Chula Med J Vol. 46 No. 10 October 2002

การปนเปื้อนของสารพิษ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหาร

วีระชิต แหวนหล่อ*
วิโรจน์ ไววานิชกิจ*

Waenlor W, Wiwanitkit V. The contamination of aflatoxin in food products. Chula Med J 2002 Oct; 46(10): 843 - 9

This paper presents reviewed literatures on aflatoxin contamination in many food products, such as grains, animal tissue and fluids, milk, fermented food and beverages, spices, ect., which have been carried out for a long time. Aflatoxin contamination in all of above can be determined based on fundamental techniques, i.e., thin-layer chromatography (TLC), high pressure liquid chromatography (HPLC), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), Enzyme-link immunosorbent assay (ELISA), monoclonal antibody affinity chromatography, photoacoustic spectrometry and fluorescence technology. Since aflatoxin contamination of food and feed have gained global significance due to its deleterious effect on human and animal health and its importance in the international trade, the continue detection should be performed by a simple-to-operate, rapid, reliable, and cost-effective method, particularly in developing countries. The instant noodle, which has been favored in almost population, still be carried out in a few setting. One of these methods to determine the contamination of aflatoxin in instant noodle is developed kit utilized ELISA technique.

Key words: Aflatoxin, Fundamental technique, Instant noodle.

Reprint request : Waenlor W, Department of Laboratory Medicine, Faculty of Medicine, Chulalongkorn University, Bangkok 10330, Thailand.

Received for publication. August 20, 2002.

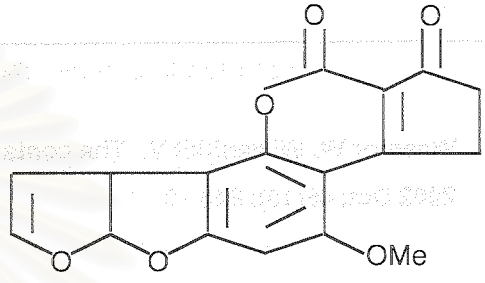
วัตถุประสงค์

1. เพื่อบรรยายถึงข้อมูลเบื้องต้น และความสำคัญทางคลินิกของ Aflatoxin
2. เพื่อบรรยายวิธีการตรวจหาการปนเปื้อนของ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหาร

*ภาควิชาเวชศาสตร์ชันสูตร คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ในสภาวะปัจจุบันที่มีความเร่งรีบเป็นตัวจักรสำคัญในการดำเนินชีวิต โดยเฉพาะในสังคมเมือง ทำให้ประชาชนส่วนใหญ่ให้ความสำคัญกับการประกอบอาหารภายในครัวเรือนลดน้อยลง เนื่องจากต้องใช้เวลาในการตระเตรียมส่วนประกอบและวิธีการทำที่ยุ่งยาก ดังนั้นจึงมีผู้หันมาให้ความสนใจกับอาหารประเภทสำเร็จรูปที่ผลิตจากโรงงานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งพร้อมจะรับประทานโดยทันทีหรือลดขั้นตอนการทำลงกันมากขึ้น อาหารสำเร็จรูปดังกล่าวได้แก่ อาหารบรรจุกระป๋องสำเร็จรูป บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป เครื่องปรุงต่าง ๆ เช่น ซอสถั่วเหลือง (ซีอิ๊ว) เต้าเจี้ยว เป็นต้น ทั้งนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ต่างเข้าใจว่าอาหารสำเร็จรูปเหล่านี้ ปราศจากเชื้อจุลชีพโดยเฉพาะเชื้อราปนเปื้อน แต่จากการศึกษาการปนเปื้อนสารพิษจากเชื้อรา โดยเฉพาะสาร Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหารและเครื่องดื่ม สำเร็จรูปก็พบว่ามีการปนเปื้อนอยู่ในหลายผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์เครื่องปรุง เช่น เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว ถั่วลิสงบด (peanut butter) เป็นต้น [1] ผลิตภัณฑ์ประเภทนม [2,3] ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มที่ได้จากการหมัก เช่น ไวน์แดง ไวน์ขาว[1] เป็นต้น นอกจากนี้ยังตรวจพบสารพิษจากเชื้อราชนิดนี้ปริมาณสูงในอาหารอีกหลายชนิด โดยเฉพาะพวกเครื่องแกง[4] ได้แก่ พริกแห้งและพริกป่น [5] กระเทียม หัวหอม หอมแดง เมล็ดธัญพืช [6-9] ได้แก่ ถั่วประเภทต่าง ๆ เช่น ถั่วเหลือง ถั่วลิสง งา เมล็ดแตงโม [10] เป็นต้น เมล็ดข้าวโพด และแป้งข้าวโพด [11,12] เป็นต้น นอกจากนี้ยังตรวจพบ Aflatoxin ยังปนเปื้อนในอาหาร เลี้ยงสัตว์พวกเป็ด ไก่ [13] โคนม [2] ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในเนื้อเยื่อและนมจากสัตว์ (Animal tissue and fluids)[14] รวมถึงอาหารประเภทฟาสฟู้ด (fast food) ก็ตรวจพบการปนเปื้อนของ Aflatoxin ด้วย [15]

Aflatoxin เป็นสารพิษที่ถูกสร้างขึ้นมาจากเชื้อรา 2 ชนิด คือ *Aspergillus flavus* และ *Aspergillus parasiticus* [4] ซึ่ง *Aspergillus flavus* จะพบได้ง่ายกว่าและพบได้ทั่วไปในธรรมชาติ และแม้แต่สภาวะที่ไม่เหมาะสมได้เช่น ความแห้ง [16] เชื้อราชนิดนี้ก็สามารถเจริญขึ้นได้ ในธรรมชาตินั้นสารพิษ Aflatoxin ที่ถูกสร้างขึ้นมีความแตกต่างกันอย่างน้อย 13 ชนิด โดย Aflatioxin B1 (AFB1) นับเป็นสารที่มีพิษมากที่สุด สารพิษ Aflatoxin นี้สามารถสกัดออกมาให้บริสุทธิ์ได้ตั้งแต่ปี 1962 สูตรโครงสร้างของ Aflatoxin เป็นดังนี้



รูปที่ 1. สูตรโครงสร้างของ Aflatoxin

ความสำคัญทางคลินิกของการเจือปนของ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหาร

Aflatoxin ถือเป็นตัวแทนของสารพิษจากเชื้อรา (mycotoxin) ได้เป็นอย่างดี โดยประมาณ 25 % ของอาหารที่มีจำหน่ายของโลก จะปนเปื้อนด้วยราที่ผลิตสารพิษได้ (mycotoxin)[16] Aflatoxin ถือเป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen), สารก่อการกลายพันธุ์ (mutagen), teratogen และ immunosuppressive agent ในมนุษย์ [5,17,18] การรับประทานอาหารที่มีสารพิษนี้ปนเปื้อนเข้าไปจะเพิ่มความเสี่ยงในการเป็นมะเร็งตับ (hepatocellular carcinoma) มากขึ้น [17,19,20] โดยความสัมพันธ์นี้มีนัยสำคัญเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณของสาร Aflatoxin ที่ปนเปื้อนอยู่ [21] นอกจากนี้ยังมีรายงานการได้รับสาร Aflatoxin ซึ่งเรียกว่า "Aflatoxicosis" นี้เข้าไปนั้น ทำให้เกิด encephalopathy ได้ด้วย เช่น มีการระบาดครั้งใหญ่ในมาเลเซีย ในปี 1988 [22,23] ทำให้เด็กที่รับประทานบะหมี่จีน (Chinese noodle) ที่เรียกว่า "Loh See Fun" ที่ปนเปื้อนสารนี้เข้าไปนั้นเกิด acute hepatic encephalopathy และเสียชีวิตจำนวนทั้งสิ้น 13 คน โดยเหตุการณ์ในลักษณะเดียวกันนี้ ก็เคยเกิดขึ้นมาแล้วในภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศไทย ทำให้มีผู้เสียชีวิตในโรคแบบเดียวกัน [24] การเกิดการระบาดเช่นนี้ถือ

เป็นเรื่องสาธารณสุขที่สำคัญในประเทศกำลังพัฒนาหลาย ๆ ประเทศ [23] ที่ควรให้ความสนใจเป็นอย่างยิ่ง

อาการโดยทั่วไปสำหรับผู้ที่ได้รับสารพิษ Aflatoxin เข้าไปเป็นจำนวนมากจนเป็นพิษต่างร่างกายนั้น จะเกิดอาการดังต่อไปนี้ ได้แก่ อาเจียน ไข้ ท้องเสีย ปวดท้องเบื่ออาหาร น้ำหนักลด วิงเวียน ชัก และโคม่า ตอนแรกผู้ที่ได้รับสารพิษเข้าไปส่วนใหญ่จะมีอาการที่เรียกว่า Reye-like syndrome[22, 25] ลักษณะทางพยาธิวิทยาที่พบ[22] จะเกิด extensive coagulative necrosis ของตับร่วมกับ proliferative ductal/dulular mataplasia of the hepatocytes พบ Giant cell, central vein sclerosis, bile stasis และ steatosis นอกจากนี้ยังพบ acute tubular necrosis, superficial upper gastrointestinal erosions และเกิด encephalopathy ตามมา สาเหตุการตายที่สำคัญคือเกิด acute hepatic และ renal failure

จะเห็นได้ว่าสารพิษ Aflatoxin นับเป็นสารพิษที่มีอันตรายเป็นอย่างมาก จนทำให้ต้องมีการกำหนดค่ามาตรฐานสำหรับการปนเปื้อนของสารพิษนี้ในผลิตภัณฑ์บางประเภท [16] ซึ่งการเก็บรักษาและการควบคุมดูแลผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวพืชผลรวมถึงผลิตผลจากสัตว์ เช่น นมโค ที่มีประสิทธิภาพ ก่อนที่จะนำเข้าสู่กระบวนการทางอุตสาหกรรมนั้น นับว่ามีความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง [11,16, 26]

อย่างไรก็ตาม แม้ถ้าหากผลิตภัณฑ์ใดที่มีการปนเปื้อนสารพิษ Aflatoxin ออกสู่ตลาดแล้ว ก็ยากจะทำการแก้ไข แต่การป้องกันไม่ให้ได้รับสารพิษนี้ ด้วยการตรวจสอบคุณภาพ โดยการติดตามสุ่มตรวจวัดระดับการปนเปื้อนของสารพิษ Aflatoxin ในอาหารประเภทที่สงสัยว่าน่าจะมีการปนเปื้อนอยู่น่าจะเป็นการป้องกันที่ดีอย่างหนึ่ง ซึ่งถ้าหากพบว่ามีการปนเปื้อนอยู่จริงในสินค้า ประเภทนั้น ก็จำเป็นต้องออกมาตรการมาควบคุมดูแลการผลิตสินค้าอาหารประเภทนั้นต่อไป ทั้งนี้ก็เพื่อหลีกเลี่ยงการบริโภคสารพิษนี้เข้าสู่ร่างกาย และแม้ว่าจากการตรวจสอบในผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะประเภทนม พบว่ามีค่าเฉลี่ยของสาร Aflatoxin อยู่ในระดับต่ำกว่าที่มาตรฐานกำหนด จนไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพก็ตาม [2-4, 14] แต่เนื่องจากตลอดชีวิตของเรามีโอกาสสัมผัสกับสารก่อมะเร็งชนิดนี้ได้ [27] ดังนั้น แม้เราจะสัมผัสคราวละน้อย ๆ แต่ถ้าหากได้รับเข้าไปเป็นประจำแล้ว ก็สามารถเกิดพิษแก่ร่างกายได้ เพราะสารพิษนี้จะถูกเปลี่ยนแปลงไปเป็นอนุพันธ์ของมันต่อไป ซึ่งจะไม่สูญสลาย แต่บางส่วนจะถูกขับออกนอกร่างกาย [28, 29] บางส่วนจะถูกเก็บสะสมอยู่ตามเนื้อเยื่อทั่วร่างกาย โดยเฉพาะที่ตับ [16] จนทำให้เกิดพิษตามมาดังกล่าว ดังนั้นการตรวจสอบการปนเปื้อนของสารพิษนี้ในผลิตอาหารชนิดต่าง ๆ ยังคงมีความสำคัญและต้องกระทำต่อเนื่องต่อไป [4]

วิธีการตรวจการเจือปนของ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหาร

การตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบการปนเปื้อนของสารพิษ Aflatoxin ในสินค้าอาหารที่สงสัยนั้น สามารถกระทำได้หลายวิธี ทั้งนี้ก็เพื่อประโยชน์ด้านการค้าและสุขภาพของประชาชนเป็นสำคัญ[18] วิธีการตรวจสอบนั้น จะใช้หลักการที่แตกต่างกันไปตามตัวอย่างที่ต้องการตรวจสอบ อาทิเช่น หลักการของ thin-layer chromatography (TLC), liquid chromatography (LC), high pressure liquid chromatography (HPLC), Enzyme-link immunosorbent assay (ELISA), gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS), monoclonal antibody affinity chromatography [16], fluorescence technology เป็นต้น ดังนี้

1. Fourier transform infrared photoacoustic spectroscopy (FTIR-PAS) [30] เป็นเครื่องมือที่มีความไวสูง นำมาใช้ตรวจสอบว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อราอยู่บนผิวนอกของเมล็ดข้าวโพดแต่ละเมล็ดหรือไม่ แต่ photoacoustic technique นี้จะมีศักยภาพที่จำกัดในการตรวจคัดกรองข้าวโพดทั้งฝัก เนื่องจากตัวตรวจจับแสง และเสียง (photoacoustic detectors) ในเครื่องมือชิ้นนี้ จะสามารถคัดแยกเมล็ดที่สมบูรณ์และปกติออกได้เวลาเดียวกันด้วย

2. Transient infrared spectroscopy (TIRS)[30] จะสามารถตรวจวัดตัวอย่างวัตถุของแข็งที่ให้เคลื่อนไปบน

สายพานได้เลย โดยที่เครื่องมือนี้ไม่ต้องสัมผัสกับเชื้อ *A. flavus* โดยตรงและยังมีประสิทธิภาพในการตรวจคัดกรองเมล็ดข้าวโพดได้คราวละมาก ๆ ด้วย

3. Contaminants Branch (CB) method และ Best Foods (BF) method [10] ทั้งคู่เป็นวิธีที่เป็นทางการสำหรับตรวจสอบการปนเปื้อนของสาร Aflatoxins ในถั่วลิสงและผลิตจากถั่วลิสง โดย CB method จะเหนือกว่าในด้านการตรวจวัดปริมาณของ Aflatoxin ซึ่งทั้ง 2 วิธีนี้จะใช้หลักการของ thin-layer chromatography (TLC)

4. Modified CB method-Rapid Modification of the Cottonseed (CB-RCS-Mod) method [10] ดัดแปลงมาจากการรวมขั้นตอนของ CB method และ Rapid Modification of the Cottonseed method เข้าไว้ด้วยกัน

5. Monoclonal immunoaffinity column method [16] จากนั้นหาปริมาณของ Aflatoxin โดยใช้ fluorometry ก็เป็นอีกวิธีการหนึ่งที่ถูกนำมาใช้ตรวจสอบการปนเปื้อนสารพิษนี้ในข้าวโพด [11] นอกจากนี้ยังใช้วิธี immunoaffinity column clean up liquid chromatography method สำหรับการตรวจหา AFB หรือ AFM ในนมผงสูตรสำหรับเด็กและผลิตภัณฑ์จากนมอื่น ๆ ด้วย [2,31]

6. Dip-strip method [18] ชุดทดสอบนี้ประกอบด้วย UV lamp (365 nm, 4W output), solvent blender (12,000 rpm) สำหรับการสกัดสารพิษ, absorbent-coated dip-strip (polyester film) สำหรับการตรวจสอบและวัดปริมาณสาร aflatoxin ในอาหารและอาหารเลี้ยงสัตว์ที่ต้องการทดสอบ ซึ่งปริมาณของ Aflatoxin B1 น้อยที่สุดที่จะตรวจวัดได้คือ 10 ppb per spot

7. Universal immuno-stick test นำมาใช้ตรวจสอบ Aflatoxin M1 ในน้ำนมได้ โดยใช้หลักการของ ELISA [28, 32] นอกจากนี้ยังนำหลักการของ ELISA มาใช้ทดสอบหา Aflatoxin B1 (AFB1)ที่ปนเปื้อนในพริกป่นได้โดยวิธี indirect competitive ELISA[5] ซึ่งผลการทดสอบเชื่อถือได้เช่นเดียวกันกับวิธี High pressure liquid chromatography (HPLC)

8. Microcolumn chromatography [33] ใช้สำหรับตรวจคัดกรองหา AFM1 ในน้ำนม โดย minicolumn นั้นประกอบด้วย dry Florisil อยู่ล่างสุด ถัดขึ้นไปเป็น anhydrous Na_2SO_4 และบนสุดเป็น neutral alumina และ 8 % H_2O ถ้าพบแถบ fluorescence สีฟ้าอยู่ระหว่างชั้นของ Florisil กับ Na_2SO_4 แล้วแสดงว่ามี AFM1 ปนเปื้อนอยู่

9. Rapid liquid chromatography [34] ใช้สำหรับตรวจวัดระดับ AFM1 และ M2 ในน้ำนม ซึ่งมีทั้ง reverse phase [35] และ normal phase LC method

10. วิธีตรวจคัดกรองหา multiple mycotoxin[36] ซึ่งได้แก่ AFB1, B2, G1, G2, M1 และ M2, sterigmatocystin, penicillin acid, ochratoxin A และ patulin ซึ่งทั้งหมดจะสกัดออกมาโดยใช้ ethyl acetate แล้วทำให้บริสุทธิ์โดยใช้ silica mini-column จากนั้นแต่ละส่วนจะถูกแยกอีกครั้งด้วย TLC จากนั้นนำ TLC plate มาตรวจสอบโดยใช้ fluodensitometry ซึ่งจะให้ลักษณะของ fluorescence ที่จำเพาะในแต่ละสาร

นอกจากนี้หลักการของ TLC [37] ยังนำมาใช้ตรวจวัดระดับ AFM1 ในน้ำนมได้ [38] รวมถึงผลิตภัณฑ์อาหารอื่น ๆ [1,14,15] โดยขั้นตอนสุดท้ายจะนำไปทดสอบต่อโดยใช้แสงอัลตร้าไวโอเลต หรือใช้ fluorodensitometry ก็ได้ สำหรับ HPLC นั้น เป็นวิธีการหลักที่นำมาใช้ตรวจวัดหา Aflatoxin ที่ปนเปื้อนในอาหารเช่นเดียวกัน [1-4,12,14,16]

จะเห็นได้ว่าวิธีการตรวจสอบหาการปนเปื้อนของสาร Aflatoxin ในสินค้าประเภทอาหารนั้น สามารถกระทำได้หลากหลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความพร้อมในด้านงบประมาณ และความคุ้มค่าในการดำเนินการตรวจสอบ (cost-effective) [18] ซึ่งในประเทศกำลังพัฒนา ชุดทดสอบสำเร็จรูปสำหรับตรวจหาสารพิษ Aflatoxin ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นนั้นน่าจะเหมาะสม เนื่องจากมีความสะดวก รวดเร็ว เชื่อถือได้ และคุ้มค่ากับการลงทุน [18] โดยชุดทดสอบชุดหนึ่งที่เหมาะสมสำหรับการทดสอบในห้องปฏิบัติการคือการใช้หลักการของ ELISA ซึ่งได้ถูกนำมาใช้ตรวจสอบในอาหารหลายชนิด [5, 14,31] ซึ่งเป็นวิธีการที่รวดเร็วและผลการสอบก็เชื่อถือได้ [5]

รายงานการตรวจการเจือปนของ Aflatoxin ในผลิตภัณฑ์อาหารในประเทศไทย

ในประเทศไทยมีรายงานการปนเปื้อนของสาร Aflatoxin ในอาหารหลายชนิดและได้ถูกตีพิมพ์ออกมาอย่างต่อเนื่อง [9,12,28,39] สำหรับรายงานละเอียดของรายงานเหล่านี้มีดังนี้ รายงานฉบับที่เก่าที่สุด เป็นของ Imwidthaya และ คณะ เป็นการศึกษาในผลิตภัณฑ์ธัญพืช โดยจากรายงานดังกล่าวพบการเจือปนของ Aflatoxin ในธัญพืชหลายชนิด รายงานถัดมาเป็นของ el-Nezami และ คณะ ได้ทำการศึกษาในน้ำนม โดยพบการเจือปนถึงประมาณร้อยละ 50 โดยพบในช่วง 0.039 to 1.736 ng/ml รายงานชิ้นต่อมาเป็นของ Yashizawa และ คณะ ซึ่งศึกษาการเจือปนของ Aflatoxin ในข้าวโพด ซึ่งก็พบการเจือปนในอัตราที่สูงเช่นเดียวกัน สำหรับรายงายล่าสุดของ Hussamin ได้รายงานถึงอัตราการปนเปื้อนของ Aflatoxin ยี่ห้อต่าง ๆ ที่วางจำหน่ายในกรุงเทพ ซึ่งพบการปนเปื้อนที่ค่อนข้างสูงเช่นเดียวกัน

ในจำนวนนี้ ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทบะหมี่กึ่งสำเร็จรูป ก็เป็นสินค้าอาหารอีกประเภทหนึ่งที่ควรดำเนินการตรวจสอบถึงการปนเปื้อนของสารพิษชนิดนี้ด้วย เนื่องจากอาหารชนิดนี้ก็เป็นที่นิยมในทุกเพศทุกวัยด้วย ด้วยวิธีการทดสอบที่เหมาะสมนั่นคือการใช้ชุดทดสอบสำเร็จรูปดังกล่าวข้างต้น

อ้างอิง

1. Sripathomswat N, Thasnakorn P. Survey of aflatoxin-producing fungi in certain fermented foods and beverages in Thailand. Mycopathologia 1981 Feb 13; 73(2): 83 - 8
2. Srivastava VP, Bu-Abbas A, Alaa-Basuny, Al-Johar W, Al-Mufti S, Siddiqui MK. Aflatoxin M1 contamination in commercial samples of milk and dairy products in Kuwait. Food Addit Contam 2001 Nov; 18(11): 993 - 7
3. Galvano F, Galofaro V, Ritieni A, Bognanno M, De Angelis A, Galvano G. Survey of the occurrence of aflatoxin M1 in dairy products marketed in Italy: second year of observation. Food Addit Contam 2001 Jul; 18(7): 644 - 6
4. Vrabcheva TM. mycotoxins in spices. Vopr Pitan 2000; 69(6): 40 - 3
5. Reddy SV, Mayi DK, Reddy MU, Thirumala-Devi K, Reddy DV. Aflatoxins B1 in different grades of chillies (*Capsicum annum L.)* in India as determined by indirect competitive-ELISA. Food Addit Contam 2001 Jun; 18(6): 553 - 8
6. Vinitketkumnuen U, Chewonarin T, Kongtawelert P, Lertjanyarak A, Peerakhom S, Wild CP. Aflatoxin exposure is higher in vegetarians than nonvegetarians in Thailand. Nat Toxins 1997; 5(4): 168 - 71
7. Fukal L, Prosek J, Sova Z. The occurrence of aflatoxins in peanuts imported in to Czechoslovakia for human consumption. Food Addit Contam 1987 Jul; 4(3): 285 - 9
8. Thuvander A, Moller T, Barbierri HE, Jansson A, Salomonsson AC, Olsen M. Dietary intake of some important mycotoxins by the Swedish population. Food Addit Contam 2001 Aug; 18 (8): 696 - 706
9. Imwidthaya S, Anukarahanonta T, Komolpis P. Bacterial, fungal and aflatoxin contamination of cereals and cereal products in Bangkok. J Med Assoc Thai 1987Jul; 70(7): 390 - 6
10. DiProssimo VP, Malek EG. Comparison of three methods for determining aflatoxins in melon seeds. J AOAC Int 1996 Nov - Dec; 79(6): 1330 - 5
11. Juan-Lopez M, Carvajal M, Ituarte B. Supervising programme of aflatoxins in Mexican corn. Food

Addit Contam 1995 May - Jun; 12(3): 297 - 312

12.Yoshizawa T, Yamashita A, Chokethaworn N. Occurrence of fumonisins and aflatoxins in corn from Thailand. Food Addit Contam 1996 Feb-Mar; 13(2): 163 - 8

13. Widiastuti R, Maryam R, Blaney BJ, Salfina, Stoltz DR. Corn as a source of mycotoxins in Indonesian poultry feeds and the effectiveness of visual examination methods for detecting contamination. Mycopathologia 1998 Apr; 102(1): 45 - 9

14. Richard JL, Bennett GA, Ross PF, Nelson PE. Analysis of naturally occurring mycotoxins in feed stuffs and food. J Anim Sci 1993 Sep; 71(9): 2563 - 74

15. Midio AF, Campos RR, Sabino M. Occurrence of aflatoxins B1, B2, G1 and G2 in cooked foods components of whole meals marketed in fast food outlets of the city of Sao Paulo, SP, Brazil. Food Addit Contam 2001 May; 18 (5): 445 - 8

16. USDA Grain Inspection Packers and Stockyards Administration. Aflatoxin: GIPSA Backgrounder: Online 1998. Available from: URL:http://www.usd.gov/gipsa/newsroom/backgrounders/b-aflatox.htm

17. Wogan GN. Dietary factors and special epidemiological situations of liver cancer in Thailand and Africa. Cancer Res 1975 Nov; 35(11 Pt.2): 3499 - 502

18. Sashidhar RB. Dip-strip method for monitoring environmental contamination of aflatoxin in food and feed: use of a portable aflatoxin detection kit. Environ Health Perspect 1993 Oct; 101 Suppl 3: 43 - 6

19. Srivatanakul P, Parkin DM, Jiang YZ, Khlat M, Kao-lan UT, Sontipong S, Wild C. The role of infection by *Opisthorchis viverrini*, hepatitis B virus and aflatoxin exposure in the etiology of liver cancer in Thailand. A correlation study. Cancer 1991 Dec 1; 68(11): 2411 - 7

20. Dichter CR. Risk estimates of liver cancer due to aflatoxin exposure from peanuts and peanut products. Food Chem Toxicol 1984 Jun; 22 (6): 431 - 7

21. Peers FG, Linsell CA. Dietary aflatoxins and human primary liver cancer. Ann Nutr Aliment 1977; 31(4-6): 1005 - 17

22. Chao TC, Maxwell SM, Wong SY. An outbreak of aflatoxicosis and boric acid poisoning in Malaysia: a clinicopathological study. J Pathol 1991 Jul; 164(3): 225 - 33

23. Lye MS, Ghazali AA, Mohan J, Alwin N, Nair RC. An outbreak of acute hepatic encephalopathy due to severe aflatoxicosis in Malaysia. Am J Trop Med Hyg 1995 Jul; 53(1): 68 - 72

24. Olson LC, Bourgeois CH Jr, Cotton RB, Harikul S, Grossman RA, Smith TJ. Encephalopathy and fatty degeneration on the viscera in Northeastern Thailand. Clinical syndrome and epidemiology. Pediatrics 1971 Apr; 47(4): 707 - 16

25. Bourgeois CH, Shank RC, Grossman RA, Johnsen DO, Wooding WL, Chandavimol P. Acute aflatoxin B1 toxicity in the macaque and its similarities to Reye's syndrome. Lab Invest 1971 Mar; 24(3): 206 - 16

26. Fellows P, Axtell B, Dillon M. Quality assurance for small-scale rural food industries. FAO Agricultural Services Bulletin No. 117, 1995

27. Wild CP, Jiang YZ, Allen SJ, Jansen LA, Hall AJ, Montesano R. Aflatoxin-albumin adducts in human sera from different regions of the world. Carcinogenesis 1990 Dec; 11(12): 2271 - 4
28. el-Nezami HS, Nicoletti G, Neal GE, Donohue DC, Ahokas JT. Aflatoxin M1 in human breast milk samples from Victoria, Australia and Thailand. Food Chem Toxicol 1995 Mar; 33(3): 173 - 9
29. Simon P, Delsaut P, Lafontaine M, Morele Y, Nicot T. Automated column-switching high-performance liquid chromatography for the determination of aflatoxin M1. J Chromatogr B Biomed Sci Appl 1998 Aug 7; 712(1-2): 95 - 104
30. Gordon SH, Jones RW, McClelland JF, Wicklow DT, Greene RV. Transient infrared spectroscopy for detection of toxigenic fungi in corn: potential for on-line evaluation. J Agric Food Chem 1999 Dec; 47(12): 5267 - 72
31. Stroka J, Anklam E, Joerissen U, Gilbert J. Determination of aflatoxin B1 in baby food (infant formula) by immunoaffinity column clean up liquid chromatography with postcolumn bromination: collaborative study. J AOAC Int 2001 Jul-Aug; 84(4): 1116 - 23
32. Hahn G, Bransch B. Universal immuno-stick test for direct rapid identification of microbial antigens within 5 minutes. Preliminary report. Zentralbl Bakteriol Mikrobiol Hyg [A] 1988 Mar; 267(4): 519 - 27
33. Holaday CE. Rapid screening method for aflatoxin M1 in milk. J Assoc Off Anal Chem 1981 Sep; 64(5): 1064 - 6
34. Stubblefield RD, Kwolek WF. Rapid liquid chromatographic determination of aflatoxins M1 and M2 in artificially contaminated fluid milks: collaborative study. J Assoc Off Anal Chem 1986 Sep-Oct; 69(5): 880 - 5
35. Chiavaro E, Dall'Asta C, Galaverna G, Biancardi A, Gambarelli E, Dossena A, Marchelli R. New reversed phase liquid chromatographic method to detect aflatoxins in food and feed with cyclodextrins as fluorescence enhancers added to the eluent. J Chromatogr A 2001 Dec; 937(1-2): 31 - 40
36. Gertz C, Boschemeyer L. A screening method for the determination of various mycotoxins in food (author's transl). Z Lebensm Unters Forsch 1980; 171(5): 335 - 40
37. Tapia MO. A quantitative thin layer chromatography method for the analysis of aflatoxins, ochratoxin A, zearalenone, T-2 toxin and sterigmatocystin in foodstuffs. Rev Argent Microbiol 1985; 17(4): 183 - 6
38. Panariti E. Seasonal variations of aflatoxin M1 in the farm milk in Albenia. Arh Hig Rada Toksikol 2001 Mar; 52(1): 37 - 41
39. Hussamin N. Aflatoxin contamination in instant noodle in Bangkok area. Presented at the National Congress on Toxicology 2001. Chiangmai, Thailand.