



Iodine content in red or pink color food

Nuntaya Chongchaithet, Naphapan Viriyautsahakul, Jutarat Supanuwat

Bureau of Nutrition, Department of Health, Ministry of Public Health

ABSTRACT

Synthetic food colors available in food industry for attractive consumers. In previous study, found that meat product contained high iodine due to synthetic food color, erythrosine. Iodine surveillance project of department of health showed median urine concentration in preschool children, aged 3-5 years, 224.2, 212.6 and 226.6 ug/l in 2011, 2012 and 2013 respectively. Median urinary iodine concentration of 100-199 ug/l indicate iodine intake adequate and 200-299 ug/l indicate iodine intake above requirement. That mean the children may consume high iodine. This study was conducted to determine iodine content in red or pink foods that preschool like to eat. The food sample divided to 5 categories: sausage and meatball, milk and milk product, beverage, desert and jelly. Collected the food samples from retail shop in front of school and market in Bangkok, Nontaburi, Patumtani and Supanburi. The result showed that pink food contain high iodine such as red or pink sausage, strawberry flavor milk, pink Si-mai desert, pink cake and strawberry flavor wafer. Color testing showed erythrosine in high iodine food samples. Erythrosine composed of 57.7% iodine, thus high iodine content was found in red or pink food samples. So that, Thai FDA and MOPH should recommend food producer about using of synthetic food colors especially erythrosine in sausage and meat product.

Key words: Erythrosine, Food coloring, Food

*Corresponding author's email: nuntaya.c@anamai.mail.go.th

ปริมาณไอโอดีนในอาหารและขนมที่มีสีแดงหรือสีชมพู

นันทยา จงใจเทศ, นภาพรณ วริยะอุตสาหกุล, จุฑารัตน์ สุภาหุวัฒน์

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข นนทบุรี

บทคัดย่อ

ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิดมีการนำสีสังเคราะห์มาใช้ผสมอาหารเพื่อความสวยงามและดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภค จากผลการศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหารที่ผ่านมา พบว่ามีอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีไอโอดีนสูง เนื่องมาจากการใส่สีสังเคราะห์ผสมอาหารที่มีชื่อว่าเอริโทรซิน สีนี้ทำให้สีแดงอมชมพูทำให้อาหารน่ารับประทาน กรมอนามัยได้จัดทำโครงการเฝ้าระวังโรคขาดสารไอโอดีนแบบบูรณาการ ตั้งแต่ พ.ศ. 2554 - 2556 พบเด็กอายุ 3-5 ปี มีค่ามัธยฐานของปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะ 229.2, 212.6 และ 226.6 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ ค่ามัธยฐานของปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะที่บ่งบอกว่าไม่ขาดไอโอดีนคือ 100-199 ไมโครกรัม/ลิตร หากมีค่า 200-299 ไมโครกรัม/ลิตร บ่งบอกว่ามีความเสี่ยงต่อการได้รับไอโอดีนเกิน จากผลดังกล่าว แสดงว่าเด็กกลุ่มนี้ไม่ขาดไอโอดีน แต่มีแนวโน้มว่าจะได้รับไอโอดีนค่อนข้างสูง ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหารโดยเฉพาะขนมและอาหารที่มีสีชมพูหรือสีแดงที่เด็กนิยมรับประทาน ซึ่งเด็กอาจจะได้รับไอโอดีนจากสีเอริโทรซินที่ใส่ในอาหาร วัตถุประสงค์ของการศึกษาค้างนี้ เพื่อศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหารและขนมที่มีสีแดงหรือสีชมพูที่เด็กนิยมบริโภค โดยเก็บอาหาร 5 ประเภท คือ ไส้กรอกและลูกชิ้น นมและผลิตภัณฑ์ น้ำหวาน ขนมและเยลลี่ จากร้านจำหน่ายบริเวณหน้าโรงเรียนและตลาด ในเขตพื้นที่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และ สุพรรณบุรี เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณไอโอดีน ผลการศึกษาพบว่า อาหารที่มีสีชมพูมีไอโอดีนสูง ได้แก่ ไส้กรอกสีชมพู หรือสีแดงอมชมพูหรือสีน้ำตาลอมแดง นมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอร์รี่ สายไหมสีชมพู ขนมเค้กสีชมพู ขนมถ้วยฟูสีชมพู ชฟฟอนเค้กสตอเบอร์รี่สีชมพู เวเฟอร์สอดไส้ครีมสตอเบอร์รี่ เมื่อทดสอบสีในอาหารเหล่านี้ พบว่าใส่สีเอริโทรซิน ซึ่งสีสังเคราะห์นี้ตามสูตรเคมีมีไอโอดีนเป็นส่วนประกอบร้อยละ 57.7 โดยน้ำหนัก เมื่อนำสีนี้มาใส่ในอาหารทำให้อาหารมีไอโอดีนสูงไปด้วย ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ กระทรวงสาธารณสุข ควรให้ข้อแนะนำแก่ผู้ผลิตอาหารในการใช้สีเอริโทรซิน และไม่ควรมองข้ามให้ใช้สีสังเคราะห์ใดๆ ในอาหารประเภทไส้กรอกและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์

คำสำคัญ: เอริโทรซิน สีสังเคราะห์ผสมอาหาร อาหาร

*Corresponding author's email: nuntaya.c@anamai.mail.go.th



บทนำ

ไอโอดีนเป็นแร่ธาตุชนิดหนึ่งที่ร่างกายต้องการ แม้จะต้องการเพียงวันละ 90-120 ไมโครกรัม ในเด็กอายุน้อยกว่า 12 ปี และวันละ 150 ไมโครกรัม ในเด็กโตและผู้ใหญ่ เพื่อใช้ในการสังเคราะห์ ฮอร์โมนไทรอยด์ (Thyroid hormone) คือ T_3 (Triiodothyronine) และ T_4 (Thyroxine) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมอุณหภูมิของร่างกาย ควบคุมการทำงานของระบบสืบพันธุ์ การเจริญเติบโต การสร้างเม็ดเลือด และการทำงานของสมองและระบบประสาท ประชากรที่ขาดไอโอดีนทำให้สมองเจริญเติบโตไม่เต็มที่ ส่งผลให้ระดับสติปัญญาลดลง ประสิทธิภาพการทำงานจะลดลงด้วย

ไอโอดีนในอาหารอยู่ในรูปของไอโอดีนและมีส่วนที่จับกับกรดอะมิโน เมื่ออาหารเข้าสู่ร่างกาย ไอโอดีนจะถูกดูดซึมอย่างรวดเร็วและส่งต่อไปยังต่อมไทรอยด์ เพื่อสังเคราะห์ฮอร์โมน หลังจากนั้นไอโอดีนจะถูกส่งไปที่ salivary gland, gastric gland และส่งต่อไปยังไตเพื่อขับออก¹

ในอุตสาหกรรมอาหารได้นำสีสังเคราะห์มาใช้ในกระบวนการผลิตอาหาร เพื่อความสวยงามและดึงดูดความสนใจจากผู้บริโภค สีสังเคราะห์ที่นำมาใช้ เช่น คาร์โมอีซีน (Carmoisine), ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4R) และอัลลัวร์ เรด (Allura Red) และ เออริโทรซีน (Erythrosine) จากการศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหารของ Susan M Lee และคณะ² เมื่อปี พ.ศ. 2537 ที่ประเทศอังกฤษ พบอาหารหลายชนิดโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีไอโอดีนสูง เนื่องมาจากการใส่สีผสมอาหารที่มีชื่อว่าเออริโทรซีน เพื่อให้อาหารดูน่ารับประทาน

เออริโทรซีน (Erythrosine) มีชื่อเรียกทั่วไปว่า RED No.3 หรือ E127 จะให้สีแดงอมชมพู (cherry-pink) ชื่อทางเคมีคือ 2,4,5,7-tetraiodofluorescein disodium salt มีสูตรโมเลกุล (molecular formula) $C_{20}H_6I_4Na_2O_6$ น้ำหนักโมเลกุล 879.86 g/mole มีไอโอดีนอยู่ร้อยละ 57.7 นิยมใส่ในอาหารหลายประเภท เช่น ผลเชอร์รี่เชื่อม ผลไม้กระป๋อง คัสตาร์ด เบเกอรี่ สแน็ค บิสกิต นอกจากนี้ยังได้นำไปใช้ในยาเม็ดสีที่ใช้ทดสอบคราบพลัคของฟัน³ UK Food Guide แนะนำไม่ให้เด็กบริโภคอาหารที่ใส่สีตัวนี้ เนื่องจากในกระบวนการผลิตอาหารที่ใช้อุณหภูมิสูงกว่า $200^{\circ}C$ จะมีผลให้ไอโอดีนที่อยู่ในสีเออริโทรซีนหลุดออกมาอยู่ในอาหาร⁴ ไอโอดีนที่ออกมานี้จะมีคุณสมบัติเหมือนไอโอดีนทั่วไป คือสามารถนำไปสร้างฮอร์โมนไทรอยด์ได้ สิ่งสำคัญคือในสีนี้มีไอโอดีนสูงมาก หากบริโภคอาหารที่มีสีนี้มากๆ จะทำให้ร่างกายได้รับสารไอโอดีนมากเกินไป นำไปสู่อาการ hyperthyroidism ได้จากการศึกษาของ Jennings AS และคณะ⁵ เมื่อ พ.ศ. 2533 พบว่า หนูทดลองที่ได้รับสีเออริโทรซีนเป็นเวลานานจะเกิด thyroid tumor นอกจากนี้หน่วยงาน "The Hyperactive Childrens Support Group" เชื่อว่าสารตัวนี้จะทำให้เด็กมีพฤติกรรม hyperactive หรือสมาธิสั้น⁴ เหมือนกับกลุ่มสีผสมอาหาร 6 ชนิดที่มีการระงับการใช้ในประเทศกลุ่มสหภาพยุโรป คือ ตาร์ตราซีน (Tartrazine), ซันเซตเยลโลว์ (Sunset Yellow), ควิโนลิน เยลโลว์ (Quinoline Yellow), คาร์โมอีซีน (Carmoisine), ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4R) และอัลลัวร์ เรด (Allura Red) สำหรับสีเออริโทรซีนถูกห้ามใช้ในประเทศนอร์เวย์มานานแล้ว ในประเทศสหรัฐอเมริกาหน่วยงาน "Center for Science in the Public Interest" (CSPI) ยื่นคำร้องต่อ U.S.FDA

ขอให้ห้ามการใช้สีเอริโทรซิน มาตั้งแต่ เดือน มิถุนายน 2551 แต่ถึงปัจจุบันก็ยังไม่มีการจำกัดในการใช้³

ในประเทศไทยมีการใช้สีนี้มานานจนถึงปัจจุบัน เมื่อปี 2539 มีรายงานการวิจัยของจงกลณี และคณะ⁶ เรื่อง “ปริมาณการใช้สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในร้านขายของในเขตกรุงเทพฯ และภาคกลาง” พบว่าในตัวอย่างทั้งหมด 329 ตัวอย่าง มีการใช้สีเกินมาตรฐาน 46 ตัวอย่าง สีที่ใช้เกินส่วนใหญ่เป็น สีเหลืองและสีแดง สีเอริโทรซินเป็นสีหนึ่งที่ใช้เกินมาตรฐาน โดยพบการใช้สีนี้เกินในลูกอม ในปี พ.ศ. 2551 เวณิกาและคณะ⁷ ได้ศึกษาเรื่อง “การประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสสีสังเคราะห์ผสมอาหารจากการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในเขตเมืองของกรุงเทพมหานครและเขตชนบทของจังหวัดนครปฐม” ผลการสำรวจพบการใช้สีสังเคราะห์ 7 ชนิดในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งหมด 75 รายการ และพบเด็กนักเรียนระดับประถมและมัธยมของจังหวัดนครปฐม ได้รับสีเอริโทรซินร้อยละ 25 และ 16 ของ ADI (Acceptable Daily Intake) ที่ระดับบริโภคเฉลี่ยซึ่งมากกว่าสีอื่นๆ แต่ถ้าประเมินที่ระดับการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์พบ ว่า หากกลุ่มเด็กนักเรียนในจังหวัดนครปฐมรับประทานไส้กรอกและลูกชิ้นเพียง 2 รายการในปริมาณมาก จะมีโอกาสได้รับสีเอริโทรซินสูงถึงร้อยละ 108 ของ ADI

การประเมินภาวะโภชนาการไอโอดีนในประชากรดูได้จากค่ามัธยฐานปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะ ในเด็กอายุ 3-5 ปี⁸ ค่ามัธยฐานปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะที่บ่งบอกภาวะไม่ขาดไอโอดีนคือ 100-199 ไมโครกรัม/ลิตร และค่ามัธยฐานปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะ 200-299 ไมโครกรัม/ลิตร บ่งบอกว่ามีความเสี่ยงต่อการได้รับไอโอดีนเกิน กรมอนามัย

โดยสำนักโภชนาการ จัดทำโครงการเฝ้าระวังโรคขาดสารไอโอดีนแบบบูรณาการ พ.ศ. 2554-2556 โครงการนี้ดำเนินการปีละ 25-26 จังหวัด เพื่อให้ครบทั้งประเทศภายใน 3 ปี จากการสำรวจ พบว่าค่ามัธยฐานปริมาณไอโอดีนในปัสสาวะของเด็กอายุ 3-5 ปี เท่ากับ 229.2, 212.6 และ 226.6 ไมโครกรัม/ลิตร ตามลำดับ แสดงว่าเด็กกลุ่มนี้ไม่ขาดไอโอดีน แต่อาจมีความเสี่ยงต่อการได้รับไอโอดีนเกิน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหาร โดยเฉพาะขนมและอาหารที่มีสีชมพูหรือสีแดงที่เด็กนิยมรับประทาน ที่อาจทำให้เด็กได้รับไอโอดีนจากสีเอริโทรซินมากเกินไปจนปริมาณที่ร่างกายต้องการจนเกิดอันตรายต่อร่างกายได้

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาปริมาณไอโอดีนในอาหารและขนมที่มีสีแดงหรือสีชมพูที่เด็กนิยมบริโภค

วิธีการวิจัย

การคัดเลือกตัวอย่าง

เลือกตัวอย่างแบบเจาะจง โดยคัดเลือกอาหารและขนมที่มีสีแดงหรือสีชมพู ที่จำหน่ายบ่อยครั้งและหาซื้อได้สะดวก จากแหล่งจำหน่ายที่ผู้ปกครองและเด็กนิยมซื้อ ได้แก่ ร้านค้าหน้าโรงเรียน ตลาดในแหล่งชุมชน และร้านสะดวกซื้อ ในพื้นที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี และสุพรรณบุรี ตัวอย่างทั้งหมดเก็บตั้งแต่เดือนมีนาคม 2554 ถึง กันยายน 2555



การเก็บและเตรียมตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างทั้งหมด 5 ประเภท ได้แก่

1. ใส้กรอกและลูกชิ้น 2. นมและผลิตภัณฑ์ 3. เครื่องดื่มประเภทน้ำหวาน 4. ขนม 5. เยลลี่ แต่ละตัวอย่างเก็บจากร้านจำหน่าย ร้านละ 5 บรรจุภัณฑ์ต่อตัวอย่าง ตัวอย่างอาหารชนิดเดียวกันที่เก็บจาก 1 ร้านถือเป็น 1 ตัวอย่าง ตัวอย่างใส้กรอกและลูกชิ้น นมและผลิตภัณฑ์ จะนำส่งห้องปฏิบัติการสำนักโภชนาการโดยการแช่เย็นในกล่องโฟมที่มีถุงน้ำแข็ง (ice pack) เมื่อถึงห้องปฏิบัติการ ตัวอย่างจะถูกนำออกมาวางให้เย็นเท่าอุณหภูมิห้องแล้วจึงวัดขนาดและชั่งน้ำหนัก บันทึกรายละเอียดตัวอย่าง หลังจากนั้นนำตัวอย่างแต่ละรายการที่ซื้อจากร้านเดียวกันทั้ง 5 บรรจุภัณฑ์มาปั่นรวมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุใส่ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกจุกเกลียว ขวดผ่านการฆ่าเชื้อ ล้างสะอาดด้วยน้ำ deionized และอบแห้งแล้ว เก็บตัวอย่างในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์

ตัวอย่างอาหารอื่นๆ ได้แก่ เครื่องดื่ม ขนม เยลลี่ ตัวอย่างแต่ละรายการซื้อจากร้านละ 5 บรรจุภัณฑ์ ชั่งน้ำหนักแต่ละบรรจุภัณฑ์ บันทึกรายละเอียดตัวอย่าง นำมาปั่นรวมผสมเป็นเนื้อเดียวกัน บรรจุใส่ขวดเก็บตัวอย่างพลาสติกที่มีจุกเกลียว ขวดเก็บตัวอย่างผ่านการฆ่าเชื้อ ล้างสะอาดด้วยน้ำ deionized และอบแห้งแล้ว เก็บตัวอย่างในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เพื่อรอการตรวจวิเคราะห์

การตรวจวิเคราะห์

วิเคราะห์ปริมาณไอโอดีนโดยวิธี Spectrophotometric kinetic assay⁹

วิเคราะห์ปริมาณความชื้นโดยวิธี Drying method¹⁰

ทดสอบสีสังเคราะห์ผสมอาหารในตัวอย่างอาหารที่มีสีชมพูและสีแดงอมชมพู โดยเทียบกับสีมาตรฐานด้วยวิธี paper chromatography¹¹

การควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์ไอโอดีนในอาหาร

การตรวจวิเคราะห์ไอโอดีนในอาหารมีการควบคุมคุณภาพการตรวจวิเคราะห์โดย

1. ใช้ Standard Reference Material: SRM 1549 (non fat milk powder) ของ National Institute of Standard and Technology, USA มีผลการทดสอบอยู่ในช่วงร้อยละ 92.5-103.4 ค่าเฉลี่ยร้อยละ 97.1
2. Spike standard solution ในตัวอย่างทุกครั้งที่ทดสอบ มีค่า recovery อยู่ในช่วงร้อยละ 95-105
3. ตรวจวิเคราะห์ซ้ำ 3 ครั้ง ในแต่ละตัวอย่าง

ผลการวิจัย

ตารางที่ 1 แสดงปริมาณไอโอดีนและความชื้นในใส้กรอกต่อ 100 กรัม และต่อชิ้น โดยแยกตามสีและขนาดต่อชิ้นของใส้กรอก รวมทั้งหมด 42 ตัวอย่าง แบ่งได้เป็น 5 ชนิด คือ 1. ใส้กรอกสีน้ำตาลหรือสีเนื้อ 2. ใส้กรอกรมควัน 3. ใส้กรอกสีน้ำตาลอมแดง 4. ใส้กรอกสีแดงอมชมพู 5. ใส้กรอกสีชมพูหรือที่เรียกว่าใส้กรอกนม จะเห็นว่ากลุ่ม ใส้กรอกสีน้ำตาลอมแดง ใส้กรอกสีแดงอมชมพูและใส้กรอกสีชมพูมีปริมาณไอโอดีนสูงกว่าใส้กรอกสีอื่น ใส้กรอกสีน้ำตาลมีปริมาณไอโอดีน 14.5-40.7 ไมโครกรัมต่อ

100 กรัม ใส่กรอกแบบรมควันมีปริมาณไอโอดีน 48.7-297.7 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ใส่กรอกสีน้ำตาลอมแดงมีปริมาณไอโอดีน 104.9-422.6 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ใส่กรอกสีแดงอมชมพูมีปริมาณไอโอดีน 603.2-2435.9 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ใส่กรอกสีชมพูมีปริมาณไอโอดีน 2021.4 ไมโครกรัมต่อ

100 กรัม เมื่อแสดงปริมาณไอโอดีนต่อชิ้น พบว่ามีไอโอดีนเฉลี่ย ตั้งแต่ชิ้นละ 5.3 ไมโครกรัม จนถึง 1887.8 ไมโครกรัม และพบว่าใส่กรอกมีขนาดแตกต่างกัน ตั้งแต่ชิ้นละ 12.3 กรัม ถึง 87.7 กรัม มีความชื้น ร้อยละ 54.7 – 65.9

ตารางที่ 1 ปริมาณไอโอดีนและความชื้น จำแนกตามประเภท / สี ของใส่กรอก

ชนิดของใส่กรอก	น้ำหนัก / ชิ้น (กรัม)	ไอโอดีน (ไมโครกรัม/ชิ้น)	ไอโอดีน (ไมโครกรัม/100 กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)
<u>ใส่กรอกสีน้ำตาล</u>				
ขนาด 1.5 x 4.0 ซม. (n=4)	17.8	6.9	38.8	57.3
ขนาด 1.5 x 10.0 ซม. (n=3)	36.4	5.3	14.5	54.7
ขนาด 1.5 x 14.0 ซม. (n=5)	47.1	19.2	40.7	60.6
ขนาด 2.0 x 4.0 ซม. (n=4)	71.1	22.3	31.4	56.3
<u>ใส่กรอกรมควัน</u>				
ขนาด 2.0 x 3.5 ซม. (n=2)	12.7	8.4	66.1	57.8
ขนาด 1.5 x 12.0 ซม. (n=1)	69.0	33.6	48.7	55.6
ขนาด 2.0 x 14.0 ซม. (n=1)	76.3	227.1	297.7	60.1
<u>ใส่กรอกสีน้ำตาลอมแดง</u>				
ขนาด 2.0 x 10.0 ซม. (n =1)	42.9	45.0	104.9	64.5
ขนาด 3.0 x 12.5 ซม. (n =3)	87.7	370.6	422.6	65.9
<u>ใส่กรอกสีแดงอมชมพู</u>				
ขนาด 2.0 x 3.5 ซม. (n =7)	12.3	74.2	603.2	58.3
ขนาด 2.0 x 3.5 ซม. (n =3)	12.8	169.2	1321.9	59.8
ขนาด 2.0 x 4.0 ซม. (n =1)	14.2	265.4	1869.0	58.1
ขนาด 1.5 x 8.5 ซม. (n =1)	26.0	514.3	1978.1	56.7
ขนาด 2.0 x 12.0 ซม. (n =1)	77.6	595.6	767.5	62.8
ขนาด 2.0 x 12.0 ซม. (n =1)	77.5	1887.8	2435.9	63.3
<u>ใส่กรอกสีชมพู</u>				
ขนาด 2.0 x 9.0 ซม. (n = 4)	26.8	541.7	2021.4	58.1



ตารางที่ 2 ปริมาณไอโอดีนและความชื้น จำแนกตามประเภท /สี/วิธีปรุง ของลูกชิ้น

ลำดับที่	รายละเอียดของลูกชิ้น		ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม)		ความชื้น (ร้อยละ)
	ชนิด, วิธีปรุง	น้ำหนัก/ชิ้น (กรัม)	ต่อชิ้น	ต่อ 100 กรัม	
1	ลูกชิ้นกึ่งผสมไก่ สีส้มอ่อน,ทอด	8.5	2.2	25.3	64.9
2	ลูกชิ้นกึ่งผสมไก่ สีส้มอ่อน ,สด	8.8	1.2	13.3	75.2
3	ลูกชิ้นปลา ไม่มีสี,สด	19.9	7.1	35.9	60.7
4	ลูกชิ้นปลา ไม่มีสี,สด	11.9	0	0	76.3
5	ลูกชิ้นแผ่นสัสมหมู-ขาว,ทอด	8.6	2.6	29.8	72.7
6	ลูกชิ้นแผ่นสัสมหมูอ่อน, นึ่ง	7.7	2.1	26.8	72.3
7	ลูกชิ้นแผ่นสัสม,สด	19.2	2.2	11.3	57.6
8	ลูกชิ้นรูปกุ้งสีส้ม,นึ่ง	16.1	5.2	32.3	62.3
9	ลูกชิ้นรูปหมูสีสัสมหมู-ขาว,นึ่ง	8.6	1.6	18.3	70.6
10	ลูกชิ้นสาหร่าย,นึ่ง	16.0	11.1	73.8	57.7

ลูกชิ้นที่ศึกษาครั้งนี้ จะมี สีส้ม สัสมหมู สัสมหมูผสมสีขาว รวมทั้งลูกชิ้นที่ไม่ใส่สี ปริมาณไอโอดีนในลูกชิ้นส่วนใหญ่มีน้อยกว่า 5 ไมโครกรัมต่อลูกชิ้น 1 ลูก ยกเว้นลูกชิ้นผสมสาหร่าย มีไอโอดีน 11.1 ไมโครกรัมต่อลูกชิ้น 1 ลูก

ตารางที่ 3 ปริมาณไอโอดีนและความชื้นในนมและผลิตภัณฑ์

ลำดับที่	รายละเอียดของตัวอย่าง		ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม)		ความชื้น (ร้อยละ)
	ชื่อ(จำนวนตัวอย่าง)	ขนาดบรรจุ	ต่อขนาดบรรจุ	ต่อ 100 มล.	
1	นมรสจืด ยูเอชที (n=6)	180 มล.	73.3	35.3	87.9
		200 มล.	81.5		
		250 มล.	101.9		
2	นมปรุงแต่งยูเอชที กลิ่นสตอเบอรี่ (n=6)	180 มล.	646.6	359.2	83.1
		200 มล.	718.5		
		250 มล.	898.1		
3	นมปรุงแต่ง พาสเจอร์ไรส์ กลิ่นสตอเบอรี่ (n=4)	200 มล.	719.9	360.0	84.4
4	นมถั่วเหลือง รสหวาน ยูเอชที (n=2)	110 มล.	16.8	15.2	84.3
		200 มล.	30.5		
		250 มล.	38.1		
5	นมเปรี้ยวพร้อมมันเนย (n=3)	85 มล.	12.3	10.4	81.3
6	โยเกิร์ตพร้อมดื่ม กลิ่นสตอเบอรี่ ยูเอชที (n=2)	110 มล.	23.4	21.2	75.2
7	โยเกิร์ตพร้อมดื่ม รสสตอเบอรี่ ยูเอชที (n4)	110 มล.	6.3	5.8	81.7

ลำดับที่	รายละเอียดของตัวอย่าง		ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม)		ความชื้น (ร้อยละ)
	ชื่อ(จำนวนตัวอย่าง)	ขนาดบรรจุ	ต่อขนาดบรรจุ	ต่อ 100 กรัม	
8	โยเกิร์ตพร้อมดื่ม กลิ่นกล้วยและสตอเบอรี่ ยูเอชที (n=2)	180 มล.	29.6	16.4	81.5
9	เต้าหู้นมสด รสสตอเบอรี่ (n=1)	160 ก.	1,214.6	759.1	83.2
10	เต้าหู้ย่นนมสด รสสตอเบอรี่ (n=1)	180 ก.	2,089.6	1,393.1	82.7
11	นมอัดเม็ด สีส้มพุด (n=1)	เม็ดละ 1.1 ก.	11.8	1,167.6	3.9

จากตารางที่ 3 พบมีปริมาณไอโอดีนสูงในนมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอรี่ ทั้งนมยูเอชทีและนมพาสเจอร์ไรซ์ โดยมีไอโอดีน 359.2 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ในนมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอรี่ชนิดยูเอชที และ 360.0 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร ในนมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอรี่พาสเจอร์ไรซ์ ขณะที่ในนมสดยูเอชที มีไอโอดีน 35.3 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร นอกจากนี้ยังพบเต้าหู้นมสดรสสตอเบอรี่และเต้าหู้ย่นนมสดรสสตอเบอรี่ ซึ่งเป็นตัวอย่างที่มีสีชมพู รวมถึงนมอัดเม็ดสีชมพู มีไอโอดีน

สูงถึง 759.1, 1,393.1 และ 1,167.6 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ตามลำดับ เมื่อแยกตามขนาดบรรจุ นมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอรี่ยูเอชที ขนาดบรรจุ 180-250 มิลลิลิตรมีไอโอดีน 646.7- 898.1 ไมโครกรัม นมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอรี่ชนิดพาสเจอร์ไรซ์ ซึ่งมีขนาดบรรจุถุงละ 200 มิลลิลิตรจะมีไอโอดีน 719.9 ไมโครกรัม เต้าหู้นมสดและเต้าหู้ย่นนมสดรสสตอเบอรี่ มีไอโอดีน 1,214.6 และ 2,089.6 ไมโครกรัม ต่อถ้วย ส่วนโยเกิร์ตและกลิ่นสตอเบอรี่มีไอโอดีน 5.8-21.2 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 4 ปริมาณไอโอดีนในเครื่องดื่ม

ลำดับที่	รายละเอียดของตัวอย่าง		ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม/ 100 มิลลิลิตร)
1	น้ำหวานกลิ่นสตอเบอรี่	บรรจุกล่อง	0
2	น้ำสตอเบอรี่	บรรจุกล่อง	0
3	น้ำรสสตอเบอรี่ 10 %	บรรจุกล่อง	0
4	น้ำสตอเบอรี่ 25 %ผสมวุ้นมะพร้าว	บรรจุขวด	0
5	น้ำสตอเบอรี่ 25 %ผสมวุ้นมะพร้าว และบุกผง	บรรจุขวด	0
6	น้ำลิ้นจี่ 25 %ผสมวุ้นมะพร้าว	บรรจุขวด	0
7	น้ำแดงใส่วุ้นมะพร้าว ผสมเอง	บรรจุในแก้ว	10.2
8	น้ำแดงใส่เม็ดแมงลัก ผสมเอง	บรรจุในแก้ว	7.7
9	หวานเย็นหลอด รูปคน รสสละไซเดอร์		0
10	หวานเย็นหลอด รูปผลไม้ สีส้ม		0
11	หวานเย็นหลอด รูปผลไม้ สีเหลือง		0



เครื่องดื่มประเภทน้ำหวานที่บรรจุในกล่อง
และขวดทั้งที่มีสีและสีอื่น ๆ เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้ว

ไม่พบไอโอดีน ยกเว้นน้ำแดงใส่ส่วนผสมพริกและเม็ด
แมงลักที่ซื้อจากร้านค้าที่แม่ค้าผสมเอง

ตารางที่ 5 ปริมาณไอโอดีนและความชื้นในขนม

ลำดับที่	รายละเอียดของตัวอย่าง	น้ำหนักต่อชิ้น (กรัม)	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม)		ความชื้น (ร้อยละ)
			ต่อ 100 กรัม	ต่อชิ้น	ต่อชิ้น
1	สายไหม (กินกับแป้งโรตี) สีชมพูเข้ม	17	3,187.0	1.6	541.8
2	สายไหม (กินกับแป้งโรตี) สีชมพูอ่อน	17	1,671.1	3.0	284.1
3	เวเฟอร์เคลือบครีมกลิ่นสตอเบอร์รี่	6	1,720.0	3.5	103.2
4	เวเฟอร์เคลือบครีมกลิ่นสตอเบอร์รี่	6	1,205.8	1.4	72.3
5	เวเฟอร์สอดไส้ครีมสตอเบอร์รี่	6	1,113.8	1.3	66.8
6	เวเฟอร์เคลือบครีมกลิ่นสตอเบอร์รี่	6	849.9	1.3	51.0
7	ขนมชั้น สีแดงจากสีผสมอาหาร	163	923.7	48.5	29.7
8	ขนมเค้ก สีชมพู	55	817.5	27.8	449.6
9	ทับทิมกรอบ สีแดงอมชมพู	75	508.8	64.2	381.6
10	ขนมถ้วยฟู สีชมพู	75	349.0	56.9	261.8
11	ชิฟฟอนเค้ก รสสตอเบอร์รี่	57	311.6	43.9	177.6
12	เค้กสตอเบอร์รี่	24	52.4	29.4	12.6
13	เวเฟอร์เคลือบครีมรสช็อกโกแลต	6	26.0	1.7	1.7
14	โคลลอน กลิ่นสตอเบอร์รี่	54	22.2	2.1	12.0
15	ป๊อปปี้ กลิ่นสตอเบอร์รี่	45 ก./กล่อง	22.0	2.2	9.9
16	ขนมปังรูปหมี สอดไส้สตอเบอร์รี่	41 ก./กล่อง	15.3	1.9	6.3
17	คุกกี้แซนวิชสอดไส้ครีมสตอเบอร์รี่	10	13.0	1.8	1.3
18	ขนมชั้น สีแดงจากธรรมชาติ (ครั้ง)	129	11.1	41.2	14.3
19	เค้กสอดไส้แยมสตอเบอร์รี่	20	10.7	18.2	2.1

สำหรับขนมต่าง ๆ ที่นำมาศึกษาในครั้งนี้พบว่า ขนมที่มีไอโอดีนสูงสุดคือ สายไหมสีชมพูเข้มที่กินกับโรตี มีไอโอดีน 3,187.0 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม รองลงมาคือสายไหมสีชมพูอ่อนมีไอโอดีน 1,671.1 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม เวเฟอร์เคลือบครีม

กลิ่นสตอเบอร์รี่มีไอโอดีน 849.9-1,720.0 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ขนมที่มีไอโอดีนน้อยที่สุดคือ เค้กสอดไส้แยมสตอเบอร์รี่มีไอโอดีน 10.7 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม

ตารางที่ 6 ปริมาณไอโอดีนและความชื้นในเกลือ

ลำดับที่	รายละเอียดของตัวอย่าง	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม/100กรัม)	ความชื้น (ร้อยละ)
1	เกลือใส่ถ้วยแบบกรวย (สีแดง)	11.6	74.6
2	เกลือใส่ถ้วยแบบกรวย (สีส้ม)	9.5	74.6
3	เกลือผลไม้รสส้ม	7.4	74.8
4	เกลือผลไม้รสสตรอเบอร์รี่	7.1	74.4
5	เกลือผลไม้รสแอปเปิ้ล	8.9	74.4
6	เกลือผลไม้รสองุ่น	6.6	74.4
7	เกลือผลไม้รสลิ้นจี่	9.8	74.4
8	เกลือรสสตรอเบอร์รี่	13.0	74.2

จากการตรวจหาปริมาณไอโอดีนในเกลือรสต่างๆ พบว่ามีไอโอดีนน้อยมาก เกลือที่มีไอโอดีนมาก

ที่สุดคือ เกลือรสสตรอเบอร์รี่ เกลือที่มีไอโอดีนน้อยที่สุดคือ เกลือรสองุ่น

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบสีเอริโทรซินในอาหาร

รายการอาหาร	ปริมาณไอโอดีน (ไมโครกรัม /100 กรัม)	ผลทดสอบสี เอริโทรซิน
1.ขนมชั้นสีแดง(ธรรมชาติ)	15.67	ไม่มี
2.ขนมชั้นสีแดง(สีสังเคราะห์ผสมอาหาร)	923.71	มี
3.ขนมโก๋รูปหมีรสสตรอเบอร์รี่	15.3	ไม่มี
4.ชิฟฟอนเค้ก รสสตรอเบอร์รี่	311.6	มี
5.ขนมเค้กสีชมพู	817.4	มี
6.ขนมถ้วยฟูสีชมพู	349.0	มี
7.ขนมเวเฟอร์เคลือบครีมกลี้นสตรอเบอร์รี่	1,720.0	มี
8.นมปรุงแต่ง พาสเจอร์ไรส์ กลี้นสตรอเบอร์รี่	875.5	มี
9.นมปรุงแต่ง UHT กลี้นสตรอเบอร์รี่	356.0	มี
10.โยเกิร์ตพร้อมดื่ม กลี้นสตรอเบอร์รี่	20.8	ไม่มี
11.ไส้กรอกสีชมพู	1,977.4	มี
12.ไส้กรอกสีชมพู	1,866.7	มี

ตารางที่ 7 แสดงผลการทดสอบสีที่ใส่ในอาหาร พบว่าอาหารที่ใส่สีเอริโทรซินได้แก่ ขนมชั้นสีแดง (สีสังเคราะห์ผสมอาหาร) ชิฟฟอนเค้ก รสสตรอเบอร์รี่ ขนมเค้กสีชมพู ขนมถ้วยฟูสีชมพู ขนม

เวเฟอร์เคลือบครีมกลี้นสตรอเบอร์รี่ นมปรุงแต่ง พาสเจอร์ไรส์กลี้นสตรอเบอร์รี่ นมปรุงแต่ง UHT กลี้นสตรอเบอร์รี่ และไส้กรอกสีชมพู



วิจารณ์ผลการศึกษา

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 พ.ศ. 2525 ซึ่งปัจจุบันได้ถูกยกเลิกไปแล้ว ระบุว่าอาหารประเภทไส้กรอกและลูกชิ้นเป็นอาหารที่ไม่อนุญาตให้ใส่สีผสมอาหารทุกชนิด ไม่ว่าจะเป็นสีธรรมชาติหรือสีสังเคราะห์ แต่จากการวิจัยครั้งนี้พบตัวอย่างไส้กรอกที่ใส่สีมีจำนวนมากและมีหลายยี่ห้อ สีที่ใส่จะเป็นเจดแดง ตั้งแต่ น้ำตาลอมแดง แดงอมชมพู จนกระทั่งเป็นสีชมพูสด ไส้กรอกเหล่านี้มีขายอย่างแพร่หลายบริเวณใกล้ๆ โรงเรียนและตามตลาดทั่วไป ที่พบมากบริเวณโรงเรียนจะเป็นแบบเสียบไม้ขาย ไม้ละ 3 ลูก ราคา 5 บาท มีสีแดงอมชมพูและเป็นกลุ่มที่มีไอโอดีนสูง รับประทาน 1 ไม้ จะได้รับไอโอดีนไม่น้อยกว่า 200 ไมโครกรัม ในตลาดหรือแหล่งชุมชนนอกจากจะมีแบบเสียบไม้ขายไม้ละ 3 ลูกแล้วยังมีแบบชิ้นใหญ่ ถ้าใหญ่มากๆ จะเรียกว่าจัมโบ้ราคาชิ้นละ 8-10 บาท มีสีน้ำตาลอมแดงหรือสีแดงคล้ำ หากรับประทาน 1 ชิ้นจะได้รับไอโอดีนไม่น้อยกว่า 500 ไมโครกรัม นอกจากนี้ยังมีผลิตภัณฑ์ไส้กรอกสีชมพูสด หรือเรียกกันว่าไส้กรอกนม มีไอโอดีนสูงเช่นกัน รับประทาน 1 ไม้จะได้รับไอโอดีนประมาณ 500 ไมโครกรัม จะเห็นได้ว่าหากรับประทานไส้กรอกสีน้ำตาลอมแดงหรือสีแดงอมชมพูหรือสีชมพูจะได้รับไอโอดีนมากกว่าปริมาณไอโอดีนที่ควรจะได้รับต่อวัน ซึ่งกำหนดให้เด็กอายุต่ำกว่า 12 ปี ควรได้รับวันละ 90-120 ไมโครกรัม เด็กโตและผู้ใหญ่ควรได้รับวันละ 150 ไมโครกรัม เมื่อทดสอบสีสังเคราะห์ผสมอาหารในไส้กรอกกลุ่มนี้พบว่าใส่สีเอริโทรซิน ซึ่งให้ผลการทดสอบสอดคล้องกับการการศึกษาของ เวณิกาและคณะ⁷ เมื่อปี 2551 ที่ได้ศึกษาเรื่อง “การประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสสีสังเคราะห์ผสมอาหารจากการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในเขตเมืองของ

กรุงเทพมหานครและเขตชนบทของจังหวัดนครปฐม” พบเด็กนักเรียนในจังหวัดนครปฐมมีความเสี่ยงจากการสัมผัสสีเอริโทรซิน มากกว่าสีชนิดอื่นในอาหารประเภทไส้กรอกและลูกชิ้น

นมและผลิตภัณฑ์มีไอโอดีนสูงในกลุ่มที่มีสีชมพูและเป็นรสสตอเบอร์รี่ เมื่อทดสอบสีสังเคราะห์ผสมอาหารพบว่า นมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอร์รี่มีสีเอริโทรซินผสมอยู่ด้วย แต่นมเปรี้ยวและโยเกิร์ตรสสตอเบอร์รี่ไม่มีสีเอริโทรซิน จะเห็นว่าถ้าดื่มนมรสสตอเบอร์รี่ 1 กล่อง หรือนมพาสเจอร์ไรส์รสสตอเบอร์รี่ 1 ถูง (200 มล.) จะได้รับไอโอดีนประมาณ 700 ไมโครกรัม เมื่อเทียบกับปริมาณอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวัน (DRI) ประมาณ 7 เท่าในเด็กเล็ก หรือ 4-5 เท่า ในเด็กโตและผู้ใหญ่

เครื่องดื่มประเภทน้ำหวานที่มีสีแดงและสีอื่นๆ ส่วนใหญ่ในฉลากจะระบุว่าผสมกลิ่นหรือรสสตอเบอร์รี่ เมื่อตรวจวิเคราะห์แล้วไม่พบไอโอดีน ยกเว้นน้ำแดงใส่วันมะพร้าวและเม็ดแมงลักที่ซื้อจากร้านค้าที่แม่ค้าผสมเองแล้ววางขายโดยไม่ฉลากอาหารปรากฏว่ามีไอโอดีนอยู่บ้าง ไอโอดีนนี้อาจจะมาจากส่วนผสมอื่นที่ใส่น้ำหวาน

ขนมที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ มีทั้งขนมที่วางขายทั่วไปและขนมบรรจุซอง ขนมที่มีสีชมพูและขนมที่แต่งกลิ่นหรือรสสตอเบอร์รี่มีไอโอดีนสูง และให้ผลการทดสอบสีสังเคราะห์ผสมอาหารว่ามีสีเอริโทรซินผสมอยู่ ยังมีสีชมพูเข้มยังมีไอโอดีนมาก เช่น สายไหมที่กินกับโรตีสายไหมสีชมพูเข้มใน 100 กรัม มีไอโอดีน 3,187.0 ไมโครกรัม ส่วนสายไหมสีชมพูอ่อนมีไอโอดีน 1,671.1 ไมโครกรัม ถ้ารับประทานโรตีสายไหมที่มีสายไหมสีชมพูเข้มเพียงหนึ่งชิ้น (17 กรัม) จะได้รับไอโอดีน ประมาณ 500

ไมโครกรัม ถ้าสายไหมสีชมพูอ่อนจะได้ไอโอดีนน้อยลง คือ 284 ไมโครกรัม ขนมหันส์แดงที่ใช้สีสังเคราะห์ผสมอาหารมีไอโอดีน 911.7 ไมโครกรัม ขณะที่ขนมหันส์ใช้สีธรรมชาติ (สีจากครั่ง) มีไอโอดีน 11.1 ไมโครกรัม เวเฟอร์เคลือบครีมกลั่นสตอเบอร์รี่มีไอโอดีน 849.9-1,720.0 ไมโครกรัมต่อ 100 กรัม ขณะที่ เวเฟอร์เคลือบครีมรสช็อกโกแลตมีไอโอดีนเพียง 26.0 ไมโครกรัม สำหรับขนมอื่นที่มีไอโอดีนสูง ได้แก่ ขนมหันส์ชมพู ทับทิมกรอบสีแดงอมชมพู ขนมห้วยฟุ้งชมพู และชิฟฟ่อนเค้กสีชมพู ขนมเหล่านี้ถ้ารับประทาน 1 ชิ้น จะได้รับไอโอดีนเกินกว่าปริมาณอ้างอิงที่ควรได้รับประจำวันเช่นเดียวกับโรตีสายไหมขนมหันส์และเวเฟอร์เคลือบครีมกลั่นสตอเบอร์รี่

สรุปผลการวิจัย

จากผลการศึกษา ปริมาณไอโอดีนในอาหารและขนมที่มีสีแดงหรือสีชมพูพบว่า อาหารที่มีไอโอดีน

สูง ได้แก่ ใสกรอกสีชมพูหรือสีแดงอมชมพูหรือสีน้ำตาลอมแดง นมปรุงแต่งกลิ่นสตอเบอร์รี่ สายไหมสีชมพู ขนมหันส์ชมพู ขนมห้วยฟุ้งชมพู ชิฟฟ่อนเค้กรสสตอเบอร์รี่สีชมพู เวเฟอร์สอคใสครีมสตอเบอร์รี่ เมื่อทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารเหล่านี้พบว่า มีสีเออริโทรซิน สีสังเคราะห์ตัวนี้เมื่อเติมในอาหารจะให้สีชมพู หรือแดงอมชมพู สีเออริโทรซินมีไอโอดีนผสมร้อยละ 57.7 โดยน้ำหนัก ดังนั้นเมื่อนำสีเออริโทรซินมาใส่ในอาหารทำให้อาหารมีไอโอดีนสูงไปด้วย หน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยเฉพาะ กระทรวงสาธารณสุข ควรนำผลการศึกษานี้ไปกำหนดนโยบาย สาธารณะด้านมาตรการทางวิชาการ ด้านกฎหมาย และด้านสังคมในการตรวจสอบและควบคุมการใช้สีเออริโทรซินผสมอาหาร เพื่อป้องกันการได้รับสารไอโอดีนเกินและเกิดอันตรายต่อร่างกายของเด็กและประชาชนทั่วไป

Keywords: Protein quality and digestibility, Amino acid score, PQCAAS

Corresponding author's email: wantanee.knang@mahidol.ac.th



เอกสารอ้างอิง

1. วรนนท์ สุภพิพัฒน์. อาหาร โภชนาการและสารเป็นพิษ. กรุงเทพมหานคร: แสงไทยการพิมพ์; 2538.
2. Lee SM, Lewis J, Buss DH, Holcombe GD, Lawrance PR. Iodine in British foods and diets. Br J Nutr. 1994;72(3):435-46.
3. Wikipedia, the free encyclopedia. Erythrosine. [document on the Internet]. Bangkok. [updated 2014 July 30; cited 2014 Oct 27]. Available from : <http://en.wikipedia.org/wiki/Erythrosine>.
4. The UK Food Guide. E127 Erythrosine. [document on the Internet]. Bangkok. [cited 2015 Feb 25]. Available from: <http://www.ukfoodguide.net/e127.htm>.
5. Jennings AS, Schwartz SL, Balter NJ, Gardner D, Witorsch RJ. Effects of oral erythrosine (2',4',5',7'-tetraiodofluorescein) on the pituitary-thyroid axis in rats. Toxicol Appl Pharmacol. 1990;103(3):549-56.
6. จงกลณี วิทยารุ่งเรืองศรี. ปริมาณการใช้สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในร้านขายของชำในเขตกรุงเทพมหานครและภาคกลาง. นนทบุรี: สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. กองแผนงานและวิชาการ; 2539.
7. เวณิกา เบ็ญจพงษ์, วีรยา การพานิช, ปิยนุช วิเศษชาติ, กอบแก้ว ขันดี, จารุณี วงศ์เล็ก. การประเมินความเสี่ยงการได้รับสัมผัสสีสังเคราะห์ผสมอาหารจากการบริโภคอาหารของเด็กนักเรียนในเขตเมืองของกรุงเทพมหานครและเขตชนบทของจังหวัดนครปฐม. วารสารโภชนาการ. 2551; 43(4):28-37.
8. ตักดา พริ้งล้าภ, วิชัย เอกพลากร. ภาวะโภชนาการของสารไอโอดีนในเด็ก. ใน: วิชัย เอกพลากร, บรรณาธิการ. รายงานการสำรวจสุขภาพประชาชนไทยโดยการตรวจร่างกาย ครั้งที่ 4 พ.ศ. 2551-2552. นนทบุรี: บริษัทเดอะกราฟิกซิสเต็มส์ จำกัด; 2553.
9. Moxon RE, Dixon EJ. Semi-automatic method for the determination of total iodine in food. Analyst. 1980;105(1249):344-52.
10. Bradley RL, Jr., chepter editor. Chapter 33. Dairy products: Solids (Total) in milk. In: George W. Latimer, Jr., editor. Official Methods of Analysis of AOAC International. 19th ed. Maryland: Gaithersburg, Md: AOAC International; 2012.
11. Kirk RS, Sawyer R. Peason's composition and analysis of foods. 9th ed. United Kingdom: Longman Scientific & Technical; 1991:102-109.