Smart Production

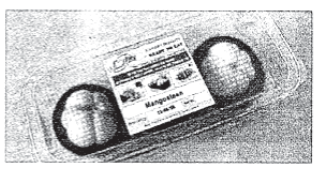
จากการที่ออกซิเจนเป็นตัวการสำคัญต่อการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์อาหาร อาทิ การเกิดกลิ่นและรสชาติแปลกปลอม การเปลี่ยนสี การสูญเสียวิตามินและคุณค่าทางอาหารเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ตลอดจนการเน่าเสียของอาหารเนื่องจากเชื้อราและแบคทีเรีย ในปี พ.ศ. 2441 จึงเริ่มมีการใช้ระบบบรรจุสุญญากาศเป็นครั้งแรก เพื่อบรรจุยาสูบในประเทศอังกฤษ ส่งผลให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในการลดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์รูปแบบต่างๆ เพื่อช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์

ยืดอายุผลิตภัณฑ์... ด้วยการลด O_2 ภายในบรรจุภัณฑ์

โดย : ดร. พัชทรา มณีสินธุ์ นักวิชาการ ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (วว.)
pattra__m@tistr.co.th

การบรรจุสุญญากาศ (Vacuum packaging) เป็นการดูดอากาศออกจากตัวบรรจุภัณฑ์ซึ่งมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี โดยใช้อุปกรณ์ที่มีปั๊มสุญญากาศเป็นส่วนประกอบ วิธีนี้จะทำให้บรรจุภัณฑ์หรือซองบรรจุอาหารหดแนบรัดกับตัวสินค้า ส่งผลให้ชิ้นอาหารเกาะติดกัน และมีรูปทรงเปลี่ยนแปลง ทำให้ไม่เหมาะสมต่อการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารที่กรอบแตกง่าย เช่น มันฝรั่งทอด อาหารขบเคี้ยว ในการบรรจุผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจึงนิยมเติมก๊าซเฉื่อย เช่น ไนโตรเจน เข้าไปแทนที่ เพื่อช่วยให้บรรจุภัณฑ์ยังคงรูปโป่งพอง ผลิตภัณฑ์อาหารไม่แตกหักเสียหาย ทั้งนี้ การเติมไนโตรเจนอาจทำได้โดยการเติมไนโตรเจนไปแทนที่ หรือไล่ออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์ (Nitrogen flushing) และการดูดหรือกำจัดออกซิเจนออกจากบรรจุภัณฑ์ก่อน แล้วจึงเติมไนโตรเจนอีกทีหนึ่ง ซึ่งวิธีนี้จะมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ได้ดีกว่า แต่เพิ่มขั้นตอนและใช้เวลานานกว่า

นอกจากนี้สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด การบรรจุแบบปรับหรือดัดแปรบรรยากาศ (Modified Atmosphere Packaging; MAP) โดยการเติมคาร์บอนไดออกไซด์ผสมกับไนโตรเจนในสัดส่วนที่เหมาะสม สามารถช่วยยืดอายุผลิตภัณฑ์ได้เช่นกัน เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์มีส่วนช่วยยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยเฉพาะเชื้อราและแบคทีเรียที่ใช้อากาศ อย่างไรก็ตาม ในการบรรจุผลิตภัณฑ์อาหารบางชนิด ยังมีความจำเป็นต้องเติมออกซิเจนลงไปด้วย เนื่องจากออกซิเจนจำเป็นต่อการเกิดสีแดงของเนื้อแดง ตลอดจนการหายใจและการสุกของผักและผลไม้สด แม้ว่าการบรรจุแบบปรับบรรยากาศร่วมกับการใช้อุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษา เป็นเทคนิคที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในประเทศพัฒนาแล้ว เพื่อทดแทนการใช้อุณหภูมิสูงในการถนอมอาหาร เนื่องจากผลิตภัณฑ์อาหารยังคงความสดใหม่ และมีคุณค่าทางอาหารที่ดีกว่า แต่สำหรับประเทศไทยยังมีการใช้งานไม่กว้างขวางนัก ตัวอย่างผลิตภัณฑ์อาหารของไทยที่ใช้การบรรจุแบบปรับบรรยากาศ ได้แก่ เนื้อหมู ผักและผลไม้ตัดแต่ง เช่น มังคุด ทุเรียน เป็นต้น



ในปัจจุบันมีการพัฒนาเทคโนโลยีการบรรจุภัณฑ์แบบแอคตีฟ (Active packaging) เพื่อช่วยลดปริมาณออกซิเจนในรูปแบบที่แตกต่างไปเพื่อให้ใช้งานได้ง่าย และสามารถลดปริมาณออกซิเจนได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการพัฒนาสารดูดออกซิเจน (O_2 scavengers) ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ หรือออกซิเจนที่อยู่ในผลิตภัณฑ์อาหาร ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนในบรรจุภัณฑ์ลดลงหรือหมดไป สารเคมีที่นิยมใช้ ได้แก่ สารประกอบเหล็ก (Reducing ferrous compounds) กรดแอสคอร์บิก หรืออาจมีการใช้ส่วนผสมของโซเดียม-

ไบคาร์บอเนตกับกรดแอสคอร์บิกถ้าต้องการดูดออกซิเจน และปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะเดียวกัน หรือใช้สารประกอบเหล็กผสมกับแคลเซียมออกไซด์เพื่อดูดออกซิเจนและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะเดียวกัน ตลอดจนการใช้สารประกอบเหล็กและเอทานอลร่วมกันเพื่อดูดออกซิเจนและช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา เป็นต้น นอกจากนี้ส่วนผสมของสารดูดออกซิเจนยังแตกต่างกันไปตามอุณหภูมิและความชื้นขณะใช้งานด้วย โดยในปัจจุบันมีการใช้งานสารดูดออกซิเจนในรูปแบบต่าง ๆ ได้แก่

(1) ซองขนาดเล็ก (Sachets) เช่น Ageless sachets (Thai MC Co., Ltd.) มีการใช้ทั่วไปในการบรรจุขนมเค้ก ขนมเปี๊ยะ ขนมไหว้พระจันทร์ ขนมขบเคี้ยว กาแฟ อาหารแห้งและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เป็นต้น โดยการบรรจุสารประกอบเหล็ก เกลือ และส่วนประกอบอื่น ๆ ในซองขนาดเล็กที่ออกซิเจนซึมผ่านเข้าไปทำปฏิกิริยาได้ มีหลายแบบให้เลือกใช้ เช่น สำหรับใช้งานที่อุณหภูมิแช่เย็น/แช่แข็ง ดูดออกซิเจนและปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ในขณะเดียวกัน เนื่องจากประสิทธิภาพในการกำจัดออกซิเจนขึ้นกับปริมาณออกซิเจนที่อยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ จึงต้องใช้สารดูดออกซิเจนในปริมาณที่เหมาะสมต่อปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ บรรจุภัณฑ์ต้องสกัดกั้นการซึมผ่านของออกซิเจนได้ดี ตลอดจนปิดผนึกแน่นสนิท ไม่รั่วซึม หรือปล่อยให้ออกซิเจนซึมผ่านจากภายนอกเข้ามาทำปฏิกิริยาได้ จึงจำเป็นต้องเลือกฟิล์มที่สามารถป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนให้เหมาะสมกับอายุการเก็บผลิตภัณฑ์ที่ต้องการด้วย ต้นทุนที่เหมาะสม ตัวอย่างฟิล์มที่ใช้ในการบรรจุแสดงดังตารางที่ 1

(2) ฉลากขนาดเล็ก (Adhesive labels) เช่น FreshMax oxygen-absorbing label (Multiform Desiccants Inc.) เป็นการพัฒนาของซองบรรจุสารดูดออกซิเจนมาเป็นฉลากหรือสติ๊กเกอร์ที่มีสารดูดออกซิเจนอยู่ภายใน ใช้ติดโดยตรงที่ตัวบรรจุภัณฑ์ เช่น ที่ตัวหรือฝาถาด ช่วยลดความเสี่ยงของผู้บริโภคในการบริโภคส่วนผสมของสารดูดออกซิเจนที่อยู่ในซองด้วยความเข้าใจผิด

(3) ฟิล์มหรือบรรจุภัณฑ์ดูดออกซิเจน (Oxygen scavenger films/packages) เป็นการผสมสารที่มีคุณสมบัติดูดออกซิเจนเข้าเป็นเนื้อเดียวกับฟิล์มหรือตัวบรรจุภัณฑ์นั้น ๆ ช่วย

ตารางที่ 1 ตัวอย่างฟิล์มที่ใช้ในการบรรจุ

Al foil	PET/Al/PE	12/7/40	0
Al deposition	met PET/PE	12/600 ° A/40	0.2-6
EVOH	Nylon/EVOH/PE	15/17/40	0.3-4
PVDC coated	OPP/PE	20/40	5-15
	PET/PE	12/50	6-10
	Nylon/PE	15/50	6-10
Nylon	2 layer co-extruded	100	11-30
	Nylon/PE	15/40	30-120
PET	PET/PE	12/40	50-120

ที่มา : Thai MC Co., Ltd.

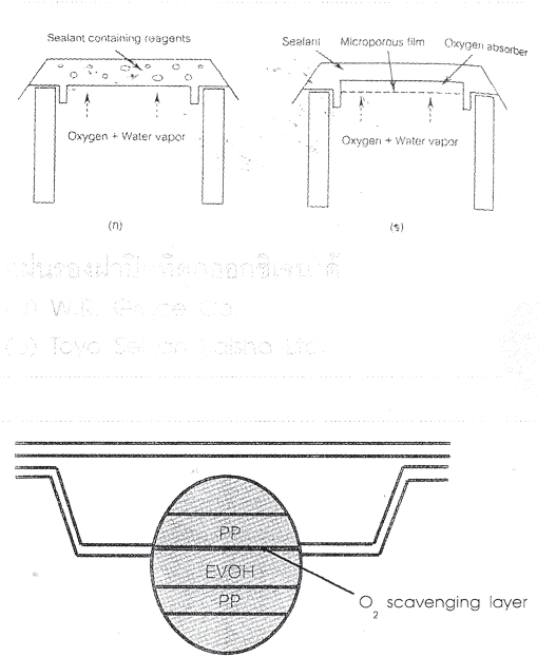
ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจนจากภายนอกเข้าสู่บรรจุภัณฑ์ และยังช่วยลดขั้นตอนการบรรจุซองหรือแผ่นป้ายดูดออกซิเจนลงในบรรจุภัณฑ์อีกด้วย ตัวอย่างการใช้งาน ได้แก่

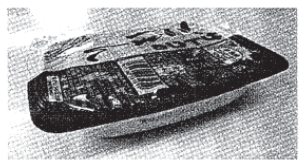
- W.R. Grace Co. ผลิตฝาปิดเครื่องดื่มภายใต้ชื่อทางการค้า Smartcap ฝาปิดดังกล่าวมีการใช้แผ่นรองที่มีส่วนผสมของกรด-แอสคอร์บิกกับเมทัล แคตาลิสท์ (Metal catalyst) เพื่อช่วยดูดออกซิเจน และยังมีการผลิตฝาปิดขวดเบียร์ที่ใช้แผ่นรองส่วนผสมของโซเดียมซัลไฟต์ 7% และโซเดียมแอสคอร์เบต 4% เพื่อช่วยดูดออกซิเจน (รูปที่ 2 a)

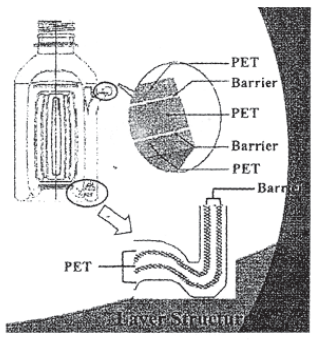
- Toyo Seikan Kaisha Ltd. ผลิตแผ่นรองฝาที่มีชั้นกลางบรรจุสารประกอบเหล็กที่สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจนที่ซึมผ่านรูพรุนจากภายนอกเข้ามา (รูปที่ 2 b) และผลิตถาดขึ้นรูปร้อนที่ดูดออกซิเจนได้ (Oxygen-absorbing thermoformed multilayer tray) ใช้บรรจุข้าวหุงสุกผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน ประกอบด้วยชั้น PP/EVOH/PP โดยมีชั้นสารดูดออกซิเจนอยู่ระหว่างชั้น EVOH และชั้น PP ที่อยู่ด้านใน (รูปที่3) นอกจากนี้ยังมีการผลิตขวด OXYBLOCK ซึ่งเป็นขวดหลายชั้นผลิตจาก PET โดยมีชั้นของสารดูดออกซิเจน 2 ชั้นถูกประกบอยู่ระหว่างชั้นของ PET 3 ชั้น ใช้บรรจุชาพร้อมดื่ม และเครื่องดื่มที่อุ่นให้ร้อนได้วางจำหน่ายในประเทศญี่ปุ่น (รูปที่ 4)

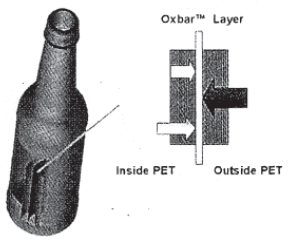
- Constar International Inc. ผลิตขวด PET สำหรับบรรจุเครื่องดื่ม เช่น น้ำผลไม้ เบียร์ ได้แก่ Oxbar™ bottle เป็นขวด PET หลายชั้น โดยมีชั้นของสารดูดออกซิเจนถูกประกบอยู่ตรงกลางด้วยชั้นของ PET 2 ชั้น (รูปที่ 5) และ MonOxbar™ เป็นขวด PET ชั้นเดียว (Monolayer) ผลิตด้วยกระบวนการผสม (Blending) ส่วนประกอบของสารดูดออกซิเจนกับเพทเรซิน (PET resin) ก่อนขึ้นรูปขวด

สำหรับประเทศไทยมีการใช้งานสารดูดออกซิเจนในรูปบรรจุซองขนาดเล็กเท่านั้น เนื่องจากการใช้งานในรูปแบบอื่นยังมีต้นทุนสูง และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์สารดูดออกซิเจนที่มีการใช้แพร่หลาย ได้แก่ Wonderkeep และ Ageless จากประเทศญี่ปุ่น และ O-buster จากประเทศไต้หวัน โดยมีบริษัทตัวแทนจำหน่าย เช่น Jenjaras Chem Supply Co., Ltd., B.T.T. (Thailand) Co., Ltd. และ Dai Merchandise Co., Ltd. ซึ่งการใช้งานสารดูดออกซิเจนถูกควบคุมตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 281 กำหนดให้ต้อง









พิมพ์บนซองด้วยหมึกสีแดงว่า "สารดูดออกซิเจน ห้ามรับประทาน" พร้อมระบุเลขสารบบอาหาร เพื่อป้องกันผู้บริโภคเข้าใจผิดว่าเป็นเครื่องปรุงรส และผสมลงไปในอาหาร

นอกจากนี้เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค ยังมีข้อควรคำนึงในการใช้งานสารดูดออกซิเจน ได้แก่

1. ต้องไม่มีการปนเปื้อนของสารเคมีที่ใช้เข้าสู่ผลิตภัณฑ์อาหาร ซองบรรจุสารเคมีที่ใช้ต้องไม่รั่ว ฉีกขาด

2. บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ต้องปิดผนึกแน่นสนิท ไม่มีการรั่วซึม มีริ้วรอยแตกเสียหายที่จะก่อให้เกิดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ หรือซึมผ่านของออกซิเจนจากภายนอกได้ ทั้งนี้การเติมสารเคมีบางชนิดลงไปในการผลิตฟิล์มหรือบรรจุภัณฑ์ อาจส่งผลต่อคุณสมบัติด้านความแข็งแรง เช่น ทำให้ความแข็งแรงของรอยปิดผนึกลดลง

3. เลือกใช้สารเคมีในปริมาณที่เหมาะสมต่อปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์และสภาวะวางจำหน่ายของอาหารแต่ละชนิด ทั้งนี้ส่วนประกอบของอาหาร เช่น ความชื้น ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) เกลือ อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของสารเคมีที่ใช้ด้วย

4. ต้องให้ข้อมูลรายละเอียดที่ถูกต้องแก่ผู้บริโภค เช่น หากใช้ซองบรรจุสารเคมีต้องมีการพิมพ์รายละเอียดที่ซองบรรจุสารเคมี เพื่อป้องกันการเข้าใจผิดของผู้บริโภค ซึ่งการใส่สารเคมีลงไปเป็นส่วนหนึ่งของฟิล์ม จะช่วยป้องกันอันตรายจากความเข้าใจผิดเหล่านี้ได้

5. เลือกใช้สารเคมีที่ได้รับการรับรองให้ใช้กับอาหารที่สอดคล้องกับกฎระเบียบของประเทศเท่านั้น นอกจากนี้ ส่วนประกอบของฟิล์มมอนอเมอร์ หรือส่วนประกอบอื่นใดที่เกิดในระหว่างบรรจุอาหารต้องอยู่ภายใต้กฎหมายกำหนด และต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายกับผู้บริโภค อาจมีการใช้ชั้นสกัดกั้น (Functional barrier) อีกชั้น เพื่อป้องกันการสัมผัสโดยตรงของชั้นฟิล์มที่มีสารเคมีกับผลิตภัณฑ์อาหาร 4CUS

Service Info C 0 0 4

เอกสารอ้างอิง

Brody, A.L. and Marsh, K.S. 1997. The Wiley Encyclopedia of Packaging Technology. 2nd ed. p. 2-8. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Brody, A.L. and Strupinsky, D.F. and Kline, L.R. 2001. Active Packaging for Food Applications. Lancaster: Technomic.

Rooney, M.L. 1995. Active Food Packaging. Glasgow: Blackie Academic & Professional.

Stringer, M. and Dennis, C. 2000. Chilled Foods: A comprehensive guide. p.145-147. Boca Raton: Woodhead Publishing.