ว กรมวิทย พ 2567; 66 (1): 104-115

การประเมินการได้รับสัมผัสโอคราทอกซินเอ จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ของคนไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2564

สิริพร สะสีสม ศุภิรา ใจหา และ พนาวัลย์ กลึงกลางดอน

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ โอคราทอกซินเอ (ochratoxin A; OTA) เป็นสารพิษจากเชื้อราที่พบว่ามีการปนเปื้อนในอาหาร เป็นพิษต่อตับและไต และอาจก่อให้เกิดมะเร็งในมนุษย์ได้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการได้รับ OTA จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น โดยรวบรวมผลวิเคราะห์การปนเปื้อน OTA ในกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น จำนวน 77, 25 และ 67 ตัวอย่าง ตามลำดับ ระหว่างปี พ.ศ. 2559-2564 พบ OTA คิดเป็นร้อยละ 5, 28 และ 87 ตามลำดับ ผลการศึกษาปริมาณการได้รับสัมผัสได้จากค่ามัธยฐานปริมาณสารที่ระดับ middle bound กับข้อมูลการบริโภคอาหารในประเทศไทยของประชากรทั้งหมด (per capita) ที่ระดับการบริโภคเฉลี่ยและเปอร์เซ็นไทล์ (percentile) ที่ 97.5 ของกลุ่มอายุ 3 ปีขึ้นไป พบปริมาณการได้รับสัมผัส OTA มีค่า 0.89 และ 4.66 นาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ ตามลำดับ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัย Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) ที่กำหนดโดย WHO/JECFA เท่ากับ 112 นาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ พบว่าต่ำกว่าค่า PTWI มากกว่า 125 และ 24 เท่า ตามลำดับ ดังนั้นปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารที่เป็นแหล่งปนเปื้อนหลักทั้งสามชนิดนี้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยสำหรับผู้บริโภคคนไทย

คำสำคัญ: โอคราทอกซินเอ, กาแฟ, พริกแห้ง, พริกป่น, การประเมินการได้รับสัมผัส

Corresponding author E-mail: siriporn.sa@dmsc.mail.go.th

Received: 26 September 2023 *Revised: 7 January 2024* *Accepted: 22 January 2024*

บทนำ

โอคราทอกซินเอ (ochratoxin A; OTA) เป็นสารพิษจากเชื้อราที่มีพิษสูงสุดในกลุ่มโอคราทอกซินที่พบตามธรรมชาติ สร้างขึ้นจากเชื้อราสกุล *Aspergillus* เช่น *A. ochraceus*, *A. flavus* และ *A. parasiticus* พบในแถบอากาศร้อนชื้น เจริญเติบโตได้ดีที่ค่าปริมาณน้ำอิสระ (water activity; a_w) เท่ากับ 0.79 ในช่วงอุณหภูมิ 8–37 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่เหมาะสมในการสร้างสารพิษอยู่ในช่วง 25–28 องศาเซลเซียส สำหรับพื้นที่ที่มีภูมิอากาศหนาวเย็น OTA ที่พบในอาหารจะเกิดจากเชื้อรากลุ่ม *Penicillium* การเจริญเติบโตของเชื้อราและการผลิตสารพิษขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย ได้แก่ อุณหภูมิและความชื้นในระหว่างการเจริญเติบโต การเพาะปลูก การเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการเก็บรักษาอาหาร คุณสมบัติของ OTA มีความคงตัวและสลายเมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 180 องศาเซลเซียส โดยสลายมากกว่า 70% ถึงมากกว่า 90%[1,2]

OTA มักพบปนเปื้อนในพืชผลทางการเกษตรทั่วไป เช่น ธัญพืชและผลิตภัณฑ์จากธัญพืช เมล็ดกาแฟและผลิตภัณฑ์ เครื่องเทศ ชะเอม ไวน์ ลูกเกด ช็อกโกแลต และน้ำองุ่น[3] จากรายงานการสำรวจการปนเปื้อน OTA ในอาหารต่าง ๆ ที่จำหน่ายในท้องตลาดของกลุ่มสมาชิกสหภาพยุโรป (EU) พบปริมาณ OTA เฉลี่ย ดังนี้ เครื่องเทศ 1.2 µg/kg (สูงสุด 24 µg/kg) กาแฟคั่ว 0.62 µg/kg กาแฟสำเร็จรูป 1.3 µg/kg ธัญพืชและผลิตภัณฑ์ (ข้าวสาลี ข้าวเรย์ ข้าวบาร์เล่ย์ ข้าวโพด และข้าวโอ๊ต) อยู่ในช่วง 0.17–0.60 µg/kg พบสูงสุดในข้าวบาร์เลย์ 6.4 µg/kg และไวน์ 0.3 µg/kg[4] การสำรวจข้าวจาก 5 จังหวัด ในภาคกลางของประเทศเวียดนาม จำนวน 100 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อนของ OTA ร้อยละ 35 ปริมาณเฉลี่ยที่พบเท่ากับ 0.75 µg/kg และพบสูงสุด 2.78 µg/kg[5] การสำรวจพริกแห้งของประเทศมาเลเซีย พบการปนเปื้อนของ OTA ร้อยละ 81.25 ช่วงที่พบตั้งแต่ 0.2–101.2 µg/kg[6] การศึกษาปนเปื้อน OTA ในผลไม้อบแห้งที่จำหน่ายในตลาดที่ผลิตในประเทศและนำเข้าจากต่างประเทศ จำนวน 20 ชนิด รวม 306 ตัวอย่าง พบ OTA ปนเปื้อน 0.10–24.10 µg/kg[7] การสำรวจพริกแห้งและพริกที่ป่นที่จำหน่ายในตลาดตัวเมืองจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ. 2559 (มีนาคม–เมษายน) จำนวน 79 ตัวอย่าง พบการปนเปื้อน OTA จำนวน 9 ตัวอย่าง มีปริมาณ OTA 0.16–2.20 µg/kg[8] ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414 กำหนดปริมาณสูงสุดที่ให้พบ (maximum limit; ML) ปนเปื้อนในพริกแห้งและพริกป่นได้ไม่เกิน 30 µg/kg[9] แต่ยังไม่มีกำหนดมาตรฐานในกาแฟ ในขณะที่ EU กำหนดค่า ML ของ OTA ในพริกแห้งและพริกป่น 20 µg/kg เมล็ดกาแฟคั่วและกาแฟคั่วบดเท่ากับ 3 µg/kg และกาแฟที่ละลายน้ำได้ (กาแฟสำเร็จรูป) เท่ากับ 5 µg/kg ตาม commission regulation (EU) 2023/915[10]

สถาบันวิจัยมะเร็งนานาชาติ (International Agency for Research on Cancer; IARC) จัดให้ OTA เป็นสารกลุ่ม 2B ที่อาจก่อมะเร็งในมนุษย์[11] โดยเมื่อร่างกายได้รับอาหารที่ปนเปื้อน OTA สารพิษจะดูดซึมเข้าทางกระเพาะและลำไส้เล็ก ซึ่ง OTA ละลายได้ดีในไขมันจึงดูดซึมผ่านลำไส้เล็กส่วนต้น (proximal jejunum) พร้อมกับน้ำดีและเข้าสู่กระแสโลหิต OTA ส่วนหนึ่งถูกกำจัดออกทางปัสสาวะและน้ำดี แต่การขับสารพิษออกจากร่างกายเป็นไปได้ช้าเนื่องจากโมเลกุล OTA ที่ถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสโลหิตมีการจับกับ serumprotein โดยเฉพาะ albumin ความเป็นพิษของ OTA ขัดขวางการทำงานของเอนไซม์ในกระบวนการ metabolism ของฟีนิลอะลานีนให้เกิดอนุมูลอิสระจากปฏิกิริยา oxidation และรบกวนการนำส่งโมเลกุลสารต่าง ๆ ที่บริเวณเยื่อหุ้มไมโทคอนเดรียกระทบต่อการสร้าง ATP เป็นพิษต่อระบบท่อไตและตับ มีฤทธิ์กดภูมิคุ้มกัน และเป็นสารก่อมะเร็ง ไต คือ อวัยวะที่ได้รับผลกระทบจาก OTA เด่นชัดที่สุด โดยเฉพาะระบบท่อไตส่วนต้นและตับที่พบไกลโคเจนสะสมมากผิดปกติ[12,13]

ปี พ.ศ. 2550 WHO/JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives) ได้กำหนดค่าความปลอดภัยจากการได้รับ OTA ต่อสัปดาห์ (provisional tolerable weekly intakes; PTWI) เท่ากับ 112 นาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ (ng/kg bw/week) ซึ่งที่มาของค่า PTWI มาจากข้อมูลทางพิษวิทยาของการเสื่อมสภาพ

การทำงานของไตในสุกร พบว่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สังเกตพบผลเสีย (lowest-observed-effect level; LOEL) มีค่าเท่ากับ 8 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (μg/kg bw/day) และ safety factor เป็นค่าที่กำหนดเพื่อชดเชยความไม่แน่นอนที่เกิดจากการอนุมานผลจากทดลองในสัตว์สู่มนุษย์เท่ากับ 50[14] จากการศึกษาของ EFSA พบว่า OTA มีความเป็นพิษต่อพันธุกรรม (genotoxic) ทั้งในหลอดทดลอง (*in vitro*) และสัตว์ทดลอง (*in vivo*) แต่กลไกความเป็นพิษต่อพันธุกรรมยังไม่ชัดเจน พบอุบัติการณ์ที่เพิ่มขึ้นของรอยโรคในไตด้วยกล้องจุลทรรศน์จากการให้ OTA แบบ repeat dose ในสุกรเพศเมีย ระบุว่าเป็นผลกระทบที่ไม่ใช่เนื้องอก (non-neoplastic effect) มีค่า benchmark dose lower-confidence limit ในระดับที่ทำให้เกิดผลกระทบ 10% ($BMDL_{10}$) เท่ากับ 4.73 μg OTA/kg bw/day และอุบัติการณ์ที่เพิ่มขึ้นของเนื้องอกในไตที่พบในหนูแรท (rat) เพศผู้ เป็นเวลา 2 ปี ระบุว่าเป็นของผลกระทบจากเนื้องอก (neoplastic effect) มีค่า $BMDL_{10}$ เท่ากับ 14.5 μg OTA/kg bw/day[15]

จากความเป็นพิษของ OTA ที่อาจเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์และเป็นพิษต่อพันธุกรรม โดยปัจจุบันคนไทยนิยมบริโภคกาแฟและอาหารรสเผ็ด ซึ่งพริกแห้งและพริกป่นเป็นเครื่องปรุงรสที่พบการปนเปื้อน OTA ค่อนข้างสูง จึงนำไปสู่วัตถุประสงค์ของการศึกษาการประเมินการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารทั้ง 3 ชนิดนี้ และพิจารณาความเสี่ยง (risk) ของคนไทยจากการบริโภคอาหารที่ปนเปื้อน OTA

วัสดุและวิธีการ

ตัวอย่าง

ตัวอย่างกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น จำนวน 77, 25 และ 67 ตัวอย่าง ตามลำดับ ในปี พ.ศ. 2559–2564 ได้ตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์จากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และโครงการสำรวจการปนเปื้อนของแอฟลาทอกซิน (aflatoxin) โอคราทอกซินเอ (ochratoxin A) อะคริลาไมด์ (acrylamide) สีซูดานเรด (sudan red) และสิ่งแปลกปลอม (light filth) ในพริกแห้งของพื้นที่จังหวัดนนทบุรี ปี พ.ศ. 2559

สารเคมีและสารมาตรฐาน

สารมาตรฐาน: ochratoxin A (SIGMA-ALDRICH, USA, ความบริสุทธิ์มากกว่า 98%)

สารเคมีและวิธีเตรียม: สารเคมีสำหรับการวิเคราะห์ด้วย HPLC ได้แก่ acetonitrile (Supelco, Germany), methanol (Supelco, Germany), glacial acetic acid (J.TBaker, China) เป็น HPLC grade

methanol (J.TBaker, USA), sodium hydrogen carbonate (Loba Chemie, India), potassium dihydrogen phosphate (BDS, UK), anhydrous disodium hydrogen phosphate (Merck,Germany), potassium chloride (Loba Chemie, India) sodium chloride (POCH, Poland) สารเคมีทุกชนิดเป็น AR grade และน้ำบริสุทธิ์ (น้ำที่มีความต้านทาน ≥ 18 mΩ.cm)

เตรียมสารละลาย PBS โดยชั่ง potassium dihydrogen phosphate 0.20 กรัม disodium hydrogen phosphate 1.10 กรัม potassium chloride 0.20 กรัม และ sodium chloride 8 กรัม ละลายในขวดปริมาตรขนาด 1,000 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำ

เครื่องมือและอุปกรณ์

HPLC (high performance liquid chromatograph) (KANAUER, รุ่น AZURA, Germany) พร้อมด้วยเครื่องตรวจวัดชนิด fluorescence (FLD detector, SHIMADZU, รุ่น RF-20 A, Japan), คอลัมน์ C18 BDS hypersil™ (250 mm × 4.6 mm, 5 μm, Thermo Fisher Scientific, Inc., USA), เครื่องชั่งความละเอียด 0.001 กรัม (Sartorius, รุ่น LP 20S, Germany), centrifuge (Kubota, รุ่น 6800, Japan), shaker (IKA, รุ่น HS 501, Germany), vortex mixer (Vortex Genie2, รุ่น G-560E, USA), immunoaffinity (OchraTest™, VICAM, USA), กระดาษกรองเบอร์ 4 (whatman, England), micro pipette ขนาด 2–20, 50–100, 100–1,000 และ 1–5 ไมโครลิตร, กระบอกตวงขนาด 50, 100, 250 มิลลิลิตร, ขวดปริมาตรขนาด 5, 10, 1,000 มิลลิลิตร, บีกเกอร์

ขนาด 50, 100, 250 มิลลิลิตร, ขวด centrifuge ขนาด 500 มิลลิลิตร และ nylon filter ขนาดรูพรุน 0.2 ไมครอน

วิธีวิเคราะห์

โดยใช้วิธี In-house method based on AOAC 2019 (2004.10)[16] ที่ผ่านการทดสอบความใช้ได้ของวิธีและได้รับการรับรองความสามารถตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025 จากสำนักมาตรฐานห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ โดยมีค่าขีดจำกัดของการตรวจพบ (limit of detection; LOD) เท่ากับ 0.20 µg/kg ขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (limit of quantitation; LOQ) เท่ากับ 1.00 µg/kg ความเที่ยงของกาแฟและพริกแห้งมีค่าที่ยอมรับได้ (HORRAT ≤ 2) เท่ากับ 0.12 และ 0.21 ตามลำดับ ความแม่นของวิธีประเมินจากร้อยละการคืนกลับที่ความเข้มข้น 1 µg/kg ของกาแฟอยู่ในช่วงร้อยละ 89–100 และพริกแห้งอยู่ในช่วงร้อยละ 90–110 การวิเคราะห์ มีการควบคุมคุณภาพภายในห้องปฏิบัติการ (internal quality control; IQC) ทุกชุดของการตรวจวิเคราะห์ (batch) ได้แก่ blank การทำซ้ำ (duplicate) การเติมสารละลายมาตรฐานในตัวอย่างเพื่อหาร้อยละการคืนกลับ (%recovery) และเข้าร่วมทดสอบความชำนาญกับหน่วยงานต่างประเทศ (Fapas® Proficiency Testing) อยู่ในเกณฑ์ที่ดี

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่างกาแฟ ปริมาณ 12.5±0.05 กรัม ใส่ขวด centrifuge ขนาด 500 มิลลิลิตร เติมสารละลายผสม 3% $NaHCO_3$:MeOH อัตราส่วน 1:1 ปริมาตร 250 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันและเขย่าด้วย shaker นาน 20 นาที จากนั้นนำเข้าเครื่อง centrifuge ที่ความเร็ว 3,500 รอบต่อนาที นาน 10 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 4 ปิเปตสารละลาย 4 มิลลิลิตร เติมสารละลาย PBS ปริมาตร 96 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากัน นำไปผ่านคอลัมน์ immunoaffinity ล้างสิ่งรบกวนด้วยน้ำ 10 มิลลิลิตร ทำให้คอลัมน์แห้งโดยใช้ vacuum pump นาน 30 วินาที ชะ OTA ด้วยเมทานอล ปริมาตร 4 มิลลิลิตร ลงใน vial ขนาด 5 มิลลิลิตร นำไประเหยแห้งด้วยแก๊สไนโตรเจน จากนั้นละลายด้วย MeOH:CH_3CN:น้ำที่ผสม acetic acid (29:1) อัตราส่วน 30:30:40 ปริมาตร 1 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันด้วย vortex mixer นาน 30 วินาที กรองผ่าน nylon filter และวัดปริมาณด้วยเครื่อง HCPL with fluorescence detector ที่ excitation 332 นาโนเมตร และ emission 476 นาโนเมตร ที่สภาวะดังนี้ mobile phase เป็น MeOH:CH_3CN:น้ำที่ผสม acetic acid (29:1) อัตราส่วน 30:30:40 อัตราการไหล 1.00 มิลลิลิตรต่อนาที และปริมาตรที่ฉีด 50.0 ไมโครลิตร ตัวอย่างพริกแห้งและพริกป่น เตรียมตัวอย่างเช่นเดียวกับกาแฟ

การประเมินการได้รับสัมผัส (exposure assessment)

ใช้ข้อมูลปริมาณการปนเปื้อน OTA (concentration data) และข้อมูลปริมาณการบริโภค (food consumption data) ดังนี้

ข้อมูลการปนเปื้อน OTA

เนื่องจากข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์มีค่าไม่พบ (ต่ำกว่า LOD) จำนวนมาก จึงใช้การคำนวณ 3 แบบ ค่า lower bound (LB) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ ค่าต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “0” ค่า middle bound (MB) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “½ LOD” หรือ ต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “½ LOQ” ค่า upper bound (UB) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “LOD” หรือ ต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “LOQ”

จากนั้นหาค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน (median) ค่าต่ำสุด-สูงสุด (min-max) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (standard deviation; SD) ของแต่ละชุดข้อมูล เนื่องจากการกระจายตัวของข้อมูลเป็นแบบไม่ปกติ จึงเลือกค่ามัธยฐานเป็นค่าปริมาณการปนเปื้อน OTA ที่ใช้ในการคำนวณปริมาณการได้สัมผัส (exposure)

ข้อมูลการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น นำมาจากฐานข้อมูลปริมาณอาหารที่คนไทยบริโภค (database of food consumption of Thai people) ของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ ปี พ.ศ. 2559[17] โดยนำข้อมูลการบริโภคอาหาร

ของประเทศไทยของประชากรทั้งหมด (per capita) ที่ระดับการบริโภคเฉลี่ยและเปอร์เซ็นไทล์ที่ 97.5 ของกลุ่มอายุ 3 ปีขึ้นไป โดยใช้ข้อมูลปริมาณการบริโภคแบบ ingredient consumption คือ ปริมาณบริโภครวมของแต่ละชนิดอาหาร (กาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น) ที่ผสมในอาหารประเภทต่าง ๆ

การคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัส (exposure) จากการบริโภคต่อคนต่อวันโดยใช้สูตร

$$\text{Exposure} = \frac{(\text{concentration} \times \text{food consumption})}{\text{body weight (bw)}}$$

exposure = ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภค (กาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น) ใน 1 วัน หน่วยนาโนกรัมต่อต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (ng/kg bw/day)

concentration = ปริมาณ OTA ในกาแฟ พริกแห้ง หรือพริกป่น หน่วยไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (µg/kg)

food consumption = ปริมาณการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง หรือพริกป่น หน่วยนาโนกรัมต่อคนต่อวัน (g/person/day)

body weight (bw) = น้ำหนักตัวเฉลี่ยของประชากรไทยอายุ 3 ปีขึ้นไป แบบรวมเพศ (ชาย-หญิง) 57.57 กิโลกรัม (kg)

เมื่อได้ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการวิเคราะห์แต่ละชนิด รวมปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากอาหารทั้ง 3 ชนิด (กาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น) หน่วย ng/kg bw/day คูณ 7 วัน จะได้ปริมาณการได้รับการสัมผัสต่อสัปดาห์ในหน่วยนาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อสัปดาห์ (ng/kg bw/week)

ความเสี่ยง (risk)[18]

การพิจารณาความเสี่ยงของการได้รับสัมผัส OTA จาก 2 แนวทาง ดังนี้

การเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัย

คิดเป็นร้อยละของปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภค (กาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น) หน่วย ng/kg bw/week เปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัยของ OTA (ค่า PTWI เท่ากับ 112 ng/kg bw/week)

$$\text{PTWI (\%)} = \frac{\text{ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภค} \times 100}{\text{PTWI}}$$

ค่าขอบเขตของการได้รับสัมผัส (margin of exposure; MOE)

MOE เป็นการเปรียบเทียบค่าการกำหนดจุดเบี่ยงเบน (point of departure; POD) กับค่าของปริมาณการได้รับสัมผัสสาร ซึ่ง MOE ใช้เป็นแนวทางในการพิจารณาความเสี่ยงเมื่อมีข้อกังวลด้านความปลอดภัย กรณีที่สารนั้นมีข้อมูลทางพิษวิทยาไม่เพียงพอที่จะกำหนดค่าความปลอดภัย (health based guidance value; HBGV) หรือกรณีที่สารนั้นเป็นสารที่มีพิษทั้งต่อพันธุกรรม (genotoxic) และสารก่อมะเร็ง (carcinogenic)

$$\text{MOE} = \frac{\text{POD (ng/kg bw/day)}}{\text{exposure (ng/kg bw/day)}}$$

POD (point of departure) จุดที่มีการเบี่ยงเบนหรือจุดของการตอบสนองต่อขนาดที่กำหนดให้เป็นจุดเริ่มต้นในการอนุมานผลที่ขนาดต่ำ ๆ (low-dose extrapolation) เป็นค่าต่าง ๆ ทางพิษวิทยา เช่น NOAEL (no observed adverse effect level), LOAEL (lowest observed adverse effect level), BMD (benchmark dose) และ BMDL (benchmark dose lower-confidence limit)

สำหรับการพิจารณาความเสี่ยงโดย MOE ของสาร OTA การศึกษานี้ใช้ $BMDL_{10}$ จาก 2 ผลกระทบ คือ

- ผลกระทบที่ไม่ใช่เนื้องอก เท่ากับ 4,730 ng/kg bw/day (คำนวณจากรอยโรคในไตที่เกิดจากหมู)
- ผลกระทบจากเนื้องอก เท่ากับ 14,500 ng/kg bw/day (คำนวณจากเนื้องอกที่พบในไตของหนู)

exposure ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารทั้ง 3 ชนิด (กาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น) ใน 1 วัน หน่วยนาโนกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมต่อวัน (ng/kg bw/day)

ผล

การศึกษาการปนเปื้อน OTA

จากผลการศึกษาปริมาณ OTA ปี พ.ศ. 2559–2564 จำนวน 169 ตัวอย่าง แบ่งเป็นกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น จำนวน 77, 25 และ 67 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบปนเปื้อน OTA จำนวน 4, 7 และ 58 ตัวอย่าง ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละที่พบเท่ากับ 5, 28 และ 87 ตามลำดับ ปริมาณตรวจพบอยู่ระหว่าง 0.10–2.58, 0.10–119.90, 0.10–70.67 µg/kg ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยปริมาณ OTA ที่ lower bound (LB) ในกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น เท่ากับ 0.11, 7.35, 17.13 µg/kg ตามลำดับ ที่ middle bound (MB) เท่ากับ 0.20, 7.42 และ 17.18 µg/kg ตามลำดับ upper bound (UB) เท่ากับ 0.30, 7.49 และ 17.23 µg/kg ตามลำดับ ค่ามัธยฐานปริมาณ OTA ที่ LB ในกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น เท่ากับ 0.00, 0.00 และ 12.87 µg/kg ตามลำดับ ที่ MB กับ 0.10, 0.10 และ 12.87 µg/kg ตามลำดับ และที่ UB เท่ากับ 0.20, 0.20 และ 12.87 µg/kg ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

การประเมินการได้รับสัมผัส (exposure assessment)

การศึกษานี้ใช้แนวทางแบบจุด (point estimates) โดยใช้ข้อมูลค่ามัธยฐานของการปนเปื้อน OTA ในกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ที่ LB, MB และ UB และข้อมูลปริมาณการบริโภคของคนไทยจากฐานข้อมูลปริมาณอาหารที่คนไทยบริโภค ปี พ.ศ. 2559 ปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capita) ของคนไทยอายุ 3 ปีขึ้นไป แบบ ingredient consumption ของกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ดังนี้

ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยของกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น เท่ากับ 1.21, 0.17 และ 0.56 กรัมต่อคนต่อวัน (g/person/day) ตามลำดับ คำนวณปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารแต่ละชนิด พบว่าปริมาณการได้รับ OTA สูงสุด คือ พริกป่น เท่ากับ 0.1252 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB (ค่ามัธยฐานเท่ากันทั้ง 3 ระดับ) รองลงมาคือกาแฟ เท่ากับ 0.0000, 0.0021 และ 0.0042 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ และพริกแห้ง เท่ากับ 0.0000, 0.0003 และ 0.0006 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณการได้รับ OTA จากการบริโภคของอาหาร 3 ชนิด รวมกันเท่ากับ 0.1252, 0.1276 และ 0.1300 ng/kg bw/day หรือ 0.88, 0.89 และ 0.91 ng/kg bw/week ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ปริมาณการบริโภคที่ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ (ใช้เป็นตัวแทนกลุ่มคนไทยที่มีการบริโภคสูง) ของกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น เท่ากับ 14.47, 1.71 และ 2.85 g/person/day ตามลำดับ คำนวณปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารแต่ละชนิด พบว่าปริมาณการได้รับ OTA สูงสุด คือ พริกป่น เท่ากับ 0.6371 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB (ค่ามัธยฐานเท่ากันที่ 3 ระดับ) รองลงมา คือ กาแฟ เท่ากับ 0.00, 0.0251 และ 0.0503 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ และพริกแห้ง เท่ากับ 0.00, 0.0030 และ 0.0059 ng/kg bw/day ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ เมื่อนำปริมาณการได้รับ OTA จากการบริโภคของอาหาร 3 ชนิด รวมกัน เท่ากับ 0.6371, 0.6652 และ 0.6933 ng/kg bw/day หรือ 4.46, 4.66 และ 4.85 ng/kg bw/week ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 2

ความเสี่ยง (risk)

จากการพิจารณาความเสี่ยงของการได้รับสัมผัส OTA สองแนวทาง คือเปรียบเทียบปริมาณการได้สัมผัสกับค่าความปลอดภัย คิดเป็นร้อยละของ PTWI และ MOE ใช้ค่า $BMDL_{10}$ (non-neoplastic effect และ neoplastic effect) ดังนี้

ร้อยละของ PTWI ของปริมาณการได้รับ OTA รวมจากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 0.78, 0.80 และ 0.81 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ปริมาณการบริโภคที่ระดับ

ตารางที่ 1 ปริมาณการปนเปื้อน OTA ในตัวอย่างกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ที่ระดับต่าง ๆ ระหว่างปี พ.ศ. 2559–2564

ชนิดอาหาร	จำนวนตัวอย่าง			ปริมาณการปนเปื้อนโอคราทอกซิน เอ* (ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม)								
				lower bound (LB)**			middle bound (MB)**			upper bound (UB)**		
	ทั้งหมด	พบ (ร้อยละ)	min-max	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	SD***	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	SD***	ค่าเฉลี่ย	ค่ามัธยฐาน	SD***
กาแฟ	77	4 (5%)	0.10–2.58	0.11	0.00	0.48	0.20	0.10	0.46	0.30	0.20	0.43
พริกแห้ง	25	7 (28%)	0.10–119.90	7.35	0.00	23.39	7.42	0.10	24.37	7.49	0.20	24.35
พริกป่น	67	58 (87%)	0.10–70.67	17.13	12.87	18.05	17.18	12.87	18.00	17.23	12.87	17.96

หมายเหตุ: * ปริมาณการปนเปื้อนโอคราทอกซินเอ ในกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น ระหว่างปี พ.ศ. 2559–2564 (คำนวณจากข้อมูลทั้งหมดทั้งที่พบและไม่พบ)

** lower bound (LB) ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือค่าต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “0”
middle bound (MB) ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “½ LOD” หรือต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “½ LOQ”
upper bound (UB) ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “LOD” หรือต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “LOQ”

*** SD = standard deviation

ตารางที่ 2 การประเมินการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น

ชนิดอาหาร	ปริมาณ OTA ค่ามัธยฐาน (µg/kg)			ปริมาณการบริโภค per capita g/person/day*		ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภค ng/kg bw/day**					
	LB	MB	UB	ค่าเฉลี่ย	97.5th	ค่าเฉลี่ย	97.5th	ค่าเฉลี่ย	97.5th	ค่าเฉลี่ย	97.5th
กาแฟ	0.00	0.10	0.20	1.21	14.47	0.00	0.00	0.0021	0.0251	0.0042	0.0503
พริกแห้ง	0.00	0.10	0.20	0.17	1.71	0.00	0.00	0.0003	0.0030	0.0006	0.0059
พริกป่น	12.87	12.87	12.87	0.56	2.85	0.1252	0.6371	0.1252	0.6371	0.1252	0.6371
ปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภครวมของกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น					(ng/kg bw/day)	0.1252	0.6371	0.1276	0.6652	0.1300	0.6933
					(ng/kg bw/week)***	0.88	4.46	0.89	4.66	0.91	4.85

หมายเหตุ: * ปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capita) อายุ 3 ปีขึ้นไป ระดับการบริโภคเฉลี่ยและเปอร์เซ็นไทล์ที่ 97.5

** น้ำหนักตัวเฉลี่ยคนไทยอายุ 3 ปีขึ้นไป แบบรวมเพศ 57.57 กิโลกรัม

*** ปริมาณการได้รับต่อสัปดาห์ หน่วย ng/kg bw/week คำนวณจากปริมาณการได้รับรวมต่อวัน หน่วย ng/kg bw/day คูณ 7 วัน

ตารางที่ 3 ความเสี่ยง (risk) ของการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น

ชนิดอาหาร	ความเสี่ยง (Risk)					
	ร้อยละของ PTWI*		MOE Non-neoplastic effect $BMDL_{10}$**		MOE Neoplastic effect $BMDL_{10}$**	
	ค่าเฉลี่ย	97.5th	ค่าเฉลี่ย	97.5th	ค่าเฉลี่ย	97.5th
ที่ระดับการได้รับสัมผัส ที่ lower bound (LB)						
- กาแฟ	0.00	0.00	0	0	0	0
- พริกแห้ง	0.00	0.00	0	0	0	0
- พริกป่น	0.78	3.98	37,783	7,424	115,824	22,758
บริโภครวม 3 ชนิด	0.78	3.98	37,783	7,424	115,824	22,758
ที่ระดับการได้รับสัมผัส ที่ middle bound (MB)						
- กาแฟ	0.013	0.16	2,250,464	188,187	6,898,884	576,894
- พริกแห้ง	0.002	0.02	16,018,006	1,592,433	49,103,824	194,220,836
- พริกป่น	0.78	3.98	37,783	7,424	115,824	22,758
บริโภครวม 3 ชนิด	0.80	4.16	37,073	7,110	113,648	21,797
ที่ระดับการได้รับสัมผัส ที่ upper bound (UB)						
- กาแฟ	0.03	0.31	1,125,232	94,093	3,449,442	288,447
- พริกแห้ง	0.00	0.04	8,009,003	796,217	24,551,912	2,440,833
- พริกป่น	0.78	3.98	37,783	7,424	115,824	2,2758
บริโภครวม 3 ชนิด	0.81	4.33	36,389	6,822	111,552	20,913

หมายเหตุ: * PTWI = 120 ng/kg bw/week,

** Non-neoplastic effect: $BMDL_{10}$ = 4,730 ng/kg bw/day, Neoplastic effect: $BMDL_{10}$ = 14,500 ng/kg bw/day

97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับร้อยละ 3.98, 4.16 และ 4.33 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

ค่า MOE กรณี non-neoplastic effect ของปริมาณการได้รับ OTA รวมจากการบริโภคอาหารทั้ง 3 ชนิด ที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับ 37,783, 37,073 และ 36,389 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ปริมาณการบริโภคที่ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับ 7,424, 7,110 และ 6,822 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ และกรณี neo-plastic effect ของปริมาณการได้รับ OTA รวมจากการบริโภคอาหารทั้ง 3 ชนิด ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยเท่ากับ 115,824, 113,648 และ 111,552 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ที่ปริมาณการบริโภคที่ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ เท่ากับ 22,758, 21,797 และ 20,913 ที่ LB, MB และ UB ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 3

วิจารณ์

การศึกษาปริมาณการปนปื้อน OTA ในกาแฟเปรียบเทียบกับเกณฑ์ตาม commission regulation (EU) 2023/915 พบกาแฟทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทั้งหมด สำหรับพริกแห้งและพริกป่นใช้เกณฑ์มาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 414) พ.ศ. 2563 พบว่าพริกแห้งและพริกป่นเกินมาตรฐานกำหนด จำนวน 1 และ 13 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 4 และ 19 ตามลำดับ ปริมาณ OTA ที่พบเท่ากับ 119.9 µg/kg และ 30.10–70.67 µg/kg ตามลำดับ จากการศึกษาครั้งนี้พบการปนเปื้อน OTA ในพริกป่นจำนวนมากที่สุด และปริมาณการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคพริกป่นสูงสุด เนื่องจากการพบปริมาณการปนเปื้อน OTA ที่ค่าเฉลี่ยและมัธยฐานสูงสุด ถึงแม้จะมีปริมาณการบริโภคน้อยกว่ากาแฟ ซึ่งการปนเปื้อนของ OTA ขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยทั้งสภาพแวดล้อมที่มีผลต่อการสร้าง OTA ของเชื้อรา กระบวนการการเก็บเกี่ยว การแปรรูปและการเก็บรักษาก่อนการบรรจุ ดังนั้นเมื่อพิจารณาตัวอย่างพริกป่นที่ใช้ในการศึกษานี้พบว่าสามารถจำแนกได้เป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ พริกป่นในภาชนะบรรจุปิดสนิทจำนวน 33 ตัวอย่าง และภาชนะปิดไม่สนิทจำนวน 34 ตัวอย่าง ทำการเปรียบเทียบการปนเปื้อน OTA ของพริกป่นในภาชนะบรรจุปิดสนิทและภาชนะปิดไม่สนิท โดยใช้สถิติ t-test พบว่าค่าเฉลี่ยของปริมาณ OTA ที่ปนเปื้อนในภาชนะบรรจุทั้งสองชนิดไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (p-value = 0.98) ซึ่งแสดงว่าในการศึกษานี้ภาชนะบรรจุไม่ได้มีผลต่อการปนเปื้อน OTA

จากการประเมินการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น พิจารณาความเสี่ยง 2 แนวทาง คือ โดยการเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัยคิดเป็นร้อยละของ PTWI และ MOE (margin of exposure) ซึ่งสหภาพยุโรปใช้ MOE เป็นอีกแนวทางหนึ่งในการประเมินความปลอดภัย เนื่องจาก OTA มีพิษต่อพันธุกรรม แต่กลไกความเป็นพิษต่อพันธุกรรมยังไม่ชัดเจน โดยพิจารณาผลกระทบ 2 แบบ คือ ผลกระทบที่ไม่ใช่เนื้องอกเรื้อรัง (chronic non-neoplastic effect) มีค่า MOE มากกว่าหรือเท่ากับ 200 ถือว่าการได้รับสัมผัสมีความกังวลด้านสุขภาพต่ำ (low health concern) และผลกระทบของเนื้องอกเรื้อรัง (chronic neoplastic effect) มีค่า MOE มากกว่าหรือเท่ากับ 10,000 ถือว่าการได้รับสัมผัสนั้นมีความกังวลด้านสุขภาพต่ำ จากการพิจารณาความเสี่ยงทั้ง 2 แนวทางของการศึกษานี้ พบว่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัส OTA ในการบริโภคอาหารทั้ง 3 ชนิด อยู่ในระดับต่ำ รวมทั้งกรณีที่บริโภคปริมาณสูงโดยใช้ข้อมูลการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์

สำหรับการประเมินการได้รับสัมผัส OTA ครั้งนี้ ข้อมูลการปนเปื้อน OTA ได้จากตัวอย่างในห้องปฏิบัติการที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) และหน่วยงานเอกชน และตัวอย่างโครงการสำรวจปริมาณปนเปื้อนของ OTA ในพริกแห้งที่จังหวัดนนทบุรี ทำให้ข้อมูลการปนเปื้อนของสาร OTA อาจไม่ได้เป็นตัวแทนที่ดีของตัวอย่างทั้งประเทศ การประเมินการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารครั้งนี้อาจน้อยกว่าความเป็นจริง (underestimate) เนื่องจากไม่ครอบคลุมแหล่งอาหารอื่น ๆ เช่น ธัญพืชและผลิตภัณฑ์ เครื่องเทศอื่น ๆ แต่การศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบสถานการณ์และข้อมูลความปลอดภัยเบื้องต้นของ OTA จากการบริโภคอาหาร เพื่อเป็นข้อมูลในการวางแผนสำรวจและประเมินความเสี่ยงของ OTA จากการบริโภคอาหารของคนไทยต่อไป

สรุป

จากการประเมินการได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอาหารประจำวันของคนไทยตั้งแต่อายุ 3 ปีขึ้นไป (น้ำหนักประชากรเฉลี่ย 57.57 กิโลกรัม) พบว่าคนไทยได้รับการสัมผัส OTA จากการบริโภคกาแฟ พริกแห้ง และพริกป่น เฉลี่ย 97.5th ที่ MB เท่ากับ 0.89 และ 4.66 ng/kg bw/week เมื่อเปรียบเทียบกับค่าความปลอดภัยที่ WHO/JECFA กำหนด (PTWI 112 ng/kg bw/week) พบว่าต่ำกว่าค่า PTWI มากกว่า 125 และ 24 เท่าตามลำดับ ดังนั้นคนไทยได้รับสัมผัส OTA จากการบริโภคอยู่ในระดับที่ปลอดภัย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ ผู้อำนวยการสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหารและเจ้าหน้าที่กลุ่มเคมี ห้องปฏิบัติการสารพิษและสารปนเปื้อน ทุกท่านที่ร่วมดำเนินการศึกษาจนสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. World Health Organization. Mycotoxins. [online]. 2018; [cited 2022 Jan 15]; [4 screens]. Available from: URL: https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/mycotoxins.
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Mycotoxins of world-wide importance. [online]. 1994; [cited 2022 Apr 30]; [5 screens]. Available from: URL: https://www.fao.org/3/y1390e/y1390e04.htm.
3. Aoyama K, Nakajima M, Tabata S, Ishikuro E, Tanaka T, Norizuki H, et al. Four-year surveillance for ochratoxin a and fumonisins in retail foods in Japan. J Food Prot 2010; 73(2): 344-52.
4. Jørgensen K. Occurrence of ochratoxin A in commodities and processed food--a review of EU occurrence data. Food Addit Contam 2005; 22(Suppl 1): 26-30.
5. Nguyen MT, Tozlovanu M, Tran TL, Pfohl-Leszkowicz A. Occurrence of aflatoxin B1, citrinin and ochratoxin A in rice in five provinces of the central region of Vietnam. Food Chemistry 2007; 105(1): 42-7.
6. Jalili M, Jinap S. Natural occurrence of aflatoxins and ochratoxin A in commercial dried chili. Food Control 2012; 24(1-2): 160-4.
7. สุพี วนศิรากุล, เนตรา สมบูรณ์แก้ว, อัจฉราพร ศรีจุดานุ, อมรา ชินภูติ. ศึกษาการปนเปื้อนของเชื้อราและสารโอคราทอกซินเอ ในผลไม้อบแห้งและการลดปริมาณสารพิษโดยใช้วิธีทางกายภาพ. ว วิชาการเกษตร 2557; 32(2): 188-200.
8. นลินทิพย์ รอดสีเสน. การวัดปริมาณโอคราทอกซินเอและบี ที่ปนเปื้อนในพริกแห้ง [วิทยานิพนธ์]. ภาควิชาพิษวิทยา, คณะวิทยาศาสตร์. เชียงใหม่: มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2559.
9. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 414 (พ.ศ. 2563) ออกตามความในพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 เรื่องมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อน. ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 137 ตอนพิเศษ 118 ง (วันที่ 20 พฤษภาคม 2563). หน้า 17.
10. EUR-Lex Access to European Union law. Commission Regulation (EU) 2023/915 of 25 April 2023 on maximum levels for certain contaminants in food and repealing Regulation (EC) No 1881/2006. [online]. 2023; [cited 2023 Jun 30]. Available from: URL: https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj.
11. World Health Organization, International Agency For Research on Cancer.IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. [online]. 2002; [cited 2022 Jan 15]. Available from: URL: https://publications.iarc.fr/_publications/media/download/2618/a48798b1acf1f630be9fcbb30ffb2d56b790c08d.pdf.
12. วราพร รัตนเสนา. การใช้ Saccharomyces cerevisiae ดูดซับสารพิษ aflatoxin B1 และ ochratoxin A [วิทยานิพนธ์]. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์; 2557.

13. INCHEM International Peer Reviewed Chemical Safety Information. Ochratoxin A. [online]. 2001; [cited 2023 Nov 5]. Available from: URL: https://inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v47je04.htm.
14. World Health Organization. Ochratoxin A. In: 68th meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). [online]. 2007; [cited 2022 Apr 30]; [74 screens]. Available from: URL: https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/Home/Chemical/1905.
15. EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM). Risk assessment of ochratoxin A in food. EFSA Journal. [online]. 2020; [cited 2022 Apr 5]; 18(5): [150 screens]. Available from: URL: https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2020.6113.
16. AOAC official method 2004.10 Ochratoxin A in green coffee. In: Latimer GW, editor. Official methods of analysis of AOAC international. 20th ed. Washington, DC: AOAC International; 2019. p. 70-72.
17. สำนักมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย. [ออนไลน์]. 2559. [สืบค้น 1 มี.ค. 2565]. เข้าถึงได้ที่: URL: https://www.m-society.go.th/ewtadmin/ewt/mso_web/article_attach/19305/20675.pdf.
18. European Food Safety Authority. Margin of exposure 2023. [online]. 2023; [cited 2023 Jun 2]. Available from: URL: https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/margin-exposure.

Dietary Exposure Assessment to Ochratoxin A from the Consumption of Coffee, Dried Chili and Ground Chili among Thai People During 2016–2021

Siriporn Sasrisom, Supira Jaiha, and Panawan Kluengklangdon

Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT

Ochratoxin A (OTA) is a mycotoxin, found to be contaminated in a variety of food commodities. It causes adverse effects on liver and kidney and is classified as a human carcinogen. The objective of this study was to assess the exposure of OTA in consumption of coffee, dried chili and ground dried chili (77, 25 and 67 samples, respectively). The results of OTA found at 5, 28 and 87 percent, in the order, were detected. The dietary exposure of OTA was assessed from median concentration using middle-bound approach average and 97.5th percentile consumption, per capita, of Thai population over three years old. The estimations of average and 97.5th percentile exposures were 0.89 and 4.66 ng/kg body weight/week, respectively. Comparison of the exposure with Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) at 112 ng/kg body weight/week established by WHO/JECFA resulted in about 125 and 24 times lower than the PTWI value, respectively. Therefore, the dietary exposure of OTA from these three main categories of food contaminations reveals a safety level for Thai consumers.

Keywords: Ochratoxin A, Coffee, Dried chilli, Ground dried chilli, Exposure assessment