ชื้นตลอดปีของประเทศไทย

ขอตั้งเป็นข้อสังเกตว่าหลังจากปี 2530 เราจะพบว่าคนไทยนิยมดื่มกาแฟสดเพิ่มขึ้นอย่างมาก สามารถพบร้านขายกาแฟสดทุกตรอกซอกซอยในชุมชนเมือง และแม้แต่แหล่งท่องเที่ยวห่างไกลที่มีคนไปเที่ยวเกือบทุกหนแห่ง เป็นที่แน่นอนว่ามีผลกับคนที่นิยมการดื่มกาแฟสดกับการได้สารพิษโอคราทอกซิน เอ เนื่องจากบริโภคทุกวันติดต่อกันเป็นระยะเวลาที่ยาวนาน

อาหารแห้งอีกชนิดหนึ่งที่พบทั้งสารอะฟลาทอกซินและสารโอคราทอกซิน เอ คือ ข้าวกล้อง เนื่องจากข้าวกล้องมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นคาร์โบไฮเดรตและสารอาหารบนผิวของเมล็ดข้าวกล้อง เชื้อราสามารถเจริญเติบโตได้อย่างดี ระยะเวลาที่ปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อราจะพบมากในโรงเก็บตลอดจนถึงที่เก็บของผู้บริโภคเอง ปัญหานี้ยังคงเป็นปัญหาเดียวกับพริกไทยและสมุนไพรแห้งอีกด้วย

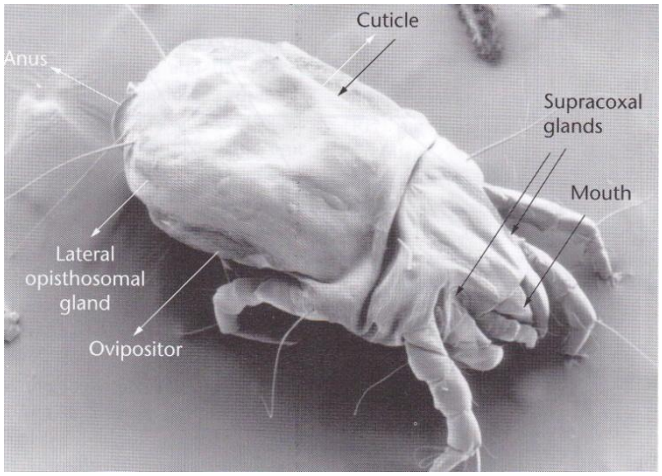
รูปที่ 5 ตัวอย่างบางส่วนของผลิตภัณฑ์การเกษตรที่ทำแห้งด้วยเครื่อง Low temperature & low relative humidity drying

กระทรวงสาธารณสุขเปิดเผยว่าคนไทยมีอัตราการเสียชีวิตจากโรคมะเร็งตับสูงที่สุดในโลก แต่หลายคนมักพูดว่าอาหารที่กินอยู่ทุกวันนี้กินมาตั้งนานไม่เห็นเป็นอะไร คำตอบอาจอธิบายได้ว่าตับเป็นอวัยวะสำคัญอย่างหนึ่งของร่างกาย มีหน้าที่หลายอย่างรวมทั้งกำจัดสารพิษในร่างกาย และเป็นอวัยวะที่อดทนมากจะไม่แสดงอาการชัดเจน แต่เมื่อตรวจพบก็จะสายไปแล้ว เราไม่รู้ตัวว่าตับเราถูกทำลายไปแล้วเท่าไหร่ แต่ถ้าหากเราไม่ได้รับสารพิษเพิ่ม ตับก็จะคงทำหน้าที่ต่อไปได้ โดยเฉพาะคนที่เป็นไวรัสอักเสบ บี ถ้าหากได้รับสารพิษอะฟลาทอกซินเพิ่มจะทำให้มีโอกาสเป็นมะเร็งตับเพิ่มขึ้นอีก 30 เท่า [9]

การประยุกต์นอกจากการใช้ในด้านพืชผลการเกษตรยังสามารถที่ประยุกต์ใช้ในการควบคุมสารก่อภูมิแพ้ได้อีกด้วย โรคภูมิแพ้เป็นปัญหาด้านสุขภาพของคนไทยที่ปัจจุบันมีคนเป็นโรคนี้มากถึงประมาณ 16 ล้านคน การรักษาโรคภูมิแพ้ด้วยการกินยาและพ่นยาเป็นการแก้ที่ปลายเหตุไม่สามารถรักษาให้หายขาดได้ต้องกินยาและพ่นยาไปตลอดชีวิต การหลีกเลี่ยงสารก่อภูมิแพ้จึงเป็นวิธีการที่แก้ที่ต้นเหตุที่ดีที่สุด สารก่อภูมิแพ้ที่สำคัญมาจากไรฝุ่น รองลงมาได้แก่เชื้อรา หากเราสามารถกำจัดต้นเหตุเหล่านี้ได้ สารก่อภูมิแพ้ก็จะถูกกำจัดไปด้วย จากหลักการของสิ่งมีชีวิตจะดำรงชีวิตได้จะขึ้นอยู่กับ water activity (aw) ด้วยวิธีการควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ให้มีค่าต่ำและคงที่ตลอดเวลา จะทำให้ไรฝุ่นไม่สามารถดึงน้ำจากอากาศมาเพื่อดำรงชีวิตได้ และจะสูญเสียน้ำจากตัวหากความชื้นสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 60%RH ไรฝุ่นจะหยุดการขยายพันธุ์และจะตายในที่สุด และถ้าหากความชื้นสัมพัทธ์มีค่าน้อยกว่า 50%RH ไรฝุ่นจะตายภายใน 5 - 11 วัน เนื่องจากขาดน้ำ (Dehydrate) ดังแสดงในรูปที่ 6. ซึ่งค่าของ Critical equilibrium humidity (CEH) ที่เป็นค่าวิกฤติที่หากความชื้นสัมพัทธ์เกินค่านี้แค่ 2 ชั่วโมงต่อวันก็จะทำให้ ไรฝุ่นสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ [10] ซึ่งเป็นคำตอบของการใช้ไม่ได้ผลในการกำจัดไรฝุ่นด้วยเครื่องลดความชื้น (Dehumidifier)

ได้มีการนำเอานวัตกรรมนี้ไปประดิษฐ์เป็นเครื่องควบคุมสภาพบรรยากาศ โดยการทำงานของเครื่องฯจะแยกออกเป็นสองโหมด คือโหมดที่ต้องการควบคุมทั้งอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ใช้ในกรณีที่มีคนอยู่ในห้อง และโหมดที่ควบคุมเฉพาะความชื้นสัมพัทธ์เพียงอย่างเดียวเพื่อผลของการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแต่ยังคงควบคุมการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา และไรฝุ่น ใช้ในกรณีไม่มีคนอยู่ในห้อง ได้มีการทำการทดสอบทางคลินิก (Clinical Trial) กับผู้ป่วยโรคภูมิแพ้โดยคณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลรามาธิบดี [11] ร่วมกับการทดสอบการกำจัดของไรฝุ่นโดย ศูนย์บริการและวิจัยไรฝุ่นศิริราช ภาควิชาปรสิตวิทยา คณะแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลศิริราช [12] และการทดสอบในการกำจัดแบคทีเรียในอากาศ และเชื้อรา โดยวิทยาลัยแพทยศาสตร์ โรงพยาบาลพระมงกุฎเกล้า [13] ผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ สามารถอ้างได้ว่าเครื่องควบคุมสภาพบรรยากาศ เป็นเครื่องแรกที่สามารถกำจัดไรฝุ่น เชื้อราได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้รับการตีพิมพ์ในวารสารวิชาการทางการแพทย์นานาชาติ (รายละเอียดตามเอกสารอ้างอิง)

ความชื้นสัมพัทธ์ที่อยู่ในช่วง40-60%RH และอุณหภูมิระหว่าง 22-27 องศาเซลเซียส เป็นสภาพบรรยากาศที่เราใช้ทำการกำจัดไรฝุ่น เชื้อรา ยังเป็นจุดความสบายสูงสุดของคนอีกด้วยดังแสดงในรูปที่ 2.



รูปที่ 6 แสดงการสูญเสียน้ำและดึงน้ำจากอากาศผ่านทางอวัยวะของตัวไรฝุ่น [10]

รูปที่ 7 แสดงเครื่องควบคุมสภาพบรรยากาศ เพื่อกำจัดไรฝุ่น เชื้อรา สำหรับผู้ป่วยโรคภูมิแพ้

บทสรุป

ประเทศที่อยู่ในภูมิภาคเขตร้อน-ชื้น จะพบเจอปัญหาของการแพร่กระจายและการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้อย่างรวดเร็วโดยเฉพาะเชื้อราที่เป็นตัวการหลักในการสร้างสารพิษในอาหารแห้ง เครื่องปรุง และสมุนไพรแห้ง แต่หากสามารถควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศได้ ก็จะมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตและแพร่กระจายของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ด้วยนวัตกรรมเทคโนโลยีที่นำเสนอใหม่นี้เป็นการแก้ไขปัญหาที่ต้นเหตุที่แท้จริง ที่ยังไม่เคยมีใครนำเสนอมาก่อนหน้านี้ และนอกเหนือจากกระบวนการทำให้ผลิตผลการเกษตรแห้งและเก็บรักษาให้ปลอดจากสารพิษที่มาจากเชื้อราแล้วก็ยังสามารถประยุกต์นวัตกรรมนี้ในการกำจัดไรฝุ่นที่เป็นสาเหตุหลักของโรคภูมิแพ้ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันมะเร็งแห่งชาติ กรมการแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข: แผนการป้องกันและควบคุมโรคมะเร็งแห่งชาติ (พ.ศ. 2556-2560)

2. Yan Liu and Felicia Wu, Department of Environmental and Occupational Health, University of Pittsburgh, Pennsylvania, USA: Global Burden of Aflatoxin-Induced Hepatocellular Carcinoma: A Risk Assessment. Environmental Health Perspectives. Volume 118, June 2010.

3. P.N. Rajarajan, K.M. Rajasekaram, N.K. Asha Devi: Aflatoxin Contamination in Agricultural Commodity. Indian Journal of Pharmaceutical and Biological Research. 2013.

4. Leonard P. Gianessi, National Center for Food and Agricultural Policy, Washington DC. USA: Aflatoxin and the Food Quality Protection Act of 1996.

5. สุดาทิพย์ แซ่ตั้น, เสาวนีย์ เลิศวรสิริกุล, เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, และวิชัย หฤทัยธนาสันติ์: ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45: สาขาส่งเสริมการเกษตรและคหกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. กรุงเทพฯ, 2550

6. โสภณ วงศ์แก้ว, สนั่น จอกลอย อะฟลาทอกซินในถั่วลิสง: ข้อเสนอวิธีแก้ปัญหา. แก่นเกษตร 2554

7. George O. Ondier, Terry J. Siebenmorgen, Andronikos Mauromoustakos: Low-temperature, low-relative humidity drying of rough rice. Journal of Food Engineering. 2010

8. เคล็ดลับการเก็บกาแฟคั่ว: http://www.nlcoffee.com/index.php?tpid=0280, retrieved date Apr. 9, 2016

9. Henry SH[1], Bosch FX, Bowers JC: Aflatoxin, hepatitis and worldwide liver cancer risks. http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11922091, retrieved date Apr. 12, 2016

10. Matthew J. Colloff: Dust Mites. Springer Science, Dordrecht, The Netherlands and CSIRO PUBLISHING, Collingwood, Australia.

11. Wiparat Manuyakorn, Savitrerapatee Padungpak, Orawin Luecha, Wasu Kamchaisatian, Cherapat Sasisakulporn, Soamarat Vilaiyuk, Veerapol Monyakul and Suwat Benjaponpitak: Assessing the efficacy of a novel temperature and humidity control machine to minimize house dust mite allergen exposure and clinical symptoms in allergic rhinitis children sensitized to dust mites: a pilot study. Asian Pac J Allergy Immunol: 2015

12. Siriraj Dust Mite Center for Service and Research; Department of Parasitology, Faculty of Medicine Siriraj Hospital; Mahidol University: Precise climate controller for eliminating house dust mites; Test report. Salaya: Mahidol University; 2012

13. Greetha Moungthong, Pana Klamkam, Prasit Mahakit, Thanit Chalermwatanachai, Sudaluk Thunyaharn, and Veerapol Monyakul: Efficacy of the Precise Climate Controller on the reduction of indoor microorganism. Asia Pacific Allergy; 2014