BADGE ภัยร้ายจาก สารเคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหาร

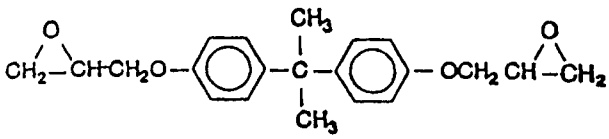
สุภัตรา เจริญเกษมวิทย์

กระป๋องโลหะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมใช้อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่โบราณกาล แม้ว่าความนิยมในตลาดจะเปลี่ยนไปใช้วัสดุอื่น ในการรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น พลาสติกหรือวัสดุอื่นๆ ก็ตาม กระป๋องโลหะก็ยังคงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีบทบาทสำคัญอยู่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการคงสภาพนาน เพราะโลหะสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ความชื้นและแสงได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันมีกระป๋องสำหรับบรรจุอาหารหลายชนิดที่ต่างกันทั้งในด้านวัสดุและรูปร่าง ส่วนใหญ่มีการเคลือบแลกเกอร์ภายในกระป๋องเพื่อลดการกัดกร่อนของกระป๋องโลหะและป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์อาหารสัมผัสกับผิวภาชนะที่เป็นโลหะโดยตรง เป็นการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างวัสดุกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ ทำให้อาหารไม่เปลี่ยนสี กลิ่น รส และช่วยยืดอายุการเก็บด้วย

แลกเกอร์ที่ใช้เคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหารมีหลายชนิด ได้แก่ โอลีโอเรซินัส ฟีนอลิก ไวนิล ออร์แกโนซอล อีพอกซีฟีนอลิก อีพอกซีเอมีน และอะคริลิก อีพอกซีเป็นแลกเกอร์ชนิดหนึ่งซึ่งนิยมใช้เคลือบกระป๋องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มกันมากเป็นเวลากว่า 40 ปี เนื่องจากปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทนต่อสารเคมีและการกัดกร่อนสูง เคลือบติดผิวได้ดี มีความเหนียวแน่นของผิวฟิล์มดีมาก มีความยืดหยุ่นทนการเสียดสีได้ดี แลกเกอร์อีพอกซีสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาระหว่างอิพิคลอโรไฮดรินกับบีสฟีนอล เอ ซึ่งสามารถสังเคราะห์ให้มีความหนืดและน้ำหนักโมเลกุลต่างๆได้ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์อีพอกซีจะเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ ส่วนที่ไม่เกิดปฏิกิริยานี้นักวิทยาศาสตร์ ค้นพบว่าเป็นส่วนที่อาจทำให้เป็นหมันได้เนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเพศชาย เมื่อรับประทานอาหารที่มีสิ่งเหล่านี้ปนเปื้อนเข้าไปจะไปทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนเพศชาย

BADGE คืออะไร

BADGE (CAS NO :1675-5-43) ย่อมาจาก Bisphenol A-diglycidyl ether ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตอีพอกซีเรซิน เป็นตัวคงสภาพและพลาสติไซเซอร์ในพีวีซีเรซินซึ่งเรซินเหล่านี้ใช้เป็นแลกเกอร์เคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหาร ดังนั้น BADGE จึงมาจากแลกเกอร์ที่เคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหารนั่นเอง



สูตรโครงสร้างของ BADGE

BADGE เป็นส่วนประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสุดของอีพอกซีเรซิน และเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ประมาณ 85%) ในอีพอกซีเรซินเหลว แลกเกอร์ที่ผลิตจากอีพอกซีเรซินเหลว เช่น แลกเกอร์ออร์แกโนซอล ใช้ BADGE เป็นตัวคงสภาพทางความร้อน จึงมีโอกาสที่มีปริมาณ BADGE เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนแลกเกอร์ที่ผลิตจากอีพอกซีเรซิน ชนิดแข็ง ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีสถานะเป็นของแข็ง เช่น แลกเกอร์อีพอกซี ฟีนอลิก และอีพอกซีอะมิโน จะมีปริมาณ BADGE หลงเหลืออยู่ในแลกเกอร์เช่นกันแต่จะทำปฏิกิริยากับตัวเชื่อมขวาง(crosslinker) และถูกกำจัดในระหว่างการอบได้ ดังนั้นแลกเกอร์ประเภทนี้จะมี BADGE ในปริมาณที่ต่ำมาก

การปนเปื้อนของ BADGE ในอาหารกระป๋องเกิดขึ้นได้ 2 วิธีคือ

1. เกิดการแพร่กระจาย (migration) ของ BADGE จากแลกเกอร์ที่เคลือบผิวด้านในกระป๋องไปสู่อาหารหลังจากการแพร่กระจายแล้ว BADGE จะถูกไฮโดรไลซ์ให้อยู่ในรูป BADGE.H_2O
2. การเกิดปฏิกิริยาของ BADGE กับ คลอไรด์ในอาหาร หรือ ไฮโดรเจน คลอไรด์ ในแลกเกอร์ (ไฮโดรเจน คลอไรด์ ในแลกเกอร์เกิดจากแลกเกอร์ชนิดออร์แกโนซอลซึ่งมีพีวีซีเป็นองค์ประกอบ) กลายเป็น BADGE.HCl, BADGE.2HClและไฮโดรไลซีสเป็น BADGE.H_2O.HCl ได้

BADGE พบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2539 จากการศึกษาของ The Zurich Cantonal Laboratory ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการที่มีชื่อเสียงที่สุดในประเทศสวิสเซอร์แลนด์ ทำให้มีการตื่นตัวในพิษภัยของ BADGE มากขึ้น โดยพบในน้ำมันของปลากระป๋องที่มาจากประเทศฟิลิปปินส์ ไทย และอินโดนีเซีย ซึ่งบรรจุในกระป๋องแบบฝาเปิดง่าย (easy opened end) พบในระดับที่มากกว่าข้อกำหนดของสวิสเซอร์แลนด์ที่กำหนดไว้ 20 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ผลจากการค้นพบนี้ทำให้มีการศึกษาแล้วพบว่า ถ้าการเคลือบแลกเกอร์เกิดการบ่มอย่างสมบูรณ์ จะมีปริมาณ BADGE เหลือจากการเคลือบน้อยมาก ดังนั้นการปนเปื้อนของ BADGE จะน้อยลงไปด้วย

ประเทศในสหภาพยุโรป และสวิสเซอร์แลนด์ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ BADGE จากกระป๋องเคลือบแลกเกอร์ทุกชนิด รวมทั้งศึกษาอนุพันธ์ของ BADGE คือ BADGE . $1H_2O$, BADGE . 1HCl ,BADGE . 2HCl , BADGE . $2H_2O$ และ BADGE . H_2O.HCl

ในประเทศอังกฤษ Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ BADGE ในอาหารกระป๋องจำนวน 163 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์อาหารกระป๋องที่คาดว่าจะมีสารปนเปื้อน BADGE ได้มากที่สุด เช่น อาหารที่มีไขมันสูง โดยวิธีสกัดด้วย อะซีโทไนไทร์ล แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮ เพอร์ฟอร์มานซ์ ลิควิด โครมาโทกราฟี (HPLC) และแก๊สโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโทรเมตรี (GC/MS) พบว่าในปลาแอนโชวีกระป๋องมี BADGE ปนเปื้อน ถึง 7 ppm และจากการศึกษาพบว่า BADGE ปนเปื้อนในอาหารจากกระป๋องที่เคลือบแลกเกอร์ชนิดออร์แกโนซอล มากที่สุด ส่วนแลกเกอร์ชนิดอีพอกซีฟีนอลิกพบในปริมาณน้อยที่สุด

ข้อกำหนดเกี่ยวกับ BADGE

สหภาพยุโรป กำหนดว่า migration limit รวมของ BADGE และอนุพันธ์ไม่เกิน 1 ppm (แก้ไขครั้งที่ 5 เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2542) ในสวิสเซอร์แลนด์ กำหนดว่าปริมาณ BADGE ไม่เกิน 20 ppb แต่มีข้อแนะนำว่า BADGE และอนุพันธ์ทั้งหมดที่มีกลุ่มอีพอกซีและน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า 1000 ดาลตัน ไม่เกิน 1 ppm สำหรับสหรัฐอเมริกา ไม่มีข้อกำหนดพิเศษในเรื่องการห้ามใช้สารใดที่มี BADGE อยู่เป็นสารเคลือบผิวภายในกระป๋อง นอกจากมีการกำหนดว่าการแพร่กระจายโดยรวมไม่เกิน 50 ppm ซึ่งเมื่อเร็ว ๆนี้ได้มีการปรึกษาหารือกันระหว่างตัวแทนด้านอุตสาหกรรมและหน่วยงานด้านอาหารและยา (FDA) ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใด ๆ เกี่ยวกับ BADGE

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ BADGE ในอาหารกระป๋องมีหลายปัจจัยได้แก่ ปริมาณ BADGE ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาในแลกเกอร์ อุณหภูมิ เวลา และลำดับขั้นในการอบแลกเกอร์ การอบซ้ำในกรณีมีการพิมพ์ด้านนอก องค์ประกอบของการอบ เช่น การระบายอากาศ จำนวนแผ่นที่อบต่อชั่วโมง ความสะอาดของ

เตาอบ ขนาดของกระป๋อง สัดส่วนของปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเคลือบแลกเกอร์ การนึ่งฆ่าเชื้อและชนิดของอาหารที่บรรจุ เช่น ในน้ำหรือในน้ำมัน เนื่องจากอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ BADGE จะถูกไฮโดรไลส์ได้อย่างรวดเร็ว

ความเป็นพิษ

ส่วนมากทราบว่าความเป็นพิษของ BADGE มาจากอีพอกซีเรซิน จึงสนใจศึกษากันมาก แล้วพบว่ามีความเป็นพิษเฉียบพลันน้อยมาก ถึงแม้ว่าจะได้รับในปริมาณที่มากเกินกว่าระดับที่พบในอาหารมากก็ตาม จากการทดลองในหลอดทดลอง กับแบคทีเรียและเซลเนื้อเยื่อสัตว์ พบว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้ แต่การทดลองกับสิ่งมีชีวิตไม่พบผลกระทบใด ๆ ยิ่งไปกว่านั้นไม่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งหรือทำให้เป็นอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์

การศึกษาทางวิชาการถึงความเป็นพิษและปัจจัยที่มีผลต่อ BADGE ต้องทำอย่างครบวงจร มีการร่วมมือกันระหว่างองค์กรอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหาร กระป๋องและเครื่องดื่ม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่เหมาะสมตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบคือ อีพอกซีเรซิน ผู้ผลิตและผู้ขายแลกเกอร์ต้องมีความรับผิดชอบในการเลือกระบบวิธีการผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด และผู้ผลิตกระป๋องต้องผลิตกระป๋องให้ได้มาตรฐาน มีการร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างหน่วยงานที่มีอำนาจในการออกข้อกำหนดเกี่ยวกับ BADGE มีโปรแกรมเพื่อศึกษาถึงปัจจัยในการผลิตแลกเกอร์และกระบวนการผลิตกระป๋องที่จะมีผลกระทบต่อการปนเปื้อนของ BADGE เพื่อประเมินพิษภัยของ BADGE และให้ข้อมูลที่ทันสมัยแก่อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

Brotons, J.A., et al. Xenoestrogens released from lacquer coatings in food cans. **Environmental Health Perspectives.** June, 1995, vol.103, no.6, p.608-612.

European Commission. Scientific Committee on Food. Opinion on Bisphenol A diglycidyl ether (BADGE). SCF/CS/PM 3243 Final. 6 April, 1999, 8p. Available : **http://www.**europa.eu.int/comm/dg24/health /sc/scf/index_en.html.

Ministry of Agriculture Fisheries and Food (MAFF). Survey of badge epoxy monomer in canned foods. Food Surveillance Information Sheet, October, 1997, no.125, 8 p.
Available : **http://www.** foodstandards.gov.uk/maff/archive/food/infsheet.

The Society of the Plastics Industry. Epoxy resin systems task group. BADGE safety in can coatings. Available : **http://www.** socplas.org/about/epoxy/badge.htm. 4 June 2001.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์และกรมส่งเสริมการส่งออก. Food can coating today and the future. By Oldring, Peter K.T. In **การสัมมนาเรื่องมาตรการและข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารของประเทศในทวีปยุโรป.** 2543, มีนาคม, 14-15, กรุงเทพ : กรมส่งเสริมการส่งออก. ห้องประชุมใหญ่ สถาบันฝึกอบรมการค้าระหว่างประเทศ. 2543. 22 หน้า.