

การประเมินการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรต จากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

กิตติมา โสนะมิตร และเอกสิทธิ์ เตชานูวัต

สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ ไนไตรต์และไนเตรตเป็นวัตถุเจือปนอาหารใช้เป็นสารกันเสีย ช่วยในการตรึงสี และป้องกันการเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ แต่สารกลุ่มนี้สามารถก่อผลเสียต่อสุขภาพหากได้รับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมาก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 (พ.ศ. 2561) กำหนดปริมาณสูงสุดของไนไตรต์ที่อนุญาตให้ตกค้างในอาหาร 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และห้ามใช้ในเนตรต การศึกษานี้ดำเนินการในช่วงปี พ.ศ. 2559-2561 มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่เป็นข้อมูลปัจจุบัน ทำให้ทราบถึงสถานการณ์การตกค้างของไนไตรต์และไนเตรต และทราบถึงความเสี่ยงจากการได้รับสารทั้ง 2 ชนิดนี้ โดยตัวอย่างที่ศึกษารวม 1,231 ตัวอย่าง แยกเป็น 15 ประเภท ผลการศึกษาพบปริมาณตกค้างไนไตรต์ในไส้กรอกไก่ ไส้กรอกหมู แหนมหมู หมูแผ่น เนื้อแดดเดียว หมูยอ และลูกชิ้นเนื้อ คิดเป็นจำนวนตัวอย่างที่เกินหรือผิดมาตรฐานร้อยละ 1.6, 3.4, 5.7, 11.1, 40.0, 1.4 และ 1.3 ตามลำดับ ส่วนไนเตรตพบในทุกผลิตภัณฑ์ ยกเว้นลูกชิ้นเนื้อ ปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตเฉลี่ยจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ค่าต่ำ ค่ากลาง และค่าสูงสุดของกลุ่มประชากรทั้งหมด และกลุ่มเฉพาะผู้บริโภค พบว่าการได้รับไนเตรตมีความปลอดภัย แต่การได้รับไนไตรต์ในกลุ่มเฉพาะผู้บริโภค พบว่าสูงกว่าค่าความปลอดภัย จึงจัดว่ามีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค ดังนั้นผู้ผลิตควรควบคุมการใช้สารดังกล่าวเพื่อให้ผู้บริโภคปลอดภัย หน่วยงานรัฐที่รับผิดชอบควรมีการเฝ้าระวังโดยการสุ่มเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์อย่างต่อเนื่อง และมีการบังคับใช้กฎหมายที่เข้มงวด

คำสำคัญ: การประเมินการได้รับสัมผัส, ไนไตรต์, ไนเตรต, ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์, ค่าความปลอดภัย

Corresponding author E-mail: kittima.s@dmsc.mail.go.th

Received: 22 November 2019

Revised: 19 September 2020

Accepted: 7 January 2021

บทนำ

ในอุตสาหกรรมการผลิตเนื้อสัตว์แปรรูป อาจมีการเติมสารไนไตรต์และไนเตรต หรือเกลือของไนไตรต์ และเกลือของไนเตรต โดยมีวัตถุประสงค์ใช้เป็นสารกันเสียเพื่อป้องกันการเจริญเติบโตของแบคทีเรียคลอสทริเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum*) ที่สามารถสร้างสารพิษที่มีความเป็นพิษรุนแรงต่อมนุษย์^(1,2) ไนไตรต์ช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ นอกจากนี้ยังใช้ในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก (cured meat) เพื่อทำให้เกิดสีแดงอมชมพูจากการรวมตัวของไนไตรต์กับไมโอโกลบิน (myoglobin) ในเลือดเป็นโมโนไนโตรซิลฮีโมโครม (mononitrosylhaemochrome)⁽²⁾

ไนเตรตสามารถเปลี่ยนไปเป็นไนไตรต์ได้ทั้งจากปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นภายในร่างกาย หรือระหว่างการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสม หากมนุษย์รับประทานอาหารที่มีไนเตรตเข้าไปในร่างกายมากเกินไป อาจทำให้เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้ ซึ่งไนเตรตจะถูกเปลี่ยนเป็นไนไตรต์โดยแบคทีเรียในปากและกระเพาะอาหาร ไนไตรต์จะเปลี่ยนฮีโมโกลบิน (hemoglobin; Hb) เป็นเมทฮีโมโกลบิน (methemoglobin) ทำให้เกิดภาวะขาดออกซิเจนในเซลล์ จนเกิดอาการตัวเขียว อ่อนเพลีย หายใจหอบถี่ ปวดศีรษะ หัวใจเต้นเร็ว โดยเฉพาะเด็กเล็กมีความเป็นพิษรุนแรงกว่าผู้ใหญ่⁽³⁾ นอกจากนี้ในกระบวนการเมทาบอลิซึมของร่างกายภายในระบบทางเดินอาหาร สารไนไตรต์และไนเตรตอาจทำให้เกิด Endogenous N-nitroso Compounds (ENOCs) ซึ่งเป็นสารที่อาจก่อมะเร็ง ปี ค.ศ. 2006 หน่วยงาน International Agency for Research on Cancer (IARC) จัดให้อยู่ใน Group 2A คือ น่าจะเป็นสารก่อมะเร็งในมนุษย์ (probably carcinogenic to humans)^(4,5)

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้กำหนดค่า Acceptable Daily Intake (ADI) คือ ค่าปริมาณการได้รับไนเตรตและไนไตรต์ต่อวันโดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพตลอดช่วงชีวิตไว้ที่ 0-3.7 และ 0-0.07 มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน^(6,7) ตามลำดับ ในปี 2554 เวณิกา เบ็ญจพงษ์ และคณะ ประเมินการได้รับไนเตรตและไนไตรต์จากการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปของประชากรไทย สรุปได้ว่า การได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตที่ระดับเฉลี่ยของการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปในประเทศไทยทั้งหมดมีค่าต่ำกว่า ADI โดยกลุ่มประชากรอายุ 3-5.9 ปี เป็นกลุ่มที่มีระดับความเสี่ยงสูงกว่ากลุ่มอายุอื่น⁽³⁾ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 (พ.ศ. 2561)⁽⁸⁾ ได้ปรับเปลี่ยนกำหนดให้ใช้และปริมาณการตกค้างสำหรับไนไตรต์ไม่เกิน 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ ไส้กรอก แฮม เบคอน แหนม กุนเชียง เป็นต้น ส่วนไนเตรตไม่ได้กำหนดมาตรฐาน และห้ามใช้ไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์หมูยอ ลูกชิ้น หมูหรือเนื้อสวรรค์ หมูหยอง หมูหรือเนื้อทุบ อย่างไรก็ตามยังคงตรวจพบการตกค้างของไนไตรต์และไนเตรตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ปริมาณสูงเกินมาตรฐาน นอกจากนั้นยังพบในผลิตภัณฑ์อาหารที่ไม่ระบุปริมาณการใช้ หากร่างกายได้รับในปริมาณมากหรือได้รับเป็นประจำอาจทำให้เกิดอันตราย สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร จึงได้ศึกษาการประเมินการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยใช้ปริมาณการตกค้างของไนไตรต์และไนเตรตในตัวอย่างที่ส่งวิเคราะห์ ในปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2561 เพื่อทราบสถานการณ์ปริมาณการตกค้างของไนไตรต์และไนเตรต ประเมินการได้รับสัมผัสสารดังกล่าวจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ และคำนวณความเสี่ยงโดยนำมาเปรียบเทียบกับค่า ADI และข้อมูลที่ได้สามารถนำไปใช้พิจารณา กำหนดมาตรฐานเพื่อคุ้มครองประชาชนจากการบริโภคอาหารกลุ่มเสี่ยงได้

วัตถุประสงค์และวิธีการ

การประเมินการได้รับสัมผัส (exposure assessment)

การประเมินการได้รับสัมผัสสารจากการบริโภค เป็นการประเมินเชิงปริมาณถึงความเป็นไปได้ที่ผู้บริโภคหนึ่งคนจะได้รับสารไนไตรต์และไนเตรตเข้าไปในร่างกาย ซึ่งต้องใช้ข้อมูลสำคัญ 2 ส่วน คือ 1) ข้อมูลการบริโภคอาหาร

ประจำวันของคนไทย ซึ่งได้จากข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทยของสำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.)⁽⁹⁾ 2) ข้อมูลปริมาณไนไตรต์และไนเตรตได้จากการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แต่ละชนิด นำข้อมูลมาคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสของสารไนไตรต์และไนเตรตที่บริโภคต่อวัน โดยใช้การประเมินแบบจุด (point estimation) ตามสมการที่ 1⁽¹⁰⁾

$$\text{การได้รับสัมผัสทางการบริโภค (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน)} \\ = \frac{\text{ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาหาร)} \times \text{ปริมาณการบริโภค (กรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน)} \dots \text{สมการที่ 1}}{1000}$$

การศึกษาการประเมินการได้รับสัมผัสนี้ ใช้ข้อมูลปริมาณไนไตรต์และไนเตรตที่ตรวจวิเคราะห์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในปี พ.ศ. 2559-2561 ปริมาณที่คำนวณได้ตามสมการที่ 2 มีการรายงานผลดังนี้ ค่าที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่า LOD จะรายงานไม่พบ ค่าที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่า LOQ จะรายงานค่าน้อยกว่า LOQ ส่วนค่าที่วิเคราะห์ได้เท่ากับและสูงกว่า LOQ จะรายงานค่าที่ตรวจพบ และใช้แนวทางการคำนวณการได้รับสัมผัส 3 แบบ⁽¹¹⁾ ได้แก่

- ค่าต่ำ (lower bound) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD และค่าต่ำกว่า LOQ จะแทนค่าด้วย “0”
- ค่ากลาง (middle bound) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “1/2 LOD” แต่หากต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “1/2 LOQ”
- ค่าสูงสุด (upper bound) คือ ผลการตรวจวิเคราะห์ที่มีค่าต่ำกว่า LOD แทนค่าด้วย “LOD” แต่หากต่ำกว่า LOQ แทนค่าด้วย “LOQ”

ทั้งนี้เพื่อให้ได้ข้อมูลที่นำมาประเมินการได้รับสัมผัสครอบคลุมช่วงความคลาดเคลื่อนของค่าที่ต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ซึ่งไม่สามารถระบุปริมาณที่แน่นอนได้

คำนวณปริมาณการได้รับไนไตรต์และไนเตรตจากแต่ละผลิตภัณฑ์ โดยใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณสารแต่ละผลิตภัณฑ์ และปริมาณการบริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด (per capita) และเฉพาะผู้ที่บริโภค (eater only) อายุ 3 ปีขึ้นไป รายงานเป็นปริมาณอาหารต่อน้ำหนักตัวผู้บริโภคต่อวัน นำปริมาณการได้รับสารจากทุกผลิตภัณฑ์มารวมเป็นปริมาณการได้รับสารทั้งหมด (total exposure) จากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับค่า ADI ของไนไตรต์และไนเตรต โดยคำนวณเป็น margin of safety (MOS)

การเปรียบเทียบการได้รับสัมผัสกับค่า ADI

เพื่อให้ทราบถึงความเสี่ยงของการได้รับไนไตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ โดยใช้ค่า MOS ซึ่งคำนวณได้ดังนี้⁽¹⁰⁾

$$\text{MOS} = \frac{\text{Total exposure}}{\text{HBGV}}$$

Health-based guidance value (HBGV) แทนด้วยค่า ADI สำหรับไนไตรต์และไนเตรต คือ 0.07 และ 3.7 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมของผู้บริโภคต่อวัน ตามลำดับ

ถ้า MOS น้อยกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสารที่ร่างกายได้รับไม่ก่อให้เกิดผลที่ไม่พึงประสงค์, MOS มากกว่า 1 แสดงว่าปริมาณสารที่ร่างกายได้รับเกินค่าความปลอดภัย

วิธีวิเคราะห์

สารมาตรฐานและสารเคมี

สารมาตรฐาน: potassium nitrate และ sodium nitrite มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.0%

สารเคมี: acetonitrile (HPLC grade), glycerol (AR grade), lithium hydroxide anhydrous หรือ lithium hydroxide monohydrate (AR grade), boric acid (AR grade), hydrochloric acid (AR grade), gluconic acid solution 50% v/v (AR grade)

เครื่องมือและอุปกรณ์

เครื่อง HPLC พร้อมด้วย Photodiode Array Detector โดยมีส่วนประกอบอื่นๆ ของระบบ HPLC เช่น quaternary pump, auto injector และ column: IC-Pak™ Anion HC (150 × 4.6 mm), เครื่องซั่ง 4 ตำแหน่ง, กระดาษกรอง Whatman No.1, syringe filter (nylon ชนิด GMF ขนาด 0.45 หรือ 0.2 μm, dia. 13 mm) และเครื่องแก้ว class A

ตัวอย่าง

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ศึกษาเป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปจากเนื้อสัตว์ในขบวนการผลิต ผู้ผลิตอาจมีการเติมไนไตรต์หรือไนเตรตเพื่อใช้เป็นสารกันเสีย จึงมีโอกาสเสี่ยงสูงเมื่อเปรียบเทียบกับสารกันเสียที่ไม่ผ่านการแปรรูป โดยตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูปที่ศึกษานี้ จำนวน 1,231 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 15 ประเภท ประกอบด้วย ไส้กรอกไก่ ไส้กรอกหมู (เช่น มินิค็อกเทล โบโลน่า) ไส้กรอกอีสาน แหนมหมู หมูยอ กุนเชียง แฮม เบคอน หมูแผ่น หมูแดดเดียว เนื้อแดดเดียว ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นปลา และลูกชิ้นไก่ เก็บตัวอย่างและส่งตรวจโดยสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด และบริษัทเอกชนต่างๆ ในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2558 ถึง กันยายน พ.ศ. 2561

วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์หรือไนเตรต

ซึ่งตัวอย่างที่บดแล้วประมาณ 10 กรัม (บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน) เติมน้ำร้อน (50–60 °C) จำนวน 50 มิลลิลิตร กวนให้เข้ากัน แล้วถ่ายใส่ขวดวัดปริมาตรขนาด 200 มิลลิลิตร เติม acetonitrile จำนวน 50 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ให้ถึงอุณหภูมิห้อง และปรับปริมาตรด้วยน้ำกำจัดไอออน (DI) กรองผ่านกระดาษกรอง Whatman No.1 จากนั้นกรองผ่าน syringe filter ชนิด nylon ขนาด 0.45 μm หากตัวอย่างไม่ใสให้กรองผ่าน syringe filter ขนาด 0.2 μm ก่อนนำไปวิเคราะห์ด้วย HPLC ทำการวิเคราะห์ blank โดยใช้น้ำ DI แทนตัวอย่าง จำนวน 10 มิลลิลิตร

$$\text{ปริมาณไนไตรต์หรือไนเตรต (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)} = \frac{c \times v \times F}{w} \dots\dots\dots\text{สมการที่ 2}$$

เมื่อ c = ปริมาณไนเตรตหรือไนไตรต์ในตัวอย่างที่อ่านจากกราฟ (ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร)

v = ปริมาตรของตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

w = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

F = dilution factor

วิธีวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์และไนเตรตในงานวิจัยครั้งนี้ ใช้วิธีมาตรฐาน BS EN 12014-4: 2005⁽¹²⁾ เป็นวิธีที่ใช้ในงานประจำ ประสิทธิภาพของวิธีวิเคราะห์สำหรับไนไตรต์และไนเตรตได้ผลดังนี้ ขีดจำกัดของการตรวจพบ (Limit of Detection: LOD) เท่ากับ 5 และ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ขีดจำกัดของการวัดเชิงปริมาณ (Limit of quantitation: LOQ) เท่ากับ 10 และ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การควบคุมคุณภาพทุกชุดของการตรวจวิเคราะห์พบ %RPD ของการวิเคราะห์ซ้ำ (duplicate) ไม่เกิน 5% วิเคราะห์ control sample (เนื้อหมูบด)

โดยค่าที่ได้อยู่ในช่วง $\pm 3SD$ และมีการเข้าร่วมทดสอบความชำนาญ (Proficiency Testing) กับหน่วยงาน Food Analysis Performance Assessment Scheme (FAPAS) ต่อเนื่องเป็นประจำทุกปี ผลอยู่ในเกณฑ์น่าพอใจ (z -score < 2) และเป็นรายการทดสอบที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการตามมาตรฐาน ISO/IEC 17025: 2017

ผล

ปริมาณไนไตรต์และไนเตรตในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์และไนเตรตในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2559-2561 จำนวน 1,231 ตัวอย่าง จำแนกได้เป็น 15 ชนิด ได้แก่ ไส้กรอกไก่ ไส้กรอกหมู แหนมหมู แฮม เบคอน หมูแผ่น เนื้อแดดเดียว หมูแดดเดียว ไส้กรอกอีสาน หมูยอ กุนเชียงหมู ลูกชิ้นเนื้อ ลูกชิ้นหมู ลูกชิ้นปลา และลูกชิ้นไก่ จำนวน 121, 293, 140, 39, 10, 18, 10, 13, 14, 71, 164, 76, 150, 78 และ 34 ตัวอย่าง ตามลำดับ พบไนไตรต์ในไส้กรอกไก่ ไส้กรอกหมู แหนมหมู แฮม เบคอน หมูแผ่น และเนื้อแดดเดียว จำนวน 78, 173, 17, 18, 6, 2 และ 4 ตัวอย่าง ตามลำดับ โดยพบไนไตรต์เกินหรือผิดมาตรฐานในตัวอย่างไส้กรอกไก่ 2 ตัวอย่าง ไส้กรอกหมู 10 ตัวอย่าง แหนมหมู 8 ตัวอย่าง หมูแผ่น 2 ตัวอย่าง และเนื้อแดดเดียว 4 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.6, 3.4, 5.7, 11.1, 40.0 ตามลำดับ สำหรับไส้กรอกอีสาน หมูยอ กุนเชียงหมู และลูกชิ้นเนื้อ ตรวจพบไนไตรต์ผลิตภัณฑ์ละ 1 ตัวอย่าง ซึ่งหมูยอและลูกชิ้นเนื้อ พบผิดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ละ 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 1.4 และ 1.3 ตามลำดับ สำหรับไนเตรต ตรวจพบในตัวอย่างทุกประเภท ยกเว้นลูกชิ้นเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 1

การประเมินการได้รับสัมผัส (exposure assessment)

จากข้อมูลปริมาณเฉลี่ยของไนไตรต์และไนเตรต และปริมาณการบริโภคของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทต่าง ๆ ดังแสดงในตารางที่ 2 นั้น สามารถนำมาคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตจากผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่บริโภคประจำวัน พบว่าปริมาณการได้รับสัมผัสสารไนไตรต์จากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งหมด (total exposure) ของกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita) ที่ lower bound, middle bound และ upper bound ที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.0044, 0.0061 และ 0.0077 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เพอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 0.0417, 0.0549 และ 0.0682 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ สำหรับไนเตรตที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.0064, 0.0103 และ 0.0139 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน และปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เพอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 0.0617, 0.0934 และ 0.1249 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 3

สำหรับปริมาณการได้รับสัมผัสสารไนไตรต์จากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งหมดของกลุ่มเฉพาะผู้บริโภค (eater only) ที่ lower bound, middle bound และ upper bound ที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยมีค่าเท่ากับ 0.1141, 0.1409 และ 0.1678 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ ส่วนปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เพอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 0.3444, 0.4191 และ 0.4934 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ สำหรับไนเตรตที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ย มีค่าเท่ากับ 0.1961, 0.2610 และ 0.3256 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน และปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เพอร์เซ็นไทล์ มีค่าเท่ากับ 0.5461, 0.7289 และ 0.9119 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 1 ปริมาณไนไตรต์และไนเตรตในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	จำนวนตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจพบ (%)		ปริมาณที่ตรวจพบ (มก./กก.) ค่าเฉลี่ย* ค่าต่ำสุด-ค่าสูงสุด		จำนวนตัวอย่างที่เกินหรือผิดมาตรฐาน (%)	
		ไนไตรต์	ไนเตรต	ไนไตรต์	ไนเตรต	ไนไตรต์	ไนเตรต
ไส้กรอกไก่	121	78 (64.5%)	46 (38.0%)	33.9 น้อยกว่า 10-103	17.3 น้อยกว่า 20-53.9	2 (1.6%)	46 (38.0%)
ไส้กรอกหมู	293	173 (59.0%)	132 (45.0%)	39.7 น้อยกว่า 10-258	42.2 น้อยกว่า 20-253.2	10 (3.4%)	132 (45.0%)
แฮมหมู	140	17 (12.1%)	79 (56.4%)	126.2 น้อยกว่า 10-607	162.4 น้อยกว่า 20-2800	8 (5.7%)	79 (56.4%)
แฮม	39	18 (46.2%)	16 (41.0%)	47.8 18.6-78.7	31.8 น้อยกว่า 20-116	-	16 (41.0%)
เบคอน	10	6 (60.0%)	4 (40.0%)	34.8 14.0-62.3	15.1 น้อยกว่า 20-30.3	-	4 (40.0%)
หมูแผ่น	18	2 (11.1%)	4 (22.2%)	16.6 น้อยกว่า 10-28.1	15.2 น้อยกว่า 20-30.8	2 (11.1%)	4 (22.2%)
เนื้อแดดเดียว	10	4 (40.0%)	4 (40.0%)	109.4 99.4-124	58.0 52.5-65.6	4 (40.0%)	4 (40.0%)
หมูแดดเดียว	13	-	8 (61.5%)	-	278.0 น้อยกว่า 20-1691	-	8 (61.5%)
ไส้กรอกอีสาน	14	1 (7.1%)	8 (57.1%)	47.4	18.1 น้อยกว่า 20-49.4	-	8 (57.1%)
หมูยอ	71	1 (1.4%)	3 (4.2%)	33.2	17.7 น้อยกว่า 20-33.2	1 (1.4%)	3 (4.2%)
กุนเชียงหมู	164	1 (0.6%)	55 (33.5%)	47.4	55.3 น้อยกว่า 20-708	-	55 (33.5%)
ลูกชิ้นเนื้อ	76	1 (1.3%)	-	223.0	-	1 (1.3%)	-
ลูกชิ้นหมู	150	-	4 (0.7%)	-	39.6 น้อยกว่า 20-75.0	-	4 (2.7%)
ลูกชิ้นปลา	78	-	2 (2.6%)	-	50.4 44.7-56.0	-	2 (2.6%)
ลูกชิ้นไก่	34	-	2 (2.9%)	-	26.7 น้อยกว่า 20-43.4	-	2 (5.9%)

หมายเหตุ * ค่าเฉลี่ย ค่าเฉพาะตัวอย่างที่ตรวจพบ โดยที่ค่าน้อยกว่า LOQ แทนด้วย 1/2 LOQ
- หมายถึง ตรวจไม่พบไนไตรต์ หรือไนเตรตหรือไม่พบตัวอย่างที่เกินหรือผิดมาตรฐาน

ตารางที่ 2 ปริมาณเฉลี่ยของไนเตรตและไนเตรด และปริมาณการบริโภคของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทต่างๆ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์	ปริมาณเฉลี่ย (มิลลิกรัม/กิโลกรัม)						ไนเตรต			ประชากรทั้งหมด (per capita)			ปริมาณการบริโภค* (กรัม/น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม/วัน)	
	ไนเตรด		ไนเตรต		ไนเตรด		ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์
	lower bound**	middle bound**	upper bound**	lower bound**	middle bound**	upper bound**	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์	ค่าเฉลี่ย	เปอร์เซ็นต์ไทล์
ไส้กรอกไก่	21.4983	22.7587	24.0190	3.8463	9.6727	15.4992	0.06	0.58	1.31	4.39				
ไส้กรอกหมู	23.0990	24.3362	25.5734	15.9932	21.7440	27.4949	0.1	0.89	1.22	3.84				
แฮมหมู	15.2903	17.5224	19.7546	89.7971	93.8329	97.8686	0.02	0.24	0.72	1.82				
แฮม	22.0615	23.4077	24.7538	12.6359	16.9949	21.3538	0.003	0.01	0.69	1.84				
เบคอน	20.8800	21.8800	22.8800	3.0300	9.0300	15.0300	0.002	0.02	0.39	0.98				
หมูแผ่น	1.5611	4.0611	6.5611	1.7111	7.2667	12.8222	0.001	0.01	0.19	0.63				
เนื้อแดดเดียว	43.7600	45.2600	46.7600	23.2000	26.2000	29.2000	0.005	0.05	0.42	1.35				
หมูแดดเดียว	0.0000	2.5000	5.0000	170.3154	173.0077	175.7000	0.01	0.08	0.39	1.11				
ไส้กรอกอีสาน	3.3857	5.7071	8.0286	6.0429	12.4714	18.9000	0.02	0.23	0.83	2.08				
หมูยอ	0.4676	2.9324	5.3972	0.4676	5.5380	10.6085	0.07	0.54	1.12	2.93				
กุนเชียงหมู	0.2890	2.7738	5.2585	17.4622	21.8829	26.3037	0.03	0.24	0.62	1.77				
ลูกชิ้นเนื้อ	1.0000	3.4888	5.9776	0.0000	5.0000	10.0000	0.09	0.85	1.24	3.44				
ลูกชิ้นหมู	0.0000	2.5000	5.0000	0.9213	5.9213	10.9213	0.19	1.14	1.3	3.68				
ลูกชิ้นปลา	0.0000	2.5000	5.0000	1.2923	6.1641	11.0359	0.06	0.6	1.09	2.94				
ลูกชิ้นไก่	0.0000	2.5000	5.0000	1.2765	6.2765	11.2765	0.06	0.69	1.33	3.52				

หมายเหตุ * ปริมาณการบริโภคของกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita) และกลุ่มเฉพาะผู้บริโภค (eater only) สำหรับอายุ 3 ปีขึ้นไป

** lower bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD และ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "0"

middle bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "1/2 LOD หรือ 1/2 LOQ"

upper bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "LOD หรือ LOQ" (คำนวณจากข้อมูลทั้งหมดที่พบและไม่พบ)

ตารางที่ 3 ปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita) และค่า MOS

	ปริมาณการบริโภคเฉลี่ย*			ปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์*		
	Lower bound**	Middle bound**	Upper bound**	Lower bound**	Middle bound**	Upper bound**
ไนไตรต์	0.0044	0.0061	0.0077	0.0417	0.0597	0.0682
ไนเตรต	0.0064	0.0103	0.0139	0.0617	0.0934	0.1249

หมายเหตุ * ปริมาณการบริโภคของกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita) สำหรับอายุ 3 ปีขึ้นไป

** lower bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD และ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "0"

middle bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "1/2 LOD หรือ 1/2 LOQ"

upper bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "LOD หรือ LOQ" (คำนวณจากข้อมูลทั้งหมดที่พบและไม่พบ)

ตารางที่ 4 ปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ของกลุ่มเฉพาะที่บริโภค (eater only) และค่า MOS

	ปริมาณการบริโภคเฉลี่ย*			ปริมาณการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์*		
	Lower bound**	Middle bound**	Upper bound**	Lower bound**	Middle bound**	Upper bound**
ไนไตรต์	0.1141	0.1409	0.1678	0.3444	0.4191	0.4934
ไนเตรต	0.1961	0.2610	0.3256	0.5461	0.7289	0.9119

หมายเหตุ * ปริมาณการบริโภคของกลุ่มเฉพาะผู้บริโภค (eater only) สำหรับอายุ 3 ปีขึ้นไป

** lower bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD และ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "0"

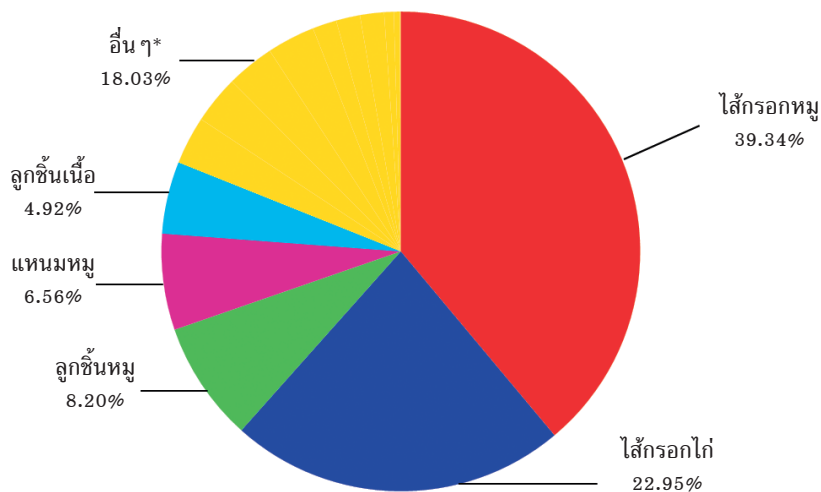
middle bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "1/2 LOD หรือ 1/2 LOQ"

upper bound คือ ข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า LOD หรือ LOQ ใช้ค่าเท่ากับ "LOD หรือ LOQ" (คำนวณจากข้อมูลทั้งหมดที่พบและไม่พบ)

การเปรียบเทียบปริมาณการได้รับสัมผัสสารกับค่า ADI

ผลการเปรียบเทียบปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์กับค่า ADI โดยแสดงเป็นค่า MOS พบว่าในกลุ่มประชากรทั้งหมดที่การบริโภคเฉลี่ย และ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์ ที่ lower bound, middle bound และ upper bound มีค่า MOS น้อยกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ 3 ส่วนในกลุ่มประชากรเฉพาะที่บริโภค พบว่าค่า MOS มากกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ 4 สำหรับปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์ที่การบริโภคเฉลี่ย และ 97.5 เปอร์เซ็นไทล์ ที่ lower bound, middle bound และ upper bound ทั้งในกลุ่มประชากรทั้งหมด และกลุ่มที่บริโภคเฉพาะ พบว่าค่า MOS น้อยกว่า 1 ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4

เมื่อพิจารณาการได้รับสัมผัสสารไนไตรต์ที่ middle bound ของกลุ่มประชากรทั้งหมด ที่คำนวณโดยใช้ค่าเฉลี่ยของปริมาณสาร และปริมาณการบริโภคของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทต่าง ๆ พบว่าไส้กรอกหมู เป็นผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ทำให้ปริมาณการได้รับสัมผัสไนไตรต์สูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ชนิดอื่น รองลงมา ได้แก่ ไส้กรอกไก่ ลูกชิ้นหมู แหนมหมู และลูกชิ้นเนื้อ คิดเป็นร้อยละของการได้รับสัมผัสทั้งหมด เท่ากับ 39.34, 22.95, 8.20, 6.56 และ 4.92 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 1



* หมูยอ, เนื้อแดดเดียว, ลูกชิ้นปลา, ลูกชิ้นไก่, ไส้กรอกอีสาน, กุนเชียง, แฮม, เบคอน, หมูแดดเดียว และหมูแผ่น

ภาพที่ 1 ร้อยละของการได้รับสัมผัสไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แต่ละประเภทที่ middle bound ที่ปริมาณการบริโภคเฉลี่ยของกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita)

วิจารณ์

จากผลการตรวจวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ในช่วงปีงบประมาณ พ.ศ. 2559–2561 จำนวน 1,231 ตัวอย่าง พบว่ามีการนำไนไตรต์มาใช้ในผลิตภัณฑ์เหล่านี้เกือบทุกผลิตภัณฑ์ ยกเว้นลูกชิ้นเนื้อ ซึ่งไนไตรต์ไม่ได้อนุญาตการใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 381 (พ.ศ. 2559)⁽¹³⁾ ซึ่งต่อมาปรับเป็นฉบับที่ 389 (พ.ศ. 2561) ในขณะที่ไนไตรต์ตามกฎหมายดังกล่าวอนุญาตให้ตกค้างได้ไม่เกิน 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ ได้แก่ เบคอน แฮม แหนม ไส้กรอก กุนเชียง และไส้กรอกอีสาน จากผลการวิเคราะห์ พบว่ามีสารไนไตรต์ตกค้างในหมูยอ หมูแผ่น เนื้อแดดเดียว และลูกชิ้นเนื้อ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ประเภทหมูยอและลูกชิ้น หากมีการใช้ร่วมกับวัตถุดิบเสียชนิดกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์ด้วยจะทำให้ผิดมาตรฐานเพิ่ม เนื่องจากประกาศฯ ระบุไว้ว่าห้ามใช้ไนไตรต์ร่วมกับสารกันเสีย

กลุ่มซอร์เบต แต่อย่างไรก็ตามตรวจพบไนโตรต์ในหมุยและลูกชิ้นเพียงผลิตภัณฑ์ละ 1 ตัวอย่างเท่านั้น ทั้งนี้ไนโตรต์และไนเตรตที่ตรวจพบการตกค้างในผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณเกินหรือผิดมาตรฐาน สาเหตุอาจเนื่องมาจากผู้ประกอบการยังขาดความรู้ ความเข้าใจ ถึงข้อกำหนดที่มีการปรับเปลี่ยนใหม่ โดยเฉพาะไนเตรตจากเดิมตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา⁽¹⁴⁾ ที่เคยอนุญาตให้ใช้ได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่ได้มีประกาศฉบับใหม่ฉบับที่ 389 (พ.ศ. 2561) ไม่ระบุให้ใช้ได้เด็ด ซึ่งผู้ประกอบการอาจยังไม่ได้ปรับสูตรการผลิตเนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับอนุญาตก่อนที่ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 381 (พ.ศ. 2559) และฉบับที่ 389 (พ.ศ. 2561) ประกาศใช้

การประเมินปริมาณการได้รับสัมผัสไนโตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้ง 15 ประเภทพบว่าในกลุ่มประชากรทั้งหมด เมื่อรับประทานผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เหล่านี้ ความเสี่ยงที่จะได้รับสารดังกล่าวอยู่ในระดับต่ำถือว่ามีความปลอดภัย หากพิจารณาในผลิตภัณฑ์แต่ละประเภทไส้กรอกหมูและไส้กรอกไก่มีความเสี่ยงต่อการได้รับไนโตรต์สูงเมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ทั้งหมด หากบริโภคผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เป็นประจำมีโอกาสเสี่ยงสูงที่จะได้รับไนโตรต์โดยเฉพาะเด็กซึ่งส่วนใหญ่ชอบรับประทานผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ซื้อจากร้านค้าบริเวณหน้าโรงเรียนหรือในโรงเรียนอาจทำให้ได้รับไนโตรต์มากกว่าผู้ใหญ่ ดังนั้นในกลุ่มเด็กควรมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ ผู้ปกครองควรให้ความใส่ใจในการเลือกรับประทานอาหาร ส่วนปริมาณการได้รับสัมผัสไนเตรตที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์ (worst case) มีค่า MOS ต่ำกว่า 1 ซึ่งอยู่ในระดับไม่เกินค่า ADI สอดคล้องกับการศึกษาโดย เวณิกา เบ็ญจพงษ์ และคณะ⁽³⁾ ประเมินการได้รับไนเตรตจากการบริโภคไส้กรอกไก่ ไส้กรอกหมู กุนเชียง หมุย และแฮมหมู โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป @RISK® ในประชากรทั้งหมด พบว่ามีความเสี่ยงในระดับต่ำกว่าค่า ADI ทั้งที่ระดับเฉลี่ย และที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามแม้ว่าปริมาณการได้รับสัมผัสไนเตรตจากการบริโภคอยู่ในเกณฑ์ปลอดภัย แต่ไนเตรตเป็นสารซึ่งไม่อนุญาตให้ใช้กับผลิตภัณฑ์กลุ่มเนื้อสัตว์ และสามารถถูกเปลี่ยนเป็นไนโตรต์ได้โดยแบคทีเรียในปากและกระเพาะอาหาร นอกจากนี้การได้รับไนโตรต์หรือไนเตรตอาจมาจากแหล่งอื่นได้ เช่น ผักที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยเคมีสูตรที่มีธาตุไนโตรเจนสูง เช่น แอมโมเนียไนเตรต และยูเรีย จะถูกเปลี่ยนเป็นไนเตรต ทำให้มีการตกค้างปริมาณสูงในผัก^(15,16) การได้รับไนเตรตสะสมเป็นเวลานาน ๆ อาจเกิดอันตรายได้ อีกทั้งการปรุงประกอบอาหารโดยใช้ความร้อนสูงมาก เช่น ปิ้งย่าง จะทำให้ไนโตรต์เกิดการเปลี่ยนแปลงรวมกับเอมีนในเนื้อสัตว์โดยมีค่า pH ในสภาวะที่เป็นด่าง เกิดเป็นสารประกอบไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง⁽¹⁷⁾

การประเมินการได้รับสัมผัสไนโตรต์และไนเตรตจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นี้ เป็นการประเมินจากตัวอย่างที่ส่งตรวจโดยหน่วยงานราชการ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด) และเอกชนเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตมาจากหลาย ๆ แหล่ง แม้ว่าตัวอย่างยังไม่ครอบคลุมทั่วประเทศ แต่หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สามารถนำข้อมูลนี้ใช้เป็นแนวทางประกอบการพิจารณาปรับแก้มาตรฐานให้เหมาะสมและปลอดภัย และสามารถใช้เป็นข้อมูลในการสื่อสารและแจ้งเตือนภัยให้กับประชาชน

สรุป

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ส่วนมากมีการใช้ในเนตร ซึ่งเป็นสารห้ามใช้ ส่วนการใช้ไนโตรต์ ถึงแม้ว่าจะพบตัวอย่างที่เกินหรือผิดมาตรฐานจำนวนน้อย แต่อาจมีผลกระทบต่อสุขภาพ โดยเฉพาะกลุ่มที่นิยมบริโภค มีปริมาณการได้รับสัมผัสเกินค่าความปลอดภัยเมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI ดังนั้นเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค ผู้ผลิตควรใช้ตามความจำเป็น และต้องไม่เกินปริมาณที่กฎหมายกำหนด ซึ่งปัจจุบันได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 418) พ.ศ. 2563 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์เงื่อนไข วิธีการใช้และอัตราส่วนของวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งอนุญาตให้ใช้ในเนตรในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์บางประเภท ดังนั้นผู้ประกอบการควรมีการติดตามข้อกำหนดของทางราชการอย่างสม่ำเสมอ สำนักงานคณะกรรมการ

อาหารและยา และสำนักงานสาธารณสุขจังหวัด ควรมีการเฝ้าระวังโดยการสุ่มตรวจผลิตภัณฑ์ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง มีการบังคับใช้กฎหมายอย่างเข้มงวด จะช่วยให้ประชาชนบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ที่ปลอดภัย ผู้บริโภคควรรู้จักป้องกันหรือเลือกรับประทานอาหารให้หลากหลาย และรับประทานแต่พอดี จะสามารถช่วยลดความเสี่ยงต่อสุขภาพได้อีกทางหนึ่ง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นางอุมา บริบูรณ์ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์เชี่ยวชาญ และนางสาวพนาวลัย กลิ่งกลางดอน สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร ที่ให้คำปรึกษา แนะนำในการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวัตถุเจือปนอาหารทุกท่าน ที่มีส่วนทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. Siddiqui MR, Wabaidur SM, ALOthman ZA, Rafiquee MZA. Rapid and sensitive method for analysis of nitrate in meat samples using ultra performance liquid chromatography-mass spectrometry. *Spectrochimica Acta A Mol Biomol Spectrosc* 2015; 151: 861-6.
2. Cammack R, Joannou CL, Cui XY, Torres Martinez C, Maraj SR, Hughes MN. Nitrite and nitrosyl compounds in food preservation. *Biochim Biophys Acta* 1999; 1411: 475-88.
3. เฉือกา เบ็ญจพงษ์, วีรยา การพานิช, จิรารัตน์ เทศะศิลป์, จุติมา ลิขิตรัตน์พร, ปิยนุช วิเศษชาติ, นริศรา ม่วงศรีจันทร์ และคณะ. การประเมินการได้รับไนเตรตและไนไตรต์จากการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปของประชากรไทย. *วารสารวิจัย มช.* 2554; 16(8): 931-41.
4. European Food Safety Authority. Re-evaluation of sodium nitrate (E251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. *EFSA J* [online]. 2017; [cited 2019 July 1]; 15(6): [123 screens]. Available from: URL: <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2017.4787>.
5. Agency classified by the IARC monographs, volumes 1-123. [online]. 2018; [cited 2019 Oct 10]; [37 screens]. Available from: URL: <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/09/ClassificationsAlphaOrder.pdf>.
6. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Nitrate. [online]. 2002; [cited 2019 Aug 31]. Available from: URL: http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1701.htm.
7. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Nitrite. [online]. 2002 [cited 2019 Aug 31]. Available from: URL: http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecval/jec_1702.htm.
8. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 (พ.ศ. 2561) เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 135 ตอนพิเศษ 178 ง (วันที่ 25 กรกฎาคม 2561).
9. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย; 2559.
10. Food and Agriculture Organization of the United Nations Principles and methods for the risk assessment of chemicals in food. Geneva: World Health Organization; 2009.

11. พนาวัลย์ กลิ่งกลางดอน, ลัดดาวัลย์ โรจนพรรณทิพย์, กรรณิกา จิตติยศรา, นนทรัตน์ พรทรัพย์มณี, ปิ่นนรี ชินวรรณวงศ์, เขมิกา เหมโลหะ. การประเมินความเสี่ยงแคดเมียมจากการบริโภคประจำวันของคนไทย. ว.กรมวิทย์ พ 2560; 59(3): 181-98.
12. BS EN 12014-4:2005. Foodstuffs - Determination of nitrate and/or nitrite content - Part 4: ion-exchange chromatographic (IC) method for the determination of nitrate and nitrite content of meat products. United Kingdom: British Standards Institution; 2005.
13. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 381 (พ.ศ. 2559) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 4). ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 133 ตอนพิเศษ 298 ง (วันที่ 20 ธันวาคม 2559).
14. ประกาศสำนักคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร. ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 122 ตอนพิเศษ 9 ง (วันที่ 31 มกราคม 2548).
15. วรรณวรงค์ พัฒนะโพธิ์, ศุภลักษณ์ ชิตวรกุล, วลัยพร มุลพุ่มสาย, ศิโรรัตน์ เขียนแมน, ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข. การประเมินความเสี่ยงของปริมาณไนเตรตตกค้างในผักไฮโดรโปนิกส์. ว.วิทยาศาสตร์เกษตร 2558; 46 (พิเศษ 3/1): 331-4.
16. Hongsibsong S, Polyiem W, Narksen W, Kerdnoi T, Prapamontol T. Determination of nitrate in the edible part of vegetables from markets around Chiang Mai city, Northern Thailand by using high performance liquid chromatography. Asian J Agric Res 2014; 8(4): 204-10.
17. สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ. ประมวลสารสนเทศพร้อมใช้ เรื่อง อันตรายจากสารไนโตรซามีน. [ออนไลน์]. 2553; [สืบค้น 31 ส.ค. 2562]; [18 หน้า]. เข้าถึงได้จาก: URL: <http://siweb.dss.go.th/repack/fulltext/IR23.pdf>.

Exposure Assessment of Nitrite and Nitrate from the Meat Products Consumption

Kittima Sonamit and Ekkasit Dechanuwat

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

ABSTRACT Nitrite and nitrate are food additives used as preservative and color fixative agent to prevent offensive odor in meat products. However, these chemicals can exhibit adverse effects on human health if a person is exposed to their high levels. The notification of the Ministry of Public Health (No.389) B.E. 2561 (2018) has permitted the residues of nitrite in meat products not more than 80 mg/kg; and the use of nitrate has not been permitted. This study aimed to assess the updated exposures of nitrite and nitrate from the consumption of processed meat products, in order to understand the situation of the residues of nitrite and nitrate, and the risk from intake of these chemicals. In this study, 1,231 samples from 15 types of meat products were analyzed during the fiscal years 2016-2018. The percentages of samples with residues of nitrite that did not comply with the legal regulation were found in chicken sausage, pork sausage, fermented pork, crispy pork, jerky meat, Moo yor and meat ball at 1.6, 3.4, 5.7, 11.1, 40.0, 1.4 and 1.3% respectively. In addition, nitrate was found in all products, except meat ball. The exposure assessment of nitrite and nitrate from the meat products consumption at lower, middle and upper bound of all population groups and eater only groups from the national consumption survey demonstrated that the exposures of nitrate were safe. However, the eater only groups were found to be exposed to nitrite higher than the margin of safety (MOS), implying that it might pose health risks to consumers. Therefore, the producers should limit the use to ensure the safety of consumers. Moreover, the responsible government agencies shall have surveillance by continuously sampling the meat products and strictly enforcing the law.

Keywords: Exposure assessment, Nitrite, Nitrate, Meat products, Margin of safety