

การประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคถ้วยเดียวในนัศึกษามหาวิทยาลัย

อุไรพร สอนสุภาพ อนุสรุา ศรีภา จิรา คงปราณ ประเสริฐ มากแก้ว*

สาขาวิชานาณัยสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นถ้วยเดี่ยว 3 ชนิด ได้แก่ ถ้วยเดี่ยวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก และเส้นหมี่ จำนวน 30 ตัวอย่าง จาก 10 ร้านที่จำหน่ายในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ วิเคราะห์โดยเทคนิค High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของนักศึกษาจากปริมาณการรับสัมผัส เทียบกับค่าระดับความปลอดภัยที่ร่างกายสามารถรับได้ต่อวัน (Acceptable Daily Intake: ADI) ผลการวิเคราะห์พบกรดเบนโซอิกจำนวน 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 90) มีปริมาณ 0.85-666.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตรวจพบกรดซอร์บิกจำนวน 13 ตัวอย่าง (ร้อยละ 43.33) มีปริมาณ 0.5-359.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบปริมาณกรดเบนโซอิกเฉลี่ยสูงสุดในตัวอย่างถ้วยเดี่ยวเส้นใหญ่ (ค่าเฉลี่ย = 234.65 ± 111.07 และค่ามัธยฐาน = 269.52) และพบปริมาณกรดซอร์บิกเฉลี่ยสูงสุดในตัวอย่างถ้วยเดี่ยวเส้นเล็ก (ค่าเฉลี่ย = 107.20 ± 124.76 และค่ามัธยฐาน = 62.8) ปริมาณที่ตรวจพบทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของนักศึกษากรณี Worst-case scenarios ซึ่งใช้ข้อมูลความถี่และปริมาณสูงสุดในการบริโภคสำหรับการคำนวณ มีค่าความเสี่ยงเฉลี่ยและค่าความเสี่ยงระดับสูงในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ โดยมีค่าความเสี่ยงสูงสุดกรณีความเสี่ยงระดับสูงของการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกเท่ากับร้อยละ 981.30 และ 195.02 ของค่า ADI ตามลำดับ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยการลดปริมาณการบริโภคลงเป็นบริโภคไม่เกิน 1 ชามต่อวัน

คำสำคัญ: กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก วัตถุกันเสีย ความเสี่ยงต่อสุขภาพ ถ้วยเดี่ยว

รับบทความ: 15 ตุลาคม 2562 แก้ไข: 27 ธันวาคม 2562 ตอรับ: 29 มกราคม 2563

* ผู้รับผิดชอบบทความ

ประเสริฐ มากแก้ว

สาขาวิชานาณัยสิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี สำนักวิชาสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

222 ต.ไทยบุรี อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช 80160

โทรศัพท์ 0-7567-2142 โทรสาร 0-7567-2106

E-mail: prasert.makkaew@gmail.com

Health Risk Assessment of Benzoic and Sorbic Acids Exposure from the Consumption of Rice Noodles among a University' students

Uraiporn Sornsupab Anutsara Sripa Jira Kongpran Prasert Makkaew*

Department of Environmental Health and Technology, School of Public Health, Walailak University

Abstract

This study aimed to analyze the quantity of two preservatives, benzoic acid and sorbic acid in 3 types of rice noodles, namely wide rice noodles, rice stick noodles, and rice vermicelli. Thirty samples of rice noodles from 10 noodle shops sold at Walailak University in Nakhon Si Thammarat were analyzed by using High Performance Liquid Chromatography (HPLC). Health risks of students were assessed based on the amount of preservatives exposure compared to the acceptable daily intake (ADI). Benzoic acid was detected in 27 samples (90%), ranging from 0.85 to 666.90 mg/kg, while sorbic acid was detected in 13 samples (43.33%), ranging from 0.5 to 359.43 mg/kg. The maximum average benzoic acid content was found in the wide rice noodle samples (mean = 234.65 ± 111.07 and median = 269.52), and the maximum average amount of sorbic acid was found in the samples of rice stick noodle samples (mean = 107.20 ± 124.76 and median = 62.8); however, the amount of those 2 preservatives detected does not exceed the standard criteria according to the notification of the Ministry of Public Health. The results of health risk assessment among the students in the case of worst-case scenarios (the highest frequency and amount of consumption were used for calculation) exceeded the acceptable level in the case of both average and high risks, with the highest value in the case of high risk of exposure to benzoic acid and sorbic acid 981.30 and 195.02 of ADI, respectively. The potential health risk can be minimized by reducing the noodles daily intake to approximately 1 serve per day.

Keywords: Benzoic acid, Sorbic acid, Preservatives, Health risk, Noodles

Received: 15 October 2019, Revised: 27 December 2019, Accepted: 29 January 2020

* Corresponding Author

Prasert Makkaew

Department of Environmental Health and Technology, School of Public Health, Walailak University

222 Thaiburi, Tha Sala, Nakhon Si Thammarat 80160

Tel. 0-7567-2142 Fax 0-7567-2106

E-mail: prasert.makkaew@gmail.com

บทนำ

กล้วยเคี้ยวเป็นอาหารประเภทเส้นที่แปรรูปมาจากแป้งข้าวเจ้า คนไทยนิยมบริโภคจากข้าวสวย สามารถหาซื้อรับประทานได้ง่ายในสถานที่จำหน่ายอาหารต่างๆ อาทิเช่น แผงลอย ร้านอาหาร ภัตตาคาร และศูนย์อาหารในห้างสรรพสินค้า เป็นต้น จากการสำรวจการบริโภคอาหารของประชาชนไทยโดยสถาบันวิจัยระบบสาธารณสุขพบว่าคนไทยอายุตั้งแต่ 15 ปีขึ้นไป บริโภคกล้วยเคี้ยวเป็นประจำทุกวันร้อยละ 6.2¹ นอกจากนี้กล้วยเคี้ยวยังเป็นอาหารยอดนิยมในหมู่นักศึกษา ซึ่งจากผลการวิจัยของอินทรา แก้วมาตร และสุวดี โล่วิโรจน์พบว่านักศึกษาอาชีวศึกษาในจังหวัดขอนแก่นนิยมบริโภคกล้วยเคี้ยวเป็นอาหารเพียงถึงร้อยละ 41.4² จากความนิยมในการบริโภคกล้วยเคี้ยวส่งผลให้ผู้ผลิตมีการผลิตเส้นกล้วยเคี้ยวเพิ่มมากขึ้นและประกอบกับประเทศไทยมีอากาศร้อนตลอดปี ทำให้อาหารมีโอกาสเน่าเสียได้ง่าย ดังนั้นผู้ประกอบการบางรายจึงอาจมีการใส่สารกันบูดหรือวัตถุกันเสียในกระบวนการผลิตเส้นกล้วยเคี้ยวเพื่อยืดอายุเวลาการเก็บรักษา โดยส่วนใหญ่จะมีการเติมวัตถุกันเสียลงไปในช่วงขั้นตอนการเตรียมน้ำแป้งหลังจากการไม่แป้งของกระบวนการผลิต ก่อนการนำไปนึ่งเพื่อให้เกิดเป็นแผ่นกล้วยเคี้ยว³

วัตถุกันเสียที่นิยมใช้คือกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ซึ่งสารดังกล่าวเป็นวัตถุเจือปนอาหาร (Food additive) ชนิด Preservatives หรือเรียกว่า สารกันเสีย วัตถุกันเสีย หรือสารกันบูดที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร โดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ.2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5) กำหนดปริมาณสูงสุดของกรด

เบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่อนุญาตให้ใช้ในเส้นกล้วยเคี้ยวต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม และผลรวมของสัดส่วนของปริมาณการใช้วัตถุเจือปนอาหารในกลุ่มหน้าที่เดียวกันต่อปริมาณสูงสุดที่อนุญาตของวัตถุเจือปนอาหารแต่ละชนิดต้องไม่เกิน 1⁴ และจากการประเมินความเป็นพิษของกรดเบนโซอิกโดย Joint FAO/WHO Committee on Food Additives (JECFA) พบว่ามีความเป็นพิษต่อร่างกายค่อนข้างต่ำ ร่างกายสามารถกำจัดออกได้อย่างรวดเร็วทางปัสสาวะประมาณร้อยละ 75-100 ภายในเวลา 6 ชั่วโมง หลังจากได้รับกรดเบนโซอิก และที่เหลือจะถูกขับออกภายใน 2-3 วัน แต่การรับประทานในปริมาณมากจะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของตับและไตลดลง และอาจเกิดผื่นคันหรือท้องเสียสำหรับคนที่มีภาวะภูมิแพ้แม้ว่าจะได้รับในปริมาณน้อย⁵ โดยค่าระดับความปลอดภัยซึ่งเป็นปริมาณที่มนุษย์ได้รับกรดเบนโซอิกต่อวันโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพตลอดช่วงอายุขัย (Acceptable Daily Intake: ADI) ไม่ควรได้รับเกิน 5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อวัน⁶ ส่วนกรดซอร์บิกนั้นมีความปลอดภัยค่อนข้างสูง เมื่อเข้าสู่ร่างกายจะถูกเผาผลาญในลักษณะเดียวกับกรดไขมันชนิดต่างๆ ยกเว้นในภาวะรุนแรง (ความเข้มข้นและอุณหภูมิสูง) กรดซอร์บิกอาจทำปฏิกิริยากับไนไตรต์เป็นสารก่อกลายพันธุ์ได้แต่ไม่สามารถตรวจพบได้ภายใต้สภาวะปกติของปริมาณการรับสัมผัสกรดซอร์บิกของมนุษย์ในชีวิตประจำวัน⁷ แต่อย่างไรก็ตามการได้รับกรดซอร์บิกในปริมาณที่สูง อาจก่อให้เกิดอาการระคายเคืองผิวหนังหรือเกิดลมพิษได้⁸ ค่า ADI

ของกรดซอร์บิกกำหนดไว้ที่ 25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อวัน⁹

จากผลการตรวจสอบวัตถุกันเสียในเส้นเส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในท้องตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล โดยกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ในช่วงปี 2555-2559 จำนวน 370 ตัวอย่าง พบการใช้วัตถุกันเสียชนิดกรดเบนโซอิก 256 ตัวอย่าง (ร้อยละ 69.2) เกินมาตรฐาน 71 ตัวอย่าง (ร้อยละ 19.2) และพบกรดซอร์บิก 8 ตัวอย่าง แต่ไม่เกินมาตรฐาน¹⁰ นอกจากนี้จากข้อมูลการตรวจวิเคราะห์เพื่อเฝ้าระวังความปลอดภัยของเส้นก๋วยเตี๋ยวสดจากสถานที่ผลิตและจำหน่ายในท้องตลาด เขตจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และนครพนม โดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 7 ขอนแก่น ในช่วงปี 2555-2557 จำนวน 152 ตัวอย่าง พบว่ามีการใส่กรดเบนโซอิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว เกินมาตรฐานร้อยละ 44.1 และพบการใส่กรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว 1 ตัวอย่าง¹¹ จากผลการศึกษาที่ผ่านมาแสดงให้เห็นถึงปัญหาการใช้วัตถุกันเสียโดยเฉพาะกรดเบนโซอิกในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษาซึ่งมีความนิยมบริโภคก๋วยเตี๋ยว ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยวที่จำหน่ายในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการรับประทานอาหารจากการรับประทานก๋วยเตี๋ยวในกลุ่มนักศึกษา

วัตถุประสงค์ และวิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนาภาคตัดขวาง (Descriptive cross-sectional study) ดำเนินการเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลในช่วงกรกฎาคม 2560 - เมษายน 2561 ทำการวิเคราะห์วัตถุกันเสีย 2 ชนิด คือ กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว และประเมินการรับสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคเส้นก๋วยเตี๋ยว โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. การเก็บตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว

เก็บตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวโดยกำหนดพื้นที่ศึกษาแบบเฉพาะเจาะจงในพื้นที่มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ ในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยเก็บตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวจากร้านจำหน่ายก๋วยเตี๋ยวทุกร้านในมหาวิทยาลัย จำนวน 10 ร้าน คิดเป็นร้อยละ 100 โดยเก็บตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวร้านละ 3 ชนิด ได้แก่ เส้นใหญ่ เส้นเล็ก และเส้นหมี่ ตัวอย่างละประมาณ 500 กรัม ที่ผ่านการลวกแล้ว รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง โดยทำการสกัดตัวอย่างในวันเดียวกันกับวันเก็บตัวอย่างและวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดเบนโซอิกในขั้นตอนต่อไป

2. การสกัดและวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว

บดตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวจากที่เก็บมาทั้งหมด (ประมาณ 500 กรัม) ให้ละเอียดเป็นเนื้อเดียวกันโดยครกบดอาหาร และชั่งตัวอย่างมา 1 ± 0.0005 กรัม โดยเริ่มต้นสกัดด้วยสารละลายเมทานอลผสมน้ำ (อัตราส่วน 6:4) ปริมาตร 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

(Vortex Mixer) เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมเมทานอลปริมาตร 4 มิลลิลิตร และผสมให้เข้ากันในอ่างน้ำความถี่สูง (Ultrasonic bath) ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที ตั้งทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้องและแยกสารละลายส่วนใสและตะกอนด้านล่างด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 6,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 นาที กรองสารละลายที่เป็นส่วนใส 1.0 มิลลิลิตร ด้วยชุดกรองเมมเบรน (Syringe Filter) ขนาดรูกรอง 0.45 ไมครอน¹² เพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในขั้นตอนต่อไป

การวิเคราะห์กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกใช้วิธีโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography: HPLC)¹³ โดยสภาวะที่ใช้แยกกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ใช้เฟสเคลื่อนที่ Acetonitrile: Ammonium acetate buffer pH 4.0 อัตราส่วน 30:70 แบบระบบ Isocratic มีอัตราการไหล (Flow rate) เท่ากับ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที ใช้คอลัมน์ชนิด Acclaim C₁₈ (150 mm × 4.6 mm ID, 5 μm) และปริมาตรตัวอย่างที่ฉีดวิเคราะห์ (Injection volume) 10 ไมโครลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตร โดยใช้ Diode Array Detector รุ่น Ultimate 3000 ระยะเวลาในการวิเคราะห์แต่ละครั้ง (Run time) เท่ากับ 7 นาที โดยที่กรดซอร์บิกและกรดเบนโซอิกถูกชะออกมาที่เวลา 5.200 และ 5.608 ตามลำดับ โดยมีค่าขีดจำกัดของการตรวจวัด (Limit of detection) สำหรับกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกเท่ากับ 0.063 และ 0.039 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ มีการทดสอบความแม่นยำและ

ความเที่ยงตรงของวิธีการวิเคราะห์โดยวิธีการ spiked sample สารละลายมาตรฐานในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวจำนวน 2 ซ้ำ มีร้อยละของการกลับคืน (% recovery) ของกรดเบนโซอิก (ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 100 มิลลิกรัมต่อลิตร) และกรดซอร์บิก (ทดสอบที่ระดับความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อลิตร) เฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 89 และ 86 ตามลำดับ

3. ข้อมูลการบริโภค

ข้อมูลการบริโภคก๋วยเตี๋ยวได้มาจากการทำแบบสอบถามข้อมูลปริมาณ และความถี่ในการบริโภคก๋วยเตี๋ยวของนักศึกษา โดยได้สอบถามในนักศึกษาจำนวน 384 คน ซึ่งมาจากการคำนวณกลุ่มตัวอย่างโดยใช้สูตรของ Taro Yamane¹⁴ โดยที่ทราบจำนวนประชากรทั้งหมด ในที่นี้คือ 9,109 คน ดังนี้

$$n = N / 1 + N (e)^2$$

โดยที่ n = ขนาดตัวอย่างที่คำนวณได้

N = จำนวนประชากรที่ทราบค่า

e = ค่าความคลาดเคลื่อนที่จะยอมรับได้

(กำหนดระดับความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 5%)

4. การประเมินการรับสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพ

การประเมินการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก (Exposure assessment) คำนวณตามหลักการประเมินความเสี่ยงของคณะกรรมการวิชาการโครงการมาตรฐานอาหารระหว่างประเทศ (CODEX)¹⁵ จากสมการ

Dietary Exposure = (Food consumption
× Concentration)/ Body weight

โดย Dietary exposure คือ ปริมาณการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกหรือกรดซอร์บิกจากอาหารใน 1 วัน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน)

Food consumption คือ ปริมาณการบริโภคเส้นก๋วยเตี๋ยวใน 1 วัน (กิโลกรัมอาหารต่อวัน)

Body weight คือ น้ำหนักตัว (กิโลกรัม)

Concentration คือ ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร)

สำหรับการประเมินความเสี่ยง (Risk) จากการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกคำนวณจากสมการ

$$\text{Risk} = \text{Exposure} / \text{ADI}$$

โดยที่ ADI (Acceptable Daily Intake) คือ ปริมาณที่ร่างกายสามารถรับสารนั้นได้ในแต่ละวันตลอดอายุขัยโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพ หาก Risk >1 หมายถึงมีความเสี่ยงที่จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค และ Risk <1 หมายถึงไม่มีความเสี่ยงที่จะเกิดผลเสียต่อสุขภาพ

ผู้บริโภค ในการศึกษาค้างนี้ได้คำนวณโดยแปลงปริมาณการได้รับสัมผัสเป็นร้อยละของค่า ADI ดังนั้นถ้าการได้รับสัมผัสสารนั้นมีค่าสูงกว่า 100% ADI แสดงว่ามีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค

ผลการวิจัย

ปริมาณวัตถุกันเสียในเส้นก๋วยเตี๋ยว

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว ทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ เส้นใหญ่ เส้นเล็ก และเส้นหมี่ จำนวน 30 ตัวอย่าง ผลการวิเคราะห์พบกรดเบนโซอิกจำนวน 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 90) มีปริมาณ 0.85-666.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในขณะที่ตรวจพบกรดซอร์บิกจำนวน 13 ตัวอย่าง (ร้อยละ 43.33) มีปริมาณ 0.5-359.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ.2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5) ที่กำหนดปริมาณสูงสุดกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่อนุญาตให้ใช้ในเส้นก๋วยเตี๋ยว ต้องไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่ออาหาร 1 กิโลกรัม พบว่าทุกตัวอย่างมีค่าไม่เกินเกณฑ์ที่มาตรฐานกำหนด รายละเอียดแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1. ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในเส้นก๋วยเตี๋ยว

วัตถุดิบในเส้นก๋วยเตี๋ยว	จำนวนตัวอย่างที่ตรวจ	จำนวนตัวอย่างที่พบ	ปริมาณ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)		
			ต่ำสุด-สูงสุด	ค่าเฉลี่ย±SD	มัธยฐาน
กรดเบนโซอิก					
เส้นใหญ่	10	10	6.43-337.82	234.65±111.07	269.52
เส้นเล็ก	10	10	44.36-387.33	158.50±88.94	142.64
เส้นหมี	10	7	ND-666.90	228.38±258.03	184.33
กรดซอร์บิก					
เส้นใหญ่	10	3	ND-221.52	28.77±69.62	ND
เส้นเล็ก	10	9	ND-359.43	107.20±124.76	62.8
เส้นหมี	10	1	ND-0.50	0.05±0.16	ND

*ND = Not detected

ปริมาณการรับสัมผัสและความเสี่ยงต่อสุขภาพ

จากผลการสำรวจข้อมูลการบริโภคก๋วยเตี๋ยวในกลุ่มนักศึกษา 384 คน เพื่อให้ได้มาซึ่งข้อมูล Food consumption กับ Body weight สำหรับการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการรับประทานก๋วยเตี๋ยว โดยทำการสอบถามข้อมูลการบริโภคก๋วยเตี๋ยวในช่วง 1 สัปดาห์ที่ผ่านมา ก่อนการทำแบบสำรวจ พบว่า ผู้ตอบแบบสำรวจเป็นนักศึกษาเพศหญิง จำนวน 319 คน (ร้อยละ 83.07) เพศชาย จำนวน 65 คน (ร้อยละ 16.93) น้ำหนักเฉลี่ย 56.72±12.57 กิโลกรัม โดยมีรายละเอียดข้อมูลการบริโภคจากการสำรวจ คือ ความถี่ต่ำสุด-สูงสุดในการบริโภค (มื้อ/ วัน) และปริมาณต่ำสุด-สูงสุดในการบริโภค (ชาม/ มื้อ) หลังจากนั้นนำมาคำนวณแปลงเป็น Food

consumption (กิโลกรัมอาหาร/ วัน) โดยแบ่งออกเป็น 2 กรณี คือ Worst-case scenarios โดยใช้ข้อมูลความถี่และปริมาณสูงสุดในการบริโภค และ Best-case scenarios โดยใช้ข้อมูลความถี่และปริมาณต่ำสุดในการบริโภค แสดงดังตารางที่ 2

ผลการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคก๋วยเตี๋ยวแบ่งตามประเภทของเส้น โดยจำแนกออกเป็นปริมาณการได้รับสัมผัสที่ระดับเฉลี่ย (Mean exposure) ซึ่งคำนวณจากค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดเบนโซอิกและซอร์บิกที่ตรวจพบในเส้นก๋วยเตี๋ยว และปริมาณการได้รับสัมผัสที่ระดับสูง (High exposure) ซึ่งประเมินจากการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและซอร์บิกที่ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ของปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยวแต่ละประเภท

ตารางที่ 2. ข้อมูลการบริโภคถ้วยเดียวของนักศึกษา

ประเภทเส้นถ้วยเดียว	ความถี่ต่ำสุด-สูงสุดในการบริโภค (มื้อ/ วัน)	ปริมาณต่ำสุด-สูงสุดในการบริโภค (ชาม/ มื้อ)	Food consumption (กิโลกรัมอาหาร/ วัน)*	
			Worst-case scenarios	Best-case scenarios
เส้นใหญ่	1-2	1-2	0.604 (0.151*4)	0.151
เส้นเล็ก	1-4	1-2	0.752 (0.094*8)	0.094
เส้นหมี่	1-4	1-2	0.840 (0.105*8)	0.105

*คำนวณโดยเทียบจากค่าน้ำหนักเส้นถ้วยเดียวเฉลี่ยต่อชาม ซึ่งเป็นข้อมูลที่ได้จากการสำรวจเบื้องต้น โดยการชั่งน้ำหนักเส้นถ้วยเดียวแต่ละประเภท เก็บตัวอย่างจำนวน 10 ชาม จาก 10 ร้าน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ผลดังนี้ เส้นใหญ่ = 0.151 กิโลกรัม/ ชาม เส้นเล็ก = 0.094 กิโลกรัม/ ชาม และเส้นหมี่ = 0.105 กิโลกรัม/ ชาม

ตารางที่ 3. การแสดงลักษณะความเสี่ยงของปริมาณการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคถ้วยเดียวเปรียบเทียบกับค่า ADI (คำนวณเป็นร้อยละของ ADI): Worst-case scenarios

ประเภทเส้นถ้วยเดียว	ปริมาณการได้รับกรดเบนโซอิก (ร้อยละของ ADI)		ปริมาณการได้รับกรดซอร์บิก (ร้อยละของ ADI)	
	ระดับเฉลี่ย	97.5 เปอร์เซ็นไทล์	ระดับเฉลี่ย	97.5 เปอร์เซ็นไทล์
	เส้นใหญ่	249.88	357.83	30.63
เส้นเล็ก	210.15	457.05	142.12	462.54
เส้นหมี่	338.22	981.30	0.07	0.58

โดยประเมินแบ่งย่อยออกเป็น Worst-case scenarios ซึ่งคำนวณจากปริมาณและความถี่สูงสุดในการบริโภค (ตารางที่ 3) และ Best-case scenarios ซึ่งคำนวณจากปริมาณและความถี่ต่ำสุดในการบริโภค (ตารางที่ 4) โดยในกรณี Worst-case scenarios มีค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกตั้งแต่ร้อยละ 210.15-981.30 เทียบกับค่า ADI แสดงว่าการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกจากการบริโภคถ้วยเดียวนั้นมีนัยสำคัญที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค ในขณะที่ค่าความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสกรดซอร์บิกมีตั้งแต่ร้อยละ 0.07-462.54 เทียบกับค่า ADI ซึ่งมี

ความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้เช่นเดียวกันยกเว้นความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสกรดซอร์บิกจากการบริโภคเส้นหมี่

อย่างไรก็ตามเมื่อมีการประเมินความเสี่ยงแบบ Best-case scenarios พบว่ามีค่าความเสี่ยงสูงสุดเพียงค่าเดียวที่อาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพได้ คือค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกจากการรับประทานเส้นหมี่จากการประเมินการรับสัมผัสที่ระดับสูง (High exposure) ซึ่งมีค่าความเสี่ยงร้อยละ 122.66 ของ ADI ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4. การแสดงลักษณะความเสี่ยงของปริมาณการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคถ้วยเดียวเปรียบเทียบกับค่า ADI (คำนวณเป็นร้อยละของ ADI): Best-case scenarios

ประเภทเส้นถ้วยเดียว	ปริมาณการได้รับกรดเบนโซอิก (ร้อยละของ ADI)		ปริมาณการได้รับกรดซอร์บิก (ร้อยละของ ADI)	
	ระดับเฉลี่ย	97.5 เปอร์เซ็นไทล์	ระดับเฉลี่ย	97.5 เปอร์เซ็นไทล์
	เส้นใหญ่	62.47	89.46	7.66
เส้นเล็ก	26.27	57.13	17.77	57.82
เส้นหมี	42.28	122.66	0.01	0.07

วิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการวิเคราะห์วัตถุกันเสีย 2 ชนิด คือ กรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างเส้นถ้วยเดียวจำนวน 30 ตัวอย่าง จากร้านจำหน่ายถ้วยเดียวในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ 10 ร้าน แบ่งออกเป็นตัวอย่างถ้วยเดียวเส้นใหญ่ เส้นเล็ก และเส้นหมี ประเภทละ 10 ตัวอย่าง ตรวจสอบกรดเบนโซอิก ร้อยละ 90 ในขณะที่ตรวจสอบกรดซอร์บิก ร้อยละ 43.33 สอดคล้องกับงานวิจัยของ สิริทิพย์ อินทร์ชัย และสมชาย สิทธิโอภาส¹⁶ ที่ตรวจสอบกรดเบนโซอิกในตัวอย่างเส้นถ้วยเดียวที่จำหน่ายในเขตเทศบาลนครนครราชสีมา ร้อยละ 94.3 โดยพบปริมาณสูงสุดในถ้วยเดียวเส้นใหญ่ เช่นเดียวกับผลการวิจัยในครั้งนี้ ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่าถ้วยเดียวเส้นใหญ่จะมีความชื้นสูงกว่าถ้วยเดียวเส้นเล็กและเส้นหมี ทำให้เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย จึงอาจมีการใส่วัตถุกันเสียมากกว่าเส้นถ้วยเดียวประเภทอื่นเพื่อช่วยยืดระยะเวลาในการเก็บรักษา¹⁷ นอกจากนี้ยังมีการตรวจพบกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างเส้นถ้วยเดียวในพื้นที่อื่นๆ ทั่วประเทศ เช่น ในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ในช่วงปี 2555-2559 จำนวน 370 ตัวอย่าง พบการใช้วัตถุกันเสียชนิดกรดเบนโซอิก

ร้อยละ 69.2 เกินมาตรฐาน 71 ตัวอย่าง (ร้อยละ 19.2) และพบกรดซอร์บิก 8 ตัวอย่าง แต่ไม่ เกินมาตรฐาน¹⁰ และยังมีการตรวจพบในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ได้แก่ เขตจังหวัดขอนแก่น กาฬสินธุ์ มหาสารคาม ร้อยเอ็ด และนครพนม พบมีการใส่กรดเบนโซอิกในเส้นถ้วยเดียว เกินมาตรฐานร้อยละ 44.1 และพบการใส่กรดซอร์บิกในเส้นถ้วยเดียว 1 ตัวอย่าง¹¹ อย่างไรก็ตาม ตัวอย่างเส้นถ้วยเดียวที่ตรวจพบกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในการศึกษานี้มีปริมาณที่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ร้อยละ 100 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณวัตถุกันเสียที่ตรวจพบในการวิจัยครั้งนี้กับตัวอย่างอาหารประเภทอื่นๆ จากงานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีปริมาณน้อยกว่าในอาหารที่ตรวจพบในหลายประเภท เช่น น้ำพริกแห้งพร้อมบริโภค (2,216-18,502 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)¹⁸ ซอสบางชนิด (1,933-4,279 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)¹⁹ น้ำพริกตาแดง (2-5,302 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)²⁰ ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์แปรรูป (812.04-8112 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)²¹⁻²² เป็นต้น

เมื่อพิจารณาความเสี่ยงจากการบริโภคถ้วยเดียวที่มีกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกเจอ

ปนในการศึกษารุ่นนี้เปรียบเทียบกับอาหารชนิดอื่น ๆ จากงานวิจัยต่างๆที่ผ่านมา พบว่า ในกลุ่มนักศึกษาที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก โดยมีค่าความเสี่ยงสูงกว่าการบริโภคอาหารประเภท ไข่กรอกและหมูยอ¹⁹ เครื่องแกง²⁰ น้ำพริกหนุ่ม²¹ และมีค่าความเสี่ยงสูงกว่าการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการรับประทานอาหารในคนไทย ซึ่งทางกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้ทำการศึกษาไว้ในปี 2559 โดยมีค่าความเสี่ยงของการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ระดับการบริโภค 97.5 เปอร์เซ็นต์ ไร่ ไร่ละ 34.5 และ 0.4 ของค่า ADI²² ส่วนหนึ่งอาจมาจากสาเหตุที่กัวยเตี๋ยเป็นอาหารหลักมีการบริโภคบ่อยกว่าอาหารประเภทอื่น ประกอบกับการศึกษาในครั้งนี้มีการประเมินความเสี่ยงแบบ Worst case and Best case scenarios โดยนำเอาปริมาณและความถี่สูงสุดและต่ำสุดมาใช้ในการคำนวณ ตามลำดับ ค่าความเสี่ยงจากการศึกษาในครั้งนี้จึงอาจมีค่าประมาณการที่สูงกว่าความเป็นจริงในบางกรณี (overestimate) ถึงแม้ว่าปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกที่ตรวจพบในการศึกษารุ่นนี้จะไม่เกินเกณฑ์ที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด แต่มีค่าความเสี่ยงที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพเพราะความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคนั้นไม่ได้ขึ้นอยู่กับปริมาณของสารเคมีอันตรายที่รับประทานเข้าไปเพียงอย่างเดียว แต่ยังขึ้นอยู่กับปริมาณอาหารที่รับประทานเข้าไปด้วย ซึ่งกัวยเตี๋ยนั้นนับเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทย โดยเฉพาะในกลุ่มนักศึกษา และจากการสำรวจข้อมูลการบริโภคของนักศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้

พบนักศึกษาริโกลกัวยเตี๋ยสูงสุดถึง 4 มื้อต่อวัน โดยรับประทานปริมาณสูงสุด 2 ซามต่อมื้อ จึงสามารถส่งผลให้ค่าความเสี่ยงต่อสุขภาพจากการบริโภคของนักศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้มีค่าสูงกว่าการบริโภคอาหารประเภทอื่นๆ แต่เมื่อมีการประเมินความเสี่ยงโดยการปรับลดความถี่และปริมาณการบริโภคลงเป็นรับประทานวันละ 1 มื้อ ปริมาณมื้อละ 1 ซาม (ตารางที่ 4) จะพบว่าการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการรับประทานกัวยเตี๋ยไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ ยกเว้นค่าระดับความเสี่ยงจากการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกในเส้นหมี่ที่ระดับความเสี่ยงสูง ที่มีค่าร้อยละ 122.66 ของ ADI ดังนั้นวิธีลดความเสี่ยงที่จะเกิดขึ้นกับสุขภาพจากการได้รับสัมผัสวัตถุกันเสียผ่านการรับประทานกัวยเตี๋ยง่าย ๆ คือการลดปริมาณการบริโภคลงเป็นบริโภคไม่เกิน 1 ซามต่อวัน โดยประมาณ นอกจากนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในอาหารของมหาวิทยาลัยควรมีการสื่อสารความเสี่ยงอย่างเหมาะสมเกี่ยวกับการบริโภคนี้ไปยังนักศึกษา เพื่อให้ นักศึกษามีความตระหนักในการบริโภคมากขึ้นแต่ไม่ใช่เพื่อความตื่นตระหนกเนื่องด้วยจากผลการศึกษาในครั้งนี้หากบริโภคในปริมาณที่เหมาะสมก็ไม่ได้มีความเสี่ยงต่อสุขภาพมากนัก แต่อย่างไรก็ตามอาจควรมีการเพิ่มมาตรการในการเฝ้าระวังคุณภาพของเส้นกัวยเตี๋ยที่จำหน่ายในมหาวิทยาลัยเพื่อเป็นมาตรการในการคุ้มครองผู้บริโภคอันจะก่อให้เกิดผลดีต่อสุขภาพของนักศึกษารวมถึงบุคลากรในมหาวิทยาลัย

สรุป

ผลการตรวจวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในตัวอย่างเส้นก๋วยเตี๋ยว ทั้ง 3 ประเภท ได้แก่ เส้นใหญ่ เส้นเล็ก และเส้นหมี่ จำนวน 30 ตัวอย่าง จากร้านจำหน่ายอาหารในมหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ พบว่า ตรวจพบกรดเบนโซอิกจำนวน 27 ตัวอย่าง (ร้อยละ 90) ในขณะที่ตรวจพบกรดซอร์บิกจำนวน 13 ตัวอย่าง (ร้อยละ 43.33) โดยที่พบปริมาณกรดเบนโซอิกสูงสุดในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นใหญ่ (ค่าเฉลี่ย = 234.65 ± 111.07 และค่ามัธยฐาน = 269.52) และตรวจพบปริมาณกรดซอร์บิกสูงสุดในตัวอย่างก๋วยเตี๋ยวเส้นเล็ก (ค่าเฉลี่ย = 107.20 ± 124.76 และค่ามัธยฐาน = 62.8) ปริมาณที่ตรวจพบทั้งหมดไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กระทรวงสาธารณสุขกำหนด ร้อยละ 100 ผลการประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพของนักศึกษากรณี Worst-case scenarios มีค่าความเสี่ยงเฉลี่ยและระดับสูง ในระดับที่ก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพ โดยมีค่าความเสี่ยงสูงสุดกรณีความเสี่ยงระดับสูงของการรับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก ร้อยละ 981.30 และ 195.02 ของค่า ADI ตามลำดับ โดยสามารถลดความเสี่ยงต่อสุขภาพด้วยการลดปริมาณการบริโภคลง ไม่เกิน 1 ชาม ต่อวัน โดยประมาณ

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยภายใต้โครงการวิทยาศาสตร์อนามัยสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์

จริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

โครงการนี้ผ่านการพิจารณาเห็นชอบจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ เลขที่ WUEC-16-094-01

เอกสารอ้างอิง

1. สถาบันวิจัยระบบสาธารณสุข. รายงานการสำรวจการบริโภคอาหารของประชาชนไทย, 2552. Available at <https://www.hiso.or.th/hiso5/report/report6.php>, accessed July 30, 2019.
2. อินทรา แก้วมาต, สุวลี โลวีรกรรม. ภาวะโภชนาการ พฤติกรรมการบริโภคอาหาร และพฤติกรรมสุขภาพของนักศึกษาสาขาอาหารและโภชนาการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาขอนแก่น. *วารสารวิจัยสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 2553; 3(2): 29-36.
3. ศรีลภักดิ์ ชำนาญ. ผลของเวลา วัตถุกันเสีย และอุณหภูมิการเตรียมน้ำแข็งที่มีต่อคุณภาพการผลิตเส้นก๋วยเตี๋ยวสด. *วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีทางอาหาร มหาวิทยาลัยแม่โจ้* 2551.
4. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข เลขที่ 389 พ.ศ.2561 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร (ฉบับที่ 5), 2561. Available at <http://www.fda.moph.go.th/sites/food/FoodAdditives/P389.pdf>, accessed July 30, 2019.
5. WHO. Concise International Chemical Assessment Document 26: BENZOIC ACID AND SODIUM BENZOATE, 2000. Available at https://www.who.int/ipcs/publications/cicad/cicad26_rev_1.pdf, accessed July 29, 2019.
6. FAO/ WHO. Evaluations of the Joint FAO/ WHO Committee on Food Additives (JECFA): BENZYL BENZOATE, 2019. Available at

- <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4874>, accessed July 29, 2019.
7. Walker R. Toxicology of sorbic acid and sorbates. *Food Addit Contam* 1990; 7(6): 671-6.
 8. Silva MM, Lidon FC. Food preservatives-An overview on applications and side effects. *Emir J Food Agri* 2016; 28(6): 366-73.
 9. FAO/ WHO. Evaluations of the Joint FAO/ WHO Committee on Food Additives (JECFA): SORBIC ACID, 2019. Available at <http://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical .aspx ?chemID=2443>, accessed July 29, 2019.
 10. เสกสรร ทองโพธิ์, วีระพร แจ่มศรี, ยูพรศ เอื้อตรงจิตต์ และคณะ. คุณภาพอาหารประเภทเส้นที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพและปริมณฑลระหว่างปี 2555-2559, 2560. Available at <http://e-library.dmsc.moph.go .th/ebooks/files/P2-40%20ทองโพธิ์.pdf>, accessed July 29, 2019.
 11. พชรมน ทาชูลี, น้อย ทองสกุลพานิชย์. วัตถุดิบเสียในผลิตภัณฑ์เส้นก๋วยเตี๋ยว, 2557. Available at http://www.dmsc.moph.go.th/khonkaen07/upload/knowledge/k57_33.pdf, accessed July 29, 2019.
 12. เสาวภา ชุมณี. การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณสารกันเสีย (กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เมทิลพาราเบน และ โพรพิลพาราเบน) ในอาหารและเครื่องสำอาง โดยเทคนิคโครมาโทกราฟีของเหลวแบบสมรรถนะสูง. รายงานวิจัย 2552.
 13. AOAC. Official Method of Analysis, 16th edition. Washington DC: AOAC, 2000.
 14. ธานินทร์ ศิลป์จารุ. การวิจัยและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วย SPSS. กรุงเทพฯ: วี. อินเทอร์เน็ต พรินท์, 2553.
 15. FAO/ WHO. Dietary Exposure Assessment of Chemicals in Food. Report of a Joint FAO/WHO Consultation. Geneva: WHO, 2008.
 16. ศิริทิพย์ อินทร์ชัย, สมชาย สิทธิโอภาสกุล. ปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในก๋วยเตี๋ยวในเขตเทศบาลนครราชสีมา. *วารสารวิชาการสาธารณสุข* 2551; 17(5): 744-50.
 17. สถาบันอาหาร. สารกันบูดในเส้นใหญ่, 2555. Available at http://fic.nfi.or.th/foodsafety/upload/comefood/pdf/Nfitr_649.pdf, accessed July 31, 2019.
 18. พรทิพย์ ผลประเสริฐ, ศศิวิมล นรากร, อติสร เสวตวิวัฒน์. การตรวจเฝ้าระวังน้ำพริกแบบแห้งพร้อมบริโภคที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานคร. *วารสารอาหารและยา* 2559; 23(1): 21-7.
 19. กิตติมา โสณะมิตร, วันทนีย์ จำเลิศ. ปริมาณโซเดียมเบนโซเอต และสีอินทรีย์สังเคราะห์ในอาหาร. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์* 2552; 51(2): 170-5.
 20. ยศยา ทูริสุทธิ, อรรณพ ทศนอุดม, ถัดดา วัฒนศิริธรรม และคณะ. การต้านทานกรดเบนโซอิกของ *Aspergillus flavus* ในน้ำพริกตาแดง. *วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น* 2559;44(1): 111-23.
 21. เวณิกา เบ็ญจพงษ์, จักรกฤษณ์ สกลกิจดิณภากุล, อานดี นิติธรรมยง และคณะ. การประเมินการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกจากการบริโภคเนื้อสัตว์และสัตว์น้ำแปรรูป ขนมอบและเครื่องดื่มในผลิตภัณฑ์กลุ่มเสี่ยงที่ประชากรไทยนิยมบริโภค. *วารสารพิษวิทยาไทย* 2556; 28(2): 1-16.
 22. ปวีณดา ศรีพนารัตนกุล, เวณิกา เบ็ญจพงษ์, ปิยนุช วิเศษชาติ และคณะ. การประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคอาหารประเภทไส้กรอกและหมูยอของคนไทย. *วารสารพิษวิทยาไทย* 2552;24(1): 27-36.

23. พังนภา วงศาพรหม, เวณิกา เบ็ญจพงษ์, วีรยา การพานิช และคณะ. การประเมินความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกจากการบริโภคเครื่องแกงเผ็ดในเขตกรุงเทพมหานครและสุพรรณบุรี. *วารสารพิษวิทยาไทย* 2552; 24(1): 17-26.
24. พัชรดา พิชัย, นฤมล ชันดีกุล. การประเมินการได้รับสัมผัสของกรดเบนโซอิกในน้ำพริกหนุ่มที่จำหน่ายในจังหวัดเชียงใหม่ ปี พ.ศ.2553-2556. *วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์* 2558; 2: 198-207.
25. สุวรรณิ ชีรภาพธรรมกุล, ลัดดาวรรณ โรจนพรรณทิพย์, พนาวัลย์ กลิ่งกลางดอน และคณะ. การประเมินความเสี่ยงของกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในอาหารต่อคนไทย. *วารสารวิชาการสาธารณสุข* 2559; 25(1): 49-59.