

วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ในไส้กรอกที่จำหน่ายในและนอกโรงเรียนจังหวัดนครปฐม

ปราณี พัฒนกุลอนันต์, เวณิกา เบ็ญจพงษ์*, จักรกฤษณ์ สกลกิจดิณภากุล, หัสยา อมราสกุลทรัพย์, พรหมมนต์ พงศ์อิทธิโกสิน, ปิยนุช วิเศษชาติ, โสภิตา สุตา, วีรยา การพานิช

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

บทคัดย่อ

ไนไตรต์และไนเตรต เป็นวัตถุกันเสียและสารตรึงสี อนุญาตให้ใช้ในไส้กรอกได้ แต่ยังพบสีสังเคราะห์ และวัตถุกันเสียที่ไม่อนุญาตให้ใช้ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ประเมินการใช้วัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ ในไส้กรอกที่จำหน่ายภายในและนอกโรงเรียนจังหวัดนครปฐม เก็บตัวอย่างไส้กรอกจำนวน 93 ตัวอย่าง จากร้านค้าภายในและนอกโรงเรียน วิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์ ไนเตรต กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก และสีสังเคราะห์ ประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพการได้รับวัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์จากการบริโภคไส้กรอกของนักเรียน โดยเปรียบเทียบปริมาณการได้รับสัมผัสกับปริมาณที่คนสามารถรับสารเข้าสู่ร่างกาย (Acceptable Daily Intake -ADI) พบไนไตรต์ ไนเตรต กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก ร้อยละ 100, 85, 59 และ 49 ตามลำดับ พบสีสังเคราะห์ เออร์ริโซซิน และปองโซ 4 อาร์ ร้อยละ 4 และ 1 ตามลำดับ ความเสี่ยงระดับยอมรับไม่ได้พบกรณีที่เด็กบริโภคไส้กรอกปริมาณสูง (P 97.5) หากไส้กรอกมีไนไตรต์ความเข้มข้นสูง (P 97.5 = 55.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การได้รับไนไตรต์จะสูงเกินค่า ADI การได้รับไนเตรต กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก เออร์ริโซซิน และปองโซ 4 อาร์ จากการบริโภคไส้กรอกที่ระดับเฉลี่ยและสูง มีค่าต่ำกว่า ADI ดังนั้นเด็กไม่ควรบริโภคไส้กรอกปริมาณมากเป็นประจำ เนื่องจากจะทำให้ได้รับไนไตรต์สูงเกินระดับที่มีความปลอดภัยต่อสุขภาพ

คำสำคัญ: นครปฐม วัตถุกันเสีย ไส้กรอก โรงเรียน สีสังเคราะห์

*ผู้รับผิดชอบบทความ

ผศ. ดร. เวณิกา เบ็ญจพงษ์

สถาบันโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล

ด. ศาลาษา อ. พุทธรณชาติ นครปฐม 73170

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

Food Preservatives and Synthetic Colors in Sausages Sold Inside and Outside Schools in Nakhon Pathom Province, Thailand

Pranee Pattanakulanan, Wenika Benjapong*, Jakkit Sakolkittinapakul, Hadsaya Amarasakulsab, Patsamon Phongtipokin, Piyanuch Visetchart, Sophida Suta, Weeraya Karnpanit

Institute of Nutrition, Mahidol University

Abstract

Nitrate and nitrite are permitted to use in sausages as preservative and color retention agent. Synthetic colors and other food preservatives which are not permitted to be used in sausages are also found. This study aimed to evaluate the use of preservatives and synthetic colors in sausages sold inside and outside schools in Nakhon Pathom province. The samples were collected from food shops inside and outside the schools. The levels of nitrite, nitrate, sorbic acid, benzoic acid and synthetic colors were analyzed. Health risk of each food additive from sausage consumption in students was assessed by comparing the exposure with the acceptable daily intake (ADI). Nitrite, nitrate, sorbic acid and benzoic acid were found in 100%, 85%, 59% and 49% of 93 sausage samples, respectively. Synthetic food colors including erythrosine and ponceau 4 R were found in 4 and 1% of the total samples, respectively. Unacceptable risk related to health was found in children who consume high amount of sausage containing high nitrite levels. High sausage intake at 97.5th percentile (P 97.5) with high nitrite concentration (P 97.5 = 55.53 mg/kg) provided the nitrite exposure exceeded the ADI in primary and secondary school children at 206% and 145% of the ADI, respectively. The exposures to nitrate, sorbic acid, benzoic acid, erythrosine and ponceau 4 R at mean and high intakes of sausages were lower than the ADI. Thus, children should avoid regular consumption of a large amount of sausage because nitrite intake will be higher than the health based guidance value (ADI).

Keywords: Nakhon Pathom, Preservative, Sausage, School, Synthetic colors

***Corresponding author**

Asst. Prof. Wenika Benjapong

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

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

บทนำ

ไส้กรอกเป็นเนื้อสัตว์แปรรูปที่นิยมใช้ใน ไตรต์และไนเตรต เป็นสารกันเสีย เพื่อป้องกันการ เจริญของ กลอสตริเดียม โบ툴ินัม ที่สร้างสารพิษ รุนแรงต่อระบบประสาท¹ และยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันช่วยป้องกันการเกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์² และเป็นสารตรึงสี เนื่องจากไนไตรต์ รวมตัวกับไมโอโกลบินในเนื้อสัตว์ได้สารสีแดง ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 พ.ศ. 2547 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร³ ให้ใช้เกลือไนไตรต์ ไม่เกิน 125 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คำนวณเป็น โซเดียมไนไตรต์) เกลือไนเตรตไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต) ในผลิตภัณฑ์เนื้อหมัก ได้แก่ ไส้กรอก กุนเชียง แฮม เบคอน หากร่างกายได้รับไนไตรต์ และไนเตรต มากเกินไปอาจก่ออันตรายต่อสุขภาพทั้งพิษเฉียบพลันและพิษเรื้อรัง ไนไตรต์เปลี่ยนฮีโมโกลบินเป็นเมทฮีโมโกลบิน มีผลให้เกิดสภาวะขาดออกซิเจน เกิดอาการตัวเขียว อ่อนเพลีย หายใจ หอบถี่ ปวดศีรษะ หัวใจเต้นแรง โดยเฉพาะเด็กเล็ก อาการรุนแรงจนเสียชีวิตได้⁴⁻⁵ สภาวะความเป็นกรดในกระเพาะอาหารทำให้ไนไตรต์เปลี่ยนเป็นกรดไนตริก ทำปฏิกิริยากับสารประกอบเอมีนในเนื้อสัตว์ เกิดสารประกอบไนโตรซามีน⁶ การศึกษาเชิงระบาดวิทยาพบความสัมพันธ์ของการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปที่มีไนโตรซามีนในการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดมะเร็งลำไส้⁷ มะเร็งกระเพาะอาหาร⁸ ในปีค.ศ. 2006 The International Agency for Research on Cancer (IARC) สรุปว่าการได้รับไนเตรตและไนไตรต์ภายใต้สภาวะที่ทำให้เกิดสารประกอบไนโตรซามีนในร่างกายน่าจะก่อมะเร็งในมนุษย์ (Group 2A carcinogen)⁹ นอกจากนี้

ยังมีการใช้วัตถุกันเสียชนิดอื่นในไส้กรอก ได้แก่ กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก¹⁰ ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 อนุญาตให้ใช้สารกลุ่มนี้เป็นวัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปหลายประเภท² แต่ยังไม่อนุญาตให้ใช้ในไส้กรอก แม้มีการใช้ในไตรต์และไนเตรตเป็นสารตรึงสี แต่พบการเติมสีสังเคราะห์ผสมอาหารในไส้กรอก¹¹ กระทรวงสาธารณสุขไม่อนุญาตให้ใช้สีสังเคราะห์ผสมอาหารในไส้กรอก เนื่องจากการใช้สารเคมีหลายชนิดในปริมาณมากเกินไปจนอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภคได้สูง จึงควรเฝ้าระวังการใช้วัตถุเจือปนอาหารในไส้กรอกซึ่งนักเรียนนิคมบริโภคเป็นประจำ การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์ ประเมินการใช้วัตถุกันเสีย ได้แก่ ไนไตรต์, ไนเตรต, กรดซอร์บิก, กรดเบนโซอิก และสีสังเคราะห์ ในไส้กรอกที่จำหน่ายบริเวณโรงเรียน จังหวัดนครปฐม และประเมินความเสี่ยงต่อสุขภาพในการได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหารเหล่านี้จากการบริโภคไส้กรอก โดยเปรียบเทียบกับระดับที่แนะนำว่าปลอดภัยต่อสุขภาพ เรียกว่าค่า ADI (Acceptable Daily Intake) เป็นขนาดของสารที่ยอมรับให้บริโภคต่อวันตลอดชั่วอายุขัยโดยไม่ก่อผลเสียต่อสุขภาพมนุษย์

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ประเมินการเจือปนของไนไตรต์ ไนเตรต กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก และสีสังเคราะห์ ในไส้กรอกพื้นที่ศึกษา

โรงเรียนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ขนาดใหญ่และเล็ก ในเขตเมือง

นครปฐม (อำเภอเมืองนครปฐม) 4 โรงเรียน และ
เขตชนบทของจังหวัดนครปฐม (อำเภอดอนตูม
และอำเภอนครชัยศรี) 4 โรงเรียน รวม 8 โรงเรียน
(โรงเรียนประถมศึกษา 4 โรงเรียน และโรงเรียน
มัธยมศึกษา 4 โรงเรียน)

1.1 การเก็บตัวอย่างไส้กรอก

เก็บตัวอย่างไส้กรอกจากสถานให้บริการ
และจำหน่ายอาหารภายในโรงเรียน ได้แก่
ร้านค้าในโรงอาหาร ร้านสหกรณ์ และร้านค้า
ภายนอกโรงเรียน ได้แก่ รถเร่ ตลาดนัด ร้าน
สะดวกซื้อ ซูเปอร์มาเก็ต ในพื้นที่ใกล้
โรงเรียน ซึ่งนักเรียนระบุว่าไปซื้อไส้กรอก
เพื่อรับประทาน

1.2 การวิเคราะห์ตัวอย่างไส้กรอก

- วิเคราะห์ปริมาณไนไตรต์ และไน
เตรต โดยวิธีมาตรฐานใน
International Standard Organization
no. 2918¹² และ 3091¹³
- วิเคราะห์ปริมาณกรดซอร์บิก และ
กรดเบนโซอิก โดยเทคนิคโครมา
โตกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง วิธี
รี-เวิร์สเฟส (Reverse Phase Liquid
Chromatography)¹⁴
- วิเคราะห์ปริมาณสีสังเคราะห์ โดย
แยกสีด้วยเทคนิคโครมาโตกราฟี
แบบกระดาษ และวัดปริมาณด้วย
เครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์¹⁵

2. ประเมินการได้รับสัมผัสวัตถุกันเสียและสี สังเคราะห์จากการบริโภคไส้กรอกของนักเรียน

สัมภาษณ์ปริมาณการบริโภคไส้กรอกของ
นักเรียนประถมศึกษาอายุ 8-12 ปี จำนวน 214 คน
และนักเรียนมัธยมศึกษาอายุ 13-18 ปี จำนวน 218

คน ในโรงเรียนเป้าหมายโดยใช้แบบสัมภาษณ์การ
บริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง สัมภาษณ์ใน 3
วัน ของวันมาเรียน นำข้อมูลการบริโภคไส้กรอก
และข้อมูลความเข้มข้นของวัตถุกันเสียและสี
สังเคราะห์ที่พบในไส้กรอก มาประเมินการได้รับ
วัตถุเจือปนอาหารเหล่านี้จากการบริโภคไส้กรอก
ของนักเรียน ตามหลักการประเมินความเสี่ยงของ
โคเด็กซ์¹⁶ ดังสมการ

$$\text{Exposure} = \frac{(\text{Food consumption} \times \text{Concentration of food additive})}{\text{Body weight}}$$

Exposure = ปริมาณการได้รับวัตถุเจือปนอาหาร
จากการบริโภคไส้กรอก 1 วัน (มก.ต่อกก.น้ำหนัก
ตัวต่อวัน)

Food Consumption = ปริมาณการบริโภคไส้
กรอกของนักเรียน (กก.
อาหารต่อกก.น้ำหนักตัว
ต่อวัน)

Concentration = ความเข้มข้นของวัตถุเจือปน
อาหารที่พบในไส้กรอก (มก.ต่อกก.อาหาร)

แสดงผลการคำนวณปริมาณการได้รับวัตถุ
เจือปนอาหารในกรณีบริโภคอาหารที่มีความ
เข้มข้นของวัตถุเจือปนอาหารในระดับเฉลี่ย และ
กรณีบริโภคอาหารที่มีความเข้มข้นของวัตถุเจือปน
อาหารในระดับสูงที่เปอร์เซ็นต์ 97.5 (P 97.5) นำ
ข้อมูลการได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหารแต่ละชนิด
มาแสดงลักษณะความเสี่ยงโดยเปรียบเทียบกับค่า
ADI¹⁷ โดยคำนวณเป็นร้อยละของ ADI ของวัตถุ
เจือปนอาหารชนิดนั้น ดังสมการ

$$\text{ความเสี่ยง (Risk)} = \frac{\text{ปริมาณการได้รับสัมผัส (Exposure)} \times 100}{\text{ADI}}$$

ถ้าความเสี่ยง (Risk) มีค่าเกินร้อยละ 100 ของค่า ADI แสดงว่า มีโอกาสที่จะก่อให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค ถือเป็นระดับความเสี่ยงที่ยอมรับไม่ได้

ผลการศึกษา

1. สถานการณ์การเจือปนของวัตถุกันเสีย และสีสังเคราะห์ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก

ปริมาณไนไตรต์, ไนเตรต, กรดซอร์บิก, กรดเบนโซอิก และสีสังเคราะห์ ในตัวอย่างไส้กรอก 93 ตัวอย่าง จากแหล่งจำหน่ายที่นักเรียนนิยมซื้อ ส่วนใหญ่พบไนไตรต์และไนเตรต ร้อยละ 100 และ 85 ตามลำดับ ส่วนกรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก พบร้อยละ 59 และ 49 ตามลำดับ พบสีสังเคราะห์ 2 ชนิด ได้แก่ เออร์ริโซซิน และปองโซ 4 อาร์ ร้อยละ 4 และ 1 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1, 2 และ 3

2. ปริมาณการได้รับสัมผัส ในไนไตรต์ ไนเตรต กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก และสีสังเคราะห์ จากการบริโภคไส้กรอกของนักเรียน

การได้รับสัมผัสวัตถุกันเสีย (ไนไตรต์, ไนเตรต, กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก) และสีสังเคราะห์ (เออร์ริโซซิน และปองโซ 4 อาร์) ที่พบในไส้กรอก จากแหล่งจำหน่ายที่นักเรียนในพื้นที่ศึกษา (จังหวัดนครปฐม) นิยมซื้อ แสดงในตารางที่ 4 และ 5 แสดงความเสี่ยงปริมาณการได้รับสัมผัสเป็นร้อยละของ ADI โดยค่า ADI ของไนไตรต์ 0-0.07 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน¹⁸ ค่า ADI ของไน

เตรต 0-3.7 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน¹⁹ ค่า ADI ของกรดซอร์บิก 0-25 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน²⁰ ค่า ADI ของกรดเบนโซอิก 0-5 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน²¹ ค่า ADI ของเออร์ริโซซิน 0-0.1 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน²² และค่า ADI ของปองโซ 4 อาร์ 0-4 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน²³ การประเมินที่ปริมาณการบริโภคไส้กรอกในระดับเฉลี่ยในนักเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา เฉพาะกลุ่มผู้บริโภคไส้กรอก (นักเรียนประถมศึกษา 204 คน และนักเรียนมัธยมศึกษา 209 คน) พบว่าการได้รับสัมผัสไนไตรต์ก่อความเสี่ยงในระดับที่สูงกว่าวัตถุเจือปนอาหารอื่น รองมาคือ สีเออร์ริโซซิน กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก สีปองโซ 4 อาร์ และไนเตรต ตามลำดับ โดยไม่พบความเสี่ยงมีค่าเกินร้อยละ 100 ของค่า ADI ของวัตถุเจือปนอาหารชนิดนั้นๆ แต่การประเมินที่ปริมาณการบริโภคไส้กรอกระดับสูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5) ในนักเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา พบว่าหากบริโภคไส้กรอกมีไนไตรต์ในปริมาณสูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 เท่ากับ 55.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) การได้รับสัมผัสไนไตรต์จากการบริโภคไส้กรอกจะมีค่าเท่ากับ 0.1444 และ 0.1016 มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน ตามลำดับ โดยความเสี่ยงมีค่าเท่ากับร้อยละ 206.29 และ 145.14 ของค่า ADI ของไนไตรต์ตามลำดับ ขณะที่การได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหารอีก 5 ชนิด ไม่พบความเสี่ยงมีค่าเกินร้อยละ 100 ของค่า ADI ของวัตถุเจือปนอาหารชนิดนั้นๆ

ตารางที่ 1 ปริมาณวัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ที่พบในไส้กรอกจากแหล่งจำหน่ายภายนอกโรงเรียน

ร้านจำหน่าย	ชนิดของ วัตถุเจือปน อาหาร	จำนวน ตัวอย่าง ที่พบสาร	ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในตัวอย่าง ที่พบสาร (มก.ต่อกก.)		
			ค่าเฉลี่ย	P 97.5	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ซูเปอร์มาร์เก็ต (10 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	10	21.67	62.76	4.74-64.60
	ไนเตรต [#]	8	10.31	23.12	3.50-23.45
	กรดเบนโซอิก	1	853.35	853.35	853.35-853.35
ร้านสะดวกซื้อ (22 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	22	47.44	70.67	1.00-71.10
	ไนเตรต [#]	20	17.46	40.24	3.44-54.75
	กรดเบนโซอิก	4	221.73	536.00	9.00-557.79
	กรดซอร์บิก	7	547.32	1897.70	11.00-2136.43
รวมตัวอย่างจาก ซูเปอร์มาร์เก็ต และร้านสะดวกซื้อ (32 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	32	39.39	70.46	1.00-71.10
	ไนเตรต [#]	28	15.41	34.14	3.44-54.75
	กรดเบนโซอิก	5	348.06	823.79	9.00-853.35
	กรดซอร์บิก	7	547.32	1897.70	11.00-2136.43
รถเร่ (18 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	18	41.59	93.60	1.00-100.84
	ไนเตรต [#]	14	28.04	63.23	10.00-66.02
	กรดเบนโซอิก	11	75.27	527.57	2.50-694.78
	กรดซอร์บิก	15	1000.49	1921.21	11.00-1972.44
	เออร์รีโรซิน	2	3.82	4.87	2.72-4.92
ตลาดนัด/ ตลาดสด (19 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	19	24.15	81.10	1.00-98.65
	ไนเตรต [#]	19	22.14	73.45	10.00-77.71
	กรดเบนโซอิก	13	80.04	438.82	2.50-582.86
	กรดซอร์บิก	14	983.70	2103.44	11.00-2134.21
	เออร์รีโรซิน	1	2.56	2.56	2.56-2.56
รวมตัวอย่างที่จำหน่าย ภายนอกโรงเรียน รถเร่/ ตลาดนัด/ ตลาดสด (37 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	37	32.64	98.87	1.00-100.84
	ไนเตรต [#]	33	24.65	70.14	10.00-77.71
	กรดเบนโซอิก	24	77.85	630.43	2.50-694.78
	กรดซอร์บิก	29	992.38	2067.93	11.00-2134.21
	เออร์รีโรซิน	3	3.40	4.81	2.56-4.92

หมายเหตุ *คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์^{*}คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต

ตารางที่ 2 ปริมาณวัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์ที่พบในไส้กรอกจากแหล่งจำหน่ายภายในโรงเรียน

ร้านจำหน่าย	ชนิดของ วัตถุเจือปน อาหาร	จำนวน ตัวอย่าง ที่พบสาร	ปริมาณวัตถุเจือปนอาหารในตัวอย่าง ที่พบสาร (มก.ต่อกก.)		
			ค่าเฉลี่ย	P 97.5	ค่าต่ำสุด-สูงสุด
ร้านค้าที่จำหน่าย นอกโรงอาหาร (13 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	13	21.98	57.71	2.99-60.50
	ไนเตรต [#]	10	19.98	37.29	10.00-37.46
	กรดเบนโซอิก	7	121.62	485.26	2.50-520.11
	กรดซอร์บิก	9	728.13	1831.27	2.50-1860.47
ร้านค้าที่จำหน่าย ในโรงอาหาร (11 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	11	98.81	60.09	1.00-63.69
	ไนเตรต [#]	8	30.23	40.01	10.00-40.75
	กรดเบนโซอิก	10	120.26	792.88	2.50-1002.73
	กรดซอร์บิก	10	703.38	2003.97	2.50-2134.21
	เออร์รี่โรซิน	1	14.32	14.32	14.32-14.32
	ปองโซ 4 อาร์	1	27.04	27.04	27.04-27.04
รวมตัวอย่างที่จำหน่าย ภายในโรงเรียน (24 ตัวอย่าง)	ไนไตรต์*	24	20.27	61.86	1.00-63.69
	ไนเตรต [#]	18	24.53	39.35	10.00-40.75
	กรดเบนโซอิก	17	120.82	809.68	2.50-1002.73
	กรดซอร์บิก	19	715.10	2011.03	2.50-2134.21
	เออร์รี่โรซิน	1	14.32	14.32	14.32-14.32
	ปองโซ 4 อาร์	1	27.04	27.04	27.04-27.04

หมายเหตุ *คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์[#]คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต

ตารางที่ 3 จำนวนตัวอย่างได้กรอกจากสถานจำหน่ายภายในและภายนอกโรงเรียน ที่พบวัตถุกันเสียและสีสังเคราะห์

สถานที่จำหน่าย	จำนวนตัวอย่างที่พบสาร (ร้อยละ)					
	ไนไตรต์	ไนเตรต	กรดเบนโซอิก	กรดซอร์บิก	เออร์ริโซซิน	พองโซ 4 อาร์
					ไนไตรต์ หรือ ไนเตรต	ไนไตรต์ หรือ ไนเตรต ร่วมกับ กรดเบนโซอิก หรือ กรดซอร์บิก
ซูเปอร์มาร์เก็ต/ร้านสะดวกซื้อ	32	28	5	7	0	0
(32 ตัวอย่าง)	(100)	(88)	(16)	(22)	(0)	(0)
รถเร่/ตลาดนัด/ ตลาดสด	37	33	24	29	3	0
(37 ตัวอย่าง)	(100)	(89)	(65)	(78)	(8)	(0)
ภายในโรงเรียน	24	18	17	19	1	1
(24 ตัวอย่าง)	(100)	(75)	(71)	(79)	(4)	(4)
ตัวอย่างทั้งหมด	93	79	46	55	4	1
(93 ตัวอย่าง)	(100)	(85)	(49)	(59)	(4)	(1)

ตารางที่ 4 ปริมาณการได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหาร (วัตถุอันตราย 4 ชนิด และสีสังเคราะห์ 2 ชนิด) จากการบริโภคไส้กรอกของนักเรียนประถมศึกษา (เฉพาะผู้บริโภคไส้กรอก)

ปริมาณ บริโภคไส้กรอก (กก. ต่อกก. น้ำหนักตัว ต่อวัน)	ชนิดของ วัตถุเจือปน อาหาร	ปริมาณ วัตถุเจือปนอาหาร (มก.ต่อกก.)		ปริมาณ การได้รับสัมผัส (มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน)		ความเสี่ยง (ร้อยละของ ADI)	
		ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง	ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง	ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง
		mean	P 97.5	mean	P 97.5	mean	P 97.5
กรณีบริโภคไส้กรอก ที่ระดับเฉลี่ย ในนักเรียน ที่บริโภคไส้กรอก (eater only) 0.00061	ไนไตรต์	22.52	55.53	0.0137	0.0339	19.57	48.43
	ไนเตรต	16.71	48.58	0.0102	0.0296	0.28	0.80
	กรดเบนโซอิก	123.10	833.53	0.0751	0.5085	1.50	10.17
	กรดซอร์บิก	839.95	2134.21	0.5124	1.3019	2.05	5.21
	เออร์ริโธซิน	6.13	13.62	0.0037	0.0083	3.70	8.30
	ปองโซ 4 อาร์	27.04	27.04	0.0165	0.0165	0.41	0.41
กรณีบริโภคไส้กรอก ที่ระดับสูง P 97.5 ในนักเรียน ที่บริโภคไส้กรอก (eater only) 0.00260	ไนไตรต์	22.52	55.53	0.0586	0.1444	83.71	206.29
	ไนเตรต	16.71	48.58	0.0434	0.1263	1.17	3.41
	กรดเบนโซอิก	123.10	833.53	0.3201	2.1672	6.40	43.34
	กรดซอร์บิก	839.95	2134.21	2.1839	5.5489	8.74	22.20
	เออร์ริโธซิน	6.13	13.62	0.0159	0.0354	15.90	35.40
	ปองโซ 4 อาร์	27.04	27.04	0.0703	0.0703	1.76	1.76

ตารางที่ 5 ปริมาณการได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหาร (วัตถุอันตราย 4 ชนิด และสีสังเคราะห์ 2 ชนิด) จากการ บริโภค
ไส้กรอกของนักเรียนมัธยมศึกษา (เฉพาะผู้บริโภคไส้กรอก)

ปริมาณ บริโภคไส้กรอก (กก. ต่อ กก. น้ำหนักตัว ต่อวัน)	ชนิดของ วัตถุเจือปน อาหาร	ปริมาณ วัตถุเจือปนอาหาร (มก.ต่อกก.)		ปริมาณการได้รับ สัมผัส (มก.ต่อกก. น้ำหนักตัวต่อวัน)		ความเสี่ยง (ร้อยละของ ADI)	
		ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง	ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง	ระดับเฉลี่ย	ระดับสูง
		mean	P 97.5	mean	P 97.5	mean	P 97.5
กรณีบริโภคไส้กรอก ที่ระดับเฉลี่ย ในนักเรียน ที่บริโภคไส้กรอก (eater only) 0.00045	ไนไตรต์	22.52	55.53	0.0101	0.0250	14.43	35.71
	ไนเตรต	16.71	48.58	0.0075	0.0219	0.20	0.59
	กรดเบนโซอิก	123.10	833.53	0.0554	0.3751	1.11	7.50
	กรดซอร์บิก	839.95	2134.21	0.3780	0.9604	1.51	3.84
	เออร์ริโธซิน	6.13	13.62	0.0028	0.0061	2.80	6.10
	ปองโซ 4 อาร์	27.04	27.04	0.0122	0.0122	0.31	0.31
กรณีบริโภคไส้กรอก ที่ระดับสูง P 97.5 ในนักเรียน ที่บริโภคไส้กรอก (eater only) 0.00183	ไนไตรต์	22.52	55.53	0.0412	0.1016	58.86	145.14
	ไนเตรต	16.71	48.58	0.0306	0.0889	0.83	2.40
	กรดเบนโซอิก	123.10	833.53	0.2253	1.5254	4.51	30.51
	กรดซอร์บิก	839.95	2134.21	1.5371	3.9056	6.15	15.62
	เออร์ริโธซิน	6.13	13.62	0.0112	0.0249	11.20	24.90
	ปองโซ 4 อาร์	27.04	27.04	0.0495	0.0495	1.24	1.24

อภิปรายผล

การใช้วัตถุกันเสีย และสีสังเคราะห์ ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่จำหน่ายภายในและภายนอกโรงเรียน

ไส้กรอกพร้อมบริโภค (ไส้กรอกทอด ไส้กรอกปิ้ง ไส้กรอกนึ่ง) และไส้กรอกในบรรจุภัณฑ์ที่เก็บจากแหล่งจำหน่ายที่นักเรียนนิยมซื้อ พบวัตถุกันเสียกลุ่มไนไตรต์และไนเตรต ซึ่งเป็นวัตถุกันเสียที่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 พ.ศ. 2547 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร โดยพบไนไตรต์และไนเตรต ร้อยละ 100 และ 85 ในปริมาณตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 ที่อนุญาตให้ใช้โซเดียมไนไตรต์ และโพแทสเซียมไนไตรต์ ไม่เกิน 125 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) โซเดียมไนเตรต และโปแตสเซียมไนเตรต ไม่เกิน 500 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต) โดยพบไนไตรต์สูงสุดที่ระดับ 101 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) และไนเตรตสูงสุดที่ระดับ 66 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต) การศึกษาของเวณิกาและคณะ พ.ศ. 2550-2551²⁴ ในกรุงเทพมหานคร และ 37 จังหวัด ใน 5 ภูมิภาคของประเทศไทย พบว่าไส้กรอกไก่และไส้กรอกหมูมีการเจือปนไนไตรต์ ร้อยละ 75 และ 72 ตามลำดับ ไนเตรต ร้อยละ 87 และ 85 ตามลำดับ พบไนไตรต์สูงเกินมาตรฐาน ร้อยละ 3.8 โดยพบสูงสุดที่ 12 ระดับ 196 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) ไนเตรตสูงเกินมาตรฐาน ร้อยละ 1.4 โดยพบสูงสุดที่ระดับ 2,590 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนเตรต) แสดงว่าการใช้ไนไตรต์และไนเตรตในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกส่วนใหญ่เป็นไปตามข้อกำหนดในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 ขณะที่

มาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุเจือปนอาหารของอาหารของโคเด็กซ์²⁵ กำหนดปริมาณสูงสุดโซเดียมไนไตรต์ และโพแทสเซียมไนไตรต์ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ 80 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์)

เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุเจือปนอาหารของโคเด็กซ์ ในการศึกษาพบตัวอย่างไส้กรอกมีไนไตรต์สูงกว่า 80 มก.ต่อกก. (คำนวณเป็นโซเดียมไนไตรต์) ร้อยละ 4 เป็นตัวอย่างจากรถเร่ 3 ตัวอย่าง และตลาดนัด 1 ตัวอย่าง นอกจากนี้ยังพบวัตถุกันเสียที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในไส้กรอก ได้แก่ กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก โดยพบในตัวอย่างจากรถเร่ ตลาดนัด และตลาดสด ในสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 89 ใกล้เคียงกับที่พบในตัวอย่างจากร้านค้าภายในโรงเรียน (ร้อยละ 88) ส่วนตัวอย่างไส้กรอกจากซูเปอร์มาร์เก็ตและร้านสะดวกซื้อนอกโรงเรียนพบร้อยละ 28 สอดคล้องกับการศึกษาของปวีณาและคณะ พ.ศ. 2550-2551¹⁰ ในกรุงเทพมหานครและ 17 จังหวัด ใน 5 ภูมิภาคของประเทศไทย ที่พบการใช้กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก ในตัวอย่างไส้กรอกส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในตลาดสด ตลาดนัด รถเร่ และหน้าโรงเรียน ไส้กรอกไก่และไส้กรอกหมู พบกรดซอร์บิก ร้อยละ 56 และ 34 ตามลำดับ และพบกรดเบนโซอิก ร้อยละ 78 และ 69 ตามลำดับ แสดงว่าผู้ผลิตนิยมใช้เกลือไนไตรต์และไนเตรตเป็นวัตถุกันเสีย และตรึงสีในไส้กรอก โดยใช้ร่วมกับวัตถุกันเสียชนิดอื่นที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในผลิตภัณฑ์นี้ ได้แก่ กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก โดยเฉพาะสถานที่จำหน่ายในตลาดสด ตลาดนัด และรถเร่ รวมถึงร้านค้าในโรงเรียน การสอบถามผู้จำหน่ายพบว่าส่วนใหญ่ของผู้ขายอาหารภายในโรงเรียน รถเร่

และตลาดนัด นิยมซื้อไส้กรอกจากตลาดสดมาใช้
ทำเป็นไส้กรอกทอด ไส้กรอกปิ้ง ไส้กรอกนึ่ง โดย
ไม่ได้สังเกตการแสดงฉลาก และเครื่องหมาย
รับรองของ อย. แต่พิจารณาจากราคาและรสชาติ
เป็นหลัก ขณะที่ตัวอย่างไส้กรอกในบรรจุภัณฑ์จาก
ซูเปอร์มาร์เก็ต และร้านสะดวกซื้อ ส่วนใหญ่มี
การแสดงฉลากและเครื่องหมายรับรองของ อย.
ดังนั้นผู้จำหน่ายอาหารภายในและนอกโรงเรียน
ควรให้ความสำคัญในการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ไส้
กรอกในบรรจุภัณฑ์ที่มีการแสดงฉลาก และ
เครื่องหมายรับรองของ อย. ที่ถูกต้อง เพื่อจะได้
ผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่มีคุณภาพตามมาตรฐานมาใช้
ปรุงอาหารให้นักเรียนบริโภค ตามประกาศ
กระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 367 พ.ศ. 2557 เรื่อง
การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ²⁶ ให้มี
การแสดงชื่อกลุ่มหน้าที่ของวัตถุเจือปนอาหาร
ร่วมกับชื่อเฉพาะ หรือแสดงชื่อกลุ่มหน้าที่ของวัตถุ
เจือปนอาหารร่วมกับตัวเลขตาม International
Numbering System : INS for Food Additives ถ้ามี
การใช้หรือมีวัตถุเจือปนอาหารติดมากับวัตถุดิบที่
ใช้ในการผลิตอาหาร เป็นส่วนประกอบของอาหาร
ในปริมาณที่เกิดผลตามวัตถุประสงค์ของการใช้
วัตถุเจือปนอาหาร ดังนั้นหากมีการใช้วัตถุกันเสีย
ในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก ต้องระบุชื่อเฉพาะของสาร
หรือ ระบุเลข INS ของสารบนฉลาก (โซเดียมไน
ไตรต์ คือ INS 250 โซเดียมไนเตรต คือ INS 251
โพแทสเซียมไนไตรต์ คือ INS 249 โพแทสเซียม
ไนเตรต คือ INS 252) แต่สารกลุ่มนี้สามารถระบุ
ชื่อกลุ่มหน้าที่ได้ 2 ชื่อ คือ กันเสีย หรือตรึงสี ดังนั้น
หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการประชาสัมพันธ์ให้
ประชาชนทั่วไปเข้าใจการแสดงฉลากดังกล่าว

**ความเสี่ยงในการได้รับสัมผัสวัตถุกันเสีย (ไนไตรต์
ไนเตรต กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก) และส
ลึงเคราะห์ (เออร์ริโซจีน ปองโซ 4 อาร์) จากการ
บริโภคไส้กรอก**

ปริมาณการได้รับสัมผัสวัตถุกันเสีย 4 ชนิด
จากการบริโภคไส้กรอกของนักเรียนประถมศึกษา
และมัธยมศึกษา 8 โรงเรียน จังหวัดนครปฐม เมื่อ
ประเมินที่ระดับเฉลี่ยของการบริโภคไส้กรอก
(นักเรียนประถมศึกษา 0.020 กรัมต่อคนต่อวัน และ
นักเรียนมัธยมศึกษา 0.022 กิโลกรัมต่อคนต่อวัน
เท่ากับไส้กรอกยาว 10 เซนติเมตร ประมาณครึ่ง
ชิ้น) ไม่พบความเสี่ยงของการได้รับ ไนไตรต์ ไน
เตรต กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก ในระดับที่
สูงกว่าค่า ADI ของวัตถุกันเสียชนิดนั้น ทั้งที่ความ
เข้มข้นวัตถุกันเสียระดับเฉลี่ยและระดับสูง
(เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5) โดยการได้รับสัมผัสไน
ไตรต์ก่อความเสี่ยงสูงกว่าวัตถุกันเสียชนิดอื่น
เนื่องจากค่า ADI ของไนไตรต์ต่ำกว่าค่า ADI ของ
วัตถุกันเสียอีก 3 ชนิดมาก ขณะที่การได้รับสัมผัสส
ลึงเคราะห์ 2 ชนิด ที่พบในไส้กรอก ไม่ก่อความ
เสี่ยงระดับที่สูงกว่าค่า ADI การได้รับสัมผัสเออร์
ริโซจีนก่อความเสี่ยงสูงกว่าปองโซ 4 อาร์ เนื่องจาก
ค่า ADI ของเออร์ริโซจีนต่ำกว่าค่า ADI ของปอง
โซ 4 อาร์ มาก ผลการประเมินการบริโภคไส้กรอก
ระดับสูง (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ของนักเรียน
ประถมศึกษา และมัธยมศึกษา คือ 0.091 และ 0.092
กิโลกรัมต่อคนต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งเท่ากับการ
รับประทานไส้กรอกยาว 10 เซนติเมตร ประมาณ
2¼ ชิ้น) หากไส้กรอกมีวัตถุกันเสียและสลึงเคราะห์
ในความเข้มข้นระดับเฉลี่ย จะพบความเสี่ยงระดับ
ต่ำกว่าค่า ADI เช่นกัน ถ้าไส้กรอกมีไนไตรต์
ปริมาณสูง จะก่อความเสี่ยงระดับยอมรับไม่ได้

ดังที่พบในการประเมินที่ปริมาณการบริโภคไส้กรอกกระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ 97.5 หากไส้กรอกมีไนไตรต์ปริมาณสูง (เปอร์เซ็นต์ไขมันที่ 97.5 เท่ากับไนไตรต์ 55.53 มก.ต่อกก. หรือเทียบเท่าโซเดียมไนไตรต์ 83.30 มก.ต่อกก.) จะทำให้นักเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ได้รับสัมผัสไนไตรต์สูงเกินค่า ADI (ร้อยละ 206.29 และ 145.14 ของ ADI ตามลำดับ) ดังนั้นการบริโภคไส้กรอกปริมาณมากจะก่อความเสี่ยงสูงในการได้รับไนไตรต์แต่ละวันไม่ควรบริโภคไส้กรอกมากกว่า 1 ชิ้น เพื่อหลีกเลี่ยงการได้รับไนไตรต์ในปริมาณที่ส่งผลเสียต่อสุขภาพ โดยการบริโภคไส้กรอก 1 ชิ้น ยาว 10 เซนติเมตร (หนัก 0.04 กิโลกรัม) นักเรียนประถมศึกษาจะได้รับไนไตรต์ในเตตราด กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก เออร์ริโซจีน และปองโซ 4 อาร์ ร้อยละ 19.57, 0.28, 2.05, 1.50, 3.70 และ 0.41 ของค่า ADI ตามลำดับ เมื่อประเมินที่ความเข้มข้นระดับเฉลี่ย และร้อยละ 83.71, 1.17, 8.74, 6.40, 15.90 และ 1.76 ของค่า ADI ตามลำดับ เมื่อประเมินที่ความเข้มข้นระดับสูง (P 97.5) ขณะที่นักเรียนมัธยมศึกษาได้รับไนไตรต์ในเตตราด กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก เออร์ริโซจีน และปองโซ 4 อาร์ ร้อยละ 14.43, 0.20, 1.51, 1.11, 2.80 และ 0.31 ของค่า ADI ตามลำดับ เมื่อประเมินที่ความเข้มข้นระดับเฉลี่ย และร้อยละ 58.86, 0.83, 6.15, 4.51, 11.20 และ 1.24 ของค่า ADI ตามลำดับ เมื่อประเมินที่ความเข้มข้นระดับสูง (P 97.5) อย่างไรก็ตามผู้บริโภคจะได้รับไนไตรต์จากการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปประเภทอื่น นอกจากนี้ยังได้รับไนไตรต์ที่เปลี่ยนมาจากไนเตรดที่พบในไส้กรอก และเนื้อสัตว์แปรรูปประเภทอื่น รวมถึงผัก และผลไม้ โดยแบคทีเรียในช่องปากสามารถเปลี่ยนไนเตรด

เป็นไนไตรต์ได้ ประมาณร้อยละ 5% ในกรณีอัตราการเปลี่ยนไนเตรดเป็นไนไตรต์ต่ำ และประมาณร้อยละ 20 ในกรณีอัตราการเปลี่ยนไนเตรดเป็นไนไตรต์สูง²⁷ และผู้บริโภคยังได้รับวัตถุดิบเสี่ยงประเภทกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก รวมถึงสังเคราะห์ จากการบริโภคอาหารกลุ่มอื่นๆ เนื่องจากสารเคมีกลุ่มนี้จัดเป็นวัตถุเจือปนอาหาร ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 พ.ศ. 2547 เรื่องวัตถุเจือปนอาหาร อนุญาตให้ใช้ในอาหารหลายชนิด ขณะที่การใช้ไนไตรต์และไนเตรด อนุญาตให้ใช้เฉพาะในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักเท่านั้น

สรุป

ไส้กรอกจากสถานจำหน่ายไส้กรอกที่นักเรียนนิยมซื้อมารับประทานทั้งภายในและภายนอกโรงเรียน ในจังหวัดนครปฐม (8 โรงเรียน) จำนวน 93 ตัวอย่าง ร้อยละ 100 พบการใช้ไนไตรต์หรือไนเตรด ซึ่งเป็นวัตถุดิบเสี่ยงที่อนุญาตให้ใช้ในไส้กรอก แต่ส่วนใหญ่ (ร้อยละ 68) ยังพบการใช้วัตถุดิบเสี่ยงที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในไส้กรอก ได้แก่ กรดซอร์บิก และกรดเบนโซอิก นอกจากนี้บางตัวอย่าง (ร้อยละ 5) มีการใช้สังเคราะห์ผสมอาหาร ได้แก่ เออร์ริโซจีน และปองโซ 4 อาร์ โดยการบริโภคไส้กรอกของนักเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษาจะก่อผลเสียต่อสุขภาพในกรณีบริโภคไส้กรอกปริมาณสูง ที่ระดับเปอร์เซ็นต์ไขมันที่ 97.5 หากไส้กรอกมีไนไตรต์ความเข้มข้นสูง (P 97.5 เท่ากับ 55.53 มก.ต่อกก.) การได้รับสัมผัสไนไตรต์จะสูงเกิน ค่า ADI จะเห็นได้ว่าการได้รับไนไตรต์และไนเตรดในระดับที่ก่อผลเสียต่อสุขภาพมีโอกาสเกิดขึ้นได้หากเด็กมีพฤติกรรมการบริโภค

อาหารไม่เหมาะสม โดยใส่กรอกเป็นแหล่งสำคัญที่ทำให้ผู้บริโภคได้รับไนไตรต์เข้าสู่ร่างกาย จากข้อมูลความเป็นพิษในการก่อสารประกอบไนโตรซามีนในร่างกายมนุษย์ ทำให้หลายประเทศมีการลดปริมาณการใช้ไนไตรต์และไนเตรตในผลิตภัณฑ์เนื้อหมักโดยเฉพาะใส่กรอก

เอกสารอ้างอิง

1. Gibson AM, Roberts TA, Robinson A. Factors controlling the growth of *Clostridium botulinum* types A and B in pasteurized cured meats VI. Nitrite monitoring during storage of pasteurized pork slurries. *J Food Sci Technol* 1984; 19(1): 29-44.
2. Rahman MS. Nitrites in food preservation. In: Rahman MS, ed. Handbook of Food Preservation. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 2007: 299-312.
3. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร. คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 121 ตอนพิเศษ 97 ง. ลงวันที่ 6 กันยายน พ.ศ. 2547.
4. Bakshi SP, Fahey JL, Pierce LE. Brief recording sausage cyanosis – acquired methemoglobinemic nitrite poisoning. *N Engl J Med*. 1967; 277(20): 1072.
5. Knobeloch L, Salna B, Hogan A, et al. Blue babies and nitrate-contaminated well water. *Environ Health Perspect* 2000; 108(7): 675-8.
6. US Assembly of Sciences and National Research Council. The Health effects of nitrate, nitrite, and N- nitroso compounds: part 1 of a 2-part study / by the Committee on Nitrite and Alternative Curing Agents in Food, Assembly of Life Sciences. Washington, DC: National Academy Press, 1981: 529.
7. Santarelli RL, Pierre F, Corpet DE. Processed Meat and Colorectal Cancer: A Review of Epidemiologic and Experimental Evidence. *Nutr Cancer* 2008; 60(2): 131-44.
8. Larsson SC, Bergkvist L, Wolk A. Processed meat consumption, dietary nitrosamines and stomach cancer risk in a cohort of Swedish women. *Int J Cancer* 2006; 119(4): 915-9.
9. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Some N-Nitroso Compounds IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 2015. Available at <http://www.monographs.iarc.fr/ENG/Classification>, accessed Feb 16, 2016.
10. Sripanaratanakul P, Benjapong W, Visetchart P, et al. Risk assessment of exposure to benzoic acid and sorbic acid from the consumption of sausage and processed minced pork (Moo YOR) in Thai people. *Thai J Toxicol* 2009; 24(1): 27-36.
11. Peeratikorncharoenkul R, Benjapong W, Visetchart P, et al. Risk assessment of synthetic food colors from food consumption of school children in urban and rural areas of

- Suratthani province, Thailand. *Thai J Toxicol* 2009; 24(1): 37-46.
12. International Organization for Standardization. Meat and meat products - Determination of Nitrate Content. Geneva, Switzerland: ISO Standards; 1975 (Reference Method: ISO 3091): 1-5.
13. International Organization for Standardization. Meat and meat products - Determination of nitrite content. Geneva, Switzerland: ISO Standards; 1975 (Reference Method: ISO 2918): 1-3.
14. Kupperts FJEM, Jans A. Revers – phase liquid chromatographic determination of benzoic acid and sorbic acid in fresh cheese. *JAOAC* 1988; 5(71): 1068-71.
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Manuals of food quality control 7, food analysis: general techniques, additives contaminants and composition. FAO Rome, 1986: 91-2.
16. The publication Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food - Environmental Health Criteria 240 (EHC 240): Food and Agriculture Organization of the United Nations and the World Health Organization, 2009. Available at <http://www.who.int/foodsafety/chem/principles/en/index1.html>.pdf, accessed Jan 10, 2016.
17. JECFA's monographs. Available at <http://www.fao.org/food/food-safety-quality/scientific-advice/jecfa/jecfa-additives/en/.pdf>, accessed Jan 10, 2016.
18. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Nitrite. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=711>.pdf, accessed Feb 12, 2016.
19. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Nitrate. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=709>.pdf, accessed Feb 12, 2016.
20. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Sodium sorbate. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4755>.pdf, accessed Feb 10, 2016.
21. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Sodium benzoate. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=1098>.pdf, accessed Feb 9, 2016.
22. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Erythrosine. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-conta>

- minants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=503.pdf, accessed Feb 15, 2016.
23. WHO. Evaluations Perform by the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives: Ponceau 4R. Available at <http://www.apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/chemical.aspx?chemID=4941.pdf>, accessed Feb 10, 2016.
24. เวนิกา เบ็ญจพงษ์, วีรยา การพานิช, จิรรัตน์ เทศะศิลป์ และคณะ. การประเมินการได้รับไนเตรตและไนไตรต์จากการบริโภคเนื้อสัตว์แปรรูปของประชากรไทย. *วารสารวิจัย มข.* 2011; 16(8): 931-41.
25. General standard for food additives 1995. *CODEX STAN 192-1995* (Rev. 2015).
26. กองควบคุมอาหาร สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 363 (พ.ศ. 2556) เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 2. คัดจากราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 130 ตอนพิเศษ 148 ง. ลงวันที่ 31 ตุลาคม พ.ศ. 2556.
27. JECFA. Evaluation of certain food additives and contaminants. Forty-fourth report of the joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization; 1995.