

การประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี

วันทนีย์ ขำเลิศ ยุพเรศ เอื้อตรงจิตต์ และเกษมศรี ชื่นสุพงษ์

กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้พัฒนาชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารที่ห้ามใช้สี เมื่อ พ.ศ. 2537 เพื่อสนับสนุนงานคุ้มครองผู้บริโภค ซึ่งสามารถใช้ได้ผลดีและช่วยลดภาระของห้องปฏิบัติการลงได้มาก อย่างไรก็ตาม ชุดทดสอบดังกล่าวมีหลายขั้นตอน และมีการใช้กรดเกลือเข้มข้นซึ่งมีควัน และเอมิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีกลิ่นแรงและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ กองอาหารจึงได้พัฒนาชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีขึ้นใหม่ โดยตัดแปลงจากวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการในสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ชุดทดสอบใหม่นี้ มีขั้นตอนที่ง่ายและไม่มีส่วนผสมของกรดเกลือ และเอมิลแอลกอฮอล์ ทำให้ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อมมากกว่าชุดเดิม ในงานพัฒนาชุดทดสอบนี้ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของชุดทดสอบด้านความถูกต้อง (accuracy) ความไว (sensitivity) และความจำเพาะ (specificity) ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือนตุลาคม 2545 โดยมีผู้เข้าร่วมศึกษารวม 24 คน (จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 12 แห่ง จำนวน 19 คน และจากกองอาหารจำนวน 5 คน) ในการศึกษานี้ได้ผลิตอาหารห้ามผสมสีภายในห้องปฏิบัติการรวม 3 ชนิด คือ ข้าวเกรียบกุ้ง ลูกชิ้นปลา และมะม่วงแช่อิ่ม เพื่อเป็นตัวแทนอาหารห้ามใช้สี ในกลุ่มผลิตภัณฑ์จากแป้ง เนื้อสัตว์ และผลไม้ ตามลำดับ ในการผลิตอาหารแต่ละชนิด แบ่งวัตถุดิบเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ และอีกส่วนเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ทั้งชนิดและปริมาณที่มีข้อมูลว่ามีการใช้ในอาหารกลุ่มดังกล่าว ได้แก่ สีซันเซต เฮลโลว์ เอ็พซีเอ็พ ปองโซ 4 อาร์ และตาร์ตราซีน ในปริมาณ 10 ถึง 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ภายหลังจากทดสอบความเป็นเนื้อเดียวกัน (homogeneity test) ของตัวอย่างที่ผลิตแล้ว ได้จัดส่งตัวอย่างอาหารที่ผลิตขึ้น รวม 7 ตัวอย่าง ให้แก่ผู้ร่วมศึกษาทำการทดสอบด้วยชุดทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้น พบว่ามีความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะเป็น ร้อยละ 86.8, 84.6 และ 85.7 ตามลำดับ เมื่อนำค่าคุณสมบัติดังกล่าวมาทดสอบผลทางสถิติ Kappa coefficient ได้ค่า 0.72 ซึ่งมีความน่าเชื่อถือดีมาก

บทนำ

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 (พ.ศ. 2525) กำหนดให้อาหาร 17 ชนิด เป็นอาหารห้ามใช้สี เนื่องจากการใส่สีลงในอาหารเหล่านี้อาจมีเจตนาเพื่อปิดบังสภาพที่แท้จริงของอาหาร ทำให้ผู้บริโภคเข้าใจผิด จากข้อมูลผลการตรวจวิเคราะห์อาหารห้ามใช้สีของกองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ระหว่าง พ.ศ. 2536 ถึง 2544 จำนวน 643 ตัวอย่าง พบว่า มีการใช้สีสังเคราะห์ถึงร้อยละ 33.6 นอกจากนี้ยังพบว่า มีการนำสีสังเคราะห์ที่ห้ามใช้ในอาหารมาเติมลงในอาหารกลุ่มนี้ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค โดยเฉพาะเด็ก เช่น กรณีที่พบ

การใช้สี ออเรนจ์ ฑู ในลูกชิ้นปลาสีส้ม เมื่อเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2542 ทำให้เด็กนักเรียนในจังหวัดขอนแก่นที่บริโภคลูกชิ้นปลานี้ จำนวน 23 คน มีอาการท้องเสียอย่างแรง และถ่ายเป็นเลือดต้องส่งเข้ารับการรักษาที่โรงพยาบาลบ้านไผ่ จากข้อมูลผลการวิเคราะห์พบว่าร้อยละ 4.5 พบสีที่ไม่อนุญาตให้ใช้ในอาหาร แต่เนื่องจากอาหารกลุ่มนี้ บางชนิดได้แก่ ผลไม้สด ผักและผลไม้ดอง เนื้อสัตว์สดปรุงแต่ง หรือเนื้อสัตว์ที่ผ่านกรรมวิธี ผลิตภัณฑ์จากแป้งทอดมัน กะปิ และพริกแกง เป็นต้น ไม่จัดเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ แต่กำหนดคุณภาพและมาตรฐาน

เฉพาะการใช้สี ไม่ต้องขออนุญาตขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร จึงไม่ต้องส่งวิเคราะห์คุณภาพก่อนจำหน่าย ส่งผลให้อาหารกลุ่มนี้มีการใช้สีสังเคราะห์เป็นจำนวนมาก กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ได้ทำการศึกษาและพัฒนาชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีขึ้น ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537⁽¹⁾ เพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้นำไปใช้ทดสอบอาหารห้ามใช้สี สนับสนุนให้งานคุ้มครองผู้บริโภคดำเนินการได้อย่างรวดเร็วและครอบคลุมในพื้นที่ต่าง ๆ ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น นอกจากนี้การใช้ชุดทดสอบสามารถลดภาระของห้องปฏิบัติการลงอย่างไรก็ตาม ชุดทดสอบเดิมที่ใช้นั้นมีขั้นตอนที่ค่อนข้างยุ่งยาก สารเคมีบางตัวที่ใช้คือกรดเกลือเข้มข้นซึ่งมีควัน และเอมิลแอลกอฮอล์ ซึ่งมีกลิ่นแรง เป็นอันตรายต่อผู้ใช้⁽²⁾ กองอาหารจึงได้พัฒนาชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีขึ้นใหม่ โดยดัดแปลงจากวิธีที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี⁽³⁾ ซึ่งมีขั้นตอนที่ง่าย ไม่มีส่วนผสมของเอมิลแอลกอฮอล์ และกรดเกลือ จึงมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้ และสิ่งแวดล้อม ชุดทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ จำเป็นต้องได้รับการประเมินประสิทธิภาพ และเพื่อให้ผลสรุปตรงตามสภาพใช้งานจริง จึงจำเป็นต้องประเมินผลโดยผู้เกี่ยวข้องอื่นเพื่อนำมาประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบ^(4,5) ในด้านความถูกต้อง (accuracy) ความไว (sensitivity) ความจำเพาะ (specificity) และความน่าเชื่อถือหรือเกณฑ์การยอมรับ ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยคือ ได้ชุดทดสอบซึ่งสามารถนำไปใช้ในงานคุ้มครองผู้บริโภค เพื่อควบคุมคุณภาพอาหารในกลุ่มอาหารห้ามใช้สี โดยผู้รับผิดชอบในงานคุ้มครองผู้บริโภค เช่น สำนักงานสาธารณสุขจังหวัด สำนักงานสาธารณสุขอำเภอ ครู และเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้ได้สะดวกในพื้นที่ที่มีปัญหา โดยเฉพาะอาหารที่มีความเสี่ยงสูงที่ผลิตเพื่อจำหน่ายให้กับนักเรียน

วัสดุและวิธีการ

การผลิตตัวอย่างอาหาร

ผู้วิจัยดำเนินการผลิตตัวอย่างอาหาร 3 ชนิด เพื่อเป็นตัวแทนอาหารที่กฎหมายห้ามใช้สี คือ ข้าวเกรียบกุ้ง ลูกชิ้นปลา และมะม่วงแช่อิ่ม ตัวอย่างละ 10 กิโลกรัม เป็นตัวแทนผลิตภัณฑ์จากแป้ง เนื้อสัตว์ และผักผลไม้ ตามลำดับ โดยแต่ละชนิดจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์เพื่อเป็นตัวอย่งควบคุมที่ให้ผลเป็นลบ และอีกส่วนหนึ่งเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ในปริมาณที่เคยตรวจพบ คือ เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ชั้นเซต เยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ปริมาณ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลงในวัตถุดิบสำหรับผลิตข้าวเกรียบกุ้ง เติมสี ชั้นเซต เยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ และปองโซ 4 อาร์ ในปริมาณ 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลงในวัตถุดิบสำหรับผลิตลูกชิ้นปลา และสำหรับมะม่วงแช่อิ่ม เติมสี 2 ระดับ คือ ตาร์ตราซีน ปริมาณ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ตาร์ตราซีนผสมชั้นเซต เยลโลว์ เอ็ฟซีเอ็ฟ ในปริมาณ 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แล้วปรุงตามกรรมวิธีผลิตอาหารแต่ละชนิด ได้แก่ ข้าวเกรียบทอด ลูกชิ้นปลาต้ม และมะม่วงแช่อิ่ม ได้ตัวอย่างอาหารควบคุมที่ให้ผลลบ 3 ตัวอย่าง และตัวอย่างอาหารที่ให้ผลบวก 4 ตัวอย่าง แบ่งบรรจุตัวอย่างที่ผลิตแต่ละตัวอย่างลงในถุงพลาสติก ถุงละประมาณ 100 กรัม ให้หมายเลขแต่ละถุง แล้วเก็บที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจึงสุ่มแต่ละตัวอย่างมาตัวอย่างละ 10 ถุง แต่ละถุงวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสีโดยวิธี HPLC⁽⁶⁾ 2 ซ้ำ แล้วนำมาวิเคราะห์ความเป็นเนื้อเดียวกัน (Homogeneity test) ของแต่ละตัวอย่าง⁽⁷⁾ จากนั้นจึงส่งชุดทดสอบสีสังเคราะห์ที่ได้พัฒนาขึ้น แบบบันทึกผล และตัวอย่างอาหารที่ผลิต จำนวน 7 ตัวอย่าง ให้ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 12 แห่ง และจำนวน 6 ตัวอย่าง ให้ผู้ตรวจวิเคราะห์สีสังเคราะห์ในอาหาร

ของกองอาหารจำนวน 5 คน ตรวจสอบสีสังเคราะห์ในอาหารดังกล่าว และบันทึกผลส่งคืนกลับให้คณะผู้วิจัยประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบ

การประเมินประสิทธิภาพชุดทดสอบ

1. ประเมินผลที่ตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่ของกองอาหารรวม 5 คน ทดสอบตัวอย่างอาหารที่ผลิต 6 ตัวอย่าง โดยใช้ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้น
2. ประเมินผลที่ตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ทั้ง 12 แห่ง ซึ่งทดสอบตัวอย่างอาหารที่ส่งไปให้ 7 ตัวอย่าง โดยใช้ชุดทดสอบที่พัฒนาขึ้น

การประเมินผล

จากแบบบันทึกผลของเจ้าหน้าที่ของกองอาหารจำนวน 5 ชุด และแบบบันทึกผลของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ส่งกลับคืน จำนวน 19 ชุด นำมาประเมินผลประสิทธิภาพชุดทดสอบ ในด้านความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ ส่วนการยอมรับ หรือความน่าเชื่อถือ (strength of agreement) ใช้ค่า Kappa เป็นครรชนชี้วัด โดยมีสูตรการคำนวณ⁽⁸⁾ ดังนี้

ความไว = $\frac{TP \times 100}{TP + FN}$

ความจำเพาะ = $\frac{TN \times 100}{TN + FP}$

ความถูกต้อง = $\frac{(TP + TN) \times 100}{(TP + FP) + (FN+TN)}$

Kappa coefficient (k) = $\frac{2 (TP) (TN) - (FN)(FP)}{(TP + FN) (FN + TN) + (TP + FP) (FP + TN)}$

- เมื่อ
- TP = Total Positive from test kit
 - TN = Total Negative from test kit
 - FP = False Positive from test kit
 - FN = False Negative from test kit

- และ จาก Kappa coefficient (k) มีเกณฑ์การยอมรับ ดังนี้
- ค่า k น้อยกว่า 0.20 การยอมรับหรือความน่าเชื่อถือต่ำ (poor)
 - ค่า k 0.21 - 0.40 การยอมรับหรือความน่าเชื่อถือพอใช้ (fair)
 - ค่า k 0.41 - 0.60 การยอมรับหรือความน่าเชื่อถือดี (good)
 - ค่า k 0.61 - 0.80 การยอมรับหรือความน่าเชื่อถือดีมาก (very good)
 - ค่า k 0.81 - 1.00 การยอมรับหรือความน่าเชื่อถือดีเลิศ (excellent)

ผล

จากการพิสูจน์ความเป็นเนื้อเดียวกันโดยใช้สถิติ One-way ANOVA พบว่า ตัวอย่างอาหารที่ผลิตและเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ทั้ง 4 ตัวอย่าง มีความเป็นเนื้อเดียวกัน และปริมาณสีอินทรีย์สังเคราะห์ ในตัวอย่างอาหารที่วิเคราะห์โดยวิธีทางห้องปฏิบัติการ มีดังนี้ ข้าวเกรียบกุ้ง พบสีซันเซต เยลโลว์ เอ็พซีเอ็พ 49.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ลูกชิ้นปลา พบสีซันเซต เยลโลว์ เอ็พซีเอ็พ และปองโซ 4 อาร์ 45.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และ ในตัวอย่างมะม่วงแช่อิ่ม 2 ตัวอย่าง พบสีตาร์ตราซีน ปริมาณ 10.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และพบสีซันเซต เยลโลว์ เอ็พซีเอ็พ ผลสมสีตาร์ตราซีน ปริมาณ 35.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เมื่อทำการประเมินผลประสิทธิภาพของชุดทดสอบที่ได้พัฒนาขึ้นใหม่ จากแบบบันทึกผลของเจ้าหน้าที่ของกองอาหาร จำนวน 5 ชุด พบว่า ทั้ง 5 คน ตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ในอาหารทุกตัวอย่างที่ไม่เติมสี และตรวจพบสีอินทรีย์สังเคราะห์ในทุกตัวอย่างที่เติมสี (ตารางที่ 1)

จากแบบบันทึกผลที่ส่งกลับคืนโดยเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ จำนวน 19

ชุด พบว่า เมื่อใช้กับอาหารห้ามใช้สีประเภทแป้ง ซึ่งต้องผ่านการทอดด้วยน้ำมัน คือข้าวเกรียบกุ้ง ที่ส่งไป 2 ชุด คือ ชุดที่ไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ทุกคนตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ และชุดที่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ มี 6 คน ที่ตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ ในลูกชิ้นปลาชุดที่ไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ทุกคนตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ และชุดที่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ มี 4 คน ที่ตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ ในมะม่วงแช่อิ่ม ชุดที่ไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ มี 7 คน ที่ตรวจพบสีอินทรีย์สังเคราะห์ และชุดที่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ ในระดับ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นั้น มี 2 คน ที่ตรวจไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์ สำหรับระดับ 35 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม นั้น ทุกคนตรวจพบสีอินทรีย์สังเคราะห์ (ตารางที่ 2)

เมื่อนำผลที่ได้ทั้งหมดจากการวิเคราะห์ของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ มาประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบในด้านความถูกต้อง ความไว ความจำเพาะเจาะจง และความน่าเชื่อถือ (Kappa coefficient) ได้ข้อมูลสรุปในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 ผลการใช้ชุดทดสอบตรวจสอบสีสังเคราะห์ในตัวอย่างอาหาร 3 ชนิด (รวม 6 ตัวอย่าง) โดยเจ้าหน้าที่ของกองอาหาร

ตัวอย่างผลิต	ใช้ชุดทดสอบ		จำนวนตัวอย่างทั้งหมด
	พบสีอินทรีย์สังเคราะห์	ไม่พบสีอินทรีย์สังเคราะห์	
เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์	15 (TP)	0 (FN)	15 (TP+FN)
ไม่เติมสีอินทรีย์สังเคราะห์	0 (FP)	15 (TN)	15 (FP+TN)
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	15 (TP+FP)	15 (FN+TN)	30

ตารางที่ 2 สรุปผลการใช้ชุดทดสอบตรวจสอบสีสังเคราะห์โดยศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ในตัวอย่างอาหารที่ผลิต 7 ตัวอย่าง

ตัวอย่างผลิต	ใช้ชุดทดสอบ				จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	
	TP	FN	FP	TN	เต็มสี อินทรีย์สังเคราะห์	ไม่เต็มสีอินทรีย์ สังเคราะห์
1. ข้าวเกรียบกุ้ง (49.2 มก/กก)	13	6	0	19	19	19
2. ลูกชิ้นปลา (45.5 มก/กก)	15	4	0	19	19	19
3. มะม่วงแช่อิ่ม (10.1 มก/กก)	17	2	7	12	19	19
4. มะม่วงแช่อิ่ม (35.0 มก/กก)	19	0	7	12	19	-
จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	64	12	7	50	76	57

ตารางที่ 3 แสดงค่าประสิทธิภาพของชุดทดสอบสีสังเคราะห์โดยกองอาหารและศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 12 แห่ง ในการตรวจสอบอาหารห้ามใช้สี

ชนิดของอาหาร (ปริมาณสี มก/กก)	ความถูกต้อง (accuracy)		ความไว (sensitivity)		ความจำเพาะ (specificity)		ความน่าเชื่อถือ (Kappa coefficient)	
	กอง อาหาร	ศวก. ศวก.	กอง อาหาร	ศวก. ศวก.	กอง อาหาร	ศวก. ศวก.	กอง อาหาร	ศวก. ศวก.
1. ข้าวเกรียบกุ้ง (49.2)	100	84.2	100	68.4	100	100	1	0.68
2. ลูกชิ้นปลา (45.5)	100	89.5	100	78.9	100	100	1	0.92
3. มะม่วงแช่อิ่ม								
• (10.2)	100	76.3	100	89.5	100	63.2	1	0.62
• (35.0)	-	81.6	-	100	-	63.2	-	0.71
เฉลี่ย		86.8		84.6		85.7		0.72

ศวก. = ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์

วิจารณ์

การนำชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีของทัศนีย์ จุฬามรกด มาพัฒนา เนื่องจากชุดเดิมมีการใช้เอมิลแอลกอฮอล์ที่มีกลิ่นฉุนแสบจมูก และกรดเกลือเข้มข้นที่มีควันทำให้แสบตา ซึ่งไม่ปลอดภัยต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม การพัฒนาชุดทดสอบโดยใช้หลักการ ตามวิธีมาตรฐานที่ใช้ในห้องปฏิบัติการของสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมนี ซึ่งไม่ใช้กรดเกลือเข้มข้นและเอมิลแอลกอฮอล์ มีการปรับปรุงอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อให้สามารถใช้ได้สะดวก ในภาคสนาม จากผลการประเมินประสิทธิภาพของชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี เมื่อตรวจสอบโดยเจ้าหน้าที่ของกองอาหาร (ตารางที่ 1) พบว่า ผู้ที่มีความชำนาญคือ ผู้ที่ตรวจวิเคราะห์เป็นประจำ สม่ำเสมอในห้องปฏิบัติการ ใช้ชุดทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่พบ false positive และ false negative โดยมีค่าความถูกต้อง ความไว และความจำเพาะ เป็นร้อยละ 100

สำหรับเจ้าหน้าที่จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ (ตารางที่ 2) พบว่า ในตัวอย่างข้าวเกรียบกุ้งซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากแป้งที่มีการปรุงโดยวิธีทอดด้วยน้ำมัน มี false negative มากที่สุด อาจเนื่องจากในขั้นตอนการแยกสีจากตัวอย่าง ผู้วิเคราะห์ควรใช้หลอดดูดสารละลายจากด้านล่างของภาชนะ เพื่อหลีกเลี่ยงการดูดเอาน้ำมันซึ่งลอยอยู่ด้านบน ซึ่งหากมีน้ำมันติดไป จะรบกวนทำให้ย้อมไม่ติดเมื่อผ่านคอลัมน์ จึงรายงานว่าไม่พบ ส่วนในตัวอย่างลูกชิ้นปลาที่เป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์และในตัวอย่างมะม่วงแช่อิ่มที่เติมสีสังเคราะห์ในปริมาณน้อย มีการพบ false negative รองลงมา ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการแยกสีจากตัวอย่างใช้เวลาสั้นเกินไป ทำให้สีสังเคราะห์ไม่ละลายออกมาจึงทำให้ตรวจไม่พบ นอกจากนี้ยังพบ false positive ทั้งในตัวอย่างมะม่วงแช่อิ่มที่เติมสีสังเคราะห์ปริมาณน้อย

และมาก อาจเนื่องจากในขั้นตอนการ elute เพื่อแยกสีธรรมชาติที่เป็นสีของเนื้อมะม่วงนั้นยังไม่สมบูรณ์ เมื่อผ่านสารละลายที่ 4 เพื่อแยกสีสังเคราะห์ในคอลัมน์ ยังคงหลงเหลือสีธรรมชาติอยู่ จึงละลายออกมาในสารละลายดังกล่าว ทำให้รายงานว่าพบสีสังเคราะห์

เมื่อประเมินประสิทธิภาพชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีในภาพรวม ทั้งการตรวจสอบของนักวิเคราะห์จากกองอาหาร และศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ (ตารางที่ 3) มีความสามารถในการแยกตัวอย่างอาหารห้ามใช้สีที่ไม่มีการเติมสีอินทรีย์สังเคราะห์ออกจากอาหารห้ามใช้สีที่ใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ โดยมีความจำเพาะสูง เมื่อใช้ตรวจสอบอาหารประเภทผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากแป้ง เมื่อใช้ตรวจสอบผลไม้แปรรูป มีความจำเพาะค่อนข้างต่ำ เนื่องจากผลไม้สีธรรมชาติอยู่ด้วย จึงทำให้การตรวจสอบคุณสมบัติความจำเพาะโดยใช้ชุดทดสอบลดลงกว่าอาหารประเภทอื่น แต่หากพิจารณาถึงความไวในผลิตภัณฑ์ประเภทเนื้อสัตว์ ซึ่งมีความไวสูงกว่าอาหารประเภทแป้ง ส่วนในผลไม้แปรรูป มีความไวสูงกว่าอาหารที่กล่าวมาทั้งสองประเภท สาเหตุอาจเนื่องจากอาหารประเภทเนื้อสัตว์และแป้งที่ทอดมีไขมันและโปรตีนสูง ทำให้รบกวนการตรวจสอบ เมื่อพิจารณาถึงปริมาณสีอินทรีย์สังเคราะห์ที่เติมลงไป ในมะม่วงแช่อิ่ม พบว่าตัวอย่างที่มีปริมาณสีสังเคราะห์สูง ชุดทดสอบจะมีคุณสมบัติด้านความไวสูงขึ้นด้วย สำหรับความถูกต้องในอาหารทั้ง 3 ประเภทนั้น ตัวอย่างผลไม้แช่อิ่มที่เติมสีสังเคราะห์ในปริมาณต่ำ ความถูกต้องในการตรวจสอบสีสังเคราะห์ของผู้ใช้ชุดทดสอบจะต่ำลงด้วยเนื่องจากสีที่แยกได้ในคอลัมน์ไม่ชัดเจน เพราะสีมีปริมาณน้อย หรือผู้วิเคราะห์ขาดความ

ชำนาญในการอ่านผล จึงทำให้อ่านผลว่าไม่พบสีสังเคราะห์ และเมื่อนำผลการตรวจสอบคุณสมบัติดังกล่าวของชุดทดสอบประเมินผลทางสถิติ Kappa coefficient พิจารณาความน่าเชื่อถือหรือเกณฑ์ที่กำหนดไว้ซึ่งชี้ว่า ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สี มีความน่าเชื่อถือหรือเกณฑ์การยอมรับในการตรวจสอบดีมาก อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบการตรวจสอบสีสังเคราะห์ โดยใช้ชุดทดสอบระหว่างเจ้าหน้าที่ที่มีความชำนาญ ตรวจวิเคราะห์เป็นประจำสม่ำเสมอ พบว่า ผลวิเคราะห์จะมีความถูกต้องกว่าผู้ที่ไม่ได้รับการอบรม ดังนั้น จากผลการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่า ผู้ที่จะใช้ชุดทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ควรผ่านการฝึกอบรมการตรวจสอบสีสังเคราะห์โดยใช้ชุดทดสอบ เพื่อลดความผิดพลาดในการอ่านผล โดยเฉพาะ false negative

สรุป

ชุดทดสอบสีสังเคราะห์ในอาหารห้ามใช้สีที่ได้พัฒนาจากชุดทดสอบเดิม ได้ประเมินประสิทธิภาพ และทดสอบความน่าเชื่อถือทางสถิติแล้วอยู่ในเกณฑ์ ดีมาก สามารถนำไปใช้ตรวจสอบการใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ในอาหารที่ห้ามใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ได้ในเบื้องต้น หากพบการใช้สีอินทรีย์สังเคราะห์ในตัวอย่างอาหารกลุ่มนี้ จะสามารถส่งเข้าห้องปฏิบัติการเพื่อตรวจสอบชนิดของสีอินทรีย์สังเคราะห์ว่าเป็นชนิดที่ห้ามใช้ในอาหารหรือไม่ เพื่อแยกชนิดของอาหารนั้น ว่าเป็นอาหารปลอม อาหารไม่บริสุทธิ์ หรือเป็นอาหารผิดมาตรฐาน ทั้งนี้จะช่วยขยายขอบข่ายงานคุ้มครองผู้บริโภคกลุ่มพื้นที่ที่มีปัญหา และสามารถดำเนินการได้รวดเร็ว ลดภาระของห้องปฏิบัติการในการตรวจสอบสีอินทรีย์สังเคราะห์ในอาหารให้น้อยลง

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ทั้งของกองอาหารและศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ ทั้ง 12 แห่ง ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้ชุดทดสอบตรวจอาหาร 7 ชนิด ขอขอบคุณ ดร.จรรยาภัทรอาชาชัย คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ให้คำแนะนำในด้านการใช้สถิติในการประเมินผลประสิทธิภาพของชุดทดสอบ และขอขอบคุณ ผู้ช่วยนักวิทยาศาสตร์การแพทย์ ของงานวิเคราะห์วัตถุเจือปนอาหาร ได้แก่ นางสาววรารณณ์ ถาวรเลิศรัตน์ นางทริกา อ่วมชิต นางสาวเนตรพรรณ ลิทธิการ และนางสาวรุ่งตะวัน บุ๊ง ที่ช่วยในการเตรียมตัวอย่างอาหาร ทำให้งานศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. จุฬามรกด ท. ขำเลิศ ว. อิมเอิบ ส. ชุดทดสอบสีสังเคราะห์อย่างง่ายในอาหารห้ามใช้สี. วารสารกระทรวงสาธารณสุข 2537. ปีที่ 13 ฉบับที่ 10 - 12 : 70 - 76.
2. Budavari S. Ed. The Merck Index. 11th ed. New Jersey : Merck & Co., Inc.; 1989. 7074 p.
3. Matissek R. Schnepel F.M. Steiner G. Lebensmittel Analytik. Heidelberg, Berlin : Springer-Verlag; 1989 : 296 - 300.
4. จินายน ส. หลักการประเมินคุณสมบัติของเทคนิควิเคราะห์สำหรับห้องปฏิบัติการเคมีคลินิกภาควิชาเทคนิคการแพทย์ คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ไตรสาร; 2529 : 27 - 35.
5. โสทัศน์ทร พ. โชติวรรณ พ. วิพุธศิริ อ. และคณะ. วิทยาการระบาดประยุกต์ ภาควิชาเวชศาสตร์ป้องกันและสังคม. คณะแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. 2524 : 18 - 24.

6. Thompson M. Wood R. International Harmonized Protocol for Proficiency Testing of (Chemical) Analytical Laboratories. *Journal of AOAC International* 1993; 76 (4) : 926 - 940.
7. ชำเลิศ ว. Standard Operating Procedure for determination of 5-Synthetic water-soluble colors in food, SOP No. 10 02 107 Division of Food. Department of Medical Sciences; 2544.
8. รุ่งโรจน์ารักษ์ จ. วงศ์สมมาตร ค. จึงสมานกุล ป. การพัฒนาชุดทดสอบยาปฏิชีวนะและสารต้านจุลชีพตกค้างในเนื้อสัตว์. *ว. กรมวิทย์ พ. ฉบับพิเศษ* 1. 2544; 43 : 113 - 129.
9. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 66 (พ.ศ.2525) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 99 ตอนที่ 27 ลงวันที่ 25 ก.พ. 2525.
10. รายงานประจำปี 2539, 2540, 2541, 2542 กองอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์.

The Efficiency Evaluation of Test Kit for Detection of Synthetic Color in Color-Forbidden Food

Wanthanee Kamlert Yuparaid Uetrongchit and Kasemsri Cheaunsupong

Division of Food, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road, Nonthaburi, Thailand.

ABSTRACT The Division of Food, Department of Medical Sciences, developed a test kit as a screening tool for detection of synthetic organic color in color-forbidden food in 1994 to support the Consumer Protection Program. This test kit gave good results and consequently, reduced the workload of the analytical laboratories of the Department of Medical Sciences that are located in every parts of Thailand. However, there are some disadvantages in using this kit. It comprises many steps of testing and contains some reagents that are toxic to human health such as concentrated hydrochloric acid and amyl alcohol which is irritating to eyes and respiratory tracts. Therefore, a new test kit was developed to avoid those toxic substances in order to minimize toxicity to user and to environment. The development was based on an analytical method used in Germany. The validity and efficiency regarding accuracy, sensitivity and specificity of the test kit were studied with 24 analysts involved (19 from 12 Regional Medical Sciences Centers and 5 from the Division of Food). In the study, 7 samples of 3 kinds of color-forbidden food were prepared such as shrimp cracker (carbohydrate), fish ball (meat) and sweetened mango (fruit). Each product was divided into 2 portions. The first portion was added with synthetic organic color normally found in food such as sunset yellow FCF, ponceau 4R and tartrazine in the range of 10 - 50 mg/kg The second portion was prepared without color addition. After homogeneity was obtained, the samples were distributed to the participating analysts. The results of the study showed that the accuracy, sensitivity and specificity were 86.8%, 84.6% and 85.7%, respectively. The Kappa coefficient of these data was 0.72 indicating acceptability and reliability.

Key words : efficiency, synthetic food color, color-forbidden food test kit