สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การประเมินความปลอดภัยในการบริโภคขนมเยลลี่สำเร็จรูป
SAFETY EVALUATION IN CONSUMPTION READY TO EAT JELLY

นางสาวอุไรวรรณ เต็มแก้ว
นางสาววริพัสย์ อารีกุล

TX
612
.J4
ว3280
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....130274
วัน, เดือน, ปี.....-2 มิ.ย. 2557

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบรายได้ ประจำปี 2552
คณะอุตสาหกรรมเกษตร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

b.12597351
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การประเมินความปลอดภัยในการบริโภคขนมเยลลี่สำเร็จรูป
แหล่งเงิน งบประมาณเงินรายได้คณะอุตสาหกรรมเกษตร
ประจำปีงบประมาณ 2552 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 32,000 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2551 ถึง ตุลาคม 2552 ✓
ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด
นางสาววริพัสย์ อารีกุล คณะอุตสาหกรรมเกษตร (หัวหน้าโครงการ)
นางสาวอุไรวรรณ เต็มแก้ว คณะอุตสาหกรรมเกษตร (ผู้ร่วมโครงการวิจัย)

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ที่วางจำหน่ายในตลาดเขตพื้นที่กรุงเทพมหานครและปริมณฑล นำมาวิเคราะห์หาปริมาณกรดเบนโซอิก และสีผสมอาหารสังเคราะห์จำนวน 5 ชนิด (ปองโซ 4 อาร์ คาร์โมอิ-ซิน เออริโธรซิน ตาร์ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ) ด้วยวิธีลิควิด โครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง (High Performance Liquid Chromatography, HPLC) โดยตัวอย่างขนมเยลลี่ทั้งหมด 58 ตัวอย่าง ที่มีสีต่างกันจากแต่ละยี่ห้อ ทั้งหมดจำนวน 23 ยี่ห้อ ได้มาจาก 11 แหล่งผลิต จากผลการศึกษาพบว่า กรดเบนโซอิกและเกลือของกรดเบนโซอิกเป็นวัตถุกันเสียชนิดหลักที่พบในผลิตภัณฑ์เยลลี่ (86.21 เปอร์เซ็นต์) และพบว่า มีผลิตภัณฑ์เยลลี่จำนวน 16 ตัวอย่างที่ใช้กรดเบนโซอิกเกินมาตรฐานที่กำหนด ส่วนสีผสมอาหารสังเคราะห์ปริมาณสีเฉลี่ยที่ตรวจพบใน สีปองโซ 4 อาร์, คาร์โมอิซิน, เออริโธรซิน, ตาร์ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ คือ 4.80, 6.42, 1.23, 27.76 และ 18.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณการได้รับสัมผัสสารทางการบริโภค แสดงให้เห็นว่า ที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) ผู้บริโภคช่วงอายุ 0-3 ปีหากบริโภคเยลลี่เพียงชนิดเดียว ที่มีความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกเทียบเท่าระดับสูงสุดที่ตรวจพบก็สามารถทำให้เกิดอันตรายได้โดยเกิดอาการลมพิษ และโรคหืดหอบ เป็นต้น ดังนั้นเด็กอายุตั้งแต่ 3-9 ปี ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลของผู้ปกครอง นอกจากนั้นผู้บริโภคกลุ่มวัยรุ่นและวัยทำงาน (9-35 ปี) ควรระมัดระวังในการบริโภค และไม่ควรบริโภคเกิน 3 และ 5 หน่วยบริโภค (ขนาด 25 กรัม) ต่อวัน สำหรับอายุ 9-16 ปี และ 16-35 ปี ตามลำดับ

คำสำคัญ : เยลลี่ กรดเบนโซอิก สีสังเคราะห์ ลิควิดโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Safety Evaluation in Consumption Ready to Eat Jelly
Researcher: MS. Varipat Areekul and MS. Uraiwan Temkaew
Faculty: Agro-Industry **Department:** -

ABSTRACT

The Ready-to-eat dessert jelly (RTE dessert jelly) samples marketed in Bangkok and circumference areas were evaluated for the quantity of benzoic acid and 5 synthetic colorants (Ponceau 4 R, Carmoisine, Erythrosine, Tartrazine and Sunset yellow FCF) by HPLC analysis. The 58 samples with different color from 23 brands were obtained from 11 manufacturers. Result indicated that benzoic acid and their salt were major preservative in these products (86.21%) in which 16 samples were not complied to regulation. The average of Ponceau 4 R, Carmoisine, Erythrosine, Tartrazine and Sunset yellow FCF were 4.80, 6.42, 1.23, 27.76 and 18.46 mg/ kg, respectively. The exposure assessment revealed that 97.5th percentile of children age 0-3 year consumed RTE dessert jelly with highest benzoic acid alone would be harm with urticaria, non-immunological contact urticaria and asthima (124.25%ADI). From these result, children age of 3-9 years should be consumed RTE dessert jelly under the supervision of their parents. In addition, the teenage and working group (age of 9-35 years) should be precaution and consume less than 3 and 5 units (25 g/unit) per day for age 9-16 and 16-35 years, respectively.

Keywords : jelly benzoic acid synthetic colorants HPLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

"การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากเงินงบประมาณรายได้ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2552 " ทำให้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการ คณะอุตสาหกรรมเกษตร ที่อำนวยความสะดวกในการทำงานวิจัย และ ขอขอบคุณ คุณอานัติพงศ์ ปทุมชาติ นักวิทยาศาสตร์เคมี ประจำห้องปฏิบัติการเคมี บริษัท มี้ด จอห์นสัน นิวทริชัน (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้ความช่วยเหลือและให้ความรู้เกี่ยวกับวิธีการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค โครมาโตกราฟีแบบของเหลวสมรรถนะสูง ได้เป็นอย่างดี

นางสาววริพัสย์ อารีกุล
นางสาวอุไรวรรณ เต็มแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VIII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 บทนำ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 เยลลี่ 3
2.2 วัตถุเจือปนที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ 5
2.3 ข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง 18
2.4 ข้อมูลการบริโภคอาหารและการประเมินการได้รับสัมผัส 19
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีทดลอง 26
3.1 วัตถุดิบ 26
3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ 29
3.3 สถานที่ดำเนินงาน 30
3.4 วิธีการทดลอง 30
บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง 33
4.1 ข้อมูลฉลากของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ 33
4.2 ปริมาณกรดเบนโซอิกในขนมเยลลี่และการประเมินความปลอดภัยจากการได้รับสัมผัส 36
4.3 ปริมาณสีผสมอาหาร (ปองโซ 4 อาร์ คาร์โมอีซิน เออริโธรซิน ตาร์ตราซีน ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ) ในขนมเยลลี่และการประเมินความปลอดภัยจากการได้รับสัมผัส 42
4.4 การประเมินความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 57

5.1 สรุปผลการทดลอง 57

5.2 ข้อเสนอแนะ 58

บรรณานุกรม 59

ภาคผนวก 64

ภาคผนวก ก 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ปริมาณการใช้กรดเบนโซอิกในอาหารบางประเภท 6
2.2 ปริมาณที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์ 9
2.3 ปริมาณสีผสมอาหาร และกรดเบนโซเอิก ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในขนมเยลลี่ และค่า Acceptable daily intake (ADI) ของสารแต่ละชนิด 19
2.4 จำนวนตัวอย่างที่สำรวจแยกตามกลุ่มอายุ 21
2.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณขนมเยลลี่ที่บริโภคสำหรับประชากร ทั้งหมดในทุกช่วงอายุ 21
3.1 ข้อมูลตัวอย่างขนมเยลลี่จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง 27
4.1 ข้อมูลฉลากของขนมเยลลี่จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง 33
4.2 ปริมาณกรดเบนโซอิกในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ในตลาดกรุงเทพฯและปริมณฑล 37
4.3 ปริมาณการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกของผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆ ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ 39
4.4 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (กรดเบนโซอิก) 41
4.5 ปริมาณสีผสมอาหารในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ในตลาดกรุงเทพฯและปริมณฑล 43
4.6 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีปองโซ 4 อาร์ ในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI 46
4.7 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีปองโซ 4 อาร์) 47
4.8 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีคาร์โมอีซีนในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI 48
4.9 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีคาร์โมอีซีน) 49
4.10 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีเออริโธรซีนในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI 50
4.11 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีเออริโธรซีน) 51
4.12 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีตาร์ตราซีนในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI 52
4.13 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีตาร์ตราซีน) 53
4.14 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆ ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI 54
4.15 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ) 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	สูตรโครงสร้างของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต	5
2.2	กลไกในการขจัดความเป็นพิษของกรดเบนโซอิก	6
2.3	สูตรโครงสร้างของสีปองโซ 4 อาร์	10
2.4	สูตรโครงสร้างของสีคาร์โมอีซีน	11
2.5	สูตรโครงสร้างของสีเออริโธซิน	13
2.6	สูตรโครงสร้างของสีตาร์ตราซีน	14
2.7	สูตรโครงสร้างของสีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ	16
3.1	ตัวอย่างขนมเยลลี่	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่จำหน่ายกันอย่างแพร่หลายในท้องตลาดมีรูปร่าง ลักษณะ รสชาติ และมีสีสันต่างๆ ที่สวยงามน่ารับประทาน ทั้งนี้เพื่อดึงดูดความสนใจของผู้บริโภค โดยเฉพาะกลุ่มเด็กและเยาวชน ซึ่งกลิ่นรสที่นิยมบริโภค มักเป็นกลิ่นรสผลไม้ต่างๆ แต่ความเป็นจริง ผลิตภัณฑ์เหล่านี้เติมน้ำผลไม้ในปริมาณที่น้อยมาก และผู้ผลิตนิยมเติมแต่งกลิ่นและสีด้วยสารสังเคราะห์ต่างๆ เพื่อบ่งบอกกลิ่นรสผลิตภัณฑ์ เช่น รสสตรอเบอรี่ ส้ม และเลมอน เป็นต้น ซึ่งสารสังเคราะห์ดังกล่าวอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ หากใส่ในปริมาณที่ไม่เหมาะสม โดยเฉพาะ การเติมสีผสมอาหารสังเคราะห์ในปริมาณที่สูงกว่ามาตรฐาน หรือบริโภคอาหารที่มีสีสังเคราะห์เป็นประจำในปริมาณมาก จนกระบวนการกำจัดในร่างกายไม่สามารถกำจัดได้ทัน ก็จะตกค้างและสะสมมากขึ้น จนอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ทั้งในระยะสั้น เช่น อาการท้องเดิน น้ำหนักลด และ/หรือเกิดจากการแพ้ เช่น เป็นลมพิษ หืดหอบ หรือเยื่อบุจมูกอักเสบ นอกจากนี้ยังอาจก่อให้เกิดโรคเรื้อรัง เช่น โรคเกี่ยวกับระบบประสาท มะเร็ง หรือเนื้องอกได้ เป็นต้น (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

ผู้ประกอบการมักเติมน้ำตาลปริมาณสูงในผลิตภัณฑ์เพื่อให้ได้รสหวานเป็นที่ชื่นชอบของผู้บริโภค จึงอาจก่อให้เกิดโรคอ้วนในเด็กกลุ่มที่นิยมบริโภคได้ และส่งผลกระทบต่อสุขภาพหรือเพิ่มปัจจัยเสี่ยงในการเกิดโรคอื่นๆ ตามมา เช่น การเกาะของไขมันบริเวณหลอดเลือด สมองเติบโตได้ไม่ดี เมื่อเลือดนำออกซิเจนไปเลี้ยงสมองได้น้อย และการกดทับของน้ำหนักที่ท่อทางเดินหายใจทำให้เด็กขาดออกซิเจนในระหว่างการนอนหลับระยะเวลาหนึ่ง หรือไขมันที่สะสมในเนื้อเยื่อตับอาจทำให้การทำงานของตับเกิดความผิดปกติได้ อีกทั้งน้ำตาลยังก่อให้เกิดโรคฟันผุได้ง่าย นอกจากนี้ หากบริโภคอาหารที่มีรสหวานมากอย่างต่อเนื่อง จะก่อให้เกิดพฤติกรรมการบริโภคที่ไม่เหมาะสม ทำให้มีโอกาสเป็นโรคอ้วนและโรคแทรกซ้อนต่างๆ ในวัยผู้ใหญ่ เช่น โรคหัวใจ โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูง ไขมันในเลือดสูง และข้อเสื่อม เป็นต้น (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2554) นอกจากการเติมน้ำตาลเพื่อให้ความหวานแล้ว ยังอาจพบการใช้สารให้ความหวานทดแทนน้ำตาลอื่นๆในการลดต้นทุนในการผลิตอีกด้วย อีกทั้งยังอาจพบการใช้ซัคคาริน เพราะมีความหวานมากกว่าน้ำตาล 300- 500 เท่า และอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดเนื้องอกหรือมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะได้ (Cohen และคณะ, 1979)

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เยลลี่ส่วนใหญ่ มักต้องใช้เวลาเพื่อการจำหน่าย การกระจายสินค้า และการบริโภค จึงอาจเติมสารกันเสีย หรือวัตถุกันเสีย เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาให้ผลิตภัณฑ์ เช่น เบนโซเอต เป็นต้น เบนโซเอตหรือกรดเบนโซอิกเป็นสารกันเสียที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้ได้ แต่กำหนดปริมาณสูงสุดที่อนุญาตใช้ในเยลลี่เท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547) แต่หากใช้เกินกว่าที่กฎหมายกำหนด ก็สามารถทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ เช่น ทำให้เกิดภาวะเป็นเมตาบอลิกเอซิโดซีส (Metabolic acidosis) อาการชัก อาการหายใจลึกและเร็ว และอาการแพ้ เป็นต้น ซึ่งเป็นผลจากการทดลองทั้งในสัตว์ และมนุษย์ (Tfouni และ Toledo, 2002; Wen และคณะ, 2007) ซึ่งการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

องค์ประกอบทั้งชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งอาหารในกลุ่มผลิตภัณฑ์เยลลี่ ในประเทศไทยยังมีข้อมูลค่อนข้างจำกัด และ ผลิตภัณฑ์กลุ่มนี้เป็นที่นิยมบริโภคในกลุ่มเด็กและเยาวชน โดยเฉพาะขนมเยลลี่กลุ่มสีแดง ส้ม และเหลือง จึงอาจก่อให้เกิดความเสี่ยงจากการบริโภคขึ้นได้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 ศึกษาชนิดและปริมาณของสีผสมอาหาร และเบนโซเอต ในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ กลุ่มสีเหลือง ส้ม และแดง

1.2.2 เพื่อประเมินความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกขนมเยลลี่

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

เป็นการสุ่มตัวอย่างขนมเยลลี่ประเภทเยลลี่เหลวและเยลลี่อ่อน กลุ่มสีเหลือง ส้ม และแดง ที่จำหน่ายในเขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑลจำนวน 58 ตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณสารเติมแต่งอาหาร ดังนี้ สีผสมอาหารสังเคราะห์ (ปองโซ 4 อาร์, คาร์โมอิซิน, เออริโธรซิน, ตาร์ตราซีน, ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ) และเบนโซเอต และใช้เป็นข้อมูลในการประเมินความปลอดภัยในขนมเยลลี่พร้อมบริโภค รวมทั้งเป็นข้อมูลเบื้องต้นในเชิงชนิดและปริมาณของสารเติมแต่งอาหารสำหรับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา รวมทั้งหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้ในการประเมินความเสี่ยงของการบริโภคสารเติมแต่งอาหารต่างๆ ของประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 เยลลี่

เยลลี่ หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้น หรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองและผสมกับน้ำตาลทำให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะ ทั้งนี้ให้รวมถึงเยลลี่ที่อยู่ในลักษณะแห้งด้วย (กระทรวงสาธารณสุข, 2543) และตามมาตรฐานโคเด็กซ์ หรือ CODEX STAN 296-2009 ได้ให้คำจำกัดความว่า เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะเป็นเจล กึ่งแข็งกึ่งเหลว ทำจากน้ำผลไม้และ/หรือสกัดจากน้ำผลไม้หนึ่งชนิดหรือมากกว่า แล้วผสมกับสารให้ความหวาน โดยมีการเติมน้ำเพิ่มหรือไม่ก็ได้ (CODEX STAN 296-2009) สำหรับนักวิชาการต่างๆ ได้ให้คำจำกัดความผลิตภัณฑ์เยลลี่ต่างๆ ไว้คล้ายคลึงกัน ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากน้ำผลไม้ เคี่ยวกับน้ำตาลจนกระทั่งถึงจุดความเข้มข้นที่ต้องการ อาจผสมเพคตินและกรดอินทรีย์ และเมื่อเย็นจะแข็งตัวมีลักษณะเป็นเจล ซึ่งโครงร่างของเจลจะต้องกระจายในรูปคอลลอยด์ มีความเหนียวหนืดไม่เสียรูปเป็นวุ้น (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2532)

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ ได้ให้นิยามขนมเยลลี่ว่า “วุ้นสำเร็จรูปที่มีน้ำผลไม้ไม่น้อยกว่าร้อยละ 10 ของน้ำหนัก และไม่เกินร้อยละ 20 ของน้ำหนัก และให้หมายความรวมถึงขนมเยลลี่ที่เป็นชนิดแห้งด้วย” (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2529)

2.1.1 ประเภทของผลิตภัณฑ์เยลลี่

แบ่งผลิตภัณฑ์เยลลี่ตามที่จำหน่ายในท้องตลาดได้ 2 รูปแบบดังนี้ (สุวรรณา สุภิมารส, 2543)

1) เยลลี่ที่รับประทานเป็นอาหารว่าง (dessert jelly) ส่วนใหญ่ใช้คาราจีแนนในการเกิดเจล มีการเติมน้ำตาล กรดซิตริก สารแต่งสีและสารปรุงแต่งกลิ่นรส ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีทั้งรสหวานอมเปรี้ยว ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด ได้แก่ เยลลี่ตราปีโป้ อิมพีเรียล และเจเล่

2) เยลลี่ที่รับประทานเป็นขนมหวาน (confectionery jelly) เยลลี่ชนิดนี้มีรสหวานเพียงอย่างเดียวใช้เจลาติน (gelatin) เป็นสารทำให้เกิดเจล และเติมกลูโคสไซรัป (glucose syrup) ลงไปด้วย ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่พบในท้องตลาด ได้แก่ เยลลี่ยี่ห้อจอลลี่แบร์ และโยโย่ หรือพบในรูปขนมไทยแบบต่าง ๆ เช่น วุ้นไข่ วุ้นกะทิ เป็นต้น

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ตาม มผช. 518-520/2547 แบ่งผลิตภัณฑ์เยลลี่ออกเป็น 3 ประเภท (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2547) ดังนี้

1) เยลลี่เหลว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัด แล้วผสมกับสารให้ความหวาน และสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลลาติน คาราจิแนน หรือวุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะเหลว อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญชาติ และสมุนไพร เคี่ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ แล้วบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท

2) เยลลี่อ่อน หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัด แล้วผสมกับสารให้ความหวาน และสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลลาติน คาราจิแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะกึ่งแข็ง อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธัญชาติ สมุนไพร จากนั้นเคี่ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ แล้วบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท

3) เยลลี่แห้ง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำผลไม้ ผัก ธัญชาติ หรือสมุนไพร มาคั้นหรือสกัด แล้วผสมกับสารให้ความหวาน และสารที่ทำให้เกิดเจล เช่น เจลลาติน คาราจิแนน วุ้น ในปริมาณที่เหมาะสมที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์อยู่ในลักษณะแห้งและเหนียว อาจผสมกรดผลไม้และส่วนประกอบอื่นๆ เช่น ผลไม้ ผัก ธัญชาติ สมุนไพร จากนั้นจึงเคี่ยวให้มีความข้นเหนียวพอเหมาะที่อุณหภูมิที่เหมาะสม อาจแต่งสีและกลิ่นรสด้วยก็ได้ อาจเทใส่พิมพ์หรือตัดเป็นชิ้น ภายหลังจากทิ้งไว้ให้เย็น แล้วจึงอาจคลุกด้วยน้ำตาลหรือแป้งบริโภค

2.1.2 ส่วนประกอบที่สำคัญของผลิตภัณฑ์เยลลี่

2.1.2.1 สารที่ทำให้เกิดเจล การผลิตเยลลี่สำเร็จรูปในเชิงอุตสาหกรรมมี ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ กัม (gums) ซึ่งทำหน้าที่เป็นสารที่ทำให้เกิดเจล ชนิดของกัมที่ใช้กันอย่างแพร่หลายได้แก่ คารา-จีแนน เจลาติน และเพกติน (ศรีสุวรรณ อุทธนผล, 2531)

2.1.2.2 น้ำตาล เป็นสารที่ให้ความหวานในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ช่วยให้เพกตินฟอร์มโครงสร้างเจล ซึ่งปริมาณน้ำตาลที่ใช้ขึ้นแปรผันตามปริมาณเพกติน และความเป็นกรดด่างของเนื้อหรือน้ำผลไม้ชนิดนั้นๆ ถ้าปริมาณเพกตินมาก ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักของผลไม้ก็มากด้วย ถ้าผลไม้ มีความเป็นกรดสูง (เปรี้ยว) ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ต่อน้ำหนักผลไม้หรือน้ำผลไม้ต่ำ อย่างไรก็ตาม ปริมาณน้ำตาลที่ใช้ ไม่ควรสูงกว่า 70 องศาบริกซ์ (วัดโดยเครื่องรีแฟคโตมิเตอร์) โดยสารให้ความหวานที่อนุญาตให้ใช้ในเยลลี่ ตามมอก. 236-2521 มีหลายชนิด ได้แก่ น้ำตาลซูโครส น้ำตาลอินเวิร์ต (invert sugar) อินเวิร์ตไซรัป (invert syrup) เดกซโตรส (dextrose) ฟรุกโตสไซรัป (fructose syrup) กลูโคสไซรัป (glucose syrup) และกลูโคสไซรัปแห้ง (dried glucose syrup) (ชรินรัตน์ อุดเมืองคำ, 2552)

2.1.2.3 สารปรับความเป็นกรด (acidifying agent) และสารควบคุมความเป็นกรดด่าง (pH regulating agents) มีความสำคัญต่อรสของผลิตภัณฑ์และช่วยให้เจลคงตัวมากขึ้น แต่การเติมกรดในปริมาณที่มากเกินไปจะทำลายความคงตัวของเจลได้ โดยปกติเยลลี่มีค่าความเป็นกรดด่าง อยู่ระหว่าง 2.8-3.5 ส่วนค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมที่สุดคือ 3.2 โดยสารที่ใช้เพิ่มและควบคุมความเป็นกรดด่างตามประกาศ มอก. 263-2521 ได้แก่ กรดซิตริก กรดมาลิก กรดแลกติก กรดฟูมาลิก และเกลือโซเดียม โปตัสเซียม และแคลเซียมของกรดเหล่านี้ รวมถึงโซเดียมและโปตัสเซียมไบคาร์บอเนต (ชรินรัตน์ อุดเมืองคำ, 2552)

2.1.2.4 สี กลิ่นรส หรือน้ำผลไม้ จะช่วยปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีลักษณะน่ารับประทาน เพิ่มขึ้น น้ำผลไม้ที่ใช้เป็นส่วนผสมในเยลลี่ต้องเป็นน้ำผลไม้ล้วนที่ได้จากการคั้นหรือสกัดจากผลไม้ หรือทำจากน้ำผลไม้ที่ผ่านกรรมวิธี หรือทำให้เข้มข้นหรือแช่แข็ง ซึ่งผ่านการกรองแล้ว และให้หมายความรวมถึงผักที่เหมาะสมในการทำขนมเยลลี่ด้วย (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2529)

ส่วนประกอบที่สำคัญของเยลลี่ผลไม้ประกอบด้วยน้ำตาล น้ำผลไม้ และสารที่ทำให้เกิดเจล ดังนั้นเยลลี่ จึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการด้านพลังงานเป็นส่วนใหญ่ โดย เยลลี่ 100 กรัม ให้พลังงาน 273 กิโลแคลอรี่ มีปริมาณเกลือแร่ และวิตามินเล็กน้อย แต่ถ้าเป็นวุ้นกะทิ มีคุณค่าด้านไขมันเพิ่มขึ้น หรือวุ้นสังขยา มีคุณค่าด้านโปรตีน เพิ่มขึ้น (กรมวิชาการเกษตร, 2543)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วัตถุเจือปนและสารให้ความหวานที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เยลลี่

2.2.1 วัตถุเจือปนอาหาร

2.2.1.1 กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอท

- สมบัติของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอท

กรดเบนโซอิก เป็นชื่อตาม IUPAC และมีชื่อทั่วไปคือ คาร์บอกซีเบนซีน (caboxybenzene) หรือกรดเบนโซอิก สูตรโมเลกุลคือ $C_2H_6O_2$ และมีสูตรโครงสร้างดังภาพที่ 2.1 กรดเบนโซอิก มีสถานะเป็นผลึกของแข็งสีขาว มีรสหวานอมเปรี้ยวเล็กน้อย มีกลิ่นฉุน มีจุดเดือดที่ 249 องศาเซลเซียส จุดหลอมเหลวที่ 122 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุล 122.2 ความถ่วงจำเพาะ 1.32 กรดเบนโซอิก จะละลายในน้ำได้น้อยมาก แต่จะละลายได้ดีขึ้นในแอลกอฮอล์ อีเทอร์ คลอโรฟอร์ม และน้ำมัน ตามธรรมชาติพบในรูปไกลโคไซด์ในพืชบางชนิด เช่น ผลไม้พวกเชอรี่ และลูกพรุน กรดเบนโซอิกนิยมใช้ในรูปเกลือโซเดียม และนิยมใช้เป็นวัตถุกันเสียมานาน อีกทั้งเกลือโซเดียมของกรดชนิดนี้ละลายน้ำได้ดีกว่าในรูปกรด จึงนิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมากกว่า (วีรยา การพานิช, 2554)

Benzoic acid Sodium benzoate

ภาพที่ 2.1 สูตรโครงสร้างของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต

ที่มา : วีรยา การพานิช ,2554

กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตจะให้ผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ดีที่สุดที่ความเป็นกรดด่าง ระหว่าง 2.5-4.0 และมีประสิทธิภาพสูง เมื่ออยู่ในรูปของกรดที่ไม่แตกตัว จึงเหมาะที่จะใช้กับผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดสูงหรือมีความเป็นกรดด่างต่ำ ตัวอย่างเช่น เครื่องดื่มชนิดต่างๆ ทั้งชนิดที่อัดคาร์บอนไดออกไซด์และไม่อัดคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำหวานชนิดต่างๆน้ำผลไม้ เครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์เป็นส่วนประกอบ แยม เยลลี่ ผักดอง ผลไม้ดอง น้ำสลัด ฟรุตสลัด และเนยเทียม เป็นต้น (วีรยา การพานิช, 2554)

กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ ที่ผนังเซลล์และเอนไซม์ของจุลินทรีย์ โดยเบนโซเอตมีผลต่อผนังเซลล์จุลินทรีย์ ทำให้รบกวนกระบวนการซึมผ่านของอาหารผ่านเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ ในขณะเดียวกัน จะแทรกผ่านเยื่อหุ้มเซลล์แล้วไป แตกตัวภายในเซลล์จุลินทรีย์ ส่งผลให้เกิดยับยั้งการสร้างเอนไซม์บางชนิดและทำลายเอนไซม์ หรือทำให้เอนไซม์เสียสภาพ จึงหยุดการทำงานของเอนไซม์ โดยเฉพาะ เอนไซม์ที่ใช้ควบคุมกระบวนการเมตาบอลิซึมในเชื้อแบคทีเรียและยีสต์ ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตต่อไปได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2546) กรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตสามารถยับยั้งการเจริญของยีสต์และราได้ดีกว่าแบคทีเรีย จึงใช้ปริมาณของกรดเบนโซอิกในการยับยั้งแบคทีเรียสูงกว่าที่ใช้กับยีสต์และรา (ตารางที่ 2.1) และความสามารถในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ของวัตถุกันเสียชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงในช่วงค่าความเป็นกรดด่างที่กว้าง หรือระหว่าง 2.6-6.3 และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาการยับยั้งจุลินทรีย์ของกรดเบนโซอิกเกิดขึ้นจากการที่กรดไปรบกวนโครงสร้างของเอนไซม์ในเซลล์จุลินทรีย์ (ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก, 2544)

ตารางที่ 2.1 ปริมาณการใช้กรดเบนโซอิกในอาหารบางประเภท

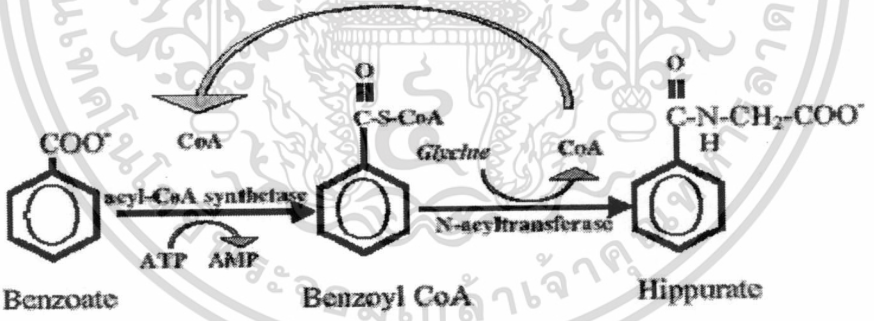
ชนิดอาหาร	กรดเบนโซอิก (เปอร์เซ็นต์)
มาการีน มายองเนส น้ำผลไม้ แยม เยลลี่	0.1-0.15
มาริเนด (ผสมกับพาราไฮดรอกซี เบนโซเอท และหรือกรดซอร์บิก 0.03-0.05 เปอร์เซ็นต์	0.08-0.10
ผักดอง (ผสมกับซัลเฟอร์ไดออกไซด์ 0.03-0.05 เปอร์เซ็นต์)	0.07-0.10
เครื่องดื่ม	0.05-0.10

ที่มา: โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมอาหาร (2539)

สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 281) พ.ศ. 2547 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร กำหนดปริมาณสูงสุดที่ให้ใช้ โซเดียมเบนโซเอต (sodium benzoate) ได้ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมอาหาร (กระทรวงสาธารณสุข, 2547)

- อันตราย/พิษของกรดเบนโซอิก

ความเป็นพิษของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอตจัดอยู่ในประเภทพิษปานกลาง ถ้าได้รับในปริมาณน้อยจะไม่ทำให้เกิดการสะสมขึ้นในร่างกาย เนื่องจากร่างกายมีกลไกในการขจัดความเป็นพิษของกรดเบนโซอิกและเกลือเบนโซเอต (วีรยา การพานิช, 2554) ดังภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2.2 กลไกในการขจัดความเป็นพิษของกรดเบนโซอิก
ที่มา: วีรยา การพานิช (2554)

ในตับ กรดเบนโซอิกที่ได้รับจากการบริโภคส่วนใหญ่จะถูก conjugated กับ โคเอนไซม์เอ (coenzyme A) เกิดเป็นเบนโซอิลโคเอนไซม์เอ (bensoyl coenzyme A) โดยมีเอนไซม์ ซินทีเทส (synthetase) เป็นตัวเร่ง จากนั้นเบนโซอิลโคเอนไซม์เอ ทำปฏิกิริยากับไกลซีน (glycine) เกิดเป็นกรดฮิพพิวริก (hippuric acid) โดยมีเอนไซม์เอซิลทรานเฟอร์เรส (acyltransferase) เป็นตัวเร่งและถูกขับถ่ายออกทางปัสสาวะ โดยทั่วไป การขับถ่ายของกรดฮิพพิวริกทางปัสสาวะในคนพบประมาณ 1.0-2.5 กรัมต่อวัน ซึ่งเทียบเท่ากับการบริโภคกรดเบนโซอิก 0.7-1.7 กรัม แต่ถ้าได้รับในปริมาณที่สูงมากอาจทำให้เกิดอาการคลื่นไส้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย เลือดตกใน อัมพาต รวมถึงส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของตับและไตให้ด้อยลง จนอาจส่งผลถึงขั้นพิการได้ และถ้าได้รับเกิน 500 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม อาจเสียชีวิตได้ (วีรยา การพานิช, 2554) พิษของกรดเบนโซอิกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท (วีรยา การพานิช, 2554) คือ

1) พิษเฉียบพลัน (Acute toxicity)

การทดสอบพิษเฉียบพลันของสารเคมีด้วยวิธี LD_{50} (Median lethal dose) ของสารนั้นๆ โดย LD_{50} เป็นค่าปริมาณสารที่ให้แก่สัตว์ทดลอง แล้วทำให้สัตว์ทดลองตายครึ่งหนึ่งของจำนวนสัตว์ทดลองที่ได้รับสารนั้น โดยปกติค่า LD_{50} ไม่ได้เป็นค่าที่แน่นอนในการกำหนดความเป็นพิษของสาร เพราะ ค่า LD_{50} นี้ยังขึ้นอยู่กับสปีชีส์และสายพันธุ์ของสัตว์ทดลองที่เลือกใช้ อายุ เพศ และชนิดของการทดลอง โดยจุดประสงค์ที่สำคัญของการศึกษาค่า LD_{50} คือ ต้องการศึกษาถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นแบบเฉียบพลัน (acute toxicity) ในสัตว์ทดลอง (วีรยา การพานิช, 2554)

2) พิษกึ่งเรื้อรัง (Subchronic toxicity)

เป็นการทดสอบความเป็นพิษต่อสัตว์ที่ได้รับสารเคมีในระยะค่อนข้างนาน ตามชนิดของสัตว์ เช่น สัตว์กัดแทะ อย่างน้อย 90 วัน หรือ สัตว์เลือดอุ่นอื่นๆ เป็นเวลา 6 เดือน สำหรับศึกษาเป็นระยะเวลา 90 วันโดยให้หนูกินอาหารผสมเกลือเบนโซเอตร้อยละ 0, 1, 2 หรือ 8 พบว่า ในกลุ่มที่ได้รับเกลือเบนโซเอตสูงสุด (ประมาณ 6,290 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) มีการตายเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 50 และยังพบว่า มีผลกระทบต่อสัตว์ในกลุ่มนี้ ได้แก่ น้ำหนักตัวลดลง น้ำหนักตับและไตเพิ่มขึ้น และมีความเปลี่ยนแปลงทางพยาธิวิทยาในอวัยวะเหล่านี้

3) พิษเรื้อรัง (Chronic toxicity)

การทดสอบพิษเรื้อรังของสารเคมีเป็นการให้สัตว์ทดลองสัมผัสหรือบริโภคสารในปริมาณน้อยที่ไม่แสดงความเป็นพิษแบบเฉียบพลัน เป็นเวลานานตลอดชีวิต เพื่อสังเกตความผิดปกติภายในร่างกายสัตว์ทดลองและนำข้อมูลนี้ไปใช้ในการประเมินความเป็นพิษต่อมนุษย์ ซึ่งในหนูทดลองที่ให้อาหารผสมกรดเบนโซอิกร้อยละ 1.5 (ประมาณ 750 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) พบว่า สัตว์ทดลองมีน้ำหนักตัวลดลง เนื่องจากการกินอาหารลดลง ภายหลังจากได้รับกรดเบนโซอิกเป็นเวลา 18 เดือน ส่วนในการศึกษาอื่นๆ พบว่า หนูมีจำนวนการตายเพิ่มขึ้นเป็น 15 ตัวจากจำนวนหนูทั้งหมด 50 ตัว แต่ในกลุ่มควบคุมมีการตายเพียง 3 ตัวจากจำนวนทั้งหมด 25 ตัว และในรายงานหลังจากให้สารขนาดร้อยละ 1 ในอาหาร (ประมาณ 500 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) พบว่า ไม่พบผลกระทบต่ออายุขัย อัตราการเจริญเติบโตหรือน้ำหนักของอวัยวะ ของสัตว์ทดลองจนถึงรุ่นที่ 4

- รายงานการวิจัย/การบริโภคที่เกี่ยวข้องกับกรดเบนโซอิกและเกลือของกรด

การสำรวจในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มด้วย ดังเช่น รายงานของ ขวัญตา กังวานชิรธาดา และ อโนทัย ศรีรัตน์ไชย (2547) ที่สำรวจปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิก เครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิทที่จำหน่ายในท้องตลาดระหว่างปี พ.ศ. 2540 - 2543 จากผู้ประกอบการและส่วนราชการที่เกี่ยวข้อง 194 ราย รวมจำนวน 555 ตัวอย่าง พบว่า ตัวอย่างที่มีวัตถุกันเสียเกินปริมาณที่กำหนดลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยปี พ.ศ. 2543 ลดลงประมาณ 6 เท่าเมื่อเทียบกับปี 2540 เครื่องดื่มที่ใช้วัตถุกันเสียเกินมาตรฐานและพบเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนด้วย เป็นเครื่องดื่มที่มีปัญหามากที่สุด ได้แก่ เครื่องดื่มประเภทพืชผัก รองลงมาได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

น้ำผลไม้และน้ำหวาน ต่อมา กรรณิการ์ วิศิษฏ์โชติอังกูร (2549) พบว่า น้ำผลไม้บรรจุปิดสนิทจำนวน 21 ตัวอย่าง ที่ผลิตในเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ และนอกเขตอำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 10 ตัวอย่าง ตรวจพบกรดเบนโซอิก และ/หรือ กรดซอร์บิก จำนวน 9 ตัวอย่าง เท่ากัน และในจำนวนตัวอย่างน้ำผลไม้ทั้ง18 ตัวอย่าง มีน้ำผลไม้จำนวน 13 ตัวอย่าง ภายใต้กฎหมายกำหนด หรือต่ำกว่า 200 มิลลิกรัมต่อ 1 กิโลกรัมอาหาร และ ตัวอย่างจำนวน 5 ตัวอย่าง พบปริมาณวัตถุกันเสียสูงเกินกฎหมายกำหนด ได้แก่ น้ำสตรอ-เบอร์รี่ น้ำมะขาม และน้ำส้ม 3 ตัวอย่าง และเมื่อแบ่งตัวอย่างตามช่วงเวลาการเก็บตลอดปีเป็น 3 ช่วง พบว่า น้ำผลไม้ที่ผลิตในช่วงพฤศจิกายน พ.ศ. 2547 ถึงกุมภาพันธ์ พ.ศ.2548 มีปริมาณวัตถุกันเสียมากกว่าช่วง มีนาคม ถึง มิถุนายน พ.ศ.2548 และ ช่วงกรกฎาคม ถึง ตุลาคม พ.ศ. 2548

ในต่างประเทศก็พบรายงานการใช้กรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์อาหารเช่นกัน ดังรายงานของ Mihyar (1999) ที่ศึกษาปริมาณกรดเบนโซอิกและกรดซอร์บิกในผลิตภัณฑ์ Lebaneh ซึ่งเป็นอาหารกึ่งแห้งซึ่งทำจากโยเกิร์ต ที่แยกในขั้นตอนที่เป็นเวย์ จากตัวอย่างใน 14 ท้องที่ของเมืองแอมเมน ประเทศจอร์แดน พบว่า มี 3 ตัวอย่างที่พบทั้งกรดเบนโซอิกและซอร์บิก และมี 6 ตัวอย่างที่พบกรดเบนโซอิกต่ำกว่า 32 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วน Tfouni และ Toledo (2002) ศึกษาปริมาณกรด เบนโซอิกและซอร์บิกใน อาหารบราซิลเลียน (Bazilian food) ในประเทศบราซิล ได้แก่ เครื่องดื่มน้ำผลไม้ เครื่องดื่มน้ำอัดลม มาการีน โยเกิร์ต และเนยแข็ง วิเคราะห์กรดเบนโซอิก จำนวน 39 ตัวอย่าง พบว่า ทุกตัวอย่าง เครื่องดื่มน้ำอัดลม มาการีน และเครื่องดื่มน้ำผลไม้ ผ่านมาตรฐานกฎหมายอาหาร (500, 1,000 และ 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ) และ ในมาการีนมีการใช้ทั้งกรดเบนโซอิกและซอร์บิก ต่อมา Mota และคณะ (2003) ศึกษาปริมาณกรดเบนโซอิกในอาหาร 87 ยี่ห้อในประเทศโปรตุเกส ได้แก่ น้ำมันมะกอก แยม เยลลี่ spreadable fats ซอส น้ำผลไม้ และไวน์ พบว่ากรดเบนโซอิกในอาหารทุกชนิดไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ตามกฎหมายยุโรป (Directive no. 98/72/CE) ต่อมา Saad และคณะ (2005) ศึกษาวัตถุกันเสียในประเทศมาเลเซีย ได้แก่ กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก เมทิลพาราเบน และโพพิลพาราเบน ในผลิตภัณฑ์อาหาร 67 ตัวอย่าง จากซุปเปอร์มาร์เก็ตในภาคเหนือ ของประเทศมาเลเซีย ซึ่งประกอบด้วย เครื่องดื่มผลไม้ ผักผลไม้กระป๋อง แยม เยลลี่ ซอส ผลไม้แห้ง พบว่า นิยมใช้วัตถุกันเสียในแยมมากที่สุด แต่ไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด (450 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบกรดเบนโซอิกเกินมาตรฐานในซอส 1 ตัวอย่าง ในผลไม้กระป๋อง 1 ตัวอย่าง และพบกรดเบนโซอิกในผลไม้อบแห้งด้วยแต่ไม่เกินมาตรฐาน (350 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่วน Lino และ Pena (2010) ศึกษาปริมาณกรดเบนโซอิกและประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกในเครื่องดื่มที่ปราศจากแอลกอฮอล์ในประเทศโปรตุเกส พบกรดเบนโซอิกในเครื่องดื่มจำนวน 19 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง แบ่งเป็นเครื่องดื่มแบบดั้งเดิม 11 ตัวอย่าง และ น้ำแร่ 8 ตัวอย่าง และผลการประเมินความเสี่ยงจากการได้รับสัมผัสพบว่า อยู่ในระดับต่ำกว่าค่า ADI คือมีค่า ADI ร้อยละ 4.9 และ 6.4 ตามลำดับ

2.2.1.2 สีผสมอาหาร

ปัจจุบันสีเป็นปัจจัยสำคัญอันดับแรกๆในการดึงดูดผู้บริโภคให้เลือกซื้อผลิตภัณฑ์ และเป็นปัจจัยหนึ่งในการบ่งบอกคุณภาพของอาหารได้ สีที่พบในผลิตภัณฑ์อาหาร อาจเป็นสีธรรมชาติของอาหาร หรือเป็นสีสังเคราะห์ ซึ่งสีที่ได้จากการสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์มีสีสันสดใส สวยงาม และมีความเสถียร ทั้งสามารถกำหนดปริมาณการใช้ได้อย่างแน่นอน และมีชนิดสีให้เลือกใช้ได้หลายเฉดตามความต้องการ จึงทำให้ผู้ผลิตนิยมใช้สีสังเคราะห์มากกว่าสีธรรมชาติ (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2530) อย่างไรก็ตาม สีผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารต้องใช้ในปริมาณที่กฎหมายอนุญาตเท่านั้น สีผสมอาหารสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 (พ.ศ. 2522) มีดังนี้

1) กลุ่มสีแดง ได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R) คาร์โมอีซีน (Carmoisine) และเออริโธซีน (Erythrosine)

2) กลุ่มสีเหลือง ได้แก่ ตาร์ตราซีน (Tartrazine) และซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (Sunset yellow FCF)

3) สีเขียว ได้แก่ ฟาสต์ กรีน เอ็ฟซีเอ็ฟ (Fast green FCF)

4) กลุ่มสีน้ำเงิน ได้แก่ อินดิโกคาร์มีนหรืออินดิโกติน (Indigo carmine or Indigotine) และ บริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (Brilliant blue FCF)

กระทรวงสาธารณสุขได้ตระหนักถึงความปลอดภัยของผู้บริโภค จึงได้ออกประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร (พ.ศ. 2547) มีเนื้อหาสำคัญ คือ งดเว้นการใช้สีผสมอาหารในอาหารดังต่อไปนี้ได้แก่ อาหารทารก นมดัดแปลงสำหรับทารก อาหารเสริมสำหรับเด็ก ผลไม้สด ผลไม้ดอง ผักดอง และเนื้อสัตว์สดทุกชนิด ยกเว้นการใช้ผงขมิ้น ผงกะหรี่ สำหรับไก่เท่านั้น เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ปรุงแต่งและทำให้เค็มหรือหวาน เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ปรุงแต่ง รมควัน หรือทำให้แห้ง เนื้อสัตว์ทุกชนิดที่ ย่าง อบ นึ่ง หรือทอด ยกเว้น การใช้สีที่ได้จากธรรมชาติ ในการกำหนดปริมาณของสีผสมอาหารที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ฉบับที่ 281 (พ.ศ. 2547) ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ปริมาณที่กฎหมายอนุญาตให้ใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์

ชนิดของสีสังเคราะห์	ปริมาณที่อนุญาตให้ใช้ (มิลลิกรัม/อาหาร 1 กิโลกรัม)	
	เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน	ประเภทอื่นๆ
สีปองโซ 4 อาร์	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม
สีคาร์โมอีซีน	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม
สีเออริโธรซิน	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม
สีตาร์ตราซีน	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม
สีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม
สีฟาสต์กรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	-
สีอินดิโกติน	ไม่เกิน 70 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 100 มิลลิกรัม
สีบริลเลียนท์บลู เอ็ฟซีเอ็ฟ	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม	ไม่เกิน 50 มิลลิกรัม

ที่มา : กระทรวงสาธารณสุข (2547)

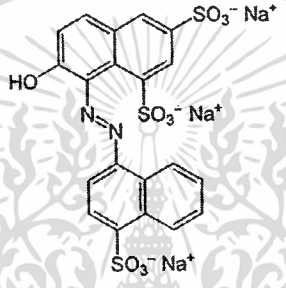
นอกจากนี้การใช้สีสังเคราะห์ หรือเรียกโดยทั่วไปว่า สีผสมอาหาร ผู้ใช้ต้องอ่านฉลากกำกับวิธีใช้ให้เข้าใจ และถ้าไม่จำเป็นควรหลีกเลี่ยงการใช้สีสังเคราะห์ หรือเลือกใช้สีจากธรรมชาติ หรือสีที่กระทรวงสาธารณสุขรับรองเท่านั้น ถ้าต้องการใช้สีสังเคราะห์ที่กระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใส่ในอาหารได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องใช้ในปริมาณที่ต่ำที่สุดและไม่ควรใช้บ่อย อีกทั้งผู้บริโภคทุกวัยควรคำนึงถึงสีสันและความปลอดภัยควบคู่ไปด้วย (เนตรนภิส ธนเวศน์กุล, 2551) ทั้งนี้เนื่องจาก การใส่สีสังเคราะห์ลงในอาหารปริมาณเพียงเล็กน้อยหรือรับประทานเพียงเล็กน้อยในแต่ละวัน ร่างกายจะสามารถขับออกมาได้ แต่หากรับประทานในปริมาณมากๆ อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อร่างกายได้ (รัตนา มหาชัย, 2534)

- สีปองโซ 4 อาร์ (Ponceau 4 R)

ปองโซ 4 อาร์ ($C_{20}H_{11}N_2Na_3O_{10}S_3$) มีชื่อทางเคมีว่า ไตรโซเดียม 1-(1'-แนฟทิลอะโซ)-2-แนฟทอล-4',6,8-ไตรซัลโฟเนท (Trisodium1-(1'-naphthylazo)-2-naphtol-4',6,8-trisulfonate) หรือ เกลือไตรโซเดียมของ 7-ไฮดรอกซี-8-[(4-ซัลโฟ-1-แนฟทิล)อะโซ]-1,3-แนฟทาลีนไดซัลโฟนิคแอซิด (7-hydroxy-8-[(4-sulfo-1-naphthyl) azo]-1,3-naphthalene-disulfonic acid trisodium salt มีน้ำหนักโมเลกุล 604.48 เลขดัชนีสี C.I. (1956) No.16255 (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) และมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 2.3



ภาพที่ 2.3 สูตรโครงสร้างของสีปองโซ 4 อาร์
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Ponceau_4R ,2554

- สมบัติของสีปองโซ 4 อาร์

สีปองโซ 4 อาร์มีลักษณะทางกายภาพ เป็นเม็ดเล็ก ๆ หรือผงสีแดงถึงแดงเข้ม ไม่มีกลิ่น ละลายได้ในน้ำ กลีเซอรีน แต่ละลายได้เล็กน้อยในเอทานอล มีเนื้อสีอยู่ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 82 ของน้ำหนัก น้ำหนักที่หายไปจากวิธีการอบแห้งที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวมกับจำนวนคลอไรด์และซัลเฟท คิดคำนวณเป็นโซเดียมคลอไรด์ และโซเดียม ซัลเฟท ตามลำดับ ทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 18 ของน้ำหนัก มีสารที่ไม่ละลายน้ำ (water-insoluble matter) ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารที่สกัดได้ด้วยอีเทอร์ (ether-extractable matter) ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สำหรับสารปนเปื้อน มีข้อกำหนดดังนี้ สารหนู (คิดเป็น As) ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม ต่อกิโลกรัม ตะกั่ว (คิดเป็น Pb) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ กิโลกรัม โครเมียม (คิดเป็น Cr) ไม่เกิน 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สีอื่น (subsidiary dyes) ไม่เกินร้อยละ 2 ของน้ำหนัก และสารที่เกิดขึ้นในระหว่างการสังเคราะห์ (intermediates) ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

- การใช้สีผสมอาหาร ปองโซ 4 อาร์

โดยปกติสีปองโซร์ 4 อาร์ มักใช้ในผลิตภัณฑ์ลูกอม ผลไม้แช่อิ่ม เครื่องดื่ม ผลไม้กระป๋อง และผลไม้แช่เยือกแข็ง (Asawatreratanagun, 1994) และกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ใน ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน เครื่องดื่ม และอาหารอื่นๆ ยกเว้น อาหารสำหรับทารก ผลไม้สด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลไม้ดอง ผักดอง อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ ข้าวเกรียบ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และพริกแกง (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547)

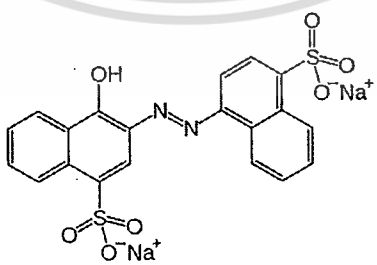
- อันตราย/พิษของสีปองโซ 4 อาร์

คณะกรรมการ JECFA ได้กำหนดค่า ADI แต่เนื่องจากข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติมยังไม่เพียงพอ จึงมีมติให้ใช้ค่าเดิม และได้ขอข้อมูลความเป็นพิษเพิ่มเติมในปี ค.ศ. 1983 จากนั้นจึงได้พิจารณาข้อมูลที่ได้รับเพิ่มเติม ได้แก่ ข้อมูลการศึกษาด้านเมตาบอลิซึม อันตรายระยะยาว (long-term toxicity) multigeneration feeding และ การเกิดลูกวิธูป (teratogenicity) ซึ่งไม่พบความผิดปกติใดๆ และจากผลการศึกษาในหนูทดลองประเภท mice ก็ไม่พบอาการผิดปกติใดๆ เกิดขึ้น (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529) สำหรับการทดสอบอันตราบแบบเฉียบพลันและแบบระยะเวลาสั้นๆ พบว่าไม่พบความเป็นพิษแบบเฉียบพลันและแบบระยะเวลาสั้นๆ และในการทดสอบการก่อกลายพันธ์ พบว่าไม่เกิดการก่อกลายพันธุ์ใน *Salmonella* Typhimurium (Hveland-Smith และ Combes, 1980) และ Asawatreratanagun (1994) พบว่าสีธรรมชาติและสีสังเคราะห์ ที่ใช้ในการทดสอบสามารถลดการย่อยของโบโวนซีรัมอัลบูมิน (bovine serum albumin) และแป้งอย่างมีนัยสำคัญ ส่วนการทดสอบที่เติมเกลือไนไตรท์พบว่า การย่อยของโบโวนซีรั่มอัลบูมินและแป้งลดลงกว่าเดิม นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาของไนไตรท์กับสีผสมอาหารสังเคราะห์ที่ใช้ในการทดสอบบางชนิด ได้แก่ ปองโซร์ 4 อาร์ เออริโธรซิน และ ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอฟซีเอฟ มีผลต่อการก่อกลายพันธุ์ต่อเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* Typhimurium สายพันธุ์ TA 98 นอกจากนี้ ปองโซร์ 4 อาร์ ยังก่อกลายพันธุ์ต่อสายพันธุ์ TA 100 ด้วย

จากการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและ องค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้มีการกำหนดค่า ADI ของสีปองโซ 4 อาร์ เท่ากับ 0-4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

- สีคาร์โมอีซีน (Carmoisine)

คาร์โมอีซีนหรือเอโซรูบีน ($C_{20}H_{12}N_2Na_2C_7S_2$) มีชื่อทางเคมีว่าเกลือไดโซเดียมของ 2-(4-ซัลโฟ-1-แนฟทิลอะโซ)-1-แนฟทอล-4-ซัลโฟนิค แอซิด (Disodium salt of 2-(4-sulfo-1-naphthylazo)-1-naphtol-4-sulfonic acid) หรือ ไดโซเดียม 4-ไฮดรอกซี-3,4'-อะโซได-1-แนฟทาลีน-ซัลโฟเนท (disodium 4-hydroxy-3,4'-azodi-1-naphthalene-sulfonate) มีน้ำหนักโมเลกุล 502.44 เลขดัชนีสี C.I. (1956) No.14720 (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) และมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 2.4



ภาพที่ 2.4 สูตรโครงสร้างของสีคาร์โมอีซีน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Azorubine, 2554

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สมบัติของสีคาร์โมอีซีน

คาร์โมอีซีนมีลักษณะเป็นผงสีแดง ละลายได้ในน้ำ ละลายได้เล็กน้อยในเอทานอล มีสีอยู่ไม่น้อยกว่า ร้อยละ 85 ของน้ำหนัก จำนวนน้ำหนักที่หายไป โดยการอบแห้งที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวมกับจำนวนคลอไรด์และซัลเฟท คิดคำนวณเป็น โซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟท ตามลำดับ ทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก มีสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารที่สกัดได้ด้วยอีเทอร์ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารหนู (คิดเป็น As) ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม ตะกั่ว (คิดเป็น Pb) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม สังกะสี (คิดเป็น Zn) ไม่เกิน 200 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม โลหะหนักไม่รวมสังกะสี ไม่เกิน 40 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม สีอื่น ๆ ไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนัก และสารที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

- การใช้สีผสมอาหาร คาร์โมอีซีน

โดยปกติมักจะใช้ในผลิตภัณฑ์ ขนมหวาน (เช่น ขนมหวานแบบผง พุดดิ้ง คัดตาร์ด เจลลาติน ไอศกรีม) ลูกอม เครื่องดื่ม (เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องดื่มโซดา) ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผักบรรจุกระป๋อง ผักแช่เยือกแข็ง และกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ใน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน และอาหารอื่นๆ ยกเว้น อาหารสำหรับทารก ผลไม้สด ผลไม้ดอง ผักดอง อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ ข้าวเกรียบ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และพริกแกง (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547)

- อันตราย/พิษของสีคาร์โมอีซีน

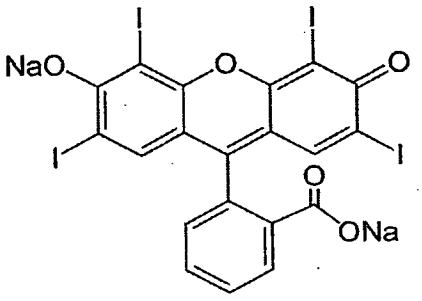
ในปี ค.ศ. 1983 คณะกรรมการ JECFA ได้มีการประเมินผลทางพิษวิทยาจากข้อมูลที่ได้มาเพิ่มเติมของ สีคาร์โมอิซิน ซึ่งได้แสดงให้เห็นว่า เป็นสีที่ไม่ทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ ไม่ก่อให้เกิดมะเร็ง ไม่ก่อให้เกิดความผิดปกติต่อทารกในครรภ์มารดา และมีอาการผิดปกติทางด้านเนื้อเยื่อบ้าง แต่ไม่รุนแรง และในการศึกษาแบบระยะยาวในหนูทดลอง ไม่พบอาการผิดปกติเกิดขึ้นจากข้อมูลที่กล่าวถึง (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

จากการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและ องค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้มีการกำหนดค่า ADI ของสีคาร์โมอิซิน เท่ากับ 0-4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

- สีเออริโธซิน (Erythrosine)

เออริโธรซิน ($C_{20}H_6I_4Na_2O_5$ หรือ $C_{20}H_6I_4K_2O_5$) มีชื่อทางเคมีว่าเกลือไดโซเดียมหรือไดโปตัสเซียม 2',4'5',7' เตตราไอโอโดฟูลออเรสซีน (2',4',5',7' tetra-iodofluorescein, disodium or dipotassiumsalt) มีน้ำหนักโมเลกุล 879.87 (เกลือโซเดียม) 912.10 (เกลือโปตัสเซียม) เลขดัชนีสี C.I. (1956) No.45430 (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) และมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 สูตรโครงสร้างของสีเออริโธซิน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Erythrosine , 2554

- สมบัติของสีเออริโธซิน

เออริโธซินเป็นผงสีแดง ละลายได้ง่ายในน้ำ และละลายได้ในเอทานอล มีสีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของน้ำหนัก จำนวนน้ำหนักที่หายไป โดยการอบแห้งที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวมกับจำนวนคลอไรด์และซัลเฟท คิดคำนวณ เป็นโซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟท หรือโปตัสเซียมคลอไรด์และโปตัสเซียมซัลเฟท ตามลำดับ ทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก มีสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารที่สกัดได้ด้วยอีเทอร์จากสารละลายที่เป็นด่างเท่านั้น ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารหนู (คิดเป็น As) ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัมตะกั่ว (คิดเป็น Pb) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม สีอื่น ๆ ไม่เกินร้อยละ 4 ของน้ำหนัก และสารที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

- การใช้สีผสมอาหาร เออริโธซิน

โดยปกติมักจะใช้ในผลิตภัณฑ์ ขนมหวาน (เช่น ขนมหวานแบบผง พุดดิ้ง คัดตาร์ด เจลลาติน ไอศกรีม) ลูกอม เครื่องดื่ม (เช่น เครื่องดื่มผง เครื่องดื่มโซดา) ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผักบรรจุกระป๋อง ผักแช่เยือกแข็ง และใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทยาและเครื่องสำอางด้วย (Asawatreratanagun, 1994) และกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ใน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน และอาหารอื่นๆ ยกเว้นอาหารสำหรับทารก ผลไม้สด ผลไม้ดอง ผักดอง อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ ข้าวเกรียบ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และพริกแกง (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547)

- อันตราย/พิษของสีเออริโธซิน

จากการศึกษาของ IDRC ในปี ค.ศ. 1982 ก่อนการจัดสีเออริโธซินอยู่ใน permanent list ซึ่งจากการศึกษาพบว่า หนูทดลองตัวที่บริโภคสีชนิดนี้ปริมาณร้อยละ 4 หรือ 2,464 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน จะทำให้มีอาการเนื้องอกที่ต่อมไทรอยด์ เพิ่มขึ้น และยังพบว่า สีชนิดนี้จะชะงักการเปลี่ยนไทโรซีน (thyroxine) ไปเป็นไตรไอโอโดไทโรนิน (triiodothyronine) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ต่อมใต้สมอง (pituitary) ขับไทโรโทรปิน (thyrothropin) ออกมากขึ้น เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดเนื้องอกที่ต่อมไทรอยด์ ฉะนั้นสีชนิดนี้อาจไม่ใช่สาเหตุโดยตรงของการเป็นเนื้องอก แต่เกิดเนื่องมาจาก ปฏิกิริยาของ ไทโรโทรปิน ซึ่งปริมาณต่ำสุดของสีชนิดนี้ที่ไม่ทำให้เกิดเนื้องอก คือ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการศึกษาในคนปี ค.ศ. 1964 พบว่า ไม่เกิดอาการผิดปกติขึ้นในผู้บริโภคสีชนิดนี้แต่อย่างใด ส่วนการศึกษาโดยมุ่งเน้นในเรื่อง ความเป็นพิษต่อระบบประสาทของสีชนิดนี้ยังไม่สามารถจะสรุปได้ว่าสีชนิดนี้เป็นสาเหตุทำให้เกิดพิษต่อระบบประสาท และในปี ค.ศ. 1984

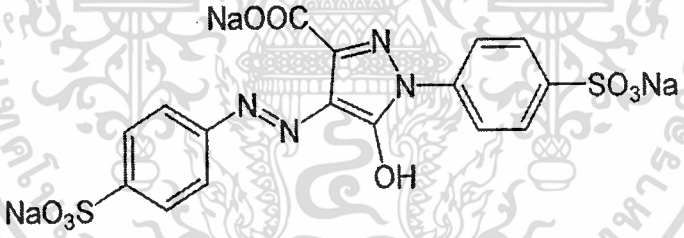
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการได้มีการพิจารณาผลทางด้านพิษวิทยาของสีชนิดนี้ซ้ำ โดยพิจารณาข้อมูลที่ได้รับตั้งแต่ปี ค.ศ. 1974 ซึ่งรวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการทำงานของต่อมไทรอยด์ในคนที่ได้รับสีนี้ ข้อมูลทางด้านการก่อกลายพันธุ์ (mutagenicity) multigeneration ระบบสืบพันธุ์ (reproduction) และพิษต่อระบบประสาท (neurotoxicity) จากรายงานการทดสอบความเป็นพิษระยะยาวในหนู rat และหนู mice และรายงานการทดสอบในหนู rat เป็นเวลา 90 วัน และ 6 เดือน พบว่า มีอาการผิดปกติเกิดขึ้นที่ต่อมไทรอยด์ แต่ในรายงานการศึกษาต่อมา แสดงให้เห็นว่า การทำงานที่ผิดปกติของต่อมไทรอยด์ไม่ได้เกิดเนื่องจากโซเดียมไอโอไดด์ ส่วนการเกิดเนื้องอกในต่อมไทรอยด์ อาจเกิดเนื่องมาจากปฏิกิริยาของฮอร์โมนก็ได้ อย่างไรก็ตามยังไม่ทราบกลไกที่แน่ชัด ส่วนการศึกษาเกี่ยวกับการก่อกลายพันธุ์นั้น ปรากฏว่าสีนี้ไม่ทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ แต่เนื่องจากข้อมูลเกี่ยวกับ no-effect level ยังไม่เพียงพอจึงจำเป็นต้องให้มีการประเมินผลใหม่ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

จากการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและ องค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้มีการกำหนดค่า ADI ของสีเออริโธรซิน เท่ากับ 0-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

- สีตาร์ตราซีน (Tartrazine)

ตาร์ตราซีน ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$) มีชื่อทางเคมีว่า เกลือไตรโซเดียมของ 5-ไฮดรอกซี-1-พารา-ซัลโฟนีล-4-(พารา-ซัลโฟฟีนีลอะโซ) ไพราโซล-3-คาร์บอกซีลิค แอซิด (trisodium salt of 5-hydroxy-1-p-sulfophenyl-4-(p-sulfophenylazo) pyrazol-3-carboxylic acid) มีน้ำหนักโมเลกุล 534.37 เลขดัชนีสี: C.I. (1956) No.19140 (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) และมีสูตรโครงสร้างทางเคมี ดังภาพที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 สูตรโครงสร้างของสีตาร์ตราซีน
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Tartrazine, 2554

- สมบัติของสีตาร์ตราซีน

ตาร์ตราซีนมีลักษณะเป็นผงสีเหลืองละลายได้ในน้ำ มีสีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของน้ำหนักจำนวนน้ำหนักที่หายไป โดยการอบแห้งที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวมกับจำนวนคลอไรด์และซัลเฟท คิดคำนวณเป็น โซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟท ตามลำดับ ทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก มีสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารที่สกัดได้ด้วยอีเทอร์ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารหนู (คิดเป็น As) ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม ตะกั่ว (คิดเป็น Pb) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม สีอื่นไม่เกินร้อยละ 1 ของน้ำหนัก และสารที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้สีผสมอาหาร ตาร์ตราซีน

โดยปกติสีตาร์ตราซีน มักใช้กับผลิตภัณฑ์ ขนมหวาน (ขนมหวานแบบผง พุดดิ้ง คัดตาร์ด เจลลาติน ไอศกรีม) ลูกอม ผลไม้แช่อิ่ม เครื่องดื่ม (เครื่องดื่มผง โซดา) ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผักบรรจุกระป๋อง และผักแช่เยือกแข็ง และใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทยาและเครื่องสำอางด้วย (Asawatreratanagun, 1994) และกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ใน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน และอาหารอื่นๆ ยกเว้น อาหารสำหรับทารก ผลไม้สด ผลไม้ดอง ผักดอง อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ ข้าวเกรียบ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และพริกแกง (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547)

- อันตราย/พิษของสีตาร์ตราซีน

การศึกษาด้านความปลอดภัยในการบริโภคสีชนิดนี้ได้มีการศึกษามานาน จากการศึกษาของ Locky ในปี ค.ศ. 1959 ที่แสดงให้เห็นว่า ผู้บริโภคสีชนิดนี้มักจะมีอาการแพ้ต่างๆเกิดขึ้น ส่วนการศึกษาของ Chaffer และ Settipane ในปี ค.ศ. 1967 และ Weber และในปี ค.ศ. 1979 ได้สรุปไว้ว่า สีชนิดนี้เป็นสาเหตุให้เกิดลมพิษได้ และสำหรับคนไข้ที่เป็นหืด หรือแพ้ยาแอสไพริน หรือเป็นลมพิษเรื้อรังนั้น จะพบอาการ ภาวะหลอดลมหดเกร็ง (bronchospasms) ตามรายงานของ Gerber และคณะ Spector และคณะ และ Weber และคณะ ซึ่งได้ทำการศึกษาในปี ค.ศ. 1979 ส่วนการศึกษาของ Miler ในปี ค.ศ. 1982 รายงานว่า อาการแพ้ที่เกิดจากสีชนิดนี้ ที่แสดงออกในรูปของอาการคัน ลมพิษ บวม หืด และเยื่อบุจมูกอักเสบ มักจะพบในผู้ที่เกิดอาการแพ้ได้ง่าย และรายงานว่า อาการต่างๆที่กล่าว มักพบบ่อยกว่าในคนไข้ที่เป็นโรคหืด ภูมิแพ้ และแพ้ยาแอสไพริน มากกว่าบุคคลทั่วไป และจากการศึกษาของ Milerในปี ค.ศ. 1982 พบว่ามีบุคคลที่ไวต่อยาแอสไพริน 10-40 เปอร์เซ็นต์ ที่จะแสดงอาการผิดปกติเมื่อได้รับสีชนิดนี้ และ Morales และคณะในปี ค.ศ. 1985 รายงานว่า คนไข้ที่ไวต่อยาแอสไพรินเพียง 1 รายจาก 47 รายที่แสดงอาการผิดปกติ และ Lobray และ Swain ในปี ค.ศ. 1985 ได้ศึกษาอาการผิดปกติที่เกิดขึ้นในผู้บริโภคสีนี้ และพบว่า สีชนิดนี้นอกจากจะทำให้เกิดอาการผิดปกติที่ผิวหนัง เช่น คัน ลมพิษ และบวมแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดอาการผิดปกติระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และระบบประสาทส่วนกลางด้วย สำหรับการศึกษาเพื่อทดสอบการก่อมะเร็งและการผิดปกติของยีน ของ Haveland-Smith และ Combes ในปี ค.ศ. 1980 พบว่าสีชนิดนี้ไม่เป็นสารก่อมะเร็ง หรือทำให้ยีนผิดปกติ ส่วนรายงานของ Patterson และ Butler, Hengchler และ Wind ในปี ค.ศ. 1985 พบว่า สีชนิดนี้เป็นสาเหตุทำให้โครโมโซมในเซลล์ของคนมีการเปลี่ยนแปลงได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529) นอกจากนั้น พัฒน์ สุจำนง (2526) กล่าวว่า พิษของสีนี้ในระยะยาว ถ้ารับประทานเกิน 7.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะทำลายเยื่อบุกระเพาะอาหารทำให้การดูดซึมอาหารบกพร่อง

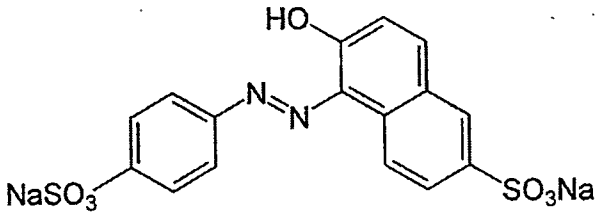
จากการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและ องค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้มีการกำหนดค่า ADI ของสีตาร์ตราซีน เท่ากับ 0-7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

- สีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (Sunset yellow FCF)

ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ($C_{16}H_{10}N_2Na_2O_7S_2$) มีชื่อทางเคมีว่า เกลือโซเดียมของ 1-(4-ซัลโฟฟีนิลอะโซ)-2-แนฟทอล-6-ซัลโฟนิค แอซิด (disodium salt of 1-(4-sulfophenylazo)-2-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

naphthol-6-sulfonic acid) มีน้ำหนักโมเลกุล 452.37 เลขดัชนีสี C.I. (1956) No.15985 (กระทรวงสาธารณสุข, 2522) และมีสูตรโครงสร้างทางเคมีดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 สูตรโครงสร้างของสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ
ที่มา : http://en.wikipedia.org/wiki/Sunset_Yellow_FCF, 2554

- สมบัติของสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ

ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ มีลักษณะเป็นผงสีส้ม ละลายได้ในน้ำ มีสีอยู่ไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของน้ำหนัก จำนวนน้ำหนักที่หายไป โดยการอบแห้งที่ 135 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง รวมกับจำนวนคลอไรด์และซัลเฟท คิดคำนวณ เป็นโซเดียมคลอไรด์ และโซเดียมซัลเฟท ตามลำดับ ทั้งหมดต้องไม่เกินร้อยละ 15 ของน้ำหนัก มีสารที่ไม่ละลายน้ำ ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารที่สกัดได้ด้วยอีเทอร์จากสารละลายที่เป็นด่างเท่านั้น ไม่เกินร้อยละ 0.2 ของน้ำหนัก สารหนู (คิดเป็น As) ไม่เกิน 3 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม ตะกั่ว (คิดเป็น Pb) ไม่เกิน 10 มิลลิกรัม ต่อ 1 กิโลกรัม สีอื่น ๆไม่เกินร้อยละ 4 ของน้ำหนัก และสารที่เกิดขึ้นระหว่างการสังเคราะห์ ไม่เกินร้อยละ 0.5 ของน้ำหนัก (กระทรวงสาธารณสุข, 2522)

- การใช้สีผสมอาหาร ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ

โดยปกติสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ มักใช้กับผลิตภัณฑ์ ขนมหวาน (ขนมหวานแบบผง พุดดิ้ง คัดตาร์ด เจลลาติน ไอศกรีม) ลูกอม ผลไม้แช่อิ่ม เครื่องดื่ม (เครื่องดื่มผง โซดา) ผลิตภัณฑ์เนื้อ ผักบรรจุกระป๋อง และผักแช่เยือกแข็ง และใช้ในผลิตภัณฑ์ประเภทยาและเครื่องสำอางด้วย (Asawatreratanagun, 1994) และกระทรวงสาธารณสุขอนุญาตให้ใช้ใน เครื่องดื่ม ไอศกรีม ลูกกวาด ขนมหวาน และอาหารอื่นๆ ยกเว้น อาหารสำหรับทารก ผลไม้สด ผลไม้ดอง ผักดอง อาหารกลุ่มเนื้อสัตว์ ข้าวเกรียบ บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป และพริกแกง (ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547)

- อันตราย/พิษของสีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2530) รายงานว่า สีส้ม ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ถ้าผสมในอาหารให้สัตว์ทดลองกินนาน 2-3 เดือน ทำให้สัตว์ทดลองมีอาการท้องเดิน และน้ำหนักตัวลดลงได้ และ พัฒน์ สุจำนง (2526) กล่าวว่าถ้ารับประทานสีส้ม (Sunset Yellow FCF) เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม จะทำให้ท้องเดินและน้ำหนักตัว

จากการวิเคราะห์โดยคณะกรรมการผู้เชี่ยวชาญว่าด้วยวัตถุเจือปนอาหารขององค์การอาหารและเกษตรและ องค์การอนามัยโลกแห่งสหประชาชาติ (Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) ได้มีการกำหนดค่า ADI ของซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ เท่ากับ 0-2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

- รายงานการวิจัย/การบริโภคสีผสมอาหารที่เกี่ยวข้อง

จงกลนี วิทยารุ่งเรืองศรี (2539) ศึกษาประเภทและปริมาณของสีในขนมเด็ก 3 ประเภท คือ ลูกอม เยลลี่ น้ำหวาน ในเขตกรุงเทพฯ สมุทรสงคราม ราชบุรี ลพบุรี และสิงห์บุรี พบว่า ลูกอมใช้สีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศกระทรวงสาธารณะสุขสูงสุดถึงร้อยละ 93.9 สีจากธรรมชาติร้อยละ 6.1 และไม่พบผลิตภัณฑ์ใดใช้สีสังเคราะห์ที่ไม่อนุญาตให้ใช้ตามประกาศ และเมื่อวิเคราะห์ปริมาณสีสังเคราะห์ที่อนุญาตให้ใช้ พบว่า มีผลิตภัณฑ์ลูกอมใช้สีเกินมาตรฐานที่กำหนดร้อยละ 24.7 น้ำหวานร้อยละ 6.5 ส่วนขนมเยลลี่ไม่ผิดมาตรฐานทั้งหมด ประเภทของสีสังเคราะห์ที่พบว่าเกินมาตรฐานมากที่สุดคือ สีเหลือง (Sunset yellow) สีแดง (Pancceau 4 R) สีเหลือง (Tartrazine) สีแดง (Erythrosine) สีน้ำเงิน (Brilliant blue) และสีแดง (Azorubine) ตามลำดับ ในขณะที่ วิไล เส และคณะ (2546) ได้ทำการสำรวจการปนเปื้อนของสีในขนม โดยตรวจเอกลักษณ์ ชนิดของสี และวิเคราะห์ปริมาณสีในขนมตัวอย่างประเภทต่างๆ ที่สุ่มเก็บในท้องตลาด รวมทั้งสิ้น 7 ประเภท (ลูกอม ลูกกวาด ขนมอบกรอบ ข้าวเกรียบ วุ้น เยลลี่ น้ำหวาน และไอศกรีม) จำนวน 343 ตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่างที่มีปริมาณสีเกินมาตรฐาน 45 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 13.1 โดยเฉพาะขนมอบกรอบ พบปริมาณสี 2,110 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งคิดเป็น 30 เท่า ของปริมาณที่มาตรฐานกำหนดให้ใช้ได้ ซึ่งจากการสำรวจนี้ชี้ให้เห็นอันตรายของขนมใส่สีที่ไม่ได้มาตรฐาน ผู้บริโภคจึงควรเลือกซื้อขนมในการบริโภค โดยผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องต้องพิจารณาแก้ไขปัญหานี้

ส่วน พัตรา สมิตติพัฒน์ (2537) รายงานว่า สัดส่วนของการกระจายขนมผสมสีที่มีจำหน่ายในร้านค้าในหมู่บ้าน จังหวัดนครปฐม ใน 7 ตำบล จำนวน 2,619 ชนิด แบ่งเป็นขนมผสมสี ร้อยละ 33.6 ไม่ผสมสีร้อยละ 66.4 และพบว่า ขนมผสมสีเกินมาตรฐานที่กำหนดตามประกาศกระทรวงวาธารณสุขร้อยละ 0.38 สอดคล้องกับรายงานของ สมศรี ดำรงสวัสดิ์วิทย์ และคณะ (2537) ที่พบว่า ขนมจำนวน 252 ตัวอย่าง จาก 503 ตัวอย่าง ที่มีปริมาณสีไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 (พ.ศ.2525) โดยคิดเป็นร้อยละ 50.9 โดยเฉพาะขนมอบกรอบประเภทที่มีแป้งเป็นองค์ประกอบ และปริมาณสีสูงสุดที่พบ คือ 1,921.23 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานประมาณ 38 เท่า และขนมที่พบเป็นอันดับรองลงมา คือ ขนมประเภท ลูกอม น้ำหวาน เยลลี่ และไอศกรีม ตามลำดับ สำหรับรายงานของ สกาวรัตน์ ชัยสุนทร (2538) พบว่า ลูกอมที่จำหน่ายในจังหวัดนครพนม มีปริมาณสีที่ใช้ผสมตามเกณฑ์มาตรฐานการใช้สีสังเคราะห์ในการผสมร้อยละ 77.8 และใช้สีจากธรรมชาติร้อยละ 22.2 ส่วนลูกอมที่มีปริมาณสีไม่ได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน มีสีสังเคราะห์เกินมาตรฐานถึงร้อยละ 84.8 และสีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหารร้อยละ 15.2 นอกจากนี้ยังพบว่า ชนิดของสีสังเคราะห์ที่เกินมาตรฐานมากที่สุด คือ ตาร์ตราซีน (สีเหลือง) บริลเลียนท์บลู เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (สีน้ำเงิน) แอโซรูบิน (สีแดง) ปองโซ 4 อาร์ (สีแดง) เออริโทรซิน (สีแดง) ซันเซ็ตเยลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (สีเหลือง) และฟาสกรีน เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (สีเขียว) ตามลำดับ

ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์ และคณะ (2529) ได้ทำการวิจัยเรื่องการวิเคราะห์สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในจังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งตัวอย่างที่ทำการวิเคราะห์ คือ ช็อกโกเลต และขนมที่เคลือบช็อกโกเลต หมากฝรั่ง ขนมเยลลี่ ลูกกวาด ไอศกรีม ข้าวเกรียบ น้ำหวาน และอื่นๆ พบว่า ขนมเด็กใช้สีชนิดที่อนุญาตให้ใช้ผสมอาหารจำนวน 35 ตัวอย่าง และใช้สีชนิดที่ไม่อนุญาตให้ใช้จำนวน 6 ตัวอย่าง นอกจากนี้ ยังมีรายงานการศึกษาในน้ำหวานด้วย โดย รัตนา มหาชัย (2534) ได้ทำการศึกษาน้ำหวานจำนวน 35 ตัวอย่าง ในเขตอำเภอเมืองขอนแก่น พบว่า ทุกตัวอย่างมีการใส่สี และเป็นสีผสมอาหารโดยสีแดงเป็นสีคาร์เมอรีนหรือปองโซร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

130274

4 อาร์ สีเหลืองหรือสีส้มเป็นสี ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ หรือตาร์ตราซีน ส่วนน้ำหวานสีอื่นๆมักใช้เป็นสีผสมกันได้แก่ สีเขียวผสมระหว่าง บริลเลียนบลูและทาร์ทราซีน สีม่วงผสมระหว่าง ปองซัว 4 อาร์ กับบริลเลียนบลู และพบว่า ปริมาณสีที่ใส่ในหัวน้ำหวานเกือบทุกตัวอย่างมีปริมาณสีที่ใส่ค่อนข้างสูงเกินมาตรฐานที่กระทรวงสาธารณะสุขอนุญาตให้ใช้ในอาหาร แต่หัวน้ำหวานดังกล่าวเวลารับประทานมักเจือจางก่อนดังนั้นจึงไม่น่าเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สำหรับรายงานวิจัยในต่างประเทศมีศึกษาเช่นกัน ดังรายงานของ Nam (1998) ที่พบการใช้สีผสมอาหารในน้ำหวาน ในเมืองฮานอย ประเทศเวียดนาม ที่พบบ่อย จำนวนทั้งหมด 5 สี ได้แก่ สีแดง สีเขียว สีส้ม สีเหลือง และสีน้ำตาล โดยใช้สีสังเคราะห์ร้อยละ 89 และมีเพียงร้อยละ 30.6 เท่านั้นที่เป็นสีที่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร ซึ่งสีผสมอาหารที่อนุญาตให้ใช้และพบในตัวอย่าง ได้แก่ ปองโซร์ 4 อาร์ และคาร์โมอีซีน ใช้สำหรับอาหารที่มีสีแดง ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ใช้สำหรับสีส้ม และ ซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ผสมกับ ตาร์ตราซีน ใช้ในอาหารที่มีสีส้ม ส่วนสีผสมอาหารที่ไม่อนุญาตให้ใช้ได้แก่ ออเรนจ์ อาร์เอ็น ออเรนจ์ จี จีเอ็น และ ไครโซอีน เอส เยลโลว์ และ Alvesa (2007) ศึกษาการใช้สีผสมอาหารสังเคราะห์จำนวน 5 ชนิด (Sunset Yellow, Tartrazine, Amaranth, Brilliant blue and Red-40) ในผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มจากผลไม้ชนิดผง เยลลี่ชนิดผง และเครื่องดื่มไม่ผสมแอลกอฮอล์ในประเทศบลาซิล พบว่า ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดผ่านมาตรฐานที่กำหนดของประเทศบลาซิล แต่บางยี่ห้อค่าที่ได้จากการวิเคราะห์ค่อนข้างกว้าง หรือแตกต่างกันหากต่างชุดของการผลิต ซึ่งอาจเป็นความหละหลวมในการควบคุมกระบวนการผลิต ซึ่งอาจทำให้มีความเสี่ยงทำให้ค่าเกินกว่าที่กฎหมายกำหนดได้ ส่วนกระทรวงสาธารณสุขของประเทศออสเตรเลีย ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างอาหารและเครื่องดื่มจากทางตอนใต้ของประเทศ จำนวน 245 ตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่างจำนวน 8 ตัวอย่างที่ไม่สอดคล้องกับกฎหมายของประเทศออสเตรเลีย โดยพบตัวอย่างเครื่องดื่มแอลกอฮอล์ นมปรุงแต่ง และขนมขบเคี้ยว จำนวน 2, 1 และ1 ตัวอย่าง ตามลำดับ ที่ใช้สีเกินมาตรฐานที่กำหนด นอกจากนี้ยังพบตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ ขนมขบเคี้ยว และท้อปปิ้ง จำนวน 2, 1 และ 1 ตัวอย่าง ที่ระบุชนิดของสีผสมอาหารบนฉลากไม่ถูกต้อง (Government of South Australia, 2005)

2.3 ข้อกำหนดและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่มีข้อกำหนด และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง จำนวน 7 ฉบับ ได้แก่ ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 281 ว่าด้วยเรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร พ.ศ. 2547 ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 ว่าด้วยเรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ พ.ศ. 2529 ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาว่า ด้วยเรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร พ.ศ. 2547 หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.263-2521) และมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มผช. 218-220/2547) เป็นต้น ซึ่งมีข้อกำหนดที่เกี่ยวกับสีผสมอาหาร และกรดเบนโซอิก ดังแสดงในตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ปริมาณสีผสมอาหาร และกรดเบนโซเอิก ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ในขนมเยลลี่ และค่า Acceptable daily intake (ADI) ของสารแต่ละชนิด

ชนิดสาร	ค่า ADI (มิลลิกรัม/กิโลกรัม น้ำหนักตัว/วัน)	อ้างอิง	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ (มิลลิกรัม/กิโลกรัม อาหาร)	อ้างอิง	ปริมาณสูงสุดที่อนุญาตให้ใช้ (CODEX STAN 192-1995) (มิลลิกรัม/กิโลกรัมอาหาร)
สีปองโซ 4 อาร์	0-4.0	JECFA	50	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	50
สีคาร์โมอีซีน	0-4.0	JECFA	100	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	ไม่มีในรายการ
สีเออริโธรซีน	0-0.1	JECFA	100	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	ไม่อนุญาต
สีตาร์ตราซีน	0-7.5	JECFA	200	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	ไม่มีในรายการ
สีซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ	0-2.5	JECFA	200	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	50
กรดเบนโซอิก เบนโซเอต	0-5	JECFA	1,000	ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ. 2547 เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุกันเสีย	1,000

ที่มา : JECFA (2554); สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (2547)

2.4 ข้อมูลการบริโภคอาหารและการประเมินการได้รับสัมผัส

2.4.1 ข้อมูลการบริโภคอาหาร

ข้อมูลการบริโภคอาหารมีหลายระดับ หลายประเภท โดยแบ่งเป็นในระดับภูมิภาค (regional diet) หรือ ระดับประเทศ (national diet) หรือแบ่งตามแหล่งที่มาของข้อมูล โดยข้อมูลระดับขั้นต้นที่สามารถนำมาใช้ได้ เป็นข้อมูลรายการสมดุลอาหาร (food balance sheet, FBS) ซึ่งรวบรวมข้อมูลอาหารแต่ละชนิดในระดับประเทศ ซึ่งคำนวนอย่างคร่าวๆ ได้รายการสมดุลอาหาร (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) ที่มีสมการดังนี้

$$\text{รายการสมดุลอาหาร} = \frac{(\text{ปริมาณอาหารที่ผลิตทั้งหมด} - \text{ปริมาณอาหารส่งออก}) + \text{ปริมาณอาหารนำเข้า}}{\text{จำนวนประชากรทั้งประเทศ}}$$

ประเทศต่างๆสามารถใช้ข้อมูลนี้ได้จากฐานข้อมูลที่องค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ (FAO) ได้จัดทำไว้ อย่างไรก็ตาม ข้อมูลรายการสมดุลอาหาร เป็นข้อมูลขั้นต้นที่ยังมีความคลาดเคลื่อนอยู่มาก FAO และองค์การอนามัยโลก (WHO) จึงแนะนำให้ประเทศที่มีความสามารถเพียงพอควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จัดทำข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศ ที่ได้จากการสำรวจผู้บริโภคเป็นรายบุคคล (national individual-based survey data) เพื่อให้การประเมินการได้รับสัมผัสมีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงมากที่สุด (FAO/WHO, 1997)

การสำรวจข้อมูลการบริโภคอาหารเป็นการสำรวจประชากรเป็นรายบุคคล เพื่อให้ได้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนการบริโภคอาหาร ซึ่งข้อมูลการสำรวจแบบนี้ จะมีความถูกต้องแม่นยำกว่าการใช้ข้อมูลรายการสมดุลอาหารมาก เนื่องจากข้อมูลรายการสมดุลอาหารถึงแม้จะประหยัดในการได้มาซึ่งข้อมูล แต่จะเป็นข้อมูลขั้นต้นที่ค่อนข้างหยาบ โดยไม่ได้คิดถึงปริมาณอาหารที่สูญเสียไปในการผลิต เก็บรักษา ขนส่ง จำหน่าย หรือในครัวเรือน และไม่ได้คิดถึงปริมาณอาหารเฉพาะส่วนที่บริโภคได้ ทำให้ปริมาณที่รายงานมีแนวโน้มที่จะสูงกว่าความเป็นจริง (over estimate) นอกจากนี้ การที่ข้อมูลเป็นค่าเฉลี่ยที่ได้มาจากปริมาณอาหารทั้งหมดหารด้วยประชากรทั้งหมด ข้อมูลจึงไม่สามารถแยกกลุ่มเพศ อายุ หรือกลุ่มประชากรเฉพาะได้แตกต่างจากข้อมูลจากการสำรวจรายบุคคลที่จะมีความถูกต้องใกล้เคียงความจริงมากกว่า และสามารถวิเคราะห์ จัดทำข้อมูลแยกตามกลุ่มประชากรต่างๆได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

วิธีการสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทยและประเทศอื่นๆ มีดังนี้

2.4.1.1 ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย (Food consumption data of Thailand) จัดทำขึ้นโดย สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.) ร่วมมือกับ สถาบันวิจัยโภชนาการ มหาวิทยาลัยมหิดล ในระหว่างปี พ.ศ. 2545-2547 เพื่อเป็นฐานข้อมูลการบริโภคอาหาร ทั้งชนิดและปริมาณการบริโภคอาหารที่เป็นตัวแทนของผู้บริโภคในประเทศไทย สำหรับการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment) ของอันตรายประเภทต่างๆ ในอาหาร เช่น สารพิษตกค้าง สารปนเปื้อน จุลินทรีย์ก่อโรค เป็นต้น และเพื่อให้หน่วยงานภาครัฐสามารถดำเนินการจัดการความเสี่ยงในการกำหนดกฎหมาย กฎระเบียบและมาตรการต่างๆ สำหรับอาหารที่ผลิตในประเทศ อาหารที่นำเข้าและส่งออกได้อย่างเหมาะสม

ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย เป็นการสำรวจการบริโภคอาหารของคนไทยด้วยแบบสัมภาษณ์ความถี่การบริโภคอาหารแต่ละชนิดครอบคลุมอาหารประเภทต่างๆ และชนิดอาหารแต่ละชนิดในแต่ละกลุ่มที่บริโภคในช่วง 1 เดือน โดยแบบสอบถามเป็นการบันทึกและสรุปข้อมูลทั้งความถี่และปริมาณการบริโภคแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถวิเคราะห์ออกมาเป็นปริมาณอาหารแต่ละชนิดที่มีการบริโภคได้โดยครอบคลุมอาหาร 17 กลุ่ม รวมรายการอาหารประมาณ 500 รายการ ทั้งอาหารสดและแปรรูป อาหารกึ่งสำเร็จรูปอาหารสำเร็จรูป อาหารที่มีเฉพาะของแต่ละท้องถิ่น และอาหารตามฤดูกาล โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลไม้ตามฤดูกาล เครื่องดื่มรวมทั้งน้ำดื่ม และเครื่องปรุงรสต่างๆ

การสุ่มกลุ่มตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของผู้บริโภคในประเทศ ได้สุ่มเลือกพื้นที่การสำรวจและกลุ่มประชากรตัวอย่างโดยวิธี Stratified Three – Stage Sampling ตามภาค ตามจังหวัดโดยใช้การจัดเรียงจังหวัดตามรายได้เฉลี่ยต่อครัวเรือนของแต่ละจังหวัด ยกเว้นกรุงเทพมหานคร และตามเขตการปกครอง สำหรับพื้นที่สำรวจครอบคลุมจังหวัดจำนวนทั้งสิ้น 17 จังหวัด โดยแบ่งการสำรวจให้เป็นตัวแทนของแต่ละภาค จำนวนภาคละ 4 จังหวัด และกรุงเทพมหานคร รวมทั้งสำรวจในประชากรตัวอย่างทั้งในและนอกเขตเทศบาล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมจำนวนทั้งสิ้น 18,746 คน แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 9,316 คน และเพศหญิงจำนวน 9,430 คน จากผลการสำรวจสามารถจำแนกตามกลุ่มอายุได้ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 จำนวนตัวอย่างที่สำรวจแยกตามกลุ่มอายุ

กลุ่มประชากร	จำนวนตัวอย่างที่สำรวจ		
	ชาย	หญิง	รวม
กลุ่มที่ 1 : กลุ่มทารก อายุ 0-3 ปี	1184	1179	2363
กลุ่มที่ 2 : กลุ่มเด็กวัยก่อนเรียน อายุ 3-6 ปี	1106	1121	2227
กลุ่มที่ 3 : กลุ่มเด็กวัยเรียน อายุ 6-9 ปี	1165	1170	2335
กลุ่มที่ 4 : กลุ่มเด็กวัยรุ่น อายุ 9-16 ปี	1224	1240	2464
กลุ่มที่ 5 : กลุ่มวัยรุ่น อายุ 16-19 ปี	1132	1154	2286
กลุ่มที่ 6 : กลุ่มวัยหนุ่มสาว อายุ 19-35 ปี	1229	1215	2444
กลุ่มที่ 7 : กลุ่มผู้ใหญ่ อายุ 35-65 ปี	1245	1321	2566
กลุ่มที่ 8 : กลุ่มผู้สูงอายุตั้งแต่ 65 ปีขึ้นไป	1031	1030	2061
รวมทุกกลุ่มอายุ	**9316**	**9430**	**18746**

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

จากผลการสำรวจพบว่าคนไทยบริโภคอาหารค่อนข้างหลากหลาย และเนื่องจากความหลากหลายของชนิดอาหาร ทำให้ปริมาณอาหารที่บริโภคบางรายการ (เฉลี่ยเป็นจำนวนกรัมต่อคนต่อวัน หรือปริมาณเฉลี่ย) จึงมีค่าค่อนข้างต่ำ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากความถี่ของการบริโภคอาหารที่ไม่ได้บริโภคเป็นประจำ สำหรับผลิตภัณฑ์เยลลี่ พบว่ามีการบริโภคในทุกช่วงอายุ ซึ่งแสดงรายละเอียดในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ค่าเฉลี่ย และค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ของปริมาณขนมเยลลี่ที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมดในทุกช่วงอายุ

หน่วย: กรัม / คน / วัน

กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย	ร้อยละของผู้บริโภค	ระดับสัมผัส	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5
0-3	10.05 ± 4.31	40.8	3.81	29.41
3-6	17.10 ± 4.76	65.1	4.96	30.00
6-9	22.80 ± 6.09	63.8	5.12	30.00
9-16	39.73 ± 12.20	50.9	3.42	24.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

หน่วย: กรัม / คน / วัน

กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย	ร้อยละของผู้บริโภค	ระดับสัมผัส	
			ค่าเฉลี่ย	ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5
16-19	53.23 ± 10.96	29.1	1.45	15.00
19-35	58.28 ± 11.56	14.6	0.66	6.00
35-65	60.37 ± 10.57	4.7	0.21	1.50
65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	1.7	0.05	0.00

ที่มา: สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2549)

2.4.1.2 ข้อมูลการบริโภคอาหารในประเทศอื่นๆ

การสำรวจภาวะการบริโภคอาหารของประชากรในแต่ละประเทศนั้นจำเป็นต้องสำรวจเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับในการเฝ้าระวังภาวะโภชนาการของประชากร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้อาจเปลี่ยนแปลงไปตามกระแสนิยม ดังนั้นการสำรวจภาวะการบริโภคอาหารของประชากรจึงต้องวางแผนและดำเนินการตามระยะเวลาที่กำหนด

ในประเทศสหรัฐอเมริกาได้สำรวจภาวะโภชนาการและสุขภาพครั้งใหญ่ทั่วประเทศอยู่ 3 ครั้ง ทุกระยะ 10 ปี (NCHS, 1993) โดยใช้ข้อมูลการบริโภคอาหารย้อนหลัง 24 ชั่วโมง ซึ่งสามารถบ่งบอกการกระจายของการบริโภคอาหารของกลุ่มประชากรได้ และใช้เป็นแนวทางในการจัดทำข้อกำหนดการได้รับสารอาหารของประชากรในแต่ละเพศ และแต่ละกลุ่มอายุได้ นอกจากนี้ การวิเคราะห์รายงานในพื้นที่ต่างๆ พบความสัมพันธ์ระหว่างพฤติกรรมการบริโภคกับอัตราการเกิดปัญหาสุขภาพเฉพาะทาง ซึ่งข้อมูลการสำรวจภาวะโภชนาการและสุขภาพของประเทศสหรัฐอเมริกานี้ ยังได้วิเคราะห์ซ้ำถึง 3 ครั้ง เพื่อใช้ในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงของความถี่ในการได้รับและปริมาณของอาหารและสารอาหารอีกด้วย เช่น การบริโภคไขมันและพลังงานของประชากรมีแนวโน้มลดลง แต่อัตราของโรคอ้วนยังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งอาจเนื่องมาจากการใช้พลังงานลดลง

สำหรับประเทศญี่ปุ่นมีการสำรวจภาวการณ์บริโภคอาหารแห่งชาติ โดยสุ่มจากครัวเรือนประมาณ 7,000 ครัวเรือน ทุกๆปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2489 ซึ่งข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศญี่ปุ่นนี้สามารถใช้ในการเฝ้าระวังการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมการบริโภคได้เป็นอย่างดี จากข้อมูลการเฝ้าระวังนี้ พบการเปลี่ยนแปลงที่สำคัญคือ การดื่มนม การกินเนื้อสัตว์และไข่มากขึ้น ในขณะที่การบริโภคข้าวลดลง ซึ่งคล้ายๆ กับประเทศเกาหลีที่มีการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการมาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2512 (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

2.4.2 การใช้ข้อมูลการบริโภคอาหาร

ข้อมูลการบริโภคอาหารสามารถนำไปใช้ประโยชน์ โดยมี วัตถุประสงค์หลัก คือ ด้านโภชนาการและด้านการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอาหาร หรือเรียกว่าการประเมินการได้รับสัมผัส (Exposure assessment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.1 ด้านโภชนาการ

เป็นการนำข้อมูล ชนิด และปริมาณอาหารที่ผู้บริโภคแต่ละกลุ่มอายุ และเพศบริโภคไปใช้ในการคำนวณพลังงานและสารอาหารที่ผู้บริโภคได้รับต่อวัน ซึ่งโดยปกติมักจะใช้ปริมาณการบริโภคอาหารที่เป็นค่าเฉลี่ยสำหรับประชากรทั้งหมด (per capita) โดยการรายงานข้อมูลจะอยู่ในรูปแบบและรายละเอียดที่เหมาะสมต่อการนำไปใช้ทางด้านโภชนาการ และผู้ที่จะใช้ข้อมูล ควรศึกษาเพิ่มเติมจากรายงานการสำรวจภาวะอาหารและโภชนาการของประเทศไทยของกองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

2.4.2.2 ด้านการประเมินความเสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยอาหาร

การนำข้อมูลการบริโภคอาหารไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงมีขั้นตอนที่จำเป็นต้องใช้ข้อมูลการบริโภคอาหาร ได้แก่ การประเมินการได้รับสัมผัส โดยใช้สมการพื้นฐาน (FAO/WHO, 1997) คือ

$$\text{การได้รับสัมผัสทางการบริโภค (Dietary exposure)} = \frac{\text{ระดับการปนเปื้อนสิ่งอันตราย} \times \text{ปริมาณการบริโภค}}{\text{น้ำหนักตัวผู้บริโภค}}$$

สมการการได้รับสัมผัส ซึ่งเป็นสมการพื้นฐานนี้สามารถใช้คำนวณสารเคมีได้ ทุกชนิด รวมถึงสารเคมีใหม่ๆ ไม่จำกัดว่าเป็นสารเคมีสังเคราะห์ แต่สารจากธรรมชาติก็สามารถวิเคราะห์ได้ สารเคมีต่างๆ ได้แก่ สารพิษตกค้าง (pesticide residue) สารปนเปื้อน ยาสัตว์ สารเติมแต่งอาหาร หรือจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (pathogen) เป็น ซึ่งวิธีประเมินและข้อมูลที่ใช้ประเมินจะแตกต่างกันในรายละเอียดขึ้นอยู่กับชนิดสิ่งอันตราย วัตถุประสงค์ และรูปแบบในการประเมิน

การประเมินการได้รับสัมผัสจากสิ่งอันตรายที่สำคัญคือ การประเมินสำหรับอันตราย 2 ประเภท คือ อันตรายทางเคมี (chemical hazard) และอันตรายทางจุลินทรีย์ (microbiological hazard) ในขณะเดียวกัน อาจจำแนกการประเมินเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเกิดอันตราย คือ การประเมินการได้รับสัมผัสจากอันตรายแบบระยะยาวหรือเรื้อรัง (long term/ chronic dietary exposure assessment) และการประเมินการได้รับสัมผัสจากอันตรายแบบเฉียบพลัน (acute dietary exposure assessment) (FAO/WHO, 1997) ทั้งนี้การนำข้อมูลการบริโภคอาหารไปใช้จะขึ้นอยู่กับลักษณะการเกิดอันตราย และชนิดของอันตรายดังข้างต้น การประเมินการได้รับสัมผัสแบ่งเป็น 2 แบบ คือ การประเมินอันตรายแบบระยะยาว/ เรื้อรัง และอันตรายแบบเฉียบพลัน

1) การประเมินการได้รับสัมผัสจากอันตรายแบบระยะยาว/ เรื้อรัง (long term/ chronic dietary exposure assessment)

อันตรายแบบระยะยาว มักเกิดจากการบริโภคสารเคมีที่ทำให้เกิดอันตรายในปริมาณน้อยติดต่อกันเป็นเวลานาน เช่น สารพิษตกค้าง สารปนเปื้อนประเภทโลหะหนัก ไดออกซิน วัตถุเจือปนอาหาร และยาสัตว์ตกค้าง เป็นต้น (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

ตามปกติข้อมูลการบริโภคอาหารที่ใช้ผู้ประเมิน จะเป็นข้อมูลของค่าเฉลี่ยของปริมาณอาหารที่บริโภคสำหรับประชากรทั้งหมด โดยอาจประเมินสำหรับประชากรอายุ 3 ปีขึ้นไป หรือประเมินแยกแต่ละช่วงอายุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการประเมิน โดยทั่วไปจะใช้ข้อมูลที่เป็นตัวแทนของผู้บริโภค ซึ่งผลการประเมินการได้รับสัมผัสแบบระยะยาวจะเป็นผลรวมของปริมาณการได้รับสัมผัสจากอาหารแต่ละชนิดที่เกี่ยวข้อง โดยปกติ มักใช้ค่าเฉลี่ยของระดับปริมาณสารเคมีที่ปนเปื้อนในอาหารแต่ละชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และค่าฉลี่ยน้ำหนักตัวผู้บริโภค ยกเว้น กรณีที่ต้องการประเมินการได้รับสัมผัสในกลุ่มผู้บริโภคที่อาจได้รับสารเคมีในระดับสูงกว่าระดับเฉลี่ยเป็นประจำ โดยมีปัจจัยอื่นๆ เช่น ผู้บริโภคเฉพาะบางกลุ่ม ผู้มีความเสี่ยงสูงเฉพาะ พื้นที่ และอาชีพ เป็นต้น ทำให้อาจต้องใช้ระดับสารเคมีที่เปอร์เซ็นต์ไทล์สูง เช่น 95, 97.5 ได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

ข้อมูลปริมาณการบริโภคอาหารที่ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์สูง (97.5th percentile) สำหรับประชากรทั้งหมด จะใช้ประเมิน เมื่อต้องการประเมินระดับการได้รับสัมผัสของผู้บริโภคที่บริโภคอาหารบางประเภทในระดับสูงกว่าผู้บริโภคทั่วไป ทั้งนี้ต้องมีความชัดเจนทั้งในชนิดอันตรายและกลุ่มอาหารที่ต้องการพิจารณาด้วยการใช้ค่าการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ เช่น กรณีของการประเมินการได้รับอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ อาจใช้ค่าการบริโภคอาหารประเภทถั่วลิสงและผลิตภัณฑ์ที่เปอร์เซ็นต์ไทล์สูง และใช้ค่าการบริโภคอาหารอื่นที่ระดับเฉลี่ย ทั้งนี้ต้องระวังการใช้ข้อมูลการบริโภคที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์สำหรับอาหารหลายๆชนิดพร้อมกัน เพราะอาจจะทำให้เกิดผลการประเมินที่สูงกว่าความเป็นจริง อีกทั้งตามความเป็นจริง บุคคลหนึ่งจะบริโภคอาหารบางชนิดในปริมาณสูง และบริโภคอาหารชนิดอื่นในปริมาณปกติ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

รูปแบบการประเมินการได้รับสัมผัสสำหรับผู้บริโภคที่บริโภคอาหารในระดับปริมาณสูง ที่แต่ละประเทศนำมาใช้อาจแตกต่างกัน เช่น ประเทศสหราชอาณาจักรได้กำหนดรูปแบบการคำนวณค่าการได้รับสารพิษตกค้างของผู้บริโภค จากการคำนวณโดยใช้ปริมาณการบริโภคอาหารที่ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ สำหรับอาหาร 2 ชนิดที่บริโภคสูงสุด ส่วนอาหารอื่นๆคำนวณมาจากปริมาณการบริโภคที่ระดับเฉลี่ย (pesticide safety directorate) โดยพื้นฐานมาจากผลการสำรวจลักษณะการบริโภคอาหารของประชากรที่แสดงว่า ประชากรส่วนใหญ่ที่บริโภคอาหารสูงกว่าระดับเฉลี่ย จะบริโภคอาหาร 2 ชนิดแรก ในระดับสูง และบริโภคอาหารชนิดอื่นที่เหลือในระดับปกติ แต่สำหรับประชากรไทย ข้อมูลการสำรวจแสดงถึงลักษณะการบริโภคอาหารของคนไทยค่อนข้างหลากหลาย และมีจำนวนชนิดอาหารที่บริโภคมากกว่าประเทศสหราชอาณาจักร จึงไม่สามารถใช้รูปแบบเดียวกันในการคำนวณได้ ซึ่งการจะเลือกใช้รูปแบบที่เหมาะสมจำเป็นต้องศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลเพิ่มเติมต่อไป (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

อย่างไรก็ตาม จากเอกสารการศึกษาวิจัยในประเทศ ได้เสนอรูปแบบการประเมินสำหรับผู้บริโภคที่บริโภคอาหารในระดับปริมาณสูง โดยตั้งสมมติฐานว่า ผู้บริโภคคนไทยที่บริโภคอาหารในระดับปริมาณสูงกว่าระดับเฉลี่ยจะบริโภคอาหาร 1 ชนิด ในอาหารกลุ่มเดียวกันในปริมาณสูง และบริโภคอาหารชนิดอื่นในกลุ่มนั้นในระดับปริมาณเฉลี่ย เช่น ในกลุ่มแป้ง ข้าว และผลิตภัณฑ์ ซึ่งหากบริโภคข้าวในระดับสูง ไม่น่าจะไม่บริโภคก๋วยเตี๋ยว ขนมจีน หรือขนมปังในระดับสูงด้วย หรือกลุ่มผัก หากบริโภคผักตระกูลกะหล่ำในปริมาณสูง ก็ไม่น่าจะบริโภคผักอื่นๆในปริมาณสูงด้วย ดังนั้น การเลือกชนิดอาหารในแต่ละกลุ่มที่จะใช้ค่าการบริโภคที่ระดับสูง (ระดับ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) ใช้ชนิดอาหารที่จะทำให้ผลการคำนวณค่าการได้รับสารพิษ (intake) สูงสุด (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2545)

2) การประเมินการได้รับสัมผัสจากอันตรายแบบเฉียบพลัน (acute dietary exposure assessment)

อันตรายแบบเฉียบพลันที่อาจเกิดจากสารเคมีบางชนิดปนเปื้อนในอาหารในปริมาณสูงถึงระดับหนึ่ง และก่อให้เกิดอันตรายแบบเฉียบพลัน จากการบริโภคอาหารนั้นเพียง 1 ครั้ง 1 มื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือใน 1 วัน เช่น สารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดแมลง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต หรือคาร์บาเมท หลายชนิด ยาสัตว์บางชนิด เช่น สารเร่งเนื้อแดง (กลุ่ม β-agonists) ยากล่อมประสาท (tranquillizers) สารพิษจากเชื้อรา เช่น อะฟลาทอกซิน สารเหล่านี้จึงต้องประเมินการได้รับสัมผัสทั้งแบบระยะยาวและแบบเฉียบพลัน นอกจากนี้อันตรายแบบเฉียบพลันยังเกิดได้จากจุลินทรีย์ก่อโรค อย่างไรก็ตาม รูปแบบและวิธีการประเมินความเสี่ยงจากจุลินทรีย์จะแตกต่างจากทางเคมีอยู่มาก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

คณะผู้เชี่ยวชาญด้านสารพิษตกค้าง (Joint FAO/ WHO Meeting on Pesticide Residues, JMPR) ได้กำหนดวิธีการประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันที่เกิดจากสารพิษตกค้าง (FAO/WHO, 2002) และให้นำวิธีนี้นำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงของ Codex ซึ่งภายใต้วิธีการประเมินนี้ได้กำหนดการใช้ข้อมูลปริมาณการบริโภคอาหารในหนึ่งวันเฉพาะผู้บริโภคอาหารนั้น (eater only) โดยกำหนดให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 97.5 เฉพาะผู้ที่บริโภคอาหารนั้น และเรียกข้อมูลการบริโภคอาหารนั้นว่า large portion consumption ในปัจจุบัน WHO ได้จัดทำฐานข้อมูล large portion consumption ที่รวบรวมจากประเทศต่างๆรวม 7 ประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และแอฟริกาใต้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

ข้อมูลการบริโภคอาหารที่เป็น large portion consumption เป็นปริมาณอาหารที่บริโภคต่อคนต่อวันรายงานแยกตามกลุ่มอายุ เพศ และรวมสำหรับประชากร 3 ปีขึ้นไป โดยการนำข้อมูลไปใช้ต้องประกอบกับข้อมูลน้ำหนักตัวเฉลี่ย ซึ่งสามารถใช้ได้กับรูปแบบการประเมินความเสี่ยงหลายรูปแบบ อย่างไรก็ตามในบางกรณี ผู้ประเมินความเสี่ยงอาจเห็นว่าการใช้ข้อมูลลักษณะนี้ อาจทำให้เกิดการประเมินปริมาณที่สูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากข้อมูลน้ำหนักตัวที่ใช้เป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ย และไม่ได้สัมพันธ์กันโดยตรงกับข้อมูลผู้บริโภคแต่ละคน (individual) ซึ่งถูกนำมาคิดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 97.5 ดังนั้นจึงอาจเลือกใช้ข้อมูลซึ่งเป็นปริมาณการบริโภคอาหารที่รายงานเป็นกรัมอาหารต่อน้ำหนักตัวผู้บริโภค 1 กิโลกรัมต่อวันแล้วคำนวณเป็นรายบุคคล และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ทั้งนี้ฐานข้อมูล LP ที่ WHO รวบรวมไว้ จะรายงานข้อมูลในรูปของกรัมอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน โดยแบ่งเป็นกลุ่มประชากรทั่วประเทศ (general population) และเด็กอายุไม่เกิน 6 ปี ดังนั้น ข้อมูลจะรายงานในรูปแบบเดียวกับฐานข้อมูลของ WHO เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกับประเทศอื่นได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

การประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน ปกติจะพิจารณาอาหารแต่ละชนิดแยกต่างหากจากกัน โดยไม่คำนวนร่วมกับปริมาณการได้รับสัมผัสของอาหารชนิดอื่นๆ ยกเว้นในกรณี ที่อาจพิจารณาอาหารประเภทเดียวกันหรือ เป็นอาหารที่มักบริโภคพร้อมกันไปด้วยในคราวเดียว ทั้งนี้ขึ้นกับกรณี (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือใน 1 วัน เช่น สารพิษตกค้างจากสารป้องกันกำจัดแมลง กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต หรือคาร์บาเมท หลายชนิด ยาสัตว์บางชนิด เช่น สารเร่งเนื้อแดง (กลุ่ม β-agonists) ยากล่อมประสาท (tranquillizers) สารพิษจากเชื้อรา เช่น อะฟลาทอกซิน สารเหล่านี้จึงต้องประเมินการได้รับสัมผัสทั้งแบบระยะยาวและแบบเฉียบพลัน นอกจากนี้อันตรายแบบเฉียบพลันยังเกิดได้จากจุลินทรีย์ก่อโรค อย่างไรก็ตาม รูปแบบและวิธีการประเมินความเสี่ยงจากจุลินทรีย์จะแตกต่างจากทางเคมีอยู่มาก (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

คณะผู้เชี่ยวชาญด้านสารพิษตกค้าง (Joint FAO/ WHO Meeting on Pesticide Residues, JMPR) ได้กำหนดวิธีการประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลันที่เกิดจากสารพิษตกค้าง (FAO/WHO, 2002) และให้นำวิธีนี้นำไปใช้ในการประเมินความเสี่ยงของ Codex ซึ่งภายใต้วิธีการประเมินนี้ได้กำหนดการใช้ข้อมูลปริมาณการบริโภคอาหารในหนึ่งวันเฉพาะผู้บริโภคอาหารนั้น (eater only) โดยกำหนดให้ใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ 97.5 เฉพาะผู้ที่บริโภคอาหารนั้น และเรียกข้อมูลการบริโภคอาหารนั้นว่า large portion consumption ในปัจจุบัน WHO ได้จัดทำฐานข้อมูล large portion consumption ที่รวบรวมจากประเทศต่างๆรวม 7 ประเทศ ได้แก่ ออสเตรเลีย ฝรั่งเศส เนเธอร์แลนด์ สหราชอาณาจักร สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และแอฟริกาใต้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

ข้อมูลการบริโภคอาหารที่เป็น large portion consumption เป็นปริมาณอาหารที่บริโภคต่อคนต่อวันรายงานแยกตามกลุ่มอายุ เพศ และรวมสำหรับประชากร 3 ปีขึ้นไป โดยการนำข้อมูลไปใช้ต้องประกอบกับข้อมูลน้ำหนักตัวเฉลี่ย ซึ่งสามารถใช้ได้กับรูปแบบการประเมินความเสี่ยงหลายรูปแบบ อย่างไรก็ตามในบางกรณี ผู้ประเมินความเสี่ยงอาจเห็นว่าการใช้ข้อมูลลักษณะนี้ อาจทำให้เกิดการประเมินปริมาณที่สูงกว่าความเป็นจริง เนื่องจากข้อมูลน้ำหนักตัวที่ใช้เป็นน้ำหนักตัวเฉลี่ย และไม่ได้สัมพันธ์กันโดยตรงกับข้อมูลผู้บริโภคแต่ละคน (individual) ซึ่งถูกนำมาคิดที่เปอร์เซ็นต์ไทล์ 97.5 ดังนั้นจึงอาจเลือกใช้ข้อมูลซึ่งเป็นปริมาณการบริโภคอาหารที่รายงานเป็นกรัมอาหารต่อน้ำหนักตัวผู้บริโภค 1 กิโลกรัมต่อวันแล้วคำนวณเป็นรายบุคคล และคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5 ทั้งนี้ฐานข้อมูล LP ที่ WHO รวบรวมไว้ จะรายงานข้อมูลในรูปของกรัมอาหารต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน โดยแบ่งเป็นกลุ่มประชากรทั่วประเทศ (general population) และเด็กอายุไม่เกิน 6 ปี ดังนั้น ข้อมูลจะรายงานในรูปแบบเดียวกับฐานข้อมูลของ WHO เพื่อให้ข้อมูลสามารถนำไปใช้เปรียบเทียบกับประเทศอื่นได้ (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

การประเมินการได้รับสัมผัสแบบเฉียบพลัน ปกติจะพิจารณาอาหารแต่ละชนิดแยกต่างหากจากกัน โดยไม่คำนวนร่วมกับปริมาณการได้รับสัมผัสของอาหารชนิดอื่นๆ ยกเว้นในกรณี ที่อาจพิจารณาอาหารประเภทเดียวกันหรือ เป็นอาหารที่มักบริโภคพร้อมกันไปด้วยในคราวเดียว ทั้งนี้ขึ้นกับกรณี (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549)

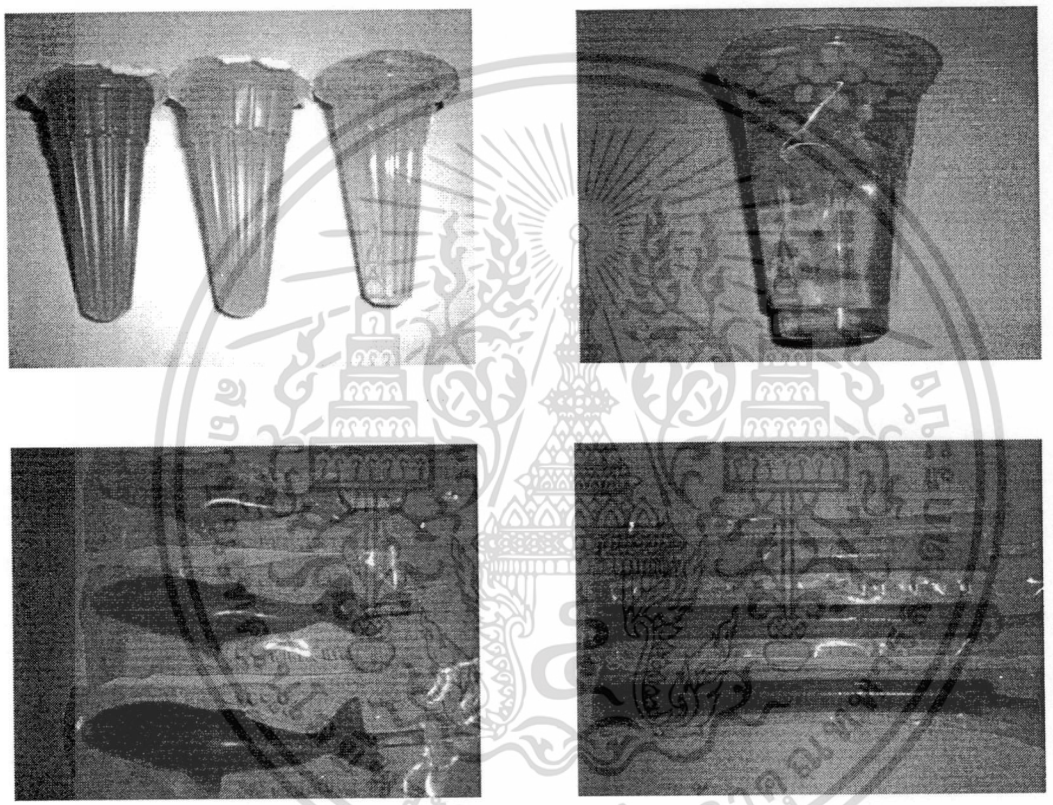
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1 ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

สุ่มเก็บตัวอย่างขนมเยลลี่อ่อนและเยลลี่เหลว กลุ่มสีแดง ส้ม และเหลือง จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวนรวมทั้งสิ้น 58 ตัวอย่าง ดังตัวอย่างภาพที่ 3.1 และตัวอย่างมีข้อมูลของฉลาก และเครื่องหมาย อย. ตามตารางที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 ตัวอย่างขนมเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลตัวอย่างขนมเยลลี่จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	สถานที่เก็บตัวอย่าง	สถานที่ผลิต
1	A_1	แดง	ตลาดรังสิต	กรุงเทพ
2		ส้ม		
3	B_1	แดง	ตลาดหัวตะเข้	ปราจีนบุรี
4		ส้ม		
5	B_2	แดง	แม็คโครรังสิต	ปราจีนบุรี
6		ส้ม		
7	C_1	แดง	อนุสาวรีย์ชัยสมรภูมิ	สงขลา
8		เหลือง		
9	A_2	ส้ม	เมืองทองธานี	กรุงเทพ
10		เหลือง		
11	D_1	แดง	ตลาดคู้บอน (รามอินทรา)	ชลบุรี
12		ส้ม		
13	D_2	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	ชลบุรี
14		ส้ม		
15	E_1	แดง	ตลาดหัวตะเข้	ราชบุรี
16	F_1	แดง	ตลาดปากเกร็ด	ฉะเชิงเทรา
17		ส้ม		
18		เหลือง		
19	G_1	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	สมุทรปราการ
20		ส้ม		
21	H_1	แดง	แม็คโคร บางกะปิ	สมุทรสาคร
22		ส้ม		
23	H_2	แดง	ตลาดสดกิ่งแก้ว (สมุทรปราการ)	สมุทรสาคร
24		ส้ม		
25		ส้ม		
26	H_3	แดง	ตลาดบางกะปิ	สมุทรสาคร
27		ส้ม		
28		เหลือง		
29	I_1	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
30		เหลือง		
31		ส้ม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	สถานที่เก็บตัวอย่าง	สถานที่ผลิต
32	I_2	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
33		ส้ม		
34		เหลือง		
35	J_1	แดง	ตลาดไท	กรุงเทพฯ
36		ส้ม		
37		เหลือง		
38	J_2	แดง	ตลาดนัดรามคำแหง	กรุงเทพฯ
39		ส้ม		
40		เหลือง		
41	I_3	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	-
42		ส้ม		
		เหลือง		
44	I_4	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
45		ส้ม		
46		เหลือง		
47	I_5	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
48		ส้ม		
49		เหลือง		
50	I_6	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
51		ส้ม		
52		เหลือง		
53	I_7	แดง	ตลาดสี่มุมเมือง	กรุงเทพฯ
54		ส้ม		
55		เหลือง		
56	K_1	แดง	ตลาดหัวตะเข้	-
57		เหลือง		
58		ส้ม		

หมายเหตุ: - หมายถึง ไม่ระบุสถานที่ผลิต

การแสดงฉลากเทียบกับ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่

3.1.2 สารมาตรฐาน

- กรดเบนโซอิก (BDI AnalaR, ประเทศอังกฤษ)
- สีปองโซ 4 อาร์ (Sensient Technology, ประเทศไทย)
- สี คาร์โมอิซิน (Sensient Technology, ประเทศไทย)
- สีเออริโธรซิน (Sensient Technology, ประเทศไทย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีตาร์ตราซีน (Sensient Technology, ประเทศไทย)
- สีซันเซ็ต เย็ลโล เอ็ฟ ซี เอ็ฟ (Sensient Technology, ประเทศไทย)

3.1.3 สารเคมี

- อะซิโตไนไตรท์ (HPLC grade, Lab scan, ประเทศไอร์แลนด์)
- เมทธานอล (HPLC grade, Lab scan, ประเทศไอร์แลนด์)
- แอมโมเนียมอะซีเตต (Merck, ประเทศเยอรมนี)
- น้ำปราศจากไอออน (HPLC grade, Lab scan, ประเทศไอร์แลนด์)
- โพแทสเซียมเฟอโรไซยาเนต (Merck, ประเทศเยอรมนี)
- ซิงค์อะซิเตต (Merck, ประเทศเยอรมนี)
- กรดอะซิติก (Lab scan, ประเทศไอร์แลนด์)

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

- เครื่องชั่ง (4 ตำแหน่ง) (Satorious TE214S, ประเทศเยอรมนี)
- เครื่องโฮโมจีไนซ์เซอร์ (X120, ประเทศเยอรมนี)
- เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (Sartorious PB-10, ประเทศเยอรมนี)
- อัลตราโซนิกบาร์ท (Crest CP1100D, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- เครื่องเขย่า (Cerhardt LS500, ประเทศเยอรมนี)
- เครื่องหมุนเหวี่ยง (Beckman coulter, Allegra X12 ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- กระดาษกรอง (No.1, Whatman, ประเทศอังกฤษ)
- เยื่อกรอง PTFE (0.2 µm, 47 mm, Munktell, ประเทศสวีเดน)
- เยื่อกรองไนลอน (0.2 µm, 47 mm, Chomtech, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- เยื่อกรอง เซลลูโลสอะซิเตต (0.2 µm, 47 mm, Munktell,ประเทศสวีเดน)
- Syringe filter PTFE (0.2 µm, Chromex, ประเทศอังกฤษ)
- Syringe filter เซลลูโลสอะซิเตต (0.2 mm, Munktell, ประเทศสวีเดน)
- ปั๊มสุญญากาศ (WI-20, Sibata, ประเทศญี่ปุ่น)
- คอลัมน์ Mightysil (C18, 5µm, 150 x 4.6 mm)
  และ การ์ดคอลัมน์ (C18, 5µm, 5x4.6 mm) (Mightysil, ประเทศญี่ปุ่น)
- เครื่อง HPLC รุ่น HP1100 (Agilent, ประเทศสหรัฐอเมริกา)
- เครื่องตรวจวัดสัญญาณ ประเภท UV-DAD (Agilent, ประเทศสหรัฐอเมริกา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ดำเนินงาน

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิก

3.4.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างเยลลี่จำนวนประมาณ 75 กรัม มาปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ นาน 10 นาที แล้วสุ่มชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารสกัดผสมระหว่าง เมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมอะซิเตต/กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) ในอัตราส่วน 40:60 ปริมาณ 60 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Carrez I และ Carrez II อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วถ่ายลงขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วจึงปรับปริมาตรด้วยสารสกัดผสมระหว่างเมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมอะซิเตท/กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำสารสกัดกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนใสไปกรองผ่านเยื่อกรองpolytetrafluoroethylene (PTFE) 0.2 ไมโครเมตรอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดเบนโซอิกด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography, HPLC)

3.4.1.2 ปริมาณกรดเบนโซอิก ตามวิธีของ วันทนีย์ ขำเลิศ (2535)

นำสารสกัดที่กรองผ่านเยื่อกรองPTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่าง (vial) สีชา ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 Series โดยใช้คอลัมน์ Mightysil RP-18 GP (150 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) และ การ์ดคอลัมน์ RP-18 GP (5 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) ทำการควบคุมสภาวะที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดสัญญาณด้วยเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบ diode array detector (DAD) ที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตร และปริมาตรที่ใช้ในการฉีดตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นแบบไอโซเครติก (isocratic elution) มีอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ของแอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6 (A): เมทธานอล (B) อัตราส่วน 80:20 และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่กำหนดดังนี้ เวลาที่ 0-3 นาทีอัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาที่ 3.5-12 นาที อัตราการไหล 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที และ เวลาที่ 12.5 นาที อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 นาที

จากนั้นคำนวณหาปริมาณกรดเบนโซอิก ในหน่วยไมโครกรัมต่อกรัม (µg/g) โดยใช้กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกรดเบนโซอิกและซัคคาริน (µg/g) กับพื้นที่ใต้พีค (mAU*s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 สถานที่ดำเนินงาน

คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.4 วิธีการทดลอง

3.4.1 การวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิก

3.4.1.1 การเตรียมตัวอย่าง

นำตัวอย่างเยลลี่จำนวนประมาณ 75 กรัม มาปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ นาน 10 นาที แล้วสุ่มชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารสกัดผสมระหว่าง เมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมอะซิเตต/กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) ในอัตราส่วน 40:60 ปริมาณ 60 มิลลิลิตร จากนั้นเติม Carrez I และ Carrez II อย่างละ 1 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน แล้วถ่ายลงขวดปรับปริมาตรขนาด 100 มิลลิลิตร แล้วจึงปรับปริมาตรด้วยสารสกัดผสมระหว่างเมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมอะซิเตท/กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) จนได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที แล้วนำสารสกัดกรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนใสไปกรองผ่านเยื่อกรองpolytetrafluoroethylene (PTFE) 0.2 ไมโครเมตรอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นนำไปวิเคราะห์หาปริมาณกรดเบนโซอิกด้วยเครื่องลิควิดโครมาโทกราฟีสมรรถนะสูง (high performance liquid chromatography, HPLC)

3.4.1.2 ปริมาณกรดเบนโซอิก ตามวิธีของ วันทนีย์ ขำเลิศ (2535)

นำสารสกัดที่กรองผ่านเยื่อกรองPTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ใส่ลงในขวดเก็บตัวอย่าง (vial) สีชา ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 Series โดยใช้คอลัมน์ Mightysil RP-18 GP (150 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) และ การ์ดคอลัมน์ RP-18 GP (5 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) ทำการควบคุมสภาวะที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดสัญญาณด้วยเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบ diode array detector (DAD) ที่ความยาวคลื่น 235 นาโนเมตร และปริมาตรที่ใช้ในการฉีดตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นแบบไอโซเครติก (isocratic elution) มีอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ของแอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6 (A): เมทธานอล (B) อัตราส่วน 80:20 และอัตราการไหลของเฟสเคลื่อนที่กำหนดดังนี้ เวลาที่ 0-3 นาทีอัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที เวลาที่ 3.5-12 นาที อัตราการไหล 1.2 มิลลิลิตรต่อนาที และ เวลาที่ 12.5 นาที อัตราการไหล 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที รวมระยะเวลาทั้งสิ้น 15 นาที

จากนั้นคำนวณหาปริมาณกรดเบนโซอิก ในหน่วยไมโครกรัมต่อกรัม (µg/g) โดยใช้กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นกรดเบนโซอิกและซัคคาริน (µg/g) กับพื้นที่ใต้พีค (mAU*s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 การวิเคราะห์ปริมาณสีผสมอาหาร ปองโซ 4 อาร์, คาร์โมอีซีน, เออริโธรซิน, ตาร์ตราซี, และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟ ซี เอ็ฟ

3.4.2.1 การเตรียมตัวอย่างวิเคราะห์สีผสมอาหาร

นำตัวอย่างเยลลี่จำนวนประมาณ 75 กรัม ปั่นด้วยเครื่องโฮโมจีไนเซอร์ นาน 10 นาที แล้วสุ่มชั่งตัวอย่าง 2.5 กรัม ใส่ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร ทำการสกัดเช่นเดียวกันกับข้อ 3.4.1.1 แต่มีความแตกต่างกันดังนี้ เติมสารสกัดผสมระหว่างเมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียมอะซิเตต/กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) ในอัตราส่วน 40:60 ปริมาตร 30 มิลลิลิตร แล้วเติม Carrez I และ Carrez II อย่างละ 0.5 มิลลิลิตร ถ่ายลงขวดปรับปริมาตรและปรับปริมาตรด้วยสารสกัดเมทธานอล และสารละลายบัฟเฟอร์ของแอมโมเนียม- อะซิเตต/ กรดอะซิติก (ความเข้มข้น 0.01 โมลาร์ พีเอช 4.5-4.6) จนมีปริมาตร 50 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 15 นาที กรองผ่านกระดาษกรองเบอร์ 1 นำส่วนที่กรองได้กรองผ่านเยื่อกรอง PTFE 0.2 ไมโครเมตร แล้วนำสารที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณสีผสมอาหารด้วยเครื่อง HPLC

3.4.2.2 ปริมาณสีผสมอาหาร (ปองโซ 4 อาร์, คาโมอิซิน, เออริโธรซิน, ตาตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟ ซี เอ็ฟ) ตามวิธีของ Minioti และคณะ (2007)

นำตัวอย่างสารสกัดที่กรองผ่านเยื่อกรอง PTFE ขนาด 0.2 ไมโครเมตร ใส่ลงในขวดไวออล (vial) สีชา ขนาด 2 มิลลิลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาปริมาณสีผสมอาหารด้วยเครื่อง HPLC ยี่ห้อ Agilent รุ่น 1100 Series ด้วยคอลัมน์ Mightysil RP-18 GP (150 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) และใช้การ์ดคอลัมน์ RP-18 GP (5 x 4.6 มิลลิเมตร, อนุภาค C18 ขนาด 5 ไมครอน) ทำการควบคุมสภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์ที่ 25 องศาเซลเซียส ตรวจวัดสัญญาณด้วยเครื่องตรวจวัดสัญญาณแบบ DAD ที่ความยาวคลื่น 482 นาโนเมตร และปริมาตรที่ใช้ในการฉีดตัวอย่าง 10 ไมโครลิตร

สภาวะที่ใช้ในการวิเคราะห์เป็นแบบเกรเดียนท์อีลูชัน (gradient elution) มีอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ของอะซิโตไนไตรท์ (A) : เมทธานอล (B) : แอมโมเนียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ พีเอช 7.5 (C) และอัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่กำหนดดังนี้ เวลาที่ 0.0 นาที อัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ เท่ากับ 0.0 : 0.0 : 100 เวลาที่ 10 นาที อัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ 10.5 : 42.0 : 47.5 เวลาที่ 19.0 นาที อัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ 20.0 : 80.0 : 0.0 เวลาที่ 19.5 นาที อัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ 0.0 : 0.0 : 100 และที่เวลา 23.0 นาที อัตราส่วนของเฟสเคลื่อนที่ 0.0 : 0.0 : 100 และกำหนดอัตราการไหลที่ 1.0 มิลลิลิตรต่อนาที โดยใช้ระยะเวลาทั้งสิ้น 23.0 นาที

คำนวณหาปริมาณสีผสมอาหาร ในหน่วยไมโครกรัมต่อกรัม (µg/g) โดยใช้กราฟมาตรฐานแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นสีผสมอาหาร (µg/g) กับพื้นที่ใต้พีค (mAU*s)

3.4.3 การประเมินความเสี่ยง

นำข้อมูลปริมาณสูงสุด ปริมาณเฉลี่ย และปริมาณเฉลี่ยที่เกินมาตรฐานของกรดเบนโซอิก ซัคคาริน และสีผสมอาหาร ในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่จากผลการทดลองในข้อ 3.4.1 ถึง 3.4.3 มาประเมินการได้รับสัมผัสทางการบริโภค (exposure assessment) ของสารเติมแต่งอาหาร (กรดเบนโซอิก ซัคคาริน สีผสมอาหาร) และน้ำตาล โดยใช้ฐานข้อมูลการบริโภคอาหารของคนไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) ในทุกช่วงกลุ่มอายุของผู้บริโภค (8 ช่วงอายุ ตามตารางที่ 2.2) ดังสมการ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การได้รับสัมผัสทางการบริโภค (dietary exposure) = $\frac{\text{ระดับการปนเปื้อนสิ่งอันตราย X ปริมาณการบริโภค}}{\text{น้ำหนักตัวผู้บริโภค}}$

จากนั้นวิเคราะห์ลักษณะความเสี่ยง (risk characterization) ของสารเติมแต่งอาหาร (กรดเบนโซอิก ซัคคาริน และ สีผสมอาหาร) และน้ำตาล ด้วยการคำนวณหาปริมาณการได้รับสัมผัสเปรียบเทียบกับค่า ADI โดยการศึกษานี้ทำการประเมินความเสี่ยงโดยแปลงปริมาณการได้รับสัมผัสสารนั้นๆ เป็นร้อยละของค่า ADI ดังนั้นถ้ามีค่าเกินร้อยละ 100 ของค่า ADI แสดงว่ามีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค ใช้สมการดังนี้

ความเสี่ยง (Risk) = $\frac{\text{การได้รับสัมผัสทางการบริโภค X 100}}{\text{ADI}}$

ความเสี่ยง (Risk) > ร้อยละ 100 = มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค

ความเสี่ยง (Risk) $\leq$ ร้อยละ 100 = ไม่มีโอกาสที่จะเกิดอันตรายต่อสุขภาพผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลองและอภิปรายผล

จากการสำรวจผลิตภัณฑ์เยลลี่พร้อมบริโภคที่จำหน่ายในตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล รวมจำนวนทั้งสิ้น 58 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 23 ยี่ห้อ จากแหล่งผลิตจำนวน 11 แห่ง (A-K) ซึ่งในจำนวน 58 ตัวอย่างนี้มีกลิ่นรส หรือ สีที่แตกต่างกัน ได้แก่ สีแดง สีเหลือง และสีส้ม (ตารางที่ 4.1) พบว่า สถานที่ผลิตจำนวน 6 แห่งผลิต ผลิตภัณฑ์เยลลี่ไม่ต่ำกว่า 2 ยี่ห้อ และมีสถานที่ผลิต ณ ที่ผลิต ผลิตภัณฑ์เยลลี่จำนวน 7 ยี่ห้อ ส่วนสถานที่ผลิตอีก 5 แห่งผลิต ผลิตภัณฑ์เยลลี่เพียง 1 ยี่ห้อเท่านั้น

4.1 ข้อมูลฉลากของตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลฉลากของขนมเยลลี่จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลที่ได้จากการสุ่มตัวอย่าง

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	การแสดงฉลาก	เครื่องหมาย อย.
1	A_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
2		ส้ม		
3	B_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
4		ส้ม		
5	B_2	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
6		ส้ม		
7	C_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
8		เหลือง		
9	A_2	ส้ม	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
10		เหลือง		
11	D_1	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
12		ส้ม		
13	D_2	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
14		ส้ม		
15	E_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
16	F_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
17		ส้ม		
18		เหลือง		
19	G_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
20		ส้ม		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	การแสดงฉลาก	เครื่องหมาย อย.
21	H_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
22		ส้ม		
23	H_2	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
24		ส้ม		
25	H_2	ส้ม	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
26	H_3	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
27		ส้ม		
28		เหลือง		
29	I_1	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย ไม่ระบุวันหมดอายุ	มีเครื่องหมาย อย.
30		เหลือง		
31		ส้ม		
32	I_2	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
33		ส้ม		
34		เหลือง		
35	J_1	แดง	ฉลากถูกต้อง	มีเครื่องหมาย อย.
36		ส้ม		
37		เหลือง		
38	J_2	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
39		ส้ม		
40		เหลือง		
41	I_3	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง 1. ชื่อของวัตถุที่เป็นตัวทำให้นุ่มและยืดหยุ่นเป็นวุ้น ไม่ระบุไว้ในวงเล็บกำกับชื่ออาหาร 2. วันผลิตระบุวันที่ 5-12-95 3. วันหมดอายุระบุวันที่ 9-12-96 4. ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	ไม่มีเครื่องหมาย อย.
42		ส้ม		
43		เหลือง		
44	I_4	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
45		ส้ม		
46		เหลือง		
47	I_5	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย	มีเครื่องหมาย อย.
48		ส้ม		
49		เหลือง		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	การแสดงฉลาก	เครื่องหมาย อย.
50	I_6	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย ไม่ระบุวันหมดอายุ	มีเครื่องหมาย อย.
51		ส้ม		
52		เหลือง		
53	I_7	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย ไม่ระบุวันหมดอายุ	มีเครื่องหมาย อย.
54		ส้ม		
55		เหลือง		
56	K_1	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุข้อความใดๆ และขายแยกชิ้นเล็กๆ	ไม่มีเครื่องหมาย อย.
57		เหลือง		
58		ส้ม		

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ เช่น A1 หมายถึง ตัวอย่างยี่ห้อที่ 1 จากแหล่งผลิต A
การแสดงฉลากเทียบกับ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่

จากการพิจารณาฉลากตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) และเครื่องหมาย อย. พบว่า ฉลากของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ไม่ถูกต้องจำนวน 33 ตัวอย่าง จาก 12 ยี่ห้อ 5 แหล่งผลิต คิดเป็นร้อยละ 56.90 ของตัวอย่างทั้งหมด โดยส่วนใหญ่เป็น ฉลากที่ไม่ระบุว่าเติมวัตถุกันเสียจำนวน 33 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างขนมเยลลี่ที่ไม่มีเครื่องหมาย อย. จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 2 ยี่ห้อในแหล่งผลิต 2 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 10.34 ของตัวอย่างทั้งหมด (ตารางที่ 4.1) ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างขนมเยลลี่โดยส่วนใหญ่ได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. โดยยี่ห้อที่ไม่มีเครื่องหมาย อย. แต่การแสดงฉลาก กลับพบว่า ผลิตภัณฑ์มากกว่าครึ่งที่ใช้ฉลากไม่ถูกต้อง แม้จะได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. ก็ตาม ซึ่งฉลากที่ไม่ถูกต้องนั้นส่วนใหญ่เนื่องมาจากมีการใช้วัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์ แต่ไม่ระบุในฉลาก ทำให้ขัดแย้งกับผลการวิเคราะห์กรดเบนโซอิกในข้อ 4.2.1 นอกจากนี้ยังไม่ระบุวันผลิตหรือวันหมดอายุ บางตัวอย่างระบุวันหมดอายุ ซึ่งเลยระยะเวลาดังกล่าวมาแล้ว เช่น ตัวอย่าง I3 ระบุวันที่ผลิตในปี ค.ศ. 1995 และวันหมดอายุในปี ค.ศ. 1996 ซึ่งงานวิจัยนี้ เก็บตัวอย่างในเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2552 หรือ ค.ศ. 2009 จึงคาดว่า น่าจะเกิดจากการไม่เปลี่ยนแบบพิมพ์ของบรรจุภัณฑ์หรือ การเอาบรรจุภัณฑ์เก่ามาใช้ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) ว่าด้วยเรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ ระบุว่าหากมีการใช้วัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ต้องระบุที่ฉลากให้ทราบ และต้องระบุวันผลิตและ/หรือวันหมดอายุบนฉลากให้ถูกต้องด้วย

นอกจากนั้น ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ไม่มีฉลากจำนวน 1 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่แบ่งจำหน่าย และวางเป็นกองขายในตลาดนัด จึงอาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ ทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถเห็นฉลากของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ อีกทั้งพบผลิตภัณฑ์ 1 ตัวอย่าง ที่ฉลากไม่ระบุสารที่ทำให้ยืดหยุ่นหรือสารที่ทำให้เป็นวุ้นจำนวน 1 ตัวอย่าง สำหรับรายละเอียดอื่นๆที่ระบุในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 เช่น ให้มีการระบุชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนัก สารเติมแต่งกลิ่นรส/สี สารทำให้ยืดหยุ่น ปริมาณน้ำผลไม้ที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	รหัสตัวอย่าง	สี	การแสดงฉลาก	เครื่องหมาย อย.
50	I_6	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย ไม่ระบุวันหมดอายุ	มีเครื่องหมาย อย.
51		ส้ม		
52		เหลือง		
53	I_7	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุว่าใช้วัตถุกันเสีย ไม่ระบุวันหมดอายุ	มีเครื่องหมาย อย.
54		ส้ม		
55		เหลือง		
56	K_1	แดง	ฉลากไม่ถูกต้อง ไม่ระบุข้อความใดๆ และขายแยกชิ้นเล็กๆ	ไม่มีเครื่องหมาย อย.
57		เหลือง		
58		ส้ม		

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ เช่น A1 หมายถึง ตัวอย่างยี่ห้อที่ 1 จากแหล่งผลิต A
การแสดงฉลากเทียบกับ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่

จากการพิจารณาฉลากตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) และเครื่องหมาย อย. พบว่า ฉลากของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ไม่ถูกต้องจำนวน 33 ตัวอย่าง จาก 12 ยี่ห้อ 5 แหล่งผลิต คิดเป็นร้อยละ 56.90 ของตัวอย่างทั้งหมด โดยส่วนใหญ่เป็น ฉลากที่ไม่ระบุว่าเติมวัตถุกันเสียจำนวน 33 ตัวอย่าง ส่วนตัวอย่างขนมเยลลี่ที่ไม่มีเครื่องหมาย อย. จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 2 ยี่ห้อในแหล่งผลิต 2 แหล่ง คิดเป็นร้อยละ 10.34 ของตัวอย่างทั้งหมด (ตารางที่ 4.1) ซึ่งจากข้อมูลจะเห็นได้ว่า ตัวอย่างขนมเยลลี่โดยส่วนใหญ่ได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. โดยยี่ห้อที่ไม่มีเครื่องหมาย อย. แต่การแสดงฉลาก กลับพบว่า ผลิตภัณฑ์มากกว่าครึ่งที่ใช้ฉลากไม่ถูกต้อง แม้จะได้รับการรับรองเครื่องหมาย อย. ก็ตาม ซึ่งฉลากที่ไม่ถูกต้องนั้นส่วนใหญ่เนื่องมาจากมีการใช้วัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์ แต่ไม่ระบุในฉลาก ทำให้ขัดแย้งกับผลการวิเคราะห์กรดเบนโซอิกในข้อ 4.2.1 นอกจากนี้ยังไม่ระบุวันผลิตหรือวันหมดอายุ บางตัวอย่างระบุวันหมดอายุ ซึ่งเลยระยะเวลาดังกล่าวมาแล้ว เช่น ตัวอย่าง I3 ระบุวันที่ผลิตในปี ค.ศ. 1995 และวันหมดอายุในปี ค.ศ. 1996 ซึ่งงานวิจัยนี้ เก็บตัวอย่างในเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ. 2552 หรือ ค.ศ. 2009 จึงคาดว่า น่าจะเกิดจากการไม่เปลี่ยนแบบพิมพ์ของบรรจุภัณฑ์หรือ การเอาบรรจุภัณฑ์เก่ามาใช้ ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 (พ.ศ. 2529) ว่าด้วยเรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่ ระบุว่าหากมีการใช้วัตถุกันเสียในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ต้องระบุที่ฉลากให้ทราบ และต้องระบุวันผลิตและ/หรือวันหมดอายุบนฉลากให้ถูกต้องด้วย

นอกจากนั้น ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ไม่มีฉลากจำนวน 1 ตัวอย่าง และผลิตภัณฑ์นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่แบ่งจำหน่าย และวางเป็นกองขายในตลาดนัด จึงอาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีบรรจุภัณฑ์ขนาดใหญ่ ทำให้ผู้บริโภคไม่สามารถเห็นฉลากของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ อีกทั้งพบผลิตภัณฑ์ 1 ตัวอย่าง ที่ฉลากไม่ระบุสารที่ทำให้ยืดหยุ่นหรือสารที่ทำให้เป็นวุ้นจำนวน 1 ตัวอย่าง สำหรับรายละเอียดอื่นๆที่ระบุในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 100 เช่น ให้มีการระบุชื่อผลิตภัณฑ์ น้ำหนัก สารเติมแต่งกลิ่นรส/สี สารทำให้ยืดหยุ่น ปริมาณน้ำผลไม้ที่เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนผสม ส่วนประกอบที่สำคัญ คำแนะนำในการเก็บรักษา เป็นต้น นั้นเป็นข้อมูลที่ผู้ผลิตทุกรายได้ระบุไว้บนผลิตภัณฑ์ครบถ้วน ดังนั้นจากข้อมูลบนฉลากทั้งหมดของตัวอย่าง จะเห็นว่า ถ้าพิจารณาเพียงเรื่องฉลากอย่างเดียวจะพบว่าผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ในตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑลไม่ถูกต้องตามกฎหมายที่กำหนดถึงร้อยละ 56.90 ของตัวอย่างทั้งหมด ดังนั้นทั้งผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาแก้ไขและดำเนินการอย่างเข้มงวด เพื่อให้ผู้บริโภคได้ทราบข้อมูลที่แท้จริงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และลดโอกาสเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภค

4.2 ปริมาณกรดเบนโซอิกในขนมเยลลี่และการประเมินความปลอดภัยจากการได้รับสัมผัส

4.2.1 ปริมาณกรดเบนโซอิก

จากการผลวิเคราะห์ปริมาณกรดเบนโซอิกในตัวอย่าง (ตารางที่ 4.2) ไม่พบการเติมกรดเบนโซอิกหรือเกลือของกรดเบนโซอิกจำนวน 8 ตัวอย่าง ส่วนอีก 50 ตัวอย่าง พบการใช้กรดเบนโซอิก หรือร้อยละ 86.21 ของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด โดยมีความเข้มข้นตั้งแต่ 12.45+1.22 ถึง 2,123+3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 กำหนดให้ผลิตภัณฑ์เยลลี่มีปริมาณกรดเบนโซอิก หรือคิดเฉพาะในรูปกรดเบนโซอิก ไม่เกิน 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ผลการวิเคราะห์พบตัวอย่างเยลลี่ที่มีกรดเบนโซอิกสูงกว่ากฎหมายกำหนด จำนวน 16 ตัวอย่าง จาก 6 ยี่ห้อ หรือ 2 แหล่งผลิต โดยอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1,025+2-2,123+3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางที่ 4.2) ดังนั้น ผลิตภัณฑ์เยลลี่พบว่าไม่ผ่านมาตรฐานวัตถุกันเสียประเภทเบนโซอิกคิดเป็นร้อยละ 27.59 ของตัวอย่างทั้งหมด

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ส่วนใหญ่เติมกรดเบนโซอิกเป็นวัตถุกันเสียในการยืดอายุผลิตภัณฑ์ และมีแหล่งผลิตจำนวน 2 แหล่งจาก 11 แหล่ง ที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด ได้แก่ แหล่งผลิต I และ J โดยแหล่งผลิต J มีจำนวน 1 ตัวอย่างที่เกินมาตรฐานที่กำหนด จากทั้งหมด 6 ตัวอย่าง ส่วนอีก 5 ตัวอย่างมีปริมาณกรดเบนโซอิกใกล้เคียงค่าสูงสุดที่กฎหมายกำหนด ส่วนแหล่งผลิต I ที่มีจำนวนยี่ห้อมากที่สุด และมีจำนวนตัวอย่างสูงที่สุดในการวิจัยครั้งนี้ คือ 21 ตัวอย่าง พบว่า มีตัวอย่างจำนวน 15 ตัวอย่างจาก 5 ยี่ห้อที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงกว่าที่กฎหมาย ส่วนอีก 6 ตัวอย่าง จำนวน 2 ยี่ห้อ มีปริมาณกรดเบนโซอิกระหว่าง 642.7-852.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากผลการทดลองแสดงว่า ผู้ผลิตบางรายใช้กรดเบนโซอิกสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด และการบริโภคเป็นจำนวนมาก อาจก่อให้เกิดความไม่ปลอดภัยได้ ทั้งนี้สาเหตุของการใช้วัตถุกันเสียสูงกว่ากฎหมายกำหนดอาจเนื่องมาจาก ผู้ผลิตไม่ทราบ หรือขาดการตระหนักถึงอันตรายของวัตถุกันเสีย หรืออาจขาดความรู้ในการใช้วัตถุกันเสีย รวมทั้งการไม่ควบคุมกระบวนการผลิต ทำให้มีจุลินทรีย์ปนเปื้อนสูง จึงต้องเติมวัตถุกันเสียในปริมาณมาก สำหรับตัวอย่างที่ไม่พบกรดเบนโซอิกเป็นวัตถุกันเสียจำนวน 8 ตัวอย่าง จาก 2 แหล่งผลิตนั้น อาจใช้วัตถุกันเสียประเภทอื่นๆ เช่น กรดซอร์บิก เป็นต้น ทำให้ตรวจไม่พบปริมาณกรดเบนโซอิก ทั้งนี้ในการวิเคราะห์ครั้งนี้ระดับความเข้มข้นของกรดเบนโซอิก 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระดับต่ำสุดที่สามารถตรวจวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ปริมาณกรดเบนโซอิกในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ในตลาดกรุงเทพฯ และปริมณฑล

สถานที่ผลิต	รหัสตัวอย่าง	จำนวนตัวอย่าง	กรดเบนโซอิก (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ช่วงค่า	เฉลี่ย
A	A1	2	ND	ND
	A2	2	12.45 ± 1.22 - 24.57 ± 1.60	18.51 ± 8.57
B	B1	2	ND	ND
	B2	2	ND	ND
C	C1	2	ND	ND
D	D1	2	88.73 ± 2.05 - 92.61 ± 4.73	90.67 ± 2.74
	D2	2	92.17 ± 5.19 - 96.17 ± 4.32	94.17 ± 2.83
E	E1	1	165.8 ± 2.0	165.8 ± 2.0
F	F1	3	188.4 + 1.2 - 192.4 ± 2.1	189.9 ± 2.2
G	G1	2	172.5 ± 1.1 - 175.3 ± 0.4	173.9 ± 2.0
H	H1	2	216.1 ± 0.7 - 220.5 ± 2.7	218.3 ± 3.1
	H2	3	335.7 ± 0.7 - 342.6 ± 0.7	338.1 ± 3.9
	H3	3	257.0 ± 0.1 - 267.7 ± 0.3	261.2 ± 5.7
I	I1	3	642.7 ± 7.3 - 652.5 ± 7.6	648.1 ± 5.0
	I2	3	841.0 ± 6.1 - 852.6 ± 9.9	847.0 ± 5.8
	I3	3	1,407 ± 5 – 2,123 ± 3	1,653 ± 407
	I4	3	1,029 ± 0 – 1,378 ± 4	1,260 ± 200
	I5	3	1,333 ± 23 – 1,464 ± 7	1,403 ± 66
	I6	3	1,386 ± 9 – 1,502 ± 8	1,444 ± 58
	I7	3	1,721 ± 2 – 1,752 ± 3	1,738 ± 15
J	J1	3	585.3 ± 3.2 - 916.8 ± 1.2	795.5 ± 182.7
	J2	3	976.1 ± 4.7 – 1,025 ± 2	996.9 ± 25.3
K	K1	3	52.62 ± 1.37 - 69.76 ± 2.38	59.65 ± 9.0
รวม	23	58	-	-

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ เช่น A1 หมายถึง ตัวอย่างยี่ห้อที่ 1 จากแหล่งผลิต A
ND หมายถึง ไม่สามารถตรวจวัดได้ที่ระดับต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ดังนั้น จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การบริโภคขนมเยลลี่อาจทำให้ได้รับปริมาณกรดเบนโซอิกสูงกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ต่อวัน (ADI) และหากนิยมบริโภค หรือบริโภคครั้งละมากๆ เป็นเวลาที่ต่อเนื่อง นอกจากจะทำให้ได้สารอาหารไม่ครบหมู่ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการต่ำตามลักษณะของผลิตภัณฑ์แล้ว ยังอาจก่อให้เกิดอันตรายทางเคมีแก่ผู้บริโภคอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การประเมินความปลอดภัยของการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์เยลลี่

ค่า ADI ของกรดเบนโซอิกมีค่าเท่ากับ 0-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA) เมื่อนำปริมาณกรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ (ค่าสูงสุด ค่าเฉลี่ยกลุ่มเกินมาตรฐาน และค่าเฉลี่ยของทั้งหมด) มาประเมินการได้รับสัมผัสจากข้อมูลการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ, 2549) เพื่อวิเคราะห์ลักษณะความเสี่ยง (risk characterization) ของกรดเบนโซอิก โดยคำนวณในรูปร้อยละของค่า ADI ซึ่งหากมีค่าเกินร้อยละ 100 ของค่า ADI แสดงว่า ได้รับปริมาณกรดเบนโซอิกในการบริโภคขนมเยลลี่เพียงอย่างเดียวสูงกว่าปริมาณที่ยอมรับได้ในแต่ละวัน จึงอาจมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค ผลการประเมินในตารางที่ 4.3 พบว่า ปริมาณการได้รับสัมผัสในแต่ละช่วงอายุมีความแตกต่างกัน และในกลุ่มที่มีพฤติกรรมเสี่ยง หรือกลุ่มที่มีการได้รับสัมผัสในระดับสูงคือ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์

การประเมินการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกจากการบริโภคเยลลี่ที่มีปริมาณวัตถุกันเสียดังกล่าวสูงที่สุด (2,123 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในกลุ่มประชากรทั้งหมด (per capita) ที่มีอายุตั้งแต่ 0-65 ปีขึ้นไป พบว่าปริมาณการได้รับสัมผัสในทุกกลุ่มอายุประชากรมีค่าระหว่างร้อยละ 0.04-16.10 ของค่า ADI ส่วนการประเมินจากค่าเฉลี่ยกรดเบนโซอิกของตัวอย่างเยลลี่ทั้งหมดมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.01-4.74 ของค่า ADI แสดงว่า อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ และไม่ก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อสุขภาพ อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการได้รับสัมผัสตามกลุ่มอายุ พบว่า ประชากรที่มีอายุน้อย หรือระหว่าง 0-9 ปี จะได้รับกรดเบนโซอิกจากการบริโภคเยลลี่ในปริมาณสูงกว่าประชากรที่มีอายุมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจาก ปริมาณการบริโภคในช่วงอายุ 0-9 ปี มีจำนวน 0.225-0.379 กรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน ซึ่งสูงกว่าการบริโภคในช่วงอายุอื่นๆ แสดงว่า ประชากรกลุ่มนี้นิยมบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ ทั้งนี้อาจเนื่องจากเป็นขนมที่มีรสหวาน อีกทั้ง สะดวกในการซื้อหา และบริโภค และเมื่อมีอายุมากขึ้นก็จะลดปริมาณการบริโภคลงเรื่อยๆ (ตารางที่ 4.3)

การบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่กลุ่มที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกเฉลี่ยสูงเกินมาตรฐาน(1,470 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จาก 2 แหล่งผลิตนี้เพียงอย่างเดียวของกลุ่มประชากรอายุ 0-3 ปีนั้น จะได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกถึงร้อยละ 86.04 ของค่า ADI แต่หากไม่เลือกบริโภคยี่ห้อใดยี่ห้อหนึ่งโดยเฉพาะ จะสามารถลดการได้รับสัมผัสเหลือเพียงร้อยละ 36.0 ของค่า ADI โดยคำนวณจากค่าเฉลี่ยของปริมาณกรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์ อย่างไรก็ตาม ในการประเมินระดับการได้รับสัมผัสที่ 97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์ พบว่า หากบริโภคตัวอย่างเยลลี่ที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงที่สุด จะทำให้การได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกสูงถึงร้อยละ 124.25 ของค่า ADI ในกลุ่มประชากรนี้ ที่บริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ยี่ห้อนี้เพียงอย่างเดียว ซึ่งมีค่าสูงกว่าปริมาณที่จะได้รับในแต่ละวัน และหากรวมกับอาหารชนิดอื่นๆ ที่มีกรดเบนโซอิกทั้งจากอาหารตามธรรมชาติ เช่น ผลไม้พวกเชอรี่ และลูกพรุน หรืออาหารที่เติมวัตถุกันเสียประเภทนี้ เช่น น้ำหวาน น้ำอัดลม ขนมปัง และไส้กรอก เป็นต้น ก็มีโอกาสได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกสูงเพิ่มขึ้นอีก และเป็นอันตรายต่อสุขภาพในที่สุด สำหรับตัวอย่างที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงที่สุดนี้ เป็นตัวอย่างที่เก็บจากตลาดนัด มีสีสันสวยงาม ราคาถูกมาก ไม่มีฉลาก และไม่ระบุสถานที่ผลิต ดังนั้นการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีเลข อย. และจากแหล่งที่เชื่อถือได้ จึงมีความสำคัญต่อการตัดสินใจเลือกซื้อเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการบริโภค

สำหรับประชากรกลุ่มอายุ 3-6 ปี มีความเสี่ยงลดลง อยู่ระหว่างร้อยละ 21.94–74.49 ของค่า ADI แต่ถ้าบริโภคตัวอย่างเยลลี่ที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงที่สุด รวมกับอาหารอื่นๆ ที่เติมกรดเบนโซอิกเป็นวัตถุกันเสีย ก็มีโอกาสที่จะได้รับกรดเบนโซอิกสูงกว่าค่า ADI ส่วนประชากรกลุ่มอายุอื่นๆ ตั้งแต่ 6 ปีเป็นต้นไป โอกาสเสี่ยงจะลดลงตามการเพิ่มขึ้นของอายุ และอยู่ในระดับที่ปลอดภัยในการบริโภค ทั้งนี้ เนื่องจากประชากรที่มีอายุมากขึ้น สามารถรับประทานอาหารที่มีความหลากหลายมากขึ้น และมีความเข้าใจในเรื่องโภชนาการและสุขภาพมากขึ้น จึงเลือกที่จะรับประทานอาหารประเภทอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม ค่า ADI นี้ เป็นค่าที่ประเมินจากการทดสอบความเป็นพิษของสัตว์ทดลองตัวเต็มวัย ซึ่งอาจไม่เหมาะสมกับการประเมินในเด็กที่การพัฒนาการของร่ายกายยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้น จึงอาจไม่เหมาะสมในการประเมินการได้รับสัมผัสเทียบเท่าผู้ใหญ่

ตารางที่ 4.3 ปริมาณการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกของผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆ ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI ระดับความเข้มข้นกรดเบนโซอิก		
				ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ยกลุ่มเกินมาตรฐาน	ค่าเฉลี่ยตัวอย่างทั้งหมด
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	16.10	11.15	4.74
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	12.32	8.53	3.63
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	9.53	6.60	2.81
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	3.66	2.53	1.08
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	1.16	0.80	0.34
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.48	0.33	0.14
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.15	0.10	0.04
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.04	0.03	0.01
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	124.25	86.04	36.60
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	74.49	51.58	21.94
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	55.87	38.68	16.46
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	25.65	17.76	7.55
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	11.97	8.28	3.52
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	4.37	3.03	1.29
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	1.05	0.73	0.31
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00	0.00

หมายเหตุ : กรดเบนโซอิก: ระดับความเข้มข้นมากสุด = 2,123 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ยกลุ่มเกินมาตรฐาน = 1,470 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย = 625.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 0-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

จากการประเมินการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกจากการบริโภคเยลลี่ของประชากรโดยยังอยู่ในระดับที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ยกเว้น กลุ่มประชากรที่มีอายุ 0-3 ปี ในกลุ่มที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) อาจมีความเสี่ยงต่อการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกสูงกว่าค่า ADI หากรับประทานเยลลี่ที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงที่สุด หรือเยลลี่ที่มาจากแหล่งผลิตเดียวกัน นอกจากนี้ ประชากรกลุ่มนี้เป็นกลุ่มที่ควรมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ นอกจากนั้นช่วงอายุดังกล่าว ยังไม่มีวุฒิภาวะเพียงพอในการเลือกรับประทานอาหาร ผู้ปกครองจึงควรให้ความใส่ใจและคำนึงในการเลือกอาหารให้บริโภคด้วย โดยเฉพาะอาหารที่ผ่านการประเมินคุณภาพและความปลอดภัยจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องโดยตรง สำหรับผู้บริโภคในช่วงอายุ 3-6 ปี ก็

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องระวังในการบริโภคเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องจาก เป็นกลุ่มที่รับประทานอาหารได้หลายหลายมากขึ้น และอาจได้รับสัมผัสจากอาหารประเภทอื่นๆ ที่มีกรดเบนโซอิก หรือเติมเป็นวัตถุกันเสีย จนอาจทำให้การรับสัมผัสรวมในแต่ละวันมีค่าสูงกว่าค่า ADI จนอาจเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ เช่น เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง ท้องเสีย เลือดตกใน อัมพาต เป็นต้น (วีรยา การพานิช, 2554)

ดังนั้นเพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภค ผู้ผลิตควรควบคุมการใช้วัตถุกันเสียชนิดนี้อย่าง เข้มงวดให้อยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด รวมถึงควบคุมกระบวนการผลิต เพื่อลด หรือควบคุมการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่เป็นเหตุทำให้ผู้ผลิตต้องเพิ่มปริมาณการใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษา นอกจากนี้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรควบคุมสถานที่ผลิตอย่างเข้มงวดในการใช้วัตถุกันเสียในอาหารชนิดนี้ รวมถึงการตรวจสอบเฝ้าระวัง ณ สถานที่จำหน่าย อีกทั้งควรรณรงค์ให้ความรู้ทั้งแก่ผู้ประกอบการ ผู้ปกครอง และผู้บริโภค ถึงผลกระทบต่อสุขภาพอีกด้วย

4.2.3 จำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่

จากการพิจารณาค่า ADI ของกรดเบนโซอิก ที่มีค่าเท่ากับ 0-5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มาพิจารณาจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่สามารถบริโภคได้สูงสุดโดยไม่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภค คิดจากน้ำหนักบรรจุในบรรจุภัณฑ์ที่จัดจำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด มีน้ำหนัก 2 ขนาด คือ 25 กรัม (ขนาด 1 ถ้วยเล็ก) และ 150 กรัม (ขนาด 1 ถ้วยใหญ่) ต่อหน่วยบริโภค ปริมาณสูงสุดที่จะได้รับต่อวัน (5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) และ น้ำหนักเฉลี่ยของกลุ่มประชากรในแต่ละช่วงอายุ เมื่อคำนวณการได้รับสัมผัสจากผลิตภัณฑ์ที่มีความเข้มข้นของกรดเบนโซอิกระดับสูงสุด ระดับเข้มข้นเฉลี่ยกลุ่มเกินมาตรฐาน และระดับเข้มข้นเฉลี่ยของทั้งหมด ตามจำนวนหน่วยบริโภคที่ปริมาณกรดเบนโซอิกมีค่าเท่ากับร้อยละ 100 ของค่า ADI ผลการคำนวณแสดงดังตารางที่ 4.4

ผู้บริโภคสามารถบริโภคเฉพาะเยลลี่ต่อวันโดยไม่ได้รับประทานอาหารอื่นๆ โดยมีค่าการได้รับสัมผัสอยู่ที่ยอมรับได้ ซึ่งเท่ากับหรือต่ำกว่าร้อยละ 100 ของค่า ADI ทั้งนี้การได้รับสัมผัสนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณกรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์ ขนาดบรรจุของผลิตภัณฑ์ และกลุ่มประชากร โดยกลุ่มประชากรที่มีน้ำหนักตัวมากจะสามารถบริโภคได้ในปริมาณมากขึ้นด้วยเช่นเดียวกัน เมื่อพิจารณาจากตัวอย่างที่มีกรดเบนโซอิกสูงที่สุด พบว่า เด็กอายุ 0-3 ปีสามารถบริโภคเยลลี่ขนาด 25 กรัม ได้ไม่เกิน 0.95 หน่วยบริโภค หรือไม่ถึง 1 หน่วยบริโภค แสดงว่าหากจะรับประทานให้ปลอดภัยจะต้องบริโภคไม่เกินร้อยละ 95 ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งในทางปฏิบัติไม่สามารถทำได้ เพราะลักษณะของบรรจุภัณฑ์ เป็นบรรจุภัณฑ์แบบหลายชิ้นในถุงใหญ่ และมีความเป็นไปได้ในการบริโภคมากกว่า 1 หน่วย นอกจากนี้ยังมีโอกาสเสี่ยง ถึงร้อยละ 27.59 ในการเลือกซื้อกลุ่มยี่ห้อที่มีปริมาณกรดเบนโซอิกสูงเกินมาตรฐาน ดังนั้น การบริโภคตัวอย่างดังกล่าว จะมีความเสี่ยงสูงต่อผู้บริโภคและอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อเด็กในกลุ่มนี้ สำหรับผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ที่ค่าเฉลี่ยกรดเบนโซอิกในกลุ่มเกินมาตรฐาน พบว่า การบริโภคผลิตภัณฑ์ขนาดบรรจุ 25 กรัม จะบริโภคได้ไม่เกิน 3 ถ้วย ซึ่งมีจำนวนน้อยมากเมื่อเทียบกับจำนวนทั้งหมดในถุงบรรจุรวม และมีโอกาสสูงในการบริโภคมากกว่า 3 ถ้วย แต่เมื่ออายุเพิ่มขึ้นจะมีความเสี่ยงน้อยลง ทั้งนี้เนื่องจากการเลือกบริโภคอาหารที่หลากหลาย และน้ำหนักตัวที่เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถรับประทานได้สูงสุดถึง 19 ถ้วย

เยลลี่ที่มีขนาดบรรจุ 150 กรัม ถ้าพิจารณาจากตัวอย่างที่มีกรดเบนโซอิกสูงที่สุด พบว่าประชากรทุกกลุ่มอายุ ไม่สามารถบริโภคหมดขนาดบรรจุ หรือบริโภคได้ต่ำกว่า 1 หน่วยบริโภค และหาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิจารณาตามค่าเฉลี่ยของผลิตภัณฑ์ทั้งหมด พบว่า ในกลุ่มวัยรุ่นที่ควบคุมน้ำหนัก ด้วยการบริโภคขนมเยลลี่จะรับประทานสูงสุดได้เพียง 2 ถ้วยเท่านั้น แต่ถ้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีกรดเบนโซอิกเฉลี่ยสูงเกินมาตรฐาน ในกลุ่มอายุ 16 ปีขึ้นไป จะรับประทานได้เพียง 1 หน่วยเท่านั้น นอกเหนือจากนั้นจะจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงของการได้รับสัมผัสเกินกว่าค่า ADI

ดังนั้น ผู้บริโภคกลุ่มเสี่ยงมากที่สุดในการได้รับสัมผัสกรดเบนโซอิกสูงกว่าค่า ADI จากการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่เพียงอย่างเดียว คือ กลุ่มอายุ 0-3 ปี และการบริโภคในปริมาณมาก หรือ ผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดบรรจุใหญ่ จะมีโอกาสเสี่ยงสูงในการได้รับสัมผัสสูงกว่าค่า ADI นอกจากนี้ยังควรเฝ้าระวังเด็กในกลุ่มอายุ 3-9 ปี และ 9-35 ปีด้วย เนื่องจากเด็กในกลุ่มแรกยังขาดวิจารณญาณในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง และมักเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันสวยงามและมีรสหวานเป็นหลัก ส่วนกลุ่มวัยรุ่นและบุคคลทำงาน มักมีพฤติกรรมตามกระแสสังคมที่ปัจจุบันนิยมรูปร่างผอมเพรียว จึงบริโภคสินค้ากลุ่มนี้ เพื่อลดความอ้วน หรือจำกัดการบริโภค จนอาจทำให้ร่างกายได้รับสารอาหารไม่ครบถ้วน และมีผลต่อการเจริญเติบโตของร่างกายและสมองอีกด้วย ดังนั้น การเผยแพร่อันตรายของกรดเบนโซอิก ชนิดของอาหารที่อนุญาต และปริมาณการบริโภค ที่เหมาะสมของอาหารแต่ละชนิด จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ เพื่อให้ผู้ปกครอง หรือผู้บริโภคสามารถใช้วิจารณญาณในการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเหมาะสมต่อวัย รวมถึงมีความปลอดภัยต่อการบริโภคอีกด้วย นอกจากนี้ผู้ผลิตเองจำเป็นต้องศึกษาประสิทธิภาพและปริมาณที่เหมาะสมในการเติมวัตถุกันเสียชนิดนี้ลงในผลิตภัณฑ์เยลลี่ และต้องไม่เกินกว่าปริมาณสูงสุดที่กฎหมายกำหนด

ตารางที่ 4.4 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (กรดเบนโซอิก)

กรดเบนโซอิก	อายุ (ปี)	ขนาดบรรจุ / หน่วยบริโภค			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
2,123 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	0.95	-	0.16	-
	3-6	1.61	1	0.27	-
	6-9	2.15	2	0.36	-
	9-16	3.74	3	0.62	-
	16-19	5.01	5	0.84	-
	19-35	5.49	5	0.92	-
	35-65	5.69	5	0.95	-
	65 ขึ้นไป	5.14	5	0.86	-
1,470 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยกลุ่มเกินมาตรฐาน)	0-3	1.37	1	0.23	-
	3-6	2.33	2	0.39	-
	6-9	3.10	3	0.52	-
	9-16	5.41	5	0.90	-
	16-19	7.24	7	1.21	1
	19-35	7.93	7	1.32	1
	35-65	8.21	8	1.37	1
	65 ขึ้นไป	7.42	7	1.24	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 (ต่อ)

กรดเบนโซอิก	อายุ (ปี)	ขนาดบรรจุ / หน่วยบริโภค			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
625.3 มิลลิกรัม/กิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	3.21	3	0.54	-
	3-6	5.47	5	0.91	-
	6-9	7.29	7	1.22	1
	9-16	12.71	12	2.12	2
	16-19	17.03	17	2.84	2
	19-35	18.64	18	3.11	3
	35-65	19.31	19	3.22	3
	65 ขึ้นไป	17.44	17	2.91	2

4.3 ปริมาณสีผสมอาหาร (ปองโซ 4 อาร์ คาร์โมอีซิน เออริโธรซิน ตาร์ตราซีน ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ) ในขนมเยลลี่และการประเมินความปลอดภัยจากการได้รับสัมผัส

4.3.1 ปริมาณสีผสมอาหาร

ปริมาณสีผสมอาหาร 5 ชนิด ในตัวอย่างขนมเยลลี่ แบ่งเป็นสีแดง สีส้ม และสีเหลือง จำนวน 22, 22 และ 14 ตัวอย่าง ตามลำดับ โดยมีประมาณของ สีปองโซ 4 อาร์ คาร์โมอิซิน เออริ-โธรซิน ตาร์ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟซีเอ็ฟ ระหว่าง <0.5-76.98, <0.5-71.62, <0.5-29.53, <0.5-294.8 และ <0.5-145.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 4.5)

ขนมเยลลี่ชนิดสีแดงที่วิเคราะห์ครั้งนี้มี 22 ตัวอย่าง โดยนิยมใช้สีคาร์โมอีซีน (14 ตัวอย่าง) รองลงมาได้แก่ ปองโซ 4 อาร์ (8 ตัวอย่าง) เออริโธรซิน (3 ตัวอย่าง) และ และซันเซ็ต-เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (1 ตัวอย่าง) นอกจากนี้มีตัวอย่างจากแหล่งผลิต C ที่ตรวจไม่พบชนิดของสีที่วิเคราะห์ ซึ่งจากผลการวิเคราะห์พบว่า ผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ (16 ตัวอย่าง) ใช้สีเดี่ยว และ อีก 5 ตัวอย่างใช้สีผสม 2 สี ทั้งในเฉดสีแดง และสีเหลือง จากตารางพบว่า ตัวอย่างทุกตัวอย่างมีปริมาณสีต่ำกว่าระดับที่กฎหมายกำหนด ยกเว้นตัวอย่าง J2 จากแหล่งผลิต J มีปริมาณสี ปองโซ 4 อาร์ 76.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ซึ่งสูงกว่าตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 ที่กำหนดว่า ให้ใช้สีปองโซ 4 อาร์ ได้ไม่เกิน 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ส่วนตัวอย่างที่ตรวจไม่พบปริมาณสีใดๆ อาจเกิดจากการใช้สีชนิดอื่นๆ ทั้งนี้การวิเคราะห์ปริมาณสีนี้ใช้วิธีลิควิดโครมาโตกราฟีสมรรถนะสูงซึ่งมีความจำเพาะ และความแม่นยำสูง เนื่องจากใช้หลักการทั้ง โครมาโตกราฟี และการตรวจวัดปริมาณสาร เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน ดังนั้น จำเป็นต้องตรวจสอบชนิดและปริมาณสีที่ใช้ดังกล่าว ซึ่งมีความเป็นไปได้ ว่าเป็นสีที่ไม่อนุญาตตามกฎหมาย

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ชนิดสีเหลือง มีจำนวนทั้งหมด 14 ตัวอย่าง ใช้สีผสมอาหารในเฉดสีเหลืองเท่านั้น ได้แก่ ตาร์ตราซีน และ ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ซึ่งส่วนใหญ่ใช้ในรูปสีผสมทั้งสองสี (9 ตัวอย่าง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใช้เฉพาะสีตาร์ตราซีน จำนวน 4 ตัวอย่าง นอกจากนี้ปริมาณสีผสมอาหารในตัวอย่างทุกตัวอย่างผ่านเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด อย่างไรก็ตาม มีตัวอย่างจากแหล่งผลิต K ที่ตรวจไม่พบสีผสมอาหารทั้ง 5 ชนิดที่ศึกษาในครั้งนี้ ทั้งนี้ตัวอย่างอาจมีสีเหลืองอ่อน และค่อนข้างขีดจางมาก และเครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวิเคราะห์สามารถตรวจวัดได้ต่ำสุดคือ 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร อาจเนื่องจาก สภาวะแวดล้อมของการจำหน่ายนั้น เป็นตลาด ซึ่งสีที่ใช้อาจสลายตัวในสภาวะที่มีแสง หรืออุณหภูมิค่อนข้างสูง หรือ อาจเก็บเป็นเวลานาน หรืออาจใช้สีอื่นๆ และจำเป็นต้องตรวจวิเคราะห์ เพื่อให้มั่นใจว่าผู้ผลิตใช้สีผสมอาหารและในปริมาณที่อนุญาตตามกฎหมายเท่านั้น เช่นเดียวกับตัวอย่าง C ดังที่ได้อภิปรายไว้แล้ว

ผลิตภัณฑ์เยลลี่ชนิดสีส้ม จำนวน 22 ตัวอย่าง ใช้สีผสมอาหารชนิดปองโซ 4 อาร์ ตาร์-ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ซึ่งใช้ในรูปสีและซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ เพียงอย่างเดียว สีผสม 3 ชนิด (ปองโซ 4 อาร์ ตาร์ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ) และสีผสม 2 ชนิด (ตาร์-ตราซีน และซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ) จำนวน 14, 7 และ 1 ตัวอย่าง ตามลำดับ และพบว่า มีการใช้สีผสมอาหารเกินมาตรฐานที่กำหนด จำนวน 1 ตัวอย่าง ได้แก่ ตัวอย่าง G1 ที่มีปริมาณสีตาร์ตราซีน (294.8±11.9 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) สูงกว่าที่กฎหมายกำหนด ส่วนสีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (145.5±3.6 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) อยู่ในมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ดังนั้นหากรับประทานตัวอย่างขนมเยลลี่ G1 จึงมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากสีผสมอาหารตาร์ตราซีน ได้ ทำให้เกิด อาการแพ้หรือเป็นลมพิษได้ และเมื่อบริโภคติดต่อกันเป็นเวลานาน อาจทำลายเยื่อบุกระเพาะอาหารทำให้การดูดซึมอาหารบกพร่องไปได้ (พัฒน์ สุจำนง, 2526)

ตารางที่ 4.5 ปริมาณสีผสมอาหาร 5 ชนิดในตัวอย่างผลิตภัณฑ์เยลลี่ในตลาดกรุงเทพฯ และปริมณฑล

สี	สถานที่ผลิต	รหัสตัวอย่าง	ปองโซ 4 อาร์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	คาร์โมอีซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	เออริโธรซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ตาร์ตราซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ค่ามาตรฐาน			50	100	100	200	200
แดง	A	A1	7.422 ± 0.228	11.07 ± 0.00	ND	ND	ND
	B	B1	14.36 ± 0.84	ND	ND	ND	ND
		B2	12.76 ± 0.57	ND	ND	ND	ND
	C	C1	ND	ND	ND	ND	ND
	D	D1	ND	14.9 ± 0.54	ND	ND	ND
		D2	ND	20.13 ± 0.87	ND	ND	ND
	E	E1	ND	6.863 ± 0.570	ND	ND	ND
	F	F1	ND	45.02 ± 4.06	ND	ND	ND
	G	G1	ND	71.62 ± 3.14	ND	ND	ND
	H	H1	25.29 ± 0.20	ND	ND	ND	ND
		H2	16.68 ± 0.26	ND	ND	ND	ND
	H	H3	32.59 ± 0.43	ND	ND	ND	ND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สี	สถานที่ผลิต	รหัสตัวอย่าง	ปองโซ 4 อาร์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	คาร์โมอีซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	เออริโธรซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ตาร์ตราซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ซันเซ็ตเยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ค่ามาตรฐาน			50	100	100	200	200
แดง	I	I1	ND	26.71 ± 1.56	ND	ND	ND
		I2	ND	38.59 ± 0.67	ND	ND	ND
		I3	ND	21.49 ± 0.91	20.03 ± 1.74	ND	ND
		I4	ND	22.23 ± 1.12	29.53 ± 2.16	ND	ND
		I5	ND	11.98 ± 0.59	ND	ND	1.239 ± 0.037
		I6	ND	16.46 ± 0.82	21.83 ± 0.92	ND	ND
		I7	ND	52.24 ± 0.14	ND	ND	ND
	J	J1	ND	13.26 ± 0.04	ND	ND	ND
		J2	76.98 ± 1.18	ND	ND	ND	ND
	K	K1	6.822 ± 0.793	ND	ND	ND	ND
เหลือง	C	C1	ND	ND	ND	13.84 ± 0.12	ND
	A	A2	ND	ND	ND	15.03 ± 1.28	ND
	F	F1	ND	ND	ND	41.72 ± 1.65	ND
	H	H3	ND	ND	ND	23.21 ± 2.99	ND
	I	I1	ND	ND	ND	110.4 ± 4.4	2.608 ± 0.058
		I2	ND	ND	ND	110.1 ± 9.2	3.319 ± 0.01
		I3	ND	ND	ND	154.6 ± 9.8	1.779 ± 0.061
		I4	ND	ND	ND	137.3 ± 2.0	3.432 ± 0.110
		I5	ND	ND	ND	113.3 ± 4.1	2.092 ± 0.111
		I6	ND	ND	ND	137.4 ± 1.7	2.827 ± 0.094
		I7	ND	ND	ND	116.0 ± 3.1	6.939 ± 0.037
	J	J1	ND	ND	ND	35.92 ± 1.85	1.169 ± 0.050
		J2	ND	ND	ND	18.00 ± 0.8	1.076 ± 0.117
	K	K1	ND	ND	ND	ND	ND
ส้ม	A	A1	ND	ND	ND	ND	12.74 ± 0.31
		A2	ND	ND	ND	ND	3.115 ± 0.129
	B	B1	ND	ND	ND	ND	49.9 ± 0.67
		B2	ND	ND	ND	ND	25.58 ± 1.40
	D	D1	ND	ND	ND	ND	33.39 ± 1.58
		D2	ND	ND	ND	ND	60.96 ± 4.88
	F	F1	ND	ND	ND	ND	51.92 ± 1.17
	G	G1	ND	ND	ND	294.8 ± 11.9	145.5 ± 3.6
	H	H1	ND	ND	ND	ND	16.36 ± 0.54
		H2	ND	ND	ND	ND	6.828 ± 0.074
		H2	ND	ND	ND	ND	6.458 ± 0.070
		H3	ND	ND	ND	ND	16.8 ± 0.57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

สี	สถานที่ผลิต	รหัสตัวอย่าง	ปองโซ 4 อาร์ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	คาร์โมอีซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	เออริโธรซิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ตาร์ตราซีน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	ซันเซ็ตเยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)
ค่ามาตรฐาน			50	100	100	200	200
ส้ม	I	I1	10.46 ± 0.15	ND	ND	45.73 ± 1.99	51.54 ± 2.66
		I2	10.85 ± 0.20	ND	ND	40.51 ± 2.78	46.47 ± 3.58
		I3	11.18 ± 0.34	ND	ND	28.61 ± 2.0	50.64 ± 1.00
		I4	12.58 ± 0.82	ND	ND	33.45 ± 0.8	62.33 ± 1.43
		I5	12.77 ± 0.81	ND	ND	38.67 ± 2.2	67.84 ± 1.54
		I6	12.55 ± 0.29	ND	ND	30.09 ± 0.2	80.43 ± 0.65
		I7	15.01 ± 1.01	ND	ND	71.07 ± 2	80.15 ± 0.57
		J1	ND	ND	ND	ND	102.8 ± 0.0
	J	J2	ND	ND	ND	ND	70.22 ± 1.20
	K	K1	ND	ND	ND	ND	2.213 ± 0.085
รวม	23	11	-	-	-	-	-

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ เช่น A1 หมายถึง แหล่งผลิต A ยี่ห้อที่ 1
ND หมายถึง ไม่สามารถตรวจวัดได้ระดับต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

จากผลการวิเคราะห์แสดงว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ที่จำหน่ายในท้องตลาดส่วนใหญ่เป็นไปตามมาตรฐานสีที่กำหนด และมีผลิตภัณฑ์ 2 ตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐาน (ตัวอย่าง J2 และ G1) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก ผู้ผลิตไม่มีความรู้เพียงพอเกี่ยวกับข้อกำหนดหรือกฎหมายที่เกี่ยวข้องทำให้การควบคุมคุณภาพของกระบวนการผลิตไม่มีมาตรฐาน ดังนั้น นอกจากจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายของผู้ผลิตแล้ว ยังอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคอีกด้วย นอกจากนี้ ยังมีผลิตภัณฑ์ 2 ตัวอย่างที่ต้องวิเคราะห์เพิ่มเติม (ตัวอย่าง C1 และ K1) ที่ไม่ทราบชนิดของสีที่ผสมในอาหาร

4.3.2 การประเมินความปลอดภัยของการได้รับสัมผัสสีผสมอาหาร และการหาปริมาณหน่วยบริโภคสูงสุดที่สามารถบริโภคได้โดยปลอดภัยในผลิตภัณฑ์เยลลี่

4.3.2.1 การได้รับสัมผัสสีปองโซ 4 อาร์ และจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

การประเมินด้านความปลอดภัยของการได้รับสัมผัสสีผสมอาหาร ชนิดสีปอง-โซ 4 อาร์ ของผลิตภัณฑ์เยลลี่ โดยคำนวณจากค่า ADI ของสีปองโซ 4 อาร์ ที่มีค่าเท่ากับ 0-4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA) แสดงผลการคำนวณดังตารางที่ 4.6 พบว่า ทั้งค่าที่ได้จากระดับการได้รับสัมผัสเฉลี่ย และที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) หรือ จากความเข้มข้นของสีระดับสูงสุด (76.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) มีค่าระหว่างร้อยละ 0.00-5.63 ของค่า ADI ดังนั้น จึงมีความความปลอดภัยในการบริโภคขนมเยลลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีปองโซ 4 อาร์ ในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆ ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI	
				ระดับความเข้มข้นสีปองโซ 4 อาร์	
				สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	0.73	0.05
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	0.56	0.03
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	0.43	0.03
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	0.17	0.01
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	0.05	0.00
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.02	0.00
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.01	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.00	0.00
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	5.63	0.35
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	3.38	0.21
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	2.53	0.16
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	1.16	0.07
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	0.54	0.03
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	0.20	0.01
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	0.05	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00

หมายเหตุ: ปองโซ 4 อาร์: ระดับความเข้มข้นมากสุด = 76.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย = 4.798 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

ปริมาณที่บริโภคของสีปองโซ 4 อาร์ในขนมเยลลี่ของกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงที่สุด ได้แก่ ช่วงอายุ 0-3 ปี สำหรับขนมเยลลี่ขนาดบรรจุ 25 และ 150 กรัม เท่ากับ 20 และ 3 หน่วยบริโภคต่อวัน ซึ่งเป็นจำนวนค่อนข้างมาก และมีโอกาสที่จะบริโภคจนได้รับอันตรายน้อยกว่า เนื่องจากช่วงอายุ 0-3 ปี มัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับประทานนมเป็นอาหารหลักอย่างไรก็ตาม การบริโภคร่วมกับอาหารอื่นๆ จนมีค่าสูงกว่า ADI อาจทำให้เกิดการก่อกลายพันธุ์ได้ Asawatreratanagun (1994)

ตารางที่ 4.7 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีปองโซ 4 อาร์)

ระดับความเข้มข้น	อายุ (ปี)	จำนวนหน่วยบริโภค / ขนาดบรรจุ			
		สีปองโซ 4 อาร์			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
76.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	20.89	20	3.48	3
	3-6	35.54	35	5.92	5
	6-9	47.39	47	7.90	7
	9-16	82.58	82	13.76	13
	16-19	110.64	110	18.44	18
	19-35	121.13	121	20.19	20
	35-65	125.48	125	20.91	20
	65 ขึ้นไป	113.34	113	18.89	18
4.798 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	335.14	335	55.86	55
	3-6	570.24	570	95.04	95
	6-9	760.32	760	126.72	126
	9-16	1324.89	1324	220.81	220
	16-19	1775.07	1775	295.85	295
	19-35	1943.48	1943	323.91	323
	35-65	2013.17	2013	335.53	335
	65 ขึ้นไป	1818.12	1818	303.02	303

4.3.2.2 การได้รับสัมผัสสีคาร์โมอิซิน และจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

ค่า ADI ของสีคาร์โมอิซินมีค่าเท่ากับ 0-4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA) เมื่อคำนวณการได้รับสัมผัสสีคาร์โมอิซินในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ พบว่า ให้ผลเช่นเดียวกับสีปอง-โซ 4 อาร์ คือมีค่าต่ำมากในทุกๆ ระดับความเข้มข้น และทั้งในกลุ่มที่มีความเสี่ยงหรือ กลุ่มประชากรที่มีอายุ 0-3 ปี ที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) โดยมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 0.00- 5.24 ของค่า ADI (ตารางที่ 4.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีคาร์โมอีซีนในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI	
				ระดับความเข้มข้นสีคาร์โมอีซีน	
				สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	0.68	0.06
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	0.52	0.05
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	0.40	0.04
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	0.15	0.01
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	0.05	0.00
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.02	0.00
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.01	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.00	0.00
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	5.24	0.47
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	3.14	0.28
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	2.36	0.21
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	1.08	0.10
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	0.50	0.05
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	0.18	0.02
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	0.04	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00

หมายเหตุ: คาร์โมอีซีน: ระดับความเข้มข้นมากสุด = 71.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย = 6.423 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 4.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

จำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่คำนวณสีคาร์โมอิซิน (ตารางที่ 4.9) พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับสีปองโซ 4 อาร์ คือ มีปริมาณที่สามารถบริโภคได้จำนวนมาก และกลุ่มที่มีความเสี่ยงหรือกลุ่มประชากรที่มีอายุ 0-3 ปี ที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) สามารถรับประทานขนมเยลลี่ขนาดบรรจุ 25 และ 150 กรัม เท่ากับ 22 และ 3 หน่วยบริโภคต่อวัน จากการคำนวณตัวอย่าง G1 สีแดง ที่มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีคาร์โมอิซินสูงสุด หรือเท่ากับ 71.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อย่างไรก็ตาม การบริโภคร่วมกับอาหารอื่นๆ ทำให้อาจได้รับสัมผัสสีชนิดนี้สูงกว่าค่า ADI จนอาจมีอาการผิดปกติทางด้านเนื้อเยื่อได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

ตารางที่ 4.9 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีคาร์โมอีซีน)

ระดับความเข้มข้น	อายุ (ปี)	จำนวนหน่วยบริโภค / ขนาดบรรจุ			
		สีคาร์โมอีซีน			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
71.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	22.45	22	3.74	3
	3-6	38.20	38	6.37	6
	6-9	50.94	50	8.49	8
	9-16	88.76	88	14.79	14
	16-19	118.92	118	19.82	19
	19-35	130.20	130	21.70	21
	35-65	134.87	134	22.48	22
	65 ขึ้นไป	121.82	121	20.30	20
6.423 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	250.35	250	41.73	41
	3-6	425.97	425	70.99	70
	6-9	567.96	567	94.66	94
	9-16	989.69	989	164.95	164
	16-19	1325.98	1325	221.00	221
	19-35	1451.78	1451	241.96	241
	35-65	1503.85	1503	250.64	250
	65 ขึ้นไป	1358.37	1358	226.39	226

4.3.2.3 การได้รับสัมผัสสีเออริโธรซิน และจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

ค่า ADI ของสีเออริโธรซินมีค่าเท่ากับ 0-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA) เมื่อคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัส พบว่า มีระดับการได้รับสัมผัสเฉลี่ย และระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) ระหว่าง 0.03-11.19 และ 0.00-86.42 ตามลำดับ ซึ่งเออริโธรซินเป็นสีผสมอาหารที่มีค่า ADI น้อยที่สุด หรือเท่ากับ 0-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบกับสีผสมอาหารอื่นๆ ที่วิจัยในครั้งนี้จึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำให้ปริมาณการได้รับสัมผัสสูงกว่าในสีอื่นๆ แม้ระดับความเข้มข้นที่ตรวจพบจะต่ำกว่าสีอื่นๆ หรือปริมาณที่ตรวจพบอยู่ในเกณฑ์ที่กฎหมายกำหนด

ตารางที่ 4.10 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีเออริโธรซินในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI	
				ระดับความเข้มข้นเสีออริโธรซิน	
				สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	11.19	0.47
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	8.57	0.36
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	6.63	0.28
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	2.54	0.11
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	0.80	0.03
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.30	0.01
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.10	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.03	0.00
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	86.42	3.60
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	51.81	2.16
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	38.86	1.62
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	17.84	0.74
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	8.32	0.35
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	3.04	0.13
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	0.73	0.03
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00

หมายเหตุ : เออริโธรซิน: ระดับความเข้มข้นมากสุด = 29.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย = 1.231 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม
คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

ปริมาณการได้รับสัมผัสสีเออริโธรซิน ในกลุ่มประชากรช่วงอายุ 0-3 ปี ที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 86.42 ของค่า ADI (ตารางที่ 4.10) ซึ่งอาจทำให้มีโอกาสให้ปริมาณการได้รับสัมผัสโดยรวม เมื่อพิจารณาร่วมกับอาหารอื่นๆ โดยเฉพาะกลุ่มน้ำหวาน หรือ ไอศกรีมอาจทำให้มีค่าการได้รับสัมผัสสีเออริโธรซินสูงกว่าค่า ADI และส่งผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคคือ อาจทำให้เกิดอาการการเกิดเนื้องอกในต่อมไทรอยด์ได้ (ศิวาพร ศิวเวชช, 2529)

เมื่อพิจารณาในส่วนของจำนวนหน่วยบริโภคที่สามารถบริโภคได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพดังตารางที่ 4.11 พบว่า การใช้สีเออริโธรซินมีปริมาณการบริโภคต่ำ โดยการคำนวณจากตัวอย่าง I4 ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุด (29.59 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ของกลุ่มประชากรช่วงอายุ 0-3 ปี มีปริมาณการบริโภคขนาดบรรจุ 25 กรัมได้เพียง 1 หน่วยบริโภคเท่านั้น นอกจากนี้ กลุ่มประชากรอายุ 0-16 ปีไม่สามารถบริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนมเยลลี่ที่มีขนาดบรรจุ 150 กรัมได้หมดหน่วยการบริโภค โดยสามารถรับประทานได้เพียงร้อยละ 23-90 ของน้ำหนักบรรจุเท่านั้น นอกจากนี้ สำหรับขนาดบรรจุ 25 กรัม ในกลุ่มประชากรอื่นๆ ก็มีความเสี่ยงเช่นกัน เนื่องจากสีเออริโธรซินมีค่า ADI ต่ำมาก และผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ขนาดบรรจุ 25 กรัม มักขายในลักษณะถุงรวมหลายๆชิ้นในถุงใหญ่ ดังนั้นผู้บริโภคจึงโอกาสที่จะบริโภคเกินกว่าค่าที่ปลอดภัยได้สูง โดยเฉพาะเด็กๆซึ่งชอบบริโภคผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ จึงควรอยู่ภายใต้การควบคุมดูแลจากผู้ปกครอง

ตารางที่ 4.11 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีเออริโธรซิน)

ระดับความเข้มข้น	อายุ (ปี)	จำนวนหน่วยบริโภค / ขนาดบรรจุ			
		สีเออริโธรซิน			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
29.53 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	1.36	1	0.23	-
	3-6	2.32	2	0.39	-
	6-9	3.09	3	0.51	-
	9-16	5.38	5	0.90	-
	16-19	7.21	7	1.20	1
	19-35	8.68	8	1.32	1
	35-65	8.18	8	1.36	1
	65 ขึ้นไป	7.39	7	1.23	1
1.231 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	32.66	32	5.44	5
	3-6	55.56	55	9.26	9
	6-9	74.09	74	12.35	12
	9-16	129.10	129	21.52	21
	16-19	172.97	172	28.83	28
	19-35	208.31	208	31.56	31
	35-65	196.17	196	32.69	32
	65 ขึ้นไป	177.19	177	29.53	29

4.3.2.4 การได้รับสัมผัสสีตาร์ตราซีนและจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

สีตาร์ตราซีนมีค่า ADI สูงสุดในจำนวน 5 สีที่ทำการวิเคราะห์ (0-7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ฉะนั้น แม้ว่าที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดของสีที่ตรวจพบในตัวอย่าง G1 มีปริมาณ 294.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหาร ซึ่งสูงกว่าค่าที่กฎหมายกำหนดก็ตาม แต่เมื่อนำมาคำนวณปริมาณการได้รับสัมผัสสีตาร์ตราซีนจากการบริโภคเยลลี่ยังคงมีค่าไม่เกินค่า ADI ที่กำหนด ทั้งที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) และที่ระดับสัมผัสเฉลี่ย มีค่าระหว่าง 0.00-11.50 และ 0.00-1.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.12) ซึ่งยัง ดังนั้นจึงคงอยู่ในระดับต่ำ จึงปลอดภัยในการบริโภคในทุกกลุ่มประชากร แต่เนื่องจาก สีตาร์ตราซีนมักมีการนำมาใช้ผสมกับสีชนิดอื่นๆเพื่อให้ได้สีผสมที่ต้องการ ดังนั้นในแต่ละชนิดอาหารอาจมีการนำไปใช้ได้หลากหลายทั้งสีเหลืองและสีส้ม ดังนั้นจึงมีโอกาสได้รับเพิ่มเติมจากอาหารชนิดอื่นๆได้ง่ายเช่นเดียวกัน จึงอาจทำให้ได้รับสีตาร์ตราซีนเพิ่มสูงขึ้นได้ ซึ่งถ้าหากได้รับในปริมาณที่ไม่พอเหมาะอาจทำให้เกิดอาการคัน ลมพิษ แล ยังอาจก่อให้เกิดอาการผิดปกติระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และระบบประสาทส่วนกลางด้วย

ตารางที่ 4.12 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีตาร์ตราซีนในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆ ในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI ระดับความเข้มข้นสีตาร์ตราซีน	
				สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	1.49	0.14
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	1.14	0.11
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	0.88	0.08
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	0.34	0.03
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	0.11	0.01
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.04	0.00
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.01	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.00	0.00
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	11.50	1.08
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	6.90	0.65
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	5.17	0.49
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	2.37	0.22
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	1.11	0.10
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	0.40	0.04
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	0.10	0.01
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00

คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

จำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์เยลลี่ที่บริโภคได้ ในกลุ่มประชากรกลุ่มเสี่ยง หรือกลุ่มประชากรที่มีอายุ 0-3 ปี พบว่า ที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) สามารถรับประทานขนมเยลลี่ขนาดบรรจุ 25 และ 150 กรัม เท่ากับ 10 และ 1 หน่วยบริโภคต่อวัน จากการคำนวณในตัวอย่าง G1 สีส้ม ที่มีสีตาร์ตราซีนสูงสุด หรือเท่ากับ 298.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งจากจำนวนหน่วยบริโภคที่ได้ ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของขนาดบรรจุ 150 กรัม ยังคงมีโอกาสได้รับสีตาร์ตรา-ซีน เกินค่า ADI หากประชากรกลุ่มเสี่ยง (0-3 ปี) รับประทานมากกว่า 1 หน่วยบริโภค ซึ่งอาจทำให้มีเกิดอันตรายต่อสุขภาพได้

ตารางที่ 4.13 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีตาร์ตราซีน)

ระดับความเข้มข้น	อายุ (ปี)	จำนวนหน่วยบริโภค / ขนาดบรรจุ			
		สีตาร์ตราซีน			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
294.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	10.23	10	1.70	1
	3-6	17.40	17	2.90	2
	6-9	23.20	23	3.87	3
	9-16	40.43	40	6.74	6
	16-19	54.17	54	9.03	9
	19-35	59.31	59	9.88	9
	35-65	61.43	61	10.24	10
	65 ขึ้นไป	55.49	55	9.25	9
27.76 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	108.61	108	18.10	18
	3-6	184.80	184	30.80	30
	6-9	246.40	246	41.07	41
	9-16	429.36	429	71.56	71
	16-19	575.25	575	95.88	95
	19-35	629.83	629	104.97	104
	35-65	652.41	652	108.74	108
	65 ขึ้นไป	589.30	589	98.22	98

4.3.2.5 การได้รับสัมผัสสีซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟซีเอ็ฟ และจำนวนหน่วยบริโภคของผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

ระดับการได้รับสัมผัสสีซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟซีเอ็ฟ (ตารางที่ 4.14) พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นสูงสุดที่ใช้คำนวณในตัวอย่าง G1 (145.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ก็ยังมีค่าต่ำกว่าค่า ADI ที่กำหนดแม้จะเป็นที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) ก็ตาม โดยค่าสูงสุดที่ได้ คือ ร้อยละ 17.03 ของค่า ADI ซึ่งยังอยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อการบริโภค หากพิจารณาเฉพาะในส่วนของสีซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟซีเอ็ฟ ในผลิตภัณฑ์เยลลี่ ซึ่งกำหนดค่า ADI ของสีซันเซ็ตเย็ลโล เอ็ฟซีเอ็ฟ ไว้ที่ 0-2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 ปริมาณการได้รับสัมผัสสีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟในผู้บริโภคกลุ่มอายุต่างๆในการบริโภคผลิตภัณฑ์เยลลี่เมื่อเปรียบเทียบกับค่า ADI

ระดับสัมผัส	กลุ่มอายุ (ปี)	น้ำหนักตัวเฉลี่ย (กิโลกรัม)	ปริมาณการบริโภคเยลลี่ของคนไทย (กิโลกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักตัวต่อวัน) กลุ่มประชากรทั้งหมด	ร้อยละของค่า ADI ระดับความเข้มข้นสีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ	
				สูงสุด	ค่าเฉลี่ย
เฉลี่ย	0-3	10.05 ± 4.31	0.000379	2.21	0.28
	3-6	17.10 ± 4.76	0.000290	1.69	0.21
	6-9	22.80 ± 6.09	0.000225	1.31	0.17
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000086	0.50	0.06
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000027	0.16	0.02
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000011	0.07	0.01
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000003	0.02	0.00
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000001	0.01	0.00
97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์	0-3	10.05 ± 4.31	0.002926	17.03	2.16
	3-6	17.10 ± 4.76	0.001754	10.21	1.30
	6-9	22.80 ± 6.09	0.001316	7.66	0.97
	9-16	39.73 ± 12.20	0.000604	3.52	0.45
	16-19	53.23 ± 10.96	0.000282	1.64	0.21
	19-35	58.28 ± 11.56	0.000103	0.60	0.08
	35-65	60.37 ± 10.57	0.000025	0.14	0.02
	65 ขึ้นไป	54.53 ± 11.32	0.000000	0.00	0.00

หมายเหตุ : ซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ: ระดับความเข้มข้นมากสุด = 145.5 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
ระดับความเข้มข้นเฉลี่ย = 18.46 มิลลิกรัม/กิโลกรัม
คำนวณจากค่า ADI เท่ากับ 7.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (JECFA)

จำนวนหน่วยบริโภคที่สามารถบริโภคได้ของสีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ (แสดงในตารางที่ 4.15) พบว่า บรรจุภัณฑ์ขนาด 25 และ 150 กรัม เมื่อคำนวณจากตัวอย่าง G1 ที่มีความเข้มข้นสูงสุด (145.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) พบว่า ปริมาณที่สามารถบริโภคได้ จะเพิ่มขึ้นตามกลุ่มอายุหรือน้ำหนักของกลุ่มประชากร ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับวัตถุเจือปนอาหารอื่นๆ ซึ่งในกลุ่มประชากรที่มีความเสี่ยงสูงที่สุด ได้แก่ กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงอายุ 0-3 ปี ที่เป็นกลุ่มที่นิยมบริโภคเยลลี่มากสุด สามารถบริโภคขนาด 25 และ 150 กรัมได้ไม่เกิน 6 และ 1 หน่วยบริโภคต่อวัน

ตารางที่ 4.15 จำนวนหน่วยบริโภคสูงสุดต่อวัน (สีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ)

ระดับความเข้มข้น	อายุ (ปี)	จำนวนหน่วยบริโภค / ขนาดบรรจุ			
		สีซันเซ็ตเย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ			
		25 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)	150 กรัม	บริโภคได้ (หน่วย)
145.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าสูงสุด)	0-3	6.91	6	1.15	1
	3-6	11.75	11	1.96	1
	6-9	15.67	15	2.61	2
	9-16	27.31	27	4.55	4
	16-19	36.58	36	6.10	6
	19-35	40.05	40	6.68	6
	35-65	41.49	41	6.92	6
	65 ขึ้นไป	37.48	37	6.25	6
18.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ค่าเฉลี่ยของทั้งหมด)	0-3	54.44	54	9.07	9
	3-6	92.63	92	15.44	15
	6-9	123.51	123	20.59	20
	9-16	215.22	215	35.87	35
	16-19	288.35	288	48.06	48
	19-35	315.71	315	52.62	52
	35-65	327.03	327	54.51	54
	65 ขึ้นไป	295.40	295	49.23	49

ผู้บริโภคในปัจจุบันคงไม่สามารถหลีกเลี่ยงสีผสมอาหารสังเคราะห์ได้ แต่ควรระมัดระวังและใส่ใจในเรื่องของความปลอดภัยของอาหารด้วย เพราะสีสันเป็นสิ่งดึงดูดใจและถูกใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหารแทบทุกชนิด เช่น ขนมชนิดต่างๆ ลูกอม และ น้ำหวาน เป็นต้น ซึ่งอาจใช้สีผสมอาหารเกินมาตรฐานที่กำหนด (วิไล เส และคณะ, 2546; จงกลนี วิทยารุ่งเรืองศรี, 2539) และนอกจากนี้ยังอาจได้รับสีผสมอาหารในผลิตภัณฑ์ประเภทอื่น เช่น สีผสมอาหารจากยาน้ำชนิดรับประทาน (ดวงพร วินิจกุล และคณะ, 2007) ซึ่งผลการวิเคราะห์นี้แสดงให้เห็นว่า การใช้สีเออริโธรซินเป็นสีผสมอาหารจำเป็นต้องระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีค่า ADI ต่ำที่สุดในกลุ่มวัตถุเจือปนอาหารที่ทำการวิจัยในครั้งนี้ โดยมีค่า 86.42 ของค่า ADI และการได้รับสัมผัสจากอาหารในแต่ละวันนั้น ได้รับจากอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มอาหารที่มีสีชมพูถึงแดง ที่อาจมีการเติมสีเออริโธรซิน ซึ่งจะทำให้ได้การรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมผัสสูงกว่าค่า ADI จนอาจก่อให้เกิดอันตรายทั้งแบบเฉียบพลัน และแบบเรื้องรังได้ ดังนั้น ผู้บริโภคทุกกลุ่มอายุควรใส่ใจในการพิจารณาเลือกซื้ออาหารที่ผสมสีผสมอาหาร เพื่อความปลอดภัยของตนเองและครอบครัว

4.4 การประเมินความปลอดภัยในการบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่

จากการศึกษาทั้งหมด 3 ปัจจัย คือ การแสดงฉลาก ปริมาณกรดเบนโซอิก และสีผสมอาหาร ในขนมเยลลี่ในตลาดเขตกรุงเทพและปริมณฑล พบว่า ผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่จำนวนมากไม่ปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนดทั้งในด้านการแสดงฉลาก และทางเคมี จำนวน 33 และ 26 ตัวอย่าง ที่ผลิตโดยสถานที่ผลิต A, D, G, I, J และ K และ สถานที่ผลิต I มีตัวอย่างที่ไม่ปฏิบัติตามที่กฎหมายกำหนดสูงสุด คือ จำนวน 21 ตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่ หรือ จำนวน 33 จาก 58 ตัวอย่าง ไม่ปฏิบัติตามกฎหมายที่กำหนดว่าด้วยเรื่อง ฉลาก จึงอาจทำให้ผู้บริโภคไม่ทราบข้อมูลที่แท้จริงเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ และอาจเพิ่มความเสี่ยงต่อสุขภาพผู้บริโภค ซึ่งผู้ประกอบการและหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ควรพิจารณาแก้ไขและดำเนินการอย่างเร่งด่วนและเข้มงวด

สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีข้อบกพร่องทางด้านการวิเคราะห์ทางเคมี หรือไม่ปฏิบัติตามข้อกำหนดอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพทั้งแบบเฉียบพลันและเรื้อรังได้ โดยผลการวิเคราะห์พบว่า ผลิตภัณฑ์บางตัวอย่างใช้ปริมาณกรดเบนโซอิกสูงกว่าที่กฎหมายกำหนดมาก (2,123 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ส่งผลให้การได้รับสัมผัสในประชากรช่วงอายุ 0-3 ปีที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) สูงกว่าค่า ADI โดยมีค่า 124.25 ของค่า ADI นอกจากนี้ยังพบว่า สีเออริโธรซินเป็นวัตถุเจือปนอาหารที่มีค่า ADI ต่ำที่สุด (0-0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ดังนั้น การใช้เป็นสีผสมอาหารในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่จึงต้องมีความระมัดระวังอย่างมาก เนื่องจากการได้รับสัมผัสอาจสูงถึง 86.42 ของค่า ADI ในประชากรช่วงอายุ 0-3 ปีที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) และการได้รับสัมผัสจากอาหารในแต่ละวันนั้น ได้รับจากอาหารหลายชนิด โดยเฉพาะกลุ่มอาหารที่มีสีชมพูถึงแดง ที่อาจมีการเติมสีเออริโธรซิน ซึ่งจะทำให้ได้การรับสัมผัสสูงกว่าค่า ADI

ผู้บริโภคควรคำนึงถึงปัจจัยหลายๆ ปัจจัยในการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่หรือผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อให้ได้คุณภาพและความปลอดภัย ส่วนผู้ผลิตควรตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ให้มากยิ่งขึ้น เพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภค และเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจของผู้ประกอบการเอง ในการแข่งขันในตลาดเพราะปัจจุบันผู้บริโภคให้ความสำคัญกับความปลอดภัยของอาหารที่รับประทานมากขึ้น และใส่ใจในสุขภาพของตนเองและอาหารที่รับประทานมากขึ้น นอกจากนี้ หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องควรควบคุมดูแลให้ทั่วถึงและเข้มงวดในการตรวจสอบและให้ความรู้ทั้งผู้บริโภคและผู้ประกอบการเพื่อง่ายในการปรับปรุงพัฒนาด้านต่างๆต่อไป เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประชากรกลุ่ม 0-3 ปี นิยมบริโภค และเนื่องจากค่า ADI นั้นเป็นค่าที่พิจารณาจากผู้ใหญ่ ซึ่งเด็กยังมีการพัฒนาของร่างกายไม่สมบูรณ์ จึงอาจมีความเสี่ยงในการบริโภคมากกว่า ดังนั้น ประชากรกลุ่ม 0-3 ปี รวมถึง 3-6 ปี จึงควรอยู่ภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 สรุปผลการทดลอง

ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่อ่อนและเยลลี่เหลวพร้อมบริโภค กลุ่มสีแดง เหลือง และส้ม จากตลาดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล จำนวน23 ยี่ห้อ จาก 11 แหล่งผลิต (A-K) รวมจำนวน 58 ตัวอย่าง พบการแสดงฉลากไม่ถูกต้อง จำนวน 33 ตัวอย่าง จาก 12 ยี่ห้อที่ผลิตจากแหล่งผลิต 5 แหล่ง เป็นฉลากที่ไม่ระบุว่าเติมวัตถุกันเสียจำนวน 33 ตัวอย่าง และเป็นตัวอย่างขนมเยลลี่ที่ไม่มีเครื่องหมาย อย. จำนวน 6 ตัวอย่าง จาก 2 ยี่ห้อในแหล่งผลิต 2 แหล่ง ซึ่งเป็นการไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย

จากการตรวจสอบหาปริมาณ กรดเบนโซอิก พบการใช้กรดเบนโซอิกในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ จำนวน 50 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 86.21 ของตัวอย่างทั้งหมด โดยตัวอย่างที่มีกรดเบนโซอิกสูงกว่าที่กฎหมายกำหนด (ไม่เกิน1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) จำนวน 16 ตัวอย่าง จาก 6 ยี่ห้อ 2 แหล่งผลิต โดยอยู่ในช่วงความเข้มข้น 1,025$\pm$2-2,123$\pm$3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนปริมาณสีผสมอาหาร 5 ชนิด พบว่า ใช้ทั้งในรูปแบบสีเดี่ยว และสีผสมตั้งแต่ 2-3 ชนิด โดยมีตัวอย่างที่ตรวจพบสีปองโซ 4 อาร์ คาร์โมอีซีน เออริโธรซิน ตาร์ตราซีน และซันเซ็ต เย็ลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ มีค่าอยู่ระหว่าง <0.5-76.98, <0.5-71.62, <0.5-29.53, <0.5-294.8 และ <0.5-145.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบตัวอย่างที่มีสี ปองโซ 4 อาร์ และตาร์ตราซีน เกินมาตรฐานที่กฎหมายกำหนด ได้แก่ ตัวอย่าง J2 และ G1 และ นอกจากนี้ยังพบ 2 ตัวอย่าง ที่มีสีแดงและสีเหลือง แต่ไม่สามารถวิเคราะห์สีใน 5 สีที่วิเคราะห์

ในการประเมินความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ของประชากรกลุ่มอายุต่างๆ พบว่า กลุ่มประชากรอายุ 0-3 ปี จะมีโอกาสได้รับสัมผัสวัตถุเจือปนอาหารทุกชนิดสูงกว่าและมีหน่วยการบริโภคต่ำกว่ากลุ่มประชากรอื่นๆ โดยเฉพาะกรดเบนโซอิกและสีเออริโธรซิน เนื่องจาก มีปริมาณการใช้สูงกว่า และ ค่า ADI ต่ำที่สุด ในทุกๆ สารเคมีที่วิเคราะห์ มีที่ระดับการได้รับสัมผัสสูง (97.5 เปอร์เซ็นต์ไทล์) พบว่า ประชากรกลุ่มนี้มีค่าการได้รับสัมผัสสูงถึงร้อยละ 124.25 ของค่า ADI ซึ่งเป็นระดับที่มีอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนกลุ่มประชากรที่มีอายุเพิ่มขึ้น มีความเสี่ยงลดลง เนื่องจาก มีน้ำหนักตัวสูงกว่าทำให้ปริมาณการได้รับสัมผัสต่อน้ำหนักตัวเพิ่มขึ้น

เมื่อพิจารณาในภาพรวมจากทุกปัจจัยแล้ว พบว่า การใช้สารต่างๆยังมีบางส่วนสูงกว่ามาตรฐานที่กฎหมายกำหนด และการประเมินความปลอดภัยเทียบกับค่า ADI พบว่า ผลิตภัณฑ์บางผลิตภัณฑ์ไม่ปลอดภัยเพียงพอในการบริโภค อย่างไรก็ตาม การแสดงฉลากให้ถูกต้องเป็นส่วนสำคัญเพื่อให้ผู้บริโภคทราบและสามารถประเมินความปลอดภัยได้ อีกทั้งผู้ประกอบการควรตระหนักและให้ความสำคัญในเรื่องปริมาณวัตถุเจือปนอาหารที่ใช้ รวมถึงการแสดง ฉลากให้ถูกต้อง และปฏิบัติตามกฎหมายอย่างเคร่งครัด เพื่อประโยชน์ต่อผู้บริโภคและเพื่อประโยชน์ทางธุรกิจของผู้ประกอบการเองในการแข่งขันในตลาด นอกจากนี้ หน่วยงานราชการที่เกี่ยวข้องควรควบคุมดูแลให้ทั่วถึงและเข้มงวดในการตรวจสอบ พิจารณากฎเกณฑ์ให้สอดคล้องกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานการณ์และความปลอดภัยของผู้บริโภค รวมถึงให้ความรู้ทั้งผู้บริโภคและผู้ประกอบการ เนื่องจากผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ประชากรกลุ่ม 0-3 ปี นิยมบริโภค อีกทั้งค่า ADI นั้นเป็นค่าที่พิจารณาจากผู้ใหญ่ ซึ่งเด็กยังมีการพัฒนาของร่างกายไม่สมบูรณ์ จึงอาจมีความเสี่ยงในการบริโภคมากกว่า ดังนั้นประชากรกลุ่ม 0-3 ปี รวมถึง 3-6 ปี จึงควรอยู่ภายใต้การดูแลอย่างใกล้ชิด

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 การศึกษาผลิตภัณฑ์ขนมเยลลี่ในเอกสารฉบับนี้ได้ทำการศึกษาในกลุ่มผลิตภัณฑ์เยลลี่ชนิดอ่อนและชนิดเหลว ซึ่งกลุ่มผลิตภัณฑ์เยลลี่อีกกลุ่มหนึ่งที่ยังไม่ได้ศึกษาคือผลิตภัณฑ์เยลลี่ชนิดแข็งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์อีกกลุ่มหนึ่งที่น่าสนใจในการนำมาศึกษาและประเมินความเสี่ยงเพิ่มเติมเพื่อเก็บเป็นข้อมูลไว้ใช้ประโยชน์ร่วมกันในอนาคต

5.2.2 สีผสมอาหารที่ทำการศึกษาในขนมเยลลี่ฉบับนี้ เป็นขนมเยลลี่กลุ่มสีแดง ส้ม และเหลือง เพื่อให้มีความหลากหลายของข้อมูลและครอบคลุมตัวอย่างในท้องตลาด จึงอาจมีการศึกษาในกลุ่มสีอื่นๆ เพิ่มเติมด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมวิชาการเกษตร. 2543. “เยลลี่มะม่วง.” **วารสารสถาบันอาหาร.** 3(14) : 41-42.

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ .2530. “สีในอาหาร.” **อาหาร.** 17(3) : 193-195.

กรรณิการ์ วิศิษฏ์โชติอังกูร. 2549. **“ปริมาณกรดเบนโซอิค กรดซอร์บิค และกรดซาลิไซลิคในน้ำผลไม้บรรจุปิดสนิทที่ผลิตในเขตจังหวัดเชียงใหม่.”** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

กระทรวงสาธารณสุข. 2522. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 21 เรื่อง กำหนดสีผสมอาหารเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณคุณภาพ หรือมาตรฐาน การใช้ การผสม ฉลาก.**

_____. 2529. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 100 เรื่อง การแสดงฉลากของวุ้นสำเร็จรูปและขนมเยลลี่.**

_____. 2543. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 213 เรื่อง แยม เยลลี่ และมาร์มาเลดในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.**

กระทรวงอุตสาหกรรม. 2547. **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 เรื่อง วัตถุเจือปนอาหาร.**

ขวัญตา กังวานชิรธาดา และอโนทัย ศรีรัตน์ไชย. 2547. “คุณภาพและความปลอดภัยของเครื่องดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.” **วารสารส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม.** 21(4) : 1-7.

โครงการตำราวิทยาศาสตร์อุตสาหกรรมอาหาร. 2539. **วัตถุกันเสียในอาหาร.** พิมพ์ครั้งที่ 2กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

จงกลนี วิทยารุ่งเรืองศรี. 2539. **ปริมาณการใช้สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในร้านขายของชำในเขตกรุงเทพมหานครและภาคกลาง.** สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข. กรุงเทพฯ.

ชรินรัตน์ อุดเมืองคำ. 2552. **“การพัฒนาผลิตภัณฑ์เยลลี่จากสาหร่ายไก.”** ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตรศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ดวงพร วินิจกุล, ศิริวิภา ปิยะมงคล, บุษบัน ศิริธัญญาลักษณ์, สิริพร บูรพาเดชะ และ ปริยา ตันติพัฒนานันต์. 2007. “การใช้สีสังเคราะห์ในยาน้ำชนิดรับประทาน.” **Thai Pharmaceutical and Health Science Journal.** 2(1) : 33-38.

ดวงพร เหลี่ยวไชยพันธุ์ และดวงพร วินิจกุล. 2529. **การวิเคราะห์สีในขนมเด็กที่จำหน่ายในสถานที่ต่างๆในจังหวัดเชียงใหม่.** คณะเภสัชศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

เนตรนภิส ธนเวศน์กุล. 2551. **สีผสมอาหาร.** [Online]. Available : http://www.inmu.mahidol.ac.th/knowledge/pdf/120.pdf.

พัฒน์ สุจำนง. 2526. **การสุขาภิบาลอาหาร.** ภาควิชาเวชศาสตร์ชุมชน คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

พัตรา สมิตติพัฒน์ .2537. **“สัดส่วนของการกระจายขนมผสมสีที่มีจำหน่ายในร้านค้าในหมู่บ้านจังหวัดนครปฐม”** สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครปฐม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก . 2532. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** กรุงเทพฯ : โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์.

_____. 2544. **กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร.** ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์หาดใหญ่.

รัตนา มหาชัย. 2534. **"การศึกษาสมบัติทางเคมีของสีผสมอาหารและการวิเคราะห์สีในอาหารบางนิด."** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วันทนีย์ ขำเลิศ .2535. "การวิเคราะห์ปริมาณ กรดเบนโซอิก กรดซอร์บิก และซัคคาริน ในผลไม้แปรรูป." **วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.** 34(1) : 31-36.

วิไล เส, โสภิน บำเพ็ญทรัพย์ และน้อย ทองสกุลพานิชย์ .2546. "สีในขนม." **วารสารวิทยาศาสตร์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.** 31(1) : 25-28.

วีรยา การพานิช. 2554. **กรดเบนโซอิก;วัตถุกันเสียที่นิยมใช้ในอาหาร.** [Online]. Available : http://www.thaitox.org/media/upload/file/Benzoic-Acid.pdf.

สกาวรัตน์ ชัยสุนทร.2538. **ความเหมาะสมของสีที่ใช้ผสมในลูกอมที่จำหน่ายในร้านค้าในจังหวัดนครพนม.** สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนครพนม.

สมศรี ดำรงสวัสดิ์วิทย์ และนิทรา เนื่องจำนงค์ และทิพวัลย์จิตตะวิกุล.2537. **สีในขนมเด็ก.** ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์พิษณุโลก กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

สุวรรณา สุภิมารส. 2543. **เทคโนโลยีการผลิตลูกกวาดและช็อกโกแลต.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2547. **แนบท้ายประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร.**

_____. 2554. **ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหารตามมาตรฐานทั่วไปสำหรับวัตถุเจือปนอาหารของโคเด็กซ์ (CODEX STAN 192-1995). กระทรวงสาธารณสุข.**

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2547. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. "เยลลี่" (มผช. 518-520/2547).** กรุงเทพฯ: กระทรวงอุตสาหกรรม.

_____. 2545. **รูปแบบตัวอย่างการประเมินความเสี่ยงและสภาพการจัดการและการสื่อสารความเสี่ยงสำหรับพาราไธออน-เมทธิล.** คณะทำงานจัดทำรูปแบบตัวอย่างของการวิเคราะห์ความเสี่ยงสำหรับอันตรายทางเคมี. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2549. สำนักงานมาตรฐานสินค้าและระบบคุณภาพ **"ข้อมูลการบริโภคอาหารของประเทศไทย"** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ศรีสุวรรณ อุทธนผล. 2531. **การใช้กัมชนิดต่างๆในการทำผลิตภัณฑ์เยลลี่.** กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิวาพร ศิวเวชช. 2529. **วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม 2.** พิมพ์ครั้งที่ 4. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมแกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

_____. 2546. **วัตถุเจือปนอาหาร เล่ม1.** พิมพ์ครั้งที่ 1. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมแกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Alvessa, S.P., Brump, D.M., Andradea, E.C.B. and Nettob, A.D.P. 2007. **Determination of synthetic dyes in selected foodstuffs by high performance liquid chromatography with UV-DAD detection.** [Online]. Available : http://alicekic.com/s1.html.

Asawatreratanagun, S. 1994. **"Nutritional and toxicological aspects of some food colors: effects on *in vitro* protein and starch digestibilities and the mutagenic potential using Ames test."** Faculty of graduate studies, Mahidol University.

Codex Alimentarius Commission. 2009. **Codex Standard for Jams, Jellies and Marmalade.** [Online]. Available : http://www.codexalimentarius.net/download/standards/11254/CXS_296e.pdf.

Cohen, S.M., Arai, M., Jacobs, J.B. and Friedell, G.H. 1979. "Promoting effect of succharin and DL-tryptophan in urinary bladder carcinogenesis." **cancer research journal.** 39 : 1207-1214

Erythrosine. 2011. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Erythrosine.

FAO/WHO. 1997. "Food Consumption and exposure assessment of chemicals." **Report of a FAO/WHO consultation,** Geneva, Switzerland, 10-14 February 1997, Document WHO/FSF/FOS/97.5, WHO, Geneva.

FAO/WHO. 2002. "Pesticide Residue in food-2002." **Report of the Joint Meeting of the FAO panel of Experts on Pesticide Residues in Food and the Environment and the WHO Core Assessment Group on Pesticide Residues FAO Plant Production and Protection Paper 176.** FAO. Rome, 2003.

Government of South Australia. 2005. **Food colors - A survey of artificial colours in foods and beverages.** Department of Health.

Hveland-Smith, R.B. and Combes, R.D. 1980. "Screening of food dyes for genotoxic activity." **Food Cosmetic Toxicology.** 8 : 215.

in soft drinks and nectars in Portugal and subsequent exposure assessment." **Food Chemistry.** 121 : 503–508.

Mihyar, G.F. 1999. "Determination of benzoic acid and sorbic acid in labeneh by high-performance liquid chromatography." **Journal of Food Composition and Analysis.** 12 : 53-61.

Minioti, K., Sakellariou, C. F. and Thomaidis, N.S. 2007. "Determination of 13 synthetic food colorants in water-soluble foods by reversed-phase high-performance liquid chromatography coupled with diode-array detector." **Analytica Chimica Acta.** 583 : 103-110.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mota, F.J.M., Ferreira, I.M.P.L.V.O., Cunha, S.C., Beatriz, M. and Oliveira, P.P. 2003. "Optimisation of extraction procedures for analysis of benzoic and sorbic acids in foodstuffs." **Food Chemistry.** 82 : 469–473.

Nam, M.T. 1998. **"Status of the use of colors in braverages, candies, and snacks made by small scale private producers in Hanoi makets."** Institute of Nutrition Toxicology. Mahidol University.

NCHS. 1993. **National health and nutrition examination survey,** National Center for Health Statistics, Hyattsville, MD, USA.

Ponceau-4R. 2011. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Ponceau_4R.

Saad, B., Bari, M.F., Saleh, M.I., Ahmad, K. and Talib, M.K.M. 2005. "Simultaneous determination of preservatives (benzoic acid, sorbic acid, methylparaben and propylparaben) in foodstuff using high-performance liquid chromatography." **Journal of Chromatography A.** 1073 : 393-397.

Sunset_Yellow_FCF. 2011. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Sunset_Yellow_FCF.

Tartrazine. 2011. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Tartrazine.

Tfouni, S.A.V. and Toledo, M.C.F. 2002. "Determination of benzoic acid and sorbic acid in Brazillian food." **Journal of Food Control.** 13 : 117-123.

The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additive (JECFA). 2011. **"Tartrazine."** [Online]. Available : http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=3885.

_____. 2011. **"Sunset Yellow FCF."** [Online].Available:http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID =2703.

_____. 2011. **"Ponceau 4R."** [Online]. Available: http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID =4941.

_____. 2011. **"Carmoisine."** [Online]. Available: http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=1704.

_____. 2011. **"Saccharin."** [Online]. Available : http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=3164.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

_____. 2011. "**Benzoic Acid.**" [Online]. Available: http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=4530.

_____. 2011. "**Erythrosine.**" [Online]. Available: http://apps.who.int/ipsc/database/evaluations/chemical.aspx?chemID=3740.

Wen, L., Wang, Y., and Feng, Y.Q. 2007. "A simple and rapid method for simultaneous determination of benzoic and sorbic acid in food using in-tube solid-phase microextraction coupled with high-performance liquid chromatography." **Analytical and Bioanalytical Chemical**, 388 : 1779-1789.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลายมาตรฐานและรีเอเจนต์ทดสอบ

1. สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิก

ชั่งกรดเบนโซอิก 0.1000 กรัม ละลายด้วยสารผสม (น้ำ 60 ส่วนและเมทธานอล 40 ส่วน) ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิกรัม จะได้สารละลายมาตรฐานกรดเบนโซอิกที่มีความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

2. สารละลายมาตรฐานสีผสมอาหาร

ชั่งสารละลายสีผสมอาหารทั้ง 5 สี อย่างละ 0.1000 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีผสมอาหาร ที่มีความเข้มข้น 1.0 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

3. Carrez I (โพแทสเซียมเฟอโรไซยาเนท 15 เปอร์เซ็นต์)

ชั่งโพแทสเซียมเฟอโรไซยาเนท 15 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Carrez I ที่มีความเข้มข้น 15 เปอร์เซ็นต์

4. Carrez II (ซิงค์อะซิเตต 23 เปอร์เซ็นต์)

ชั่งซิงค์อะซิเตต 23 กรัม ละลายด้วยน้ำกลั่น ปรับปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Carrez II ที่มีความเข้มข้น 23 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้