

การคาดคะเนความเสี่ยงการได้รับสัมผัสสารแคโรทีนอยด์จากเครื่องในสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสัตว์ผสมแคโรทีนอยด์

ชนิตา ภู่งามประเสริฐ¹ เวนิกา เบ็ญจพงษ์^{2*} รจนา ชูณหัฒนิต³ จินตนา ศิริวรราชย์³ นิภา โรจน์รุ่งวสินกุล²
จักรกฤษณ์ สกลกิจดิณภกุล² ปิยนุช วิเศษชาติ² วีรยา การพานิช²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาพิษวิทยาทางอาหารและโภชนาการ สถาบันโภชนาการ, มหาวิทยาลัยมหิดล

²สถาบันโภชนาการ, มหาวิทยาลัยมหิดล

³กลุ่มสาขาวิชาโภชนศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์โรงพยาบาลรามาธิบดี, มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

แคโรทีนอยด์เป็นสารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ มีฤทธิ์กระตุ้นการตอบสนองของหัวใจแบบเฉียบพลัน บางประเทศอนุญาตให้ผสมอาหารสุกรเพื่อเร่งการสร้างกล้ามเนื้อ พบตกค้างในเครื่องในสูงกว่าเนื้อเยื่ออื่น การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคาดคะเนความเสี่ยงการได้รับสัมผัสสารแคโรทีนอยด์จากเครื่องในสุกร เครื่องในสุกร คำนวณการได้รับสัมผัสจากปริมาณการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบในอาหารแต่ละรายการใน หน่วยบริโภคขนาดใหญ่ ต่อการบริโภค 1 มื้อ (เฉพาะผู้บริโภค) กับปริมาณแคโรทีนอยด์ตกค้างระดับสูงใน เครื่องในสุกรที่พบในอาหารรายการนั้น ข้อมูลบริโภคอาหารรายบุคคล 1 วันที่บริโภค ได้จากการสัมภาษณ์ ผู้บริโภคเครื่องในสุกร ≥ 4 ครั้งต่อเดือน 649 คน การประเมินโดยใช้ข้อมูลการตกค้างของแคโรทีนอยด์ใน สุกรจากการศึกษาในปักกิ่ง (โดยใช้ 95/95 Tolerance limit ในปอด และ Median residue limit ในเครื่องใน อื่น) พบว่าการบริโภคอาหารที่มีส่วนประกอบของเครื่องในสุกรทำให้ประชากรกลุ่มนี้ได้รับสัมผัสแคโรทีนอยด์ สูงกว่าค่าความปลอดภัยต่อสุขภาพแบบเฉียบพลัน (Acute reference dose, ARfD) การได้รับสัมผัสที่ ระดับเฉลี่ย, มัชฌิม, เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 97.5 เท่ากับ ร้อยละ 176, 145, 345 และ 375 ของ ARfD ตามลำดับ ดังนั้นหากมีการใช้แคโรทีนอยด์ในการเลี้ยงสุกรจะส่งผลให้ผู้บริโภคอาหารที่มี เครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบได้รับสัมผัสแคโรทีนอยด์ในระดับความเสี่ยงที่น่ากังวลในการก่อพิษ เฉียบพลันต่อสุขภาพ

คำสำคัญ: ความเสี่ยง แคโรทีนอยด์ เครื่องในสุกร

รับบทความ: 31 สิงหาคม 2563 แก้ไข: 28 กันยายน 2563 ตอรับ: 8 ตุลาคม 2563

*ผู้รับผิดชอบบทความ

เวนิกา เบ็ญจพงษ์

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ต. ศาลายา อ. พุทธมณฑล นครปฐม 73170

อีเมล: wenika.ben@mahidol.ac.th

Estimate the Risk of Acute Dietary Exposure to Ractopamine through the Consumption of Offal from Swine Feeding with Ractopamine in Feed

Chanita Phusangprasert¹ Wenika Benjapong^{2*} Rodjana Chunhabundit³ Jintana Sirivarasai³ Nipa Rojroongwasinkul² Jakkit Sakolkittinapakul² Piyanuch Visetchart² Weeraya Karnpanit²

¹Master of Science Program in Food and Nutrition Toxicology, Institute of Nutrition, Mahidol University

²Institute of Nutrition, Mahidol University

³Graduate Program in Nutrition, Faculty of Medicine Ramathibodi Hospital, Mahidol University

Abstract

Ractopamine is a β -adrenoceptor agonist produced acute cardiac response. It has been approved to be used as feed additive for swine to promote carcass leanness in some countries. The ractopamine residues in offal are greater than in other tissues. This study aimed to estimate acute risk of dietary exposure to ractopamine from the consumption of swine offal. The exposure was calculated from large amount of swine offal found in each recipe (large portion size) over a single meal (eater only) combined with high residue ractopamine concentration in swine offal found in the recipe. Food consumption data as one person-day was interviewed from 649 people who consumed swine offal ≥ 4 times per month. Using residue data from Beijing study in China (used 95/95 Tolerance limit in lung and median residue in other offals) for exposure estimation. The consumption of swine offal from the recipe provided the highest ractopamine exposure in each person of this population showed that the exposures exceeded the acute reference dose (ARfD). The mean, median, 95th percentile and 97.5th percentile exposures were 176, 145, 345 and 375% of ARfD, respectively. Thus, the use of ractopamine as feed additive in pork will provide the exposure raise the significant health concern for acute health risk in Thai people who like to consume food dishes containing swine offal.

Keywords: Health risk, Ractopamine, Swine offal

Received: 31 August 2020, Revised: 28 September 2020, Accepted: 8 October 2020

*Corresponding author

Wenika Benjapong

Institute of Nutrition, Mahidol University, Salaya, Nakhon Pathom 73170, Thailand

E-mail: wenika.ben@mahidol.ac.th

บทนำ

แรค โด พามีน (ractopamine hydrochloride) เป็น สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ (β -adrenoceptor agonist) บางประเทศอนุญาตให้ใช้ผสมอาหารสัตว์เพื่อเร่งการสร้างกล้ามเนื้อในสุกร และโค สารกลุ่มนี้จะกระตุ้นการทำงานของอวัยวะที่มีตัวรับเบต้า (β -adrenergic receptor) บนเยื่อหุ้มเซลล์¹⁻⁴ ใช้เพื่อเพิ่มการบีบตัวของหัวใจ ขยายหลอดเลือดผู้ป่วยหอบหืด รักษาปอดอุดกั้นเรื้อรัง ทำให้กล้ามเนื้อคลายตัว แรค โด พามีนกระตุ้นตัวรับเบต้าทั้ง β_1 -adrenergic receptor และ β_2 -adrenergic receptor โดย β_1 -adrenergic receptor พบมากที่หัวใจ (มนุษย์ร้อยละ 70-80, หมูร้อยละ 72) และเนื้อเยื่อไขมัน (หมูร้อยละ 80) β_2 -adrenergic receptor พบมากที่กล้ามเนื้อลาย (หมูร้อยละ 60) ปอด (มนุษย์ร้อยละ 80, หมูร้อยละ 65) มดลูก (มนุษย์ร้อยละ 80)¹ จึงมีผลกระทบต่อระบบหัวใจและหลอดเลือด ทำให้หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้น หลอดเลือดขยาย มีผลต่อปอดและทางเดินหายใจ ทำให้เกิดการอักเสบของทางเดินหายใจ กระตุ้นกล้ามเนื้อลาย ทำให้กล้ามเนื้อสั่น การศึกษาการตอบสนองอย่างเฉียบพลันของหัวใจ (acute cardiac responses) ช่วงเวลาสั้นๆ ในเพศชาย 6 คน พบว่าการได้รับแรค โด พามีนขนาด 67, 133, 200, 333 และ 597 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว ครั้งเดียวทางปาก แต่ละขนาดห่างกัน 48 ชั่วโมง ทำให้อัตราการเต้นหัวใจเพิ่มขึ้นภายใน 1 ชั่วโมงหลังได้รับสาร คณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตร แห่งสหประชาชาติ และองค์การอนามัยโลก (Joint FAO/WHO Expert Committee on food Additives; JECFA) ใช้ขนาดสูงสุดของยาที่

ไม่พบผลกระทบต่อสุขภาพ คือ 67 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว เป็นค่า NOEL (No Observed Effect Level) โดยพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับหัวใจ ใช้ Safety factors 50 สำหรับกำหนดค่าความปลอดภัยในการได้รับสารของมนุษย์ (Acceptable Daily Intake; ADI) ที่ 0-1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน⁵

แรค โด พามีน มีความจำเพาะกับตัวรับเบต้าชนิด β_1 และ β_2 เมื่อใช้ผสมอาหารเลี้ยงสุกรจึงมีโอกาสมากที่จะพบตกค้างในเนื้อเยื่อที่มีตัวรับเบต้าเหล่านี้ ได้แก่ หัวใจ ปอด ตับ ไต ลำไส้ กระเพาะ เนื้อ และไขมัน⁶⁻¹⁰ และยังพบในเลือดสุกร¹¹ ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้าง ได้แก่ ขนาดของยา ระยะเวลาการใช้ ช่วงเวลาหยุดยาก่อนฆ่าสัตว์ หากใช้ยาไม่ถูกต้องจะทำให้พบสารตกค้างสูง¹² คณะกรรมาธิการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (Codex Alimentarius Commission; CAC) กำหนดค่าสูงสุดของปริมาณตกค้าง (Maximum Residue Levels; MRLs) ในชิ้นส่วนสุกร ได้แก่ ไต ตับ เนื้อ และไขมัน ที่ระดับ 90, 40, 10 และ 10 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ¹³ แต่หลายประเทศ เช่น สหภาพยุโรป รัสเซีย จีน ไทย เป็นต้น มีข้อกำหนดห้ามใช้สารกลุ่มเบต้าอะโกนิสต์ผสมอาหารสัตว์ สหภาพยุโรป² และรัสเซีย¹⁴ เห็นว่าค่า ADI ที่ JECFA เสนอ⁵ มีข้อมูลทดสอบทางพิษวิทยาไม่เพียงพอที่จะระบุว่าเป็นระดับที่ไม่ก่อผลเสียต่อสุขภาพมนุษย์ จึงไม่ยอมรับการนำค่า ADI นั้นมา กำหนดค่า MRLs ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพประชากรรัสเซียในการได้รับสัมผัสแรค โด พามีนจากการบริโภคผลิตภัณฑ์เนื้อที่มีปริมาณการตกค้างของแรค โด พามีนตามค่า MRLs ที่

CAC เสนอ จะก่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระดับที่ยอมรับไม่ได้ โดยพิจารณาจากความผิดปกติในการทำงานของระบบหัวใจ (cardiovascular functional disorders) และการเกิดโรคหัวใจ (cardiovascular diseases)¹⁵ ประเทศจีนมีความเห็นว่านอกจาก ไขมัน และ คาร์โบไฮเดรต ที่ CAC กำหนดค่า MRLs แล้ว คนจีนยังบริโภคอาหารที่มีเครื่องในอื่นอีกหลายชนิดที่พบแร่ธาตุพิษตกค้างปริมาณสูง⁶⁻¹⁰ ได้แก่ ปอด หัวใจ กระจกตา ลำไส้เล็ก และลำไส้ใหญ่ จึงกังวลว่าการบริโภคเครื่องในจากสุกรที่เลี้ยงโดยใช้อาหารสัตว์ผสมแร่ธาตุพิษจะก่อความเสี่ยงต่อสุขภาพของชาวจีน¹⁶ ข้อมูลการบริโภคอาหารของประชากรไทยพบว่าคนไทยบริโภคอาหารหลายรายการที่ใช้เครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบ¹⁷ ได้แก่ ปอด ตับ ไขมัน ตับ ลำไส้ กระจกตา หัวใจ มดลูก แต่ CAC กำหนดค่า MRLs ในเครื่องในสุกรเพียง 2 รายการ ได้แก่ ไขมัน และ ตับ เท่านั้น ดังนั้นการรับประทานอาหารรายการที่มีเครื่องในสุกรหลายชนิดเป็นส่วนประกอบในปริมาณสูง อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพผู้บริโภคชาวไทย โดยเฉพาะผู้ป่วยโรคหัวใจ ซึ่งมีความไวต่อการกระตุ้นโดยแร่ธาตุพิษในลักษณะพิษเฉียบพลัน¹⁰⁻¹⁴ รายงานสถานการณ์การตายและป่วยด้วยโรคไม่ติดต่อของกรมควบคุมโรค ปี 2553 ถึง 2557 พบว่าอัตราตายจากโรคหัวใจและหลอดเลือดเพิ่มสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง¹⁸ การคุ้มครองสุขภาพของประชากรไทยในระดับที่เหมาะสม ตามความตกลงว่าด้วยการใช้มาตรการสุขอนามัยความปลอดภัยและสุขอนามัยพืช จำเป็นต้องมีข้อมูลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของประชากรไทยในการได้รับสัมผัสแร่ธาตุพิษจากการบริโภคอาหารที่มีเครื่องในสุกร

เป็นส่วนประกอบ โดยเฉพาะรายการที่มีเครื่องในสุกรปริมาณสูง เพื่อประเมินพิษเฉียบพลันต่อการตอบสนองของหัวใจ ซึ่งจัดเป็นอวัยวะที่ไวต่อการตอบสนองความเป็นพิษของแร่ธาตุพิษ การวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อคาดคะเนความเสี่ยงการได้รับสัมผัสแร่ธาตุพิษจากการบริโภคเครื่องในของสุกรซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารสัตว์ผสมแร่ธาตุพิษ โดยประเมินในรูปแบบการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน (acute dietary exposure) ในกลุ่มประชากรที่นิยมบริโภคอาหารที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบ กรณีพบการตกค้างของแร่ธาตุพิษในเครื่องในปริมาณสูง

วิธีการดำเนินการศึกษา

1. สํารวจข้อมูลบริโภคอาหารที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบในกลุ่มประชากรที่นิยมบริโภคเครื่องใน

การสำรวจข้อมูลบริโภคอาหารที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบ ดำเนินการโดยการสัมภาษณ์ผู้บริโภคเครื่องในสุกรเท่ากับหรือมากกว่า 4 ครั้งต่อเดือน ในกรุงเทพมหานคร (4 เขต) และ 9 จังหวัดที่มีจำนวนสุกรหนาแน่น ใน 4 ภูมิภาค ได้แก่ ราชบุรี นครปฐม นครราชสีมา อุบลราชธานี อุตรดิตถ์ เชียงใหม่ แพร่ พัทลุง และ นครศรีธรรมราช จังหวัดละ 2 อำเภอ (อำเภอเมืองและอำเภออื่น) รวม 22 พื้นที่ศึกษา พื้นที่ละ 30 คน จำนวน 649 คน ใช้แบบสอบถามความถี่อาหารกึ่งปริมาณ (semi-quantitative food frequency questionnaire) สอบถามข้อมูลบริโภคอาหารที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบในช่วง 1 เดือนที่ผ่านมา ทั้งความถี่ ปริมาณ และชนิดเครื่องในที่เลือกกินจากรายการอาหารนั้น

2. จัดทำข้อมูลการบริโภคอาหารรายบุคคล เฉพาะผู้บริโภคอาหารรายการนั้น (eater only) ใน 1 วันที่บริโภค (one person-day data)

ตัวอย่างอาหารแต่ละรายการที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบใน 1 หน่วยบริโภค (จาน) เก็บจากแหล่งจำหน่ายที่ผู้ถูกสัมภาษณ์นิยมซื้อใน 22 พื้นที่ศึกษา พื้นที่ละ 2 แหล่งจำหน่าย แต่ละแหล่งจำหน่ายเก็บตัวอย่างรายการละ 2 ตัวอย่าง นำตัวอย่างอาหาร 1 หน่วยบริโภค มาชั่งน้ำหนักรวม แยกเครื่องในแต่ละชนิด ออกมาชั่งน้ำหนัก รายชนิด นำน้ำหนักเครื่องในสุกรแต่ละชนิดในอาหาร 1 หน่วยบริโภค มาจัดทำข้อมูลการบริโภคเครื่องในสุกร จากข้อมูลการบริโภคอาหารแต่ละรายการใน 1 มื้อ (single meal) ในวันที่บริโภคของผู้บริโภคแต่ละคน (one person-day data) เฉพาะผู้บริโภครายการนั้น

3. จัดทำปริมาณแร่โคปาลินในอาหารรายการที่มีเครื่องในเป็นส่วนประกอบ ขนาด large portion size

เลือกตัวอย่างอาหารรายการเดียวกันที่พบปริมาณเครื่องในสุกรสูงสุด ของหน่วยบริโภคขนาดใหญ่ (large portion size) ของแต่ละรายการ คำนวณปริมาณแร่โคปาลินในอาหารขนาด large portion size 1 หน่วยบริโภค (จาน) โดยใช้

ข้อมูลการตกค้างของแร่โคปาลินในเครื่องในสุกร ซึ่งได้จากการสืบค้นข้อมูลงานวิจัยการตกค้างของแร่โคปาลินในเนื้อเยื่อสุกรของประเทศจีน 3 การศึกษา (การศึกษาอู่ฮั่น⁶ การศึกษาปักกิ่ง⁷ การศึกษากวางโจว⁸) ในรายงานที่เผยแพร่โดย JECFA (FAO JECFA Monographs 9, 2010)¹² และงานวิจัยอื่น ที่ทดสอบการตกค้างในซากสุกรที่เลี้ยงด้วยอาหารสัตว์ผสมแร่โคปาลิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสัตว์ ตามข้อเสนอแนะการใช้แร่โคปาลินสำหรับสุกร พบว่าการศึกษาปักกิ่ง (Beijing study)⁷ รายงานผลการตกค้างของแร่โคปาลินปริมาณสูงในปอด ซึ่งเป็นเครื่องในที่ CAC ยังไม่กำหนดค่า MRLs แต่พบในอาหารที่คนไทยนิยมบริโภคหลายชนิด เช่น ลาบหมู ก๋วยจั๊บ ต้มแซ่บเครื่องใน เป็นต้น หากพบแร่โคปาลินตกค้างสูง อาจก่อพิษเฉียบพลันต่อสุขภาพผู้บริโภค การประเมินครั้งนี้ใช้ปริมาณการตกค้างแร่โคปาลินในเครื่องในสุกร จากการศึกษาปักกิ่ง⁷ ซึ่งเป็นการศึกษาที่พบค่าตกค้างในปอดสูงกว่าชิ้นส่วนอื่น ดังแสดงในตารางที่ 1 ซึ่งเป็นการทดสอบในสุกรพันธุ์ผสมแลนด์เรซกับยอร์กเชียร์เลี้ยงด้วยอาหารผสมแร่โคปาลิน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสัตว์ต่อวัน ระยะเวลา 30 วัน ตรวจปริมาณการตกค้างที่ระยะหยุดยา 12 ชั่วโมง

ตารางที่ 1. ปริมาณการตกค้างของเรคโทพามีนในชิ้นส่วนต่างๆ ของสุกรจีน ซึ่งเลี้ยงด้วยอาหารสัตว์ผสมเรคโทพามีน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสัตว์ จากการทดสอบในสุกรจีน 3 การศึกษา⁶⁻⁸

ชิ้นส่วนสุกร	ปริมาณการตกค้างที่ระยะหยุดยา 12 ชั่วโมง (ไม่โครกรัมต่อกิโลกรัม)					
	การศึกษาอู่ฮั่น ⁶ Wuhan study (Yuan Z, et al., 2009)		การศึกษาปักกิ่ง ⁷ Beijing study (Shen J, et al., 2009)		การศึกษาวางโจว ⁸ Guangzhou study (Chen Z, et al., 2009)	
	Median residue	95/95 Tolerance limit	Median residue	95/95 Tolerance limit	Median residue	95/95 Tolerance limit
เนื้อ	10.3	22.4	5.53	12.8	4.35	24.4
ตับ	73.2	194	30.3	133	29.1	165
ไต	216	648	112	416	137	767
ไขมัน	11.5	27.1	NA	NA	NA	NA
หนัง	18.7	61.3	NA	NA	NA	NA
หัวใจ	24.5	57.5	9.14	27.4	7.62	50.5
ปอด	188	428	313	1344	103	799
ลำไส้เล็ก	109	309	45.4	197	28.6	108
ลำไส้ใหญ่	37.5	82.8	43.8	108	20.3	111
กระเพาะ	51.2	117	33.6	91.6	44.6	222

NA = Not Available

4. ประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน (*Acute dietary exposure*) จากการบริโภคเครื่องในสุกร ที่พบในรายการที่ทำให้ผู้บริโภคได้รับเรคโทพามีนสูงสุดใน 1 มื้อ

นำปริมาณเรคโทพามีนในอาหารขนาด large portion size ไปคัดเลือกรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับเรคโทพามีนสูงสุดในการบริโภคอาหารรายการนั้น 1 มื้อ สำหรับใช้ประเมินการได้รับสัมผัสเรคโทพามีนแบบเฉียบพลันจากการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบใน

อาหารรายการนั้น โดยคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสเรคโทพามีนในลักษณะ **Acute dietary exposure** รายบุคคล ตามสมการประเมินการได้รับสัมผัสยาสัตว์ตกค้าง ที่เสนอโดย Joint FAO/WHO Expert Meeting on Dietary Exposure Assessment Methodologies for Residues of Veterinary Drugs (2011)¹⁹ ดังนี้

$$\text{Acute dietary exposure} = \frac{97.5^{\text{th}} \text{ percentile food consumption (1 person-day)} \times \text{High residue tissue}}{\text{Body weight}}$$

โดยที่ “97.5th percentile food consumption (1 person-day)” คือ ปริมาณเครื่องในสุกร ที่พบในอาหารขนาด large portion size ของรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับแเรคโตพามีนสูงสุด ในปริมาณที่ผู้บริโภคคนนั้นรับประทาน 1 มื้อ (single meal) ของวันที่บริโภคอาหารรายการนั้น “High residue tissue” คือ ปริมาณการตกค้างของแเรคโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในอาหารรายการนั้นโดยใช้ข้อมูลการตกค้างของแเรคโตพามีนในเครื่องในของสุกรจากการศึกษาของปักกิ่ง⁷ โดยคำนวณในรูปแบบต่างๆ ดังนี้

รูปแบบที่ 1 ประเมินที่ระดับการตกค้างในทุกชนิดเครื่องใน ที่ระดับสูง (95/95 Tolerance limit)

รูปแบบที่ 2 ประเมินที่ระดับการตกค้างในปอด ที่ระดับสูง (95/95 Tolerance limit) และในเครื่องในชนิดอื่น ที่ระดับกลาง (Median residue)

“Body weight” คือ น้ำหนักตัวของผู้บริโภครายบุคคล

นำปริมาณการได้รับสัมผัสแเรคโตพามีนจากเครื่องในสุกร ในรายการที่ทำให้ผู้บริโภคคนนั้นได้รับแเรคโตพามีนสูงสุด ของกลุ่มตัวอย่าง 649 คน มาประเมินที่การได้รับสัมผัสระดับกลาง (mean exposure and median exposure) และระดับสูง (95th percentile of exposure and 97.5th percentile of exposure)

5. การแสดงลักษณะความเสี่ยง (risk characterization) ในกรณีการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน

การพิจารณาว่า acute reference dose (ARfD) ซึ่งเป็นปริมาณที่อนุมานจากผลการศึกษาทางพิษวิทยาว่าปลอดภัยในการได้รับสารเข้าสู่ร่างกายมนุษย์จากความเป็นพิษแบบเฉียบพลันตามหลักการประเมินความเสี่ยงที่ JECFA เสนอสำหรับประเมินอันตรายของยาสัตว์แบบเฉียบพลัน²⁰ ประเมินจากอาการข้างเคียงที่เกิดในระยะเวลาสั้นของการได้รับสัมผัสยาสัตว์เพียงครั้งเดียว จากการรับประทานอาหารหนึ่งมื้อระหว่างวัน การศึกษาครั้งนี้จึงใช้ข้อมูลการประเมินทางพิษวิทยาที่ JECFA ใช้กำหนดค่า ADI⁷ มาคำนวณค่า ARfD เนื่องจากการศึกษาผลกระทบของแเรคโตพามีนในมนุษย์ซึ่ง JECFA นำข้อมูลมา กำหนดค่า ADI เป็นการทดสอบลักษณะอันตรายในรูปแบบเฉียบพลัน โดยอาการข้างเคียงประเมินจาก acute cardiac responses ที่เกิดภายในระยะเวลาสั้นจากการสัมผัสยาสัตว์ตกค้างเพียงครั้งเดียว ค่า cut-off ที่นำมาใช้พิจารณา threshold หรือ POD (point of departure) ของอาการเฉียบพลันนั้น ควรมีค่า < 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว สำหรับแเรคโตพามีนมีค่า NOEL ที่เป็นการเปลี่ยนแปลง main parameters cardiac function โดยรวมเท่ากับ 99 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว การคำนวณค่า ARfD จึงเลือกใช้ค่า NOEL เท่ากับ 67 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัว สำหรับการตอบสนองความเป็นพิษเฉียบพลันของแเรคโตพามีน จาก cardiac function parameters ซึ่งมีความไวมากที่สุด เป็นค่า POD และกำหนด uncertainty factor เท่ากับ 50 เช่นเดียวกับการคำนวณ ADI ทำให้ได้ค่า ARfD เท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักตัวต่อวัน มาใช้แสดงลักษณะความเสี่ยงในการศึกษานี้ การ

ประเมินความเสี่ยงจึงแสดงลักษณะความเสี่ยงโดยนำปริมาณการได้รับแอดโตพามีนแบบเฉียบพลัน (acute dietary exposure, or ADE) จากการบริโภคเครื่องในสุกร ที่พบในอาหารแต่ละรายการ ขนาด Large portion size เฉพาะรายการที่ทำให้ผู้บริโภคคนนั้นได้รับแอดโตพามีนสูงสุด 1 รายการ มาเปรียบเทียบกับค่า ARfD โดยแสดงความเสี่ยงเป็นร้อยละของค่า ARfD ดังสมการ

$$\text{Risk} = \frac{\text{ADE} \times 100}{\text{ARfD}}$$

ถ้าประชากรกลุ่มนี้ได้รับสัมผัสแอดโตพามีนสูงเกินค่า ARfD (มากกว่าร้อยละ 100 ของค่า ARfD) ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่น่ากังวลต่อสุขภาพผู้บริโภคในลักษณะการเกิดพิษเฉียบพลัน

ผลการศึกษา

ผลการเก็บตัวอย่างอาหารรายการที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบที่ประชากรกลุ่มนี้บริโภคทั้งหมด 72 รายการ จำนวน 1,149 ตัวอย่าง จาก 22 พื้นที่ศึกษา ในกรุงเทพมหานคร และ 9 จังหวัด พบว่ามีส่วนประกอบของเครื่องในหลายชนิด ได้แก่ ตับ ไต ปอด กระเพาะ ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ หัวใจ ม้าม มดลูก (ไส้ตัน) ในการประกอบอาหารหลายรายการ เช่น ก๋วยจั๊บ ก๋วยเตี๋ยว ต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู เป็นต้น โดยมีการบริโภคทั้งสุกและดิบ จากข้อมูลการบริโภครายบุคคลในประชากรไทยที่นิยมบริโภคเครื่องในสุกร ≥ 4 ครั้งต่อเดือน จำนวน 649 คน พบว่ามี 15 รายการอาหาร ที่ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้รับแอดโตพามีน

จากเครื่องในสูงสุด เมื่อบริโภคอาหารรายการนั้น ได้แก่ ต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู ก๋วยจั๊บ หมูกระทะ ไส้พะไล่ ต้มเลือดหมู เครื่องในลวกจิ้ม โจ๊กหมู ไส้ย่าง ยำเครื่องใน จิ้มจุ่ม ตับหวาน น้ำตกหมู ก๋วยเตี๋ยวน้ำ และตับย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2 รายการที่ทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้รับแอดโตพามีนสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ ต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู และก๋วยจั๊บ

เมื่อประเมินที่ระดับการตกค้างในทุกชนิดเครื่องใน ที่ระดับสูง (95/95 Tolerance limit) พบว่าปริมาณแอดโตพามีนในเครื่องในที่พบในต้มแซ่บ ลาบหมู และก๋วยจั๊บ ขนาด large portion size เท่ากับ 184, 150 และ 66 ไมโครกรัมต่อหน่วยบริโภค (จาน) ตามลำดับ เมื่อประเมินจากปริมาณอาหารที่ประชากรกลุ่มนี้บริโภคอาหารรายการนั้นใน 1 มื้อ พบว่ากลุ่มผู้บริโภคต้มแซ่บร้อยละ 76 กลุ่มผู้บริโภคลาบหมูร้อยละ 65 และกลุ่มผู้บริโภคก๋วยจั๊บร้อยละ 65 จะได้รับแอดโตพามีนจากการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบในอาหารแต่ละรายการสูงเกินค่า ARfD ดังแสดงในตารางที่ 2 แต่การประเมินที่ระดับการตกค้างในปอดที่ระดับสูง (95/95 Tolerance limit) และในเครื่องในอื่นที่ระดับกลาง (Median residue) พบว่าปริมาณแอดโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในต้มแซ่บ ลาบหมู และก๋วยจั๊บ ขนาด large portion size เท่ากับ 174, 148 และ 63 ไมโครกรัมต่อหน่วยบริโภค (จาน) ตามลำดับ เมื่อประเมินจากปริมาณรายการอาหารที่ประชากรกลุ่มนี้บริโภค 1 มื้อ พบว่ากลุ่มผู้บริโภคต้มแซ่บร้อยละ 73 กลุ่มผู้บริโภคลาบหมูร้อยละ 64 และกลุ่มผู้บริโภคก๋วยจั๊บร้อยละ 59 จะได้รับแอดโตพามีนจากการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบในการบริโภคอาหาร

รายการนั้น สูงเกินค่า ARfD โดยการบริโภคต้ม
แซ่บเครื่องใน ลาบหมู ก๋วยจั๊บน้ำต้มเลือดหมู และ
โจ๊กหมู จะทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้รับสัมผัสแแรก
โตพามีนสูงกว่าค่า ARfD ดังแสดงในตารางที่ 2

ผลประเมินการได้รับสัมผัสแแรกโตพามีน
จากการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบในอาหาร
รายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับแแรกโตพามา
นีนสูงสุด ขนาด large portion size จากข้อมูลการ
บริโภครายบุคคลในวันที่บริโภคอาหารรายการ
นั้น (one person-day data from surveys) ของผู้
นิยมนบริโภคเครื่องในสุกรเท่ากับหรือมากกว่า 4
ครั้งต่อเดือน จำนวน 649 คน โดยใช้ค่าการตกค้าง
แแรกโตพามีนในเครื่องในปริมาณสูงจากการศึกษา
ปักกิ่ง ดังแสดงในตารางที่ 3 พบว่าประชากรกลุ่ม
นี้ได้รับแแรกโตพามีนจากการบริโภคเครื่องในสุกร
ที่พบในอาหารรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคน
ได้รับแแรกโตพามีนสูงสุดใน 1 ครั้งบริโภค
อาหารรายการนั้น สูงกว่าค่า ARfD ทั้งการได้รับ
สัมผัสที่ระดับเฉลี่ย (mean exposure), มัชฐาน
เปอร์เซ็นไทล์ที่ 95 (95th percentile exposure)
และเปอร์เซ็นไทล์ที่ 97.5 (97.5th percentile of
exposure)

อภิปรายผลการศึกษา

การสำรวจข้อมูลการบริโภคเครื่องใน
สุกรของประชากรไทยที่นิยมนบริโภคอาหารที่มี
เครื่องในเป็นส่วนประกอบ พบว่าอาหารหลาย
รายการที่ประชากรกลุ่มนี้ส่วนใหญ่นิยมนบริโภค

ได้แก่ ก๋วยเตี๋ยว/ เกาเหลาน้ำตก ลาบหมู ต้มเลือด
หมู ก๋วยจั๊บน้ำต้มเลือดหมู หมูกระทะ/ จิ้มจุ่ม ต้มแซ่บ
เครื่องใน เครื่องในผัด/ ทอด/ ย่าง มีเครื่องในสุกร
มากกว่า 1 ชนิดเป็นส่วนประกอบ ได้แก่ ปอด ตับ
ไต ลำไส้เล็ก ลำไส้ใหญ่ กระเพาะ หัวใจ มดลูก
ม้าม และสมอง การได้รับแแรกโตพามีนจากการ
บริโภคอาหารแต่ละรายการ 1 มื้อ จึงได้จากเครื่อง
ในหลายชนิด อาหารประเภทลาบ น้ำตก ต้มแซ่บ
เครื่องใน แกงอ่อม ที่นิยมนบริโภคในภาคเหนือ
และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นิยมใช้ตับ และ/
หรือ ปอด เป็นส่วนผสมสำคัญ และอาหารที่คน
ในภาคกลาง และภาคใต้ นิยมนบริโภค ได้แก่
ก๋วยจั๊บน้ำต้มเลือดหมู โจ๊กหมู นิยมใช้ตับ และ/หรือ
ปอด เป็นส่วนผสมสำคัญเช่นกัน จากการศึกษา
สุกรที่ผ่านมาในประเทศจีน 3 การศึกษา⁶⁻⁸ พบว่า
การใช้แแรกโตพามีน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมใน
อาหารสัตว์ เลี้ยงสุกรช่วงระยะขุนทำให้เกิดการ
ตกค้างในเครื่องในหลายชนิด ซึ่งส่วนที่พบสูง
ได้แก่ ปอด ตับ ลำไส้ และตับ หลายการศึกษา
พบว่าปอด เป็นเครื่องในที่มีการตกค้างของแแรกโต
พามีนสูงมาก^{6,7,8,21} ปริมาณแแรกโตพามีนในปอด
มีความสัมพันธ์กับจำนวนตัวรับเบต้าที่มีอยู่
จำนวนมาก²¹ การศึกษาในสุกรพบว่าปอดมี
ตัวรับเบต้ามาก มีความหนาแน่นใกล้เคียงกับ
หัวใจ แต่มากกว่าตับ พบ β_1 -adrenergic receptor
ที่เนื้อเยื่อปอดสูงกว่า β_2 -adrenergic receptor²² จึง
พบการตกค้างของแแรกโตพามีนในปอดสูงกว่าตับ

ตารางที่ 2. รายการอาหารที่ทำให้ประชากรไทยที่บริโภคเครื่องในสุกร ≥ 4 ครั้งต่อเดือน แต่ละคนได้รับสัมผัสแเรคโตพามีนสูงสุด จากการบริโภคเครื่องใน และเลือดสุกร ที่พบในอาหารรายการนั้น โดยใช้ปริมาณการตกค้างในเครื่องในสุกรจากการศึกษาปักกิ่ง⁷

รายการอาหาร	จำนวนตัวอย่างอาหาร	จำนวนผู้บริโภค (คน)	คำนวณปริมาณการตกค้างของแเรคโตพามีนในเครื่องใน จากการศึกษาของปักกิ่ง ⁷							
			ปริมาณการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit เครื่องในทุกชนิด				ปริมาณการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit ในปอด และ Median residue ในเครื่องในอื่น			
			ปริมาณแเรคโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในตัวอย่างอาหาร ขนาด large portion size 1 จาน		จำนวนผู้บริโภคที่ได้รับแเรคโตพามีนเกินค่า ARfD จากการบริโภค 1 มื้อ (a single meal)		ปริมาณแเรคโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในตัวอย่างอาหาร ขนาด large portion size 1 จาน		จำนวนผู้บริโภคที่ได้รับแเรคโตพามีนเกินค่า ARfD จากการบริโภค 1 มื้อ (a single meal)	
			ไมโครกรัมต่อ จาน	ร้อยละของ ค่า ARfD	คน	ร้อยละของผู้บริโภค	ไมโครกรัมต่อ จาน	ร้อยละของ ค่า ARfD	คน	ร้อยละของผู้บริโภค
ต้มแซ่บเครื่องใน	55	293	184.40	293.77	223	76.11	173.58	276.54	215	73.38
ลาบหมู	59	490	149.88	238.78	317	64.69	148.24	236.17	315	64.29
ก๋วยจั๊บน้ำใส	65	420	66.23	105.51	273	65.0	63.43	101.06	246	58.57
หมูกระทะ	36	216	51.30	81.73	15	6.94	11.39	18.15	0	0
ใส่พะโล้	30	67	46.54	74.14	0	0	18.87	30.07	0	0
ต้มเลือดหมู	60	444	45.08	71.81	26	5.86	31.30	49.87	1	0.23
เครื่องในลวกจิ้ม	22	6	41.08	66.45	0	0	9.47	15.08	0	0
โจ๊กหมู	49	323	40.38	64.34	6	1.86	36.55	58.23	3	0.93

ตารางที่ 2. รายการอาหารที่ทำให้ประชากรไทยที่บริโภคเครื่องในสุกร ≥ 4 ครั้งต่อเดือน แต่ละคนได้รับสัมผัสแแรกโตพามีนสูงสุด จากการบริโภคเครื่องใน และเลือดสุกรที่พบในอาหารรายการนั้น โดยใช้ปริมาณการตกค้างในเครื่องในสุกรจากการศึกษาปักกิ่ง⁷ (ต่อ)

รายการอาหาร	จำนวนตัวอย่างอาหาร	จำนวนผู้บริโภค (คน)	จำนวนปริมาณการตกค้างของแแรกโตพามีนในเครื่องใน จากการศึกษาของปักกิ่ง ⁷							
			ปริมาณการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit เครื่องในทุกชนิด				ปริมาณการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit ในปอด และ Median residue ในเครื่องในอื่น			
			ปริมาณแแรกโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในตัวอย่างอาหาร ขนาด large portion size 1 จาน		จำนวนผู้บริโภคที่ได้รับแแรกโตพามีนเกินค่า ARFD จากการบริโภค 1 มื้อ (a single meal)		ปริมาณแแรกโตพามีนในเครื่องในสุกรที่พบในตัวอย่างอาหาร ขนาด large portion size 1 จาน		จำนวนผู้บริโภคที่ได้รับแแรกโตพามีนเกินค่า ARFD จากการบริโภค 1 มื้อ (a single meal)	
			ไมโครกรัมต่อ จาน	ร้อยละของ ค่า ARFD	คน	ร้อยละของผู้บริโภค	ไมโครกรัมต่อ จาน	ร้อยละของ ค่า ARFD	คน	ร้อยละของผู้บริโภค
ไส้ย่าง	34	162	35.42	56.44	3	1.85	8.16	13.01	0	0
ยำเครื่องใน	6	37	35.25	56.15	0	0	8.12	12.94	0	0
จิ้มจุ่ม	26	82	34.49	54.94	3	3.66	8.79	14.00	0	0
ตับหวาน	55	203	29.65	47.23	1	0.49	6.75	10.76	0	0
น้ำตกหมู	26	63	20.94	33.36	0	0	4.77	7.6	0	0
ก๋วยเตี๋ยวน้ำ	167	468	21.70	34.58	1	0.21	13.68	21.79	0	0
ตับย่าง	22	123	15.92	25.36	1	1.49	3.63	5.78	0	0

ตารางที่ 3. ความเสี่ยงการได้รับสัมผัสเรสเรคโตพามีนแบบเฉียบพลันในประชากรไทยที่บริโภคเครื่องใน ≥ 4 ครั้งต่อเดือน (649 คน) จากการรับประทานอาหารที่มีเครื่องในสุกรเป็นส่วนประกอบในรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับเรสเรคโตพามีนสูงสุด 1 รายการ ที่ขนาดบริโภค 1 มื้อ (a single meal) ของผู้บริโภคแต่ละคนในวันที่บริโภคอาหารรายการนั้น (one person-day data from surveys)

ปริมาณการได้รับสัมผัสเรสเรคโตพามีน คำนวณจากปริมาณการตกค้างในเครื่องในสุกร จากการศึกษาของปักกิ่ง ⁷	ค่าสถิติ	ความเสี่ยง แสดงเป็นร้อยละ ของค่า ARfD
รูปแบบที่ 1 ปริมาณการตกค้าง ที่ 95/95 Tolerance limit เครื่องในทุกชนิด	min-max	17-527 % ARfD
	mean exposure	186 % ARfD
	median exposure	154 % ARfD
	95 th percentile exposure	355 % ARfD
	97.5 th percentile exposure	392 % ARfD
	ผู้บริโภคที่ได้รับสัมผัสเรสเรคโตพามีนเกินค่า ARfD จำนวน 499 คน (ร้อยละ 77)	
รูปแบบที่ 2 ปริมาณการตกค้าง ที่ 95/95 Tolerance limit ในปอด และ Median residue ในเครื่องในอื่น	min-max	7-496 % ARfD
	mean exposure	176 % ARfD
	median exposure	145 % ARfD
	95 th percentile exposure	345 % ARfD
	97.5 th percentile exposure	375 % ARfD
	ผู้บริโภคที่ได้รับสัมผัสเรสเรคโตพามีนเกินค่า ARfD จำนวน 472 คน (ร้อยละ 73)	

ผลการประเมินความเสี่ยงพบว่ารายการอาหารที่ก่อความเสี่ยงสูงที่ทำให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้รับเรสเรคโตพามีนสูง 3 อันดับแรก ได้แก่ ต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู และก๋วยจั๊บน้ำใส โดยการบริโภคอาหารเหล่านี้ ในขนาด large portion size เพียง 1 หน่วยบริโภค (1จาน) จะทำให้ผู้บริโภคได้รับเรสเรคโตพามีนจากเครื่องในสุกรที่พบในอาหารเหล่านี้สูงถึงร้อยละ 294, 239 และ 106

ของค่า ARfD ตามลำดับ (ประเมินรูปแบบที่ใช้ค่าการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit ในทุกชิ้นส่วนเครื่องใน) และร้อยละ 276, 236 และ 101 ของค่า ARfD ตามลำดับ (ประเมินรูปแบบที่ใช้ค่าการตกค้างที่ 95/95 Tolerance limit ในปอด และ Median residue ในชิ้นส่วนเครื่องในอื่น) เนื่องจากเป็นอาหารที่มีส่วนประกอบของปอด ตับ ไต และลำไส้ ซึ่งเป็นเครื่องในที่พบการ

ตกค้างของแแรกโตพามีนสูง โดยการตกค้างของแแรกโตพามีนที่ 95/95 Tolerance limit (ระยะหยุดยา 12 ชั่วโมง) จากการศึกษาปักกิ่ง⁷ พบตกค้างสูงสุดในปอด 1,344 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รองมาคือ ไต, ลำไส้เล็ก และตับ เท่ากับ 416, 197 และ 133 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การศึกษาจากโจว⁸ พบตกค้างสูงสุดในปอด 799 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รองมาคือ ไต, ตับ และลำไส้ใหญ่ เท่ากับ 767, 165 และ 111 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ การศึกษาอื่น⁶ พบตกค้างสูงสุดในไต 648 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม รองมาคือ ปอด, ลำไส้เล็ก และตับ เท่ากับ 428, 309 และ 194 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ดังนั้นรายการอาหารที่มีปอดเป็นส่วนประกอบสูงจะทำให้ผู้บริโภคได้รับแแรกโตพามีนสูง นอกจากพบปอดในต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู และก๋วยจั๊บน้ำแข็ง พบในรายการอื่น ได้แก่ แกงอ่อม ต้มเลือดหมู และเครื่องในที่ใส่ในก๋วยเตี๋ยว ส่วนตับเป็นเครื่องในที่พบในอาหารเกือบทุกชนิดที่ใส่เครื่องใน นอกจากเครื่องในแล้วอาหารเหล่านี้ยังมีส่วนประกอบของเนื้อ ไชมัน หนั๋ง⁶⁻⁸ และเลือดสุกร¹¹ ซึ่งเป็นชิ้นส่วนสุกรที่พบการตกค้างของแแรกโตพามีนเช่นกัน แต่พบในปริมาณต่ำกว่าเครื่องใน พบว่าเลือดก้อนเป็นส่วนผสมสำคัญในก๋วยจั๊บน้ำแข็ง และอาหารอีกหลายรายการ เช่น ต้มเลือดหมู เย็นตาโฟ แกงเจียวหวาน และยังพบการใช้เลือดสดในลาบหมู (หลู้) ก๋วยเตี๋ยวน้ำตก จากการศึกษาของ Huang L. และคณะ¹¹ ในสุกรพันธุ์ผสมแลนด์เรซกับลาจัวไวท์ที่เลี้ยงด้วยอาหารผสมแแรกโตพามีน 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสัตว์ พบแแรกโตพามีนตกค้างในเลือดที่ระยะหยุดยา 6 ชั่วโมง ในปริมาณ 55.2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม

ดังนั้นการบริโภค 1 หน่วยบริโภค ผู้บริโภคจะได้รับแแรกโตพามีนเพิ่มขึ้นจาก เนื้อ หนั๋ง และเลือดสุกรที่พบเป็นส่วนประกอบในอาหารเหล่านี้

การได้รับสัมผัสแแรกโตพามีนจากการบริโภคเครื่องในสุกรที่พบในอาหารรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับแแรกโตพามีนสูงสุดกรณีที่มีการตกค้างในชิ้นส่วนสุกรระดับสูงจากการศึกษาปักกิ่ง ทั้งการประเมินรูปแบบที่ใช้ค่าการตกค้างระดับสูง (95/95 Tolerance limit) ในทุกชิ้นส่วนเครื่องใน และรูปแบบที่ใช้ค่าการตกค้างระดับสูง (95/95 Tolerance limit) ในปอดและระดับกลาง (Median residue) ในเครื่องในอื่น จะทำให้ผู้บริโภคกลุ่มนี้ได้รับสัมผัสแแรกโตพามีน ทั้งการได้รับสัมผัสที่ระดับกลาง (mean and median exposures) และระดับสูง (95th and 97.5th percentile of exposures) สูง เกิน ค่า ARfD เนื่องจากอาหารที่ผู้บริโภคกลุ่มนี้ส่วนใหญ่นิยมบริโภค ได้แก่ ลาบหมู ก๋วยจั๊บน้ำแข็ง และต้มแซ่บเครื่องใน เป็นรายการที่พบปริมาณแแรกโตพามีนในเครื่องในและเลือดสุกรสูง โดยพบว่าประชากรกลุ่มนี้ส่วนใหญ่นิยมบริโภคลาบหมู และต้มแซ่บเครื่องใน 1 มื้อ ประมาณ ½ -1 หน่วยบริโภค และก๋วยจั๊บน้ำแข็ง ประมาณ 1 หน่วยบริโภค ต่อมื้อ

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ผลการประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสแแรกโตพามีนแบบเฉียบพลันในประชากรไทยที่บริโภคเครื่องในเท่ากับหรือมากกว่า 4 ครั้งต่อเดือน แสดงให้เห็นว่าการนำแแรกโตพามีนมาใช้ผสมอาหารสุกรเพื่อปรับปรุงซาก หากมีการตกค้างของแแรกโตพามีนในชิ้นส่วนสุกรปริมาณสูง (High residue tissue) เช่น ที่พบในสุกรจาก

การศึกษาเบื้องต้น พบว่าการบริโภคอาหารรายการที่ทำให้ผู้บริโภคแต่ละคนได้รับเรคโทพามีนจากเครื่องในสูงสุดใน 1 ครั้ง จะก่อความเสี่ยงต่อสุขภาพ ในระดับที่ยอมรับไม่ได้ เนื่องจากการได้รับสัมผัสที่ระดับกลางและสูงมีค่าเกิน ARfD โดยผู้บริโภครายใหญ่ประมาณร้อยละ 70 ได้รับสัมผัสเรคโทพามีนสูงเกินค่า ARfD ถือว่าเป็นความเสี่ยงที่น่ากังวลในการก่อกวนสุขภาพต่อสุขภาพผู้บริโภค จึงไม่ควรอนุญาตให้ใช้เรคโทพามีนผสมในอาหารสุกรเพื่อเพิ่มปริมาณเนื้อแดง เนื่องจากเครื่องในที่พบเรคโทพามีนตกค้างสูง ได้แก่ ปอด ตับ ไต และลำไส้ มีการนำมาใช้ในรายการอาหารที่ผู้บริโภครีเครื่องในประจำวันบริโภค เช่น ต้มแซ่บเครื่องใน ลาบหมู ก๋วยจั๊บน้ำแข็ง เป็นต้น ดังนั้นหากไม่มีมาตรการจัดการความเสี่ยงที่เหมาะสม อาจก่อผลเสียต่อสุขภาพคนไทยที่นิยมบริโภคเครื่องในปริมาณมาก เนื่องจากผู้บริโภครายใหญ่ที่นิยมซื้อเครื่องในสดจากตลาด มาปรุงประกอบอาหาร เพราะมีเนื้อสัมผัสที่แตกต่างจากเครื่องในแช่แข็ง และบางพื้นที่ยังมีความนิยมบริโภคเครื่องในดิบ

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

ผลประโยชน์ทับซ้อน

คณะผู้วิจัยขอยืนยันว่าไม่มีผลประโยชน์ทับซ้อนใดๆ

เอกสารอ้างอิง

1. WHO. Food Additives Series 53 Ractopamine (addendum). JECFA 53, 2004. Available at: <http://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v53je08.htm>, accessed Oct 26, 2018.
2. Scientific Opinion of the Panel on Additives and Products or Substances used in Animal Feed (FEEDAP) on a request from the European Commission on the safety Evaluation of ractopamine. *The EFSA Journal* 2009; 1041: 1-52.
3. Brenner GM, Stevens CW. Adrenoceptor Agonists. 4th ed. Pharmacology. Saunders: Philadelphia. USA. 2013; 69-77.
4. Biaggioni I, Robertson D. Adrenoceptor Agonists & Sympathomimetic Drugs. In: Basic & Clinical Pharmacology. Katzung, Trevor AJ 13th ed. McGraw-Hill Education. USA. 2015: 1-26.
5. Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. WHO Technical Report Series 925: Evaluation of certain veterinary drug residue in food. 62nd report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. Rome: Italy, 2004.
6. Yuan Z, Huang LI, Tao YF, *et al.* Non-Clinical Laboratory Study (GLP): Residue Depletion of Ractopamine in Hubei White Swine. A Native Breed in China, Study No. (HZAU) 09-04. National Reference Laboratory of Veterinary Drug Residues and MOA Key Laboratory of Food Safety Evaluation. Huazhong Agricultural University. Wuhan. P.R: China, 2009.
7. Shen J, Xia X, Jiang H. Ractopamine Residue Depletion Study in Swine. Study No. 2009001. National Reference Laboratory of Veterinary Drug Residues (CAU) China Agricultural University. Beijing. P.R: China, 2009.

8. Chen Z, Zeng Z. Tissue Distribution and Depletion of Ractopamine After In-Feed Administration in Spotted Little-ear Swines. Study No. 2 0 0 9 -MOA-0 0 1 . National Reference Laboratory of Veterinary Drug Residues. South China Agricultural University. Guangzhou P.R: China, 2009.
9. Feddern V, Aroeira CN, Molognoni L, *et al.* Ractopamine analysis in swine kidney, liver and lungs: A validation of the method scope extension using QuEChERS as a sample preparation step. *J Chromatogr* 2018; 1091: 79-86.
10. Quiang Z, Shentu F, Wang B, *et al.* Residue depletion of ractopamine and its metabolites in swine tissues, urine, and serum. *J Agric Food Chem* 2007; 55: 4319-4326.
11. Huang L, Shi J, Pan Y, *et al.* Elimination and Concentration Correlations between Edible Tissues and Biological Fluids and Hair of Ractopamine in Swines and Goats Fed with Ractopamine-Medicated Feed. *J Agric Food Chem* 2016; 64 (9): 2012-2020.
12. FAO JECFA. Monographs 9 Residue evaluation of certain veterinary drugs. Meeting 2010 - Evaluation of data on ractopamine residues in swine tissues. Food and agriculture organization of the United Nations Rome; 2010.
13. Codex Alimentarius international food standard. Aximum residue limits (MRLs) and risk management recommendations (RNRs) for residues oe veterinary drugs in foods CX/MRL 2-2018.
14. Joint FAO/WHO Food Standard Programme Codex Alimentarius Commission. 35th Session FAO Headquarters. REP 12/CAC Rome: Italy. 2012; 8-120.
15. Zaitseva NV, Shur PZ, Atiskova NG, *et al.* Health Risk Assessment of Exposure to Ractopamine through Consumption of Meat Products. *J of Adv Res* 2014; 2: 538-545.
16. Joint FAO/WHO Expert Committee on food additives. WHO Technical Report Series, No. 954: Evaluation of Certain Veterinary Drug Residues in Animals and Foods. 70th report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. 2009.
17. ข้อมูลการบริโภคอาหารของประชากรไทย. สำนักกำหนดมาตรฐาน. สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. 2559.
18. กลุ่มยุทธศาสตร์และแผนงาน. สถานการณ์โรคไม่ติดต่อและการบาดเจ็บ. รายงานประจำปี 2558 ของสำนักโรคไม่ติดต่อ กระทรวงสาธารณสุข. สำนักงานกิจการโรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกในพระบรมราชูปถัมภ์; 2559. หน้า 11-14.
19. Joint FAO/WHO Expert Meeting on Dietary Exposure Assessment Methodologies for Residues of Veterinary Drugs: Final report including report of stakeholder meeting. 7-11 November. 2011.
20. Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). Guidance document for the establishment of Acute Reference Dose (ARfD) for veterinary drug residues in food. WHO, 2017.
21. Feddern V, Aroeira CN, Molognoni L, *et al.* Ractopamine analysis in swine kidney, liver and lungs: A validation of the method scope extension using QuEChERS as a sample preparation step. *J Chromatogr* 2018; 1091: 79-86.
22. Liang W, Mills SE. Quantitative analysis of beta-adrenergic receptor subtypes in swine tissues. *J. Anim Scir* 2002; 80(4): 963-70.