

แปลและเรียบเรียงบางส่วนจากบทความชื่อ  
"New Order of Intelligence"

โดย Dr. Aaron L Brody ในนิตยสาร Asia Pacific Food Industry ฉบับเดือนกรกฎาคม 2003 ซึ่งดัดแปลงมาจากบทความใน Food Technology โดยได้รับอนุญาตจาก Institute of Food Technologists

ขอขอบคุณ • ดร. อคิรา เพื่องฟูชาติ นักวิจัยด้านโพลีเมอร์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำหรับคำแนะนำทางด้านวิชาการ • คุณรัชยา ยืนชัย ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค) สำหรับความช่วยเหลือในการประสานงาน

Ener-G gluten-free bread for world wide distribution containing an oxygen scavenger sachet.

NEW ORDER OF INTELLIGENCE :

# ยืดอายุให้ผลิตภัณฑ์อาหาร ด้วยบรรจุภัณฑ์ฉลาด

## สารควบคุมความชื้น

รูปแบบของสารควบคุมความชื้นได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างมากนอกเหนือไปจากรูปแบบเดิมๆ เช่น ในอดีตมีการใช้ซิลิกาเจล (silica gel) เป็นสารดูดความชื้น ทั้งในรูปแบบที่บรรจุในถุงหรือหลอด ซึ่งในปัจจุบันยังเสี่ยงไม่ได้ที่จะใช้ซิลิกาเจลกับบรรจุภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบอิเล็กทรอนิกส์และโลหะ สารดูดความชื้น (purge absorbers) ที่ใช้ควบคุมปริมาณความชื้นบริเวณรอบๆ ผลิตภัณฑ์อาหารสดในภาชนะบรรจุนั้น สามารถช่วยยืดอายุของผลิตภัณฑ์ เช่น ชิมะเชือกเทศ แดงกวา ผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก และผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้ นักวิจัยได้พิสูจน์ให้เห็นว่าการเสริมสารป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ร่วมกับตัวดูดซับ (absorbers) สามารถช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ภายในภาชนะบรรจุได้ การไม่ใช้สารป้องกันเชื้อจุลินทรีย์ร่วมด้วยอาจมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารนั้นเสื่อมเสียเนื่องจากเชื้อจุลินทรีย์ได้ง่าย

รูปแบบของสารควบคุมความชื้นที่น่าสนใจที่สุดในขณะนี้ ก็คือสารดูดความชื้นที่นำไปผสมรวมกับตัวพลาสติกที่ใช้ทำบรรจุ-

## MOISTURE CONTROLLERS

Moisture controllers have reached far beyond the almost traditional silica gel desiccant pouches and cartridges that were, and still are, almost mandatory for electronic and metal packaging. Purge absorbers that control moisture content of the environment around packaged fresh produce and meat products prolong shelf life of cut tomatoes, melons, poultry, and other products. Researchers have demonstrated that inclusion of anti-microbials into the absorbers suppresses growth of micro-organisms in the purge, otherwise a major initiator of product microbiological spoilage.

Perhaps the most intriguing of all moisture controllers offered today are those in which the desiccants are incorporated into the package plastic itself. Blending the desiccant into the plastic



กันที่เลย การผสมสารดูดความชื้นเข้ากับพลาสติก จะทำให้สามารถแยกสารดูดความชื้นออกจากกัน โดยมีตัวกันเป็นโพลิเมอร์ที่มักมีสมบัติกันความชื้น (moisture barrier) ทำหน้าที่ควบคุมการดูดความชื้นของสารดูดความชื้น

## เทคโนโลยี CSP

อาศัยสิทธิบัตรหลากหลายที่มีขึ้นในการพัฒนาพลาสติกที่มีสารดูดความชื้นแทรกเป็นโพรง เทคโนโลยี CSP จึงสามารถนำมาใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ โดยบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นนั้นมีโครงสร้างที่สามารถกำจัดความชื้นออกไป ทั้งอยู่ในรูปของบรรจุภัณฑ์แบบปิด และบรรจุภัณฑ์ที่มีฝาเปิดปิด หลักสำคัญของเทคโนโลยี CSP คือการสร้างโพรงขนาดเล็กจนไม่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ให้เชื่อมต่อกันในเนื้อโพลิเมอร์ของผนังบรรจุภัณฑ์ โดยเฉพาะบริเวณผิวด้านใน ช่องเหล่านี้จะยอมให้โมเลกุลของน้ำแพร่ผ่านโครงสร้างของพลาสติก ทำให้โมเลกุลน้ำถูกอนุภาคของสารดูดความชื้นที่กระจายอยู่ในพลาสติกจับเอาไว้ได้

เทคโนโลยี CSP นี้ อาจผสมองค์ประกอบที่ทำหน้าที่ดูดความชื้นกับพลาสติกโดยตรง หรือใช้กระบวนการฉีดขึ้นรูป การอัดรีด หรือการเป่าขึ้นรูปแบบหลายชั้นกับวัสดุอื่นๆ ให้เกิดเป็นโครงสร้างบรรจุภัณฑ์พลาสติกแบบหลายชั้น โดยพลาสติกชั้นนอกจะมีบทบาทเป็นตัวกีดขวางความชื้น ในขณะที่โครงสร้างภายในจะเป็นตัวกำจัดความชื้น (active moisture removers) ในชั้นของตัวกำจัดความชื้นประกอบด้วยตัวพื้น ซึ่งอาจจะเป็นเทอร์โมพลาสติกที่มีคุณสมบัติกีดขวางความชื้น เช่น โพลีเอทิลีน หรือ โพลีโพรพิลีน สาร (agent) เช่น โพลีเอทิลีนไกลคอล ที่จะสร้างช่องบริเวณผิวหน้าของพลาสติก ซึ่งในช่องนั้นจะมีสารดูดความชื้น เช่น ซิลิกาเจล molecular sieves หรือของผสมของสารทั้งสองอยู่

สารดูดความชื้นที่แทรกอยู่ในเนื้อพลาสติก (internally-placed desiccants) จะเป็นตัวกำจัดความชื้นออกไปจากบรรยากาศที่อยู่รอบๆ จึงทำให้บรรยากาศภายในบรรจุภัณฑ์ที่ปิดอยู่นั้นแห้ง การนำไปประยุกต์ใช้ที่น่าสนใจก็คือ ออกแบบให้แผ่นพลาสติกที่มีสารดูดความชื้นแทรกอยู่ในเนื้อ สามารถใส่รอด้านในของขวดทรงกระบอกได้ เมื่อปิดฝาบรรจุภัณฑ์ สารดูดความชื้นจะกำจัดเอาความชื้นจากบริเวณภายในของบรรจุภัณฑ์ออกไป รวมถึงความชื้นที่อาจซึมผ่านผนังของพลาสติกหรือแพร่ผ่านช่องโหว่ที่ฝาหรือรอยต่อต่างๆ ได้ ดังนั้นผลิตภัณฑ์จะถูกป้องกันจากความชื้น ทำให้อาหารไม่เสื่อมเสียได้ง่ายในระหว่างการขนส่ง และจัดจำหน่าย ในผลิตภัณฑ์อาหารบางประเภท เช่น เม็ดยา กาแฟสำเร็จรูป เป็นต้น มักจะมีการเปิดบรรจุภัณฑ์และหยิบขึ้นอาหารออกไปอยู่บ่อยๆ บรรจุภัณฑ์ที่มีการเปิด-ปิด บ่อยๆ นี้ เมื่อปิดบรรจุภัณฑ์ตัว

structure separates the drying agent by polymer that is usually a moisture barrier, thus restricting the passage of free moisture to the absorber.

## CSP TECHNOLOGIES' ENTRAINED DESICCANTS

Supported by a family of patents on entrainment of desiccant in plastic, CSP Technologies has commercialised package structures capable of removing moisture from both closed and opened/reclosed packages. The CSP technology generates microscopic interconnected transmitting channels throughout the solid polymer structure of the package wall and especially at the inner surfaces. The channels provide pathways to permit diffusion of water molecules through the plastic structure so that they may be captured by the desiccant particles within the matrix.

CSP states that the plastic material with the active component can be physically bonded or co-injection co-extruded or coextrusion blow molded with other materials into multi-phase plastic package structures. Physical proximity to structural plastics means that external plastic layers may function as moisture barriers while the interior structures are active moisture removers. The passive structures may be thermoplastics such as moisture barrier polyethylene or polypropylene.

Agents such as polyethylene glycol produce the channels in the plastic surface on which desiccants such as silica gel, molecular sieves, or combinations are situated.

The internally-placed desiccants remove moisture from the atmosphere with which they are in contact and thus create what is in effect a dry atmosphere within the closed package. An interesting application is the physical insertion of a desiccant laden interference fit sleeve on the interior of a cylindrical tube-shaped package such as a tubular vial. While sealed, the desiccant removes all residual moisture from the package interior and any of the small volume permeating through the plastic walls or transmitting through openings in closure fitment/finish interface. Thus

ที่น่าสนใจที่สุดขณะนี้ คือ  
สารดูดความชื้นที่นำไปผสมกับ  
ตัวพลาสติกที่ใช้กับบรรจุภัณฑ์เลย  
การผสมสารดูดความชื้นเข้ากับพลาสติก  
จะทำให้สามารถแยกสารดูดความชื้น  
ออกจากกัน โดยมีตัวกันเป็นโพลิเมอร์  
ที่มักมีสมบัติกันความชื้น ทำหน้าที่  
ควบคุมการดูดความชื้นของ  
สารดูดความชื้น



สารดูดความชื้นที่อยู่ด้านในจะสามารถกำจัดความชื้นซึ่งอาจเข้ามาในระหว่างการเปิดบรรจุภัณฑ์ทำให้ภายในบรรจุภัณฑ์มีความแห้ง ลักษณะเช่นนี้หากไม่มีสารดูดความชื้นอยู่ก็จะมีผลทำให้ผลิตภัณฑ์อาหารเสื่อมเสียเนื่องจากความชื้นได้ง่าย

จากผลการรายงานความสำเร็จทางเทคนิคของการรักษาความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) ในบรรจุภัณฑ์ที่ผ่านการปิดผนึกให้มีค่าใกล้เคียงศูนย์นั้น แสดงให้เห็นว่าเทคโนโลยี CSP ซึ่งอาศัยหลักการทางฟิสิกส์ อาจจะเปิดโลกทัศน์ใหม่ให้แก่วงการบรรจุภัณฑ์ตลาด ที่เดิมเคยอาศัยพื้นฐานทางเคมีเป็นส่วนใหญ่

### ตัวกำจัดออกซิเจน

ได้มีการเปลี่ยนรูปแบบของตัวกำจัดออกซิเจนจากถุงขนาดเล็กที่ใส่ ferrous iron ซึ่งพบว่ามีกับดักเนื้อแห้งของญี่ปุ่น หรือใช้ในการยืดอายุอาหารสำหรับกองทัพในช่วงสงครามปลายยุค 1980s และต้นยุค 1990s มาเป็นการใส่ตัวกำจัดออกซิเจนที่ไม่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบร่วมไปกับพลาสติกที่ใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์โดยตรงถือเป็นการพัฒนาไปในทิศทางที่มุ่งใช้บรรจุภัณฑ์ในการถนอมอาหาร (โดยลดการใช้สารช่วยกำจัดออกซิเจนต่างๆ ลงไปในอาหาร แต่นำสารเหล่านั้นมาใส่ในเนื้อพลาสติก เพื่อให้บรรจุภัณฑ์พลาสติกมีคุณสมบัติดูดความชื้น หรือกำจัดออกซิเจนได้)

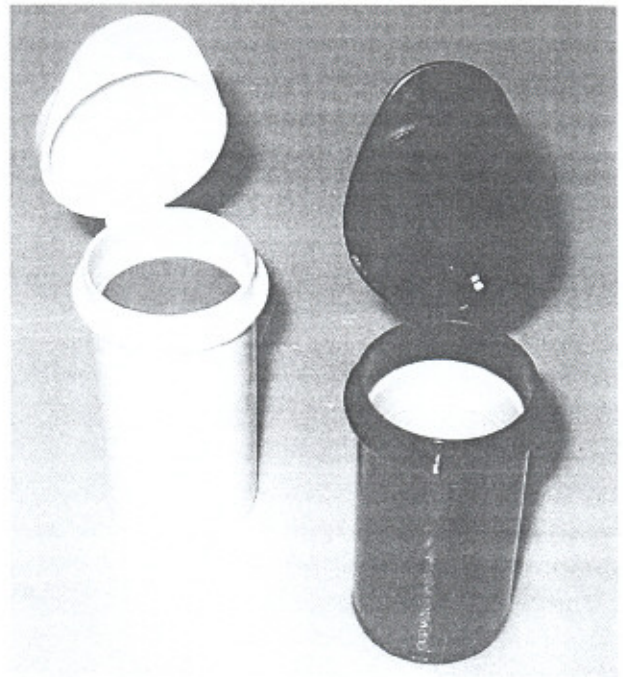
ตัวอย่างเช่น ได้มีการพัฒนาขวดผนังหลายชั้นจากกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเป่ายัดที่มีชั้นของโพลีเอสเตอร์และไนลอนชนิด MXD6 ซึ่งอาจนำมาใช้ในด้านเดียวกันกับขวดผนังชั้นเดียวของบริษัท Amcor

#### ● ตัวกำจัดออกซิเจนที่มีโครงสร้างแบบ Diene

Amosorb (Direct Food Contact : DFC) สามารถสัมผัสกับอาหารได้โดยตรง เดิมชื่อ Amoco Amosorb 3000 จากบริษัท BP Chemical เป็นตัวกำจัดออกซิเจน ทำจากโพลีบิวทาไดอีนโพลีเอสเตอร์ ที่นำไปผสมกับโพลีเอสเตอร์เกรดเป่าขวด เพื่อผลิตขวดพลาสติกแบบผนังชั้นเดียวที่มีคุณสมบัติไม่ยอมให้ออกซิเจนผ่านไปได้เลย ถ้าใช้ในปริมาณเล็กน้อย แต่ยังไม่ประสิทธิภาพเพียงพอ ขวดที่ได้จะยังใสเนื่องจากตัวกำจัดออกซิเจนจะเริ่มมีบทบาททันทีหลังจากการนำไปผสมกับพลาสติก ดังนั้นการจัดเก็บขวดเปล่าจึงเป็นเรื่องที่ท้าทาย ขวดชนิดนี้ที่ผลิตจากบริษัท Amcor พบว่ามีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์ได้เล็กน้อย จึงยังไม่เหมาะที่จะนำไปใช้บรรจุเครื่องดื่มที่มีการอัดแก๊ส (carbonated beverages) ได้ ทางบริษัท Amcor จึงได้นำขวดชนิดนี้ไปใช้กับนมโกล์ม ซึ่งเป่าขวดขนาด 16 ออนซ์ และมีวางจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาแล้ว

#### ● ตัวกำจัดออกซิเจนที่เป็น Nylon ชนิด MXD6

ขวดผนังหลายชั้นจากกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเป่าเข้าแบบ โดยมีชั้นของโพลีเอสเตอร์ และ Nylon ชนิด MXD6 ที่ได้มี



CSP's vial with an internal sleeve containing channels on which are adsorbed desiccant which is capable of removing moisture even after the package has been opened and reclosed.

dry product contents are protected against moisture damage while in distribution. After opening and removing part of the contents – eg: pharmaceutical pills, instant coffee, etc – the package is often reclosed. The active desiccant on the interior sleeve then can remove water vapor that has entered during the partial product removal step and return the interior environment to dry and thus retard the otherwise inevitable moisture damage.

With reported technical success in retaining close to zero relative humidities in sealed packages, CSP may be on the brink of a wholly new universe of responsive packaging all based on physical rather than chemical reaction principles.

### OXYGEN SCAVENGERS

Oxygen scavenging has moved beyond the sachets of ferrous iron dropped into pouches of meat jerky for Japan and very long shelf life military rations of the late 1980s and early 1990s. The incorporation of non-iron based oxygen removers directly into plastic package materials has propelled the notion of controlling food deteriorative vectors through packaging as the food preservation medium. Coinjection stretch blow molding of polyester and nylon MXD6 may have been co-opted by monolayer



การพัฒนาขึ้นมา นั้น พบว่าโครงสร้างของ nylon MXD6 จาก Continental PET Technologies ไม่สามารถทนอุณหภูมิในระหว่างกระบวนการพาสเจอร์ไรส์เบียร์ ในขณะที่ขวด Nylon ชนิด MXD6 ที่มีผนังหลายชั้น โดยผ่านกระบวนการขึ้นรูปแบบฉีดเป่าเข้าแบบจาก Constar มีโครงสร้างที่สามารถทนอุณหภูมิสูง 140 องศาฟาเรนไฮด์ ได้นาน 1 นาที ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับขวดผนังชั้นเดียวของ Amcor แล้ว ขวดของ Amcor สามารถทนอุณหภูมิสูงๆ ในขณะที่การบรรจุโดยใช้ความร้อน (hot fill) หรือหลังจากขั้นตอนการฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ (post fill pasteurisation)

#### ● การใช้ตัวกำจัดออกซิเจนกับปัญหาเรื่องกลิ่น

มีประเด็นที่เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์ถึงเรื่องกลิ่นรส ที่เกิดขึ้นจากการทำปฏิกิริยาระหว่างก๊าซออกซิเจนกับไฮโดรคาร์บอนไดอีน (hydrocarbodiene) ซึ่งเป็นตัวกำจัดออกซิเจนในขวดบรรจุเครื่องดื่ม บริษัท DarEval ได้นำเอทิลีนไวน์แอลกอฮอล์ ซึ่งมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ มาใช้กับโพลีไธโอีน ซึ่งเป็นตัวกำจัดออกซิเจน พบว่าขวดพลาสติกดังกล่าวมีคุณสมบัติในการป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน และคาร์บอนไดออกไซด์ โดยรสชาติไม่ต่างจากเครื่องดื่มที่บรรจุในขวดแก้วเลย บริษัท Chevron Phillips และ Cryovac ได้ประสานงานร่วมกันเพื่อพัฒนาวัสดุที่มีความยืดหยุ่น ที่ใช้โพลีเมอร์ประเภท เบนโซ อะคริเลท ซึ่งเป็นโพลีเมอร์ที่ไม่ให้กลิ่นรสแปลกเนื่องจากการทำปฏิกิริยากับออกซิเจน และมีรายงานว่ามีการนำโพลีเมอร์ดังกล่าวไปใช้เป็นชั้นลามิเนตของภาชนะที่ใช้บรรจุพาสต้าที่มีความชื้นและปิดผนึกด้วยความร้อนนั้น สามารถรักษาระดับของออกซิเจนให้มีค่าเป็นศูนย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังยืดอายุให้กับผลิตภัณฑ์อาหารสำหรับการเก็บในสภาวะที่เย็นได้นานเพิ่มขึ้นถึง 10 สัปดาห์

#### ● ตัวกำจัดออกซิเจนแบบ Ferrous Iron

การใช้ตัวกำจัดออกซิเจนที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบ ยังมีแนวโน้มที่จะเติบโตขึ้น ตัวอย่างที่โดดเด่น คือ การ coextrusion แบบหลายชั้น สำหรับกระป๋องปิดสนิทที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ท และถาดที่ต้องผ่านการฆ่าเชื้อด้วยรีทอร์ท (retortable trays) และบรรจุในถุงเล็ก ที่ใส่ในบรรจุภัณฑ์ของผลิตภัณฑ์เนื้อแดงสด ซึ่งไม่ต้องการให้มีออกซิเจนอยู่ ในปัจจุบัน Multisorb Desiccants ผู้นำในการจัดหาตัวกำจัดออกซิเจนสำหรับผลิตภัณฑ์เนื้อ ให้กับ Pactiv, Silgan มาเป็นเวลานาน ได้พัฒนาฝาปิดแบบหลายชั้น ซึ่งมีเอทิลีนไวน์แอลกอฮอล์ เป็นชั้นป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน และยังมี ferrous iron ในชั้นกำจัดออกซิเจน เพื่อใช้กับบรรจุภัณฑ์กระป๋องสำหรับอาหารเด็ก บริษัท Mitsubishi Gas Chemical จากประเทศญี่ปุ่น ก็ได้แนะนำเสนอถุงเล็กบรรจุ ferrous oxide ให้เข้ากับการใช้งานหลากหลายแบบ นอกจากนี้ยังมีบริษัทใหม่ Ciba Chemical ผู้ผลิต ferrous iron ที่สามารถผสมรวมกับวัสดุที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์

#### สายลับยังเชื่อลึกลับ

ตรงกันข้ามกับข้อมูลของตัวกำจัดออกซิเจนที่ไม่ค่อยจะสำคัญมากนัก

plastic structures from Amcor Polyester.

#### ● Diene types

BP Chemical's Amosorb (direct food contact) DFC (formerly Amoco Amosorb 3000) is a polybutadiene/polyester oxygen scavenger engineered to blend with bottle-grade polyester to produce a monolayer virtually zero oxygen permeation plastic. If applied in small but still effective concentrations, the blend remains transparent. Because the oxygen scavenging is initiated immediately after fabrication, logistics for empty bottles will be challenging. Such bottles, made by Amcor, have little carbon dioxide barrier and so are not (yet) suitable for carbonated beverages. Amcor has commercialised the structure for 16 ounce fruit beverage bottles in the US.

#### ● Nylon MXD6 types

As contrasted to the coinjection blow molded nylon MXD6/polyester bottles, the Amcor structure appears able to resist elevated temperatures of hot fill or post fill pasteurisation. The nylon MXD6 structures from Continental PET Technologies cannot withstand beer pasteurisation temperatures, while a Constar coinjection blow molded nylon MXD6 structure could resist 140°F for one minute.

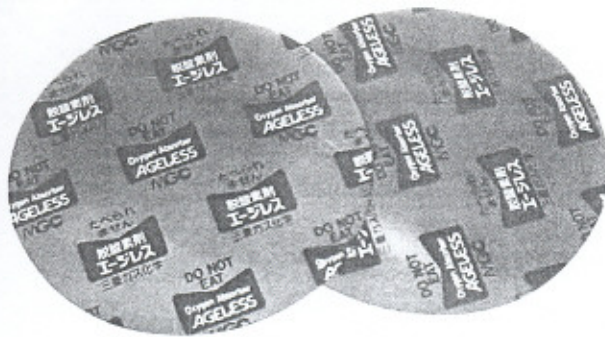
#### ● Flavor Concerns

Little has been discussed openly of the adverse flavor results of oxygen reaction with most of the hydrocarbodiene proposed as the active component of plastics for beverage bottles. DarEval, utilizing ethylene vinyl alcohol as a gas barrier and a polydiene oxygen scavenger, is reported to offer oxygen and carbon dioxide barrier with no discernible flavor difference from glass. Chevron Phillips and Cryovac have combined to develop a flexible material containing benzo acrylate polymer characterized as free of any adverse flavors due to oxygen reaction. This material has reportedly been used as one layer of a lamination for heat seal closure of moist pasta packages to maintain the oxygen at effectively zero and provide a 10 plus week refrigerated shelf life.

#### ● Ferrous Iron Technologies

Iron based oxygen scavengers continue to grow; among the striking examples are coextrusions





Mitsubishi Gas Chemical Ageless ferrous iron oxygen scavenger in label form.

ข้อมูลของสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก็เริ่มปรากฏให้เห็นกันมากในการนำสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์มาผสมรวมกับวัสดุบรรจุภัณฑ์ ข้อมูลที่มีจำนวนมากนี้ยังไม่สามารถที่จะถูกกำหนดได้อย่างแน่นอนว่ามุ่งเป้าหมายไปยังการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ที่มีอยู่ในอาหาร หรือเป็นส่วนประกอบที่ช่วยเสริมงานวิจัยเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่สามารถบริโภคได้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น ในสหรัฐอเมริกา มีการนำตัวอย่างออกซิเจนไปใช้ในเชิงพาณิชย์แล้ว แต่สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์นี้ยังไม่มีการนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์เลยทั้งๆ ที่มีความวิจัยสนับสนุนมาหลายปี

Joe Hotchkiss แห่งมหาวิทยาลัย Cornell ได้สรุปถึงงานวิจัยที่มีการตีพิมพ์ว่า ประเภทของวัสดุบรรจุภัณฑ์ที่ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์นั้น สามารถแบ่งได้เป็น

- จำพวกที่แพร่ผ่านได้ (Migrating)
  - Organic
    - \* Nisin
    - \* กรด (Acids)
    - \* สารปฏิชีวนะ (Antibiotics)
- จำพวกที่ดูดซับที่ผิว (Adsorptive)
  - Polyamides
- จำพวกที่สร้างขึ้นมาใหม่เรื่อยๆ (Regenerating)
- จำพวกที่ไม่แพร่ (Non-migrating)
  - Peptides
  - Chitins

Quaternary ammonium/phosphonium polymers

- สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่ระเหยได้ (Volatile Anti-Microbials)

ผลิตภัณฑ์ประเภทเบเกอรี่ เช่น ขนมปัง จะใช้ถุงเล็กๆ บรรจุเอทานอลที่อยู่ในสารสื่อพา (carrier) ใส่เข้าไปในบรรจุภัณฑ์ เมื่อเอทานอลระเหยอยู่ภายในบรรจุภัณฑ์ จะยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ แต่เอทานอลมักจะมีกลิ่นคาวซึ่ง 1) อาจจะถูกถือว่าเป็นส่วนประกอบจากธรรมชาติ และ/หรือ

for retorted can closures and retortable trays and rapid acting sachets for zero oxygen packaging of case ready fresh red meat. Today, long time developer Multisorb Desiccants supplies the case ready meat scavenger to Pactiv. Silgan developed a multi-layer closure containing ethylene vinyl alcohol oxygen barrier plus ferrous iron oxygen scavenger to spin weld close bucket type cans of children's entrees. Japan's Mitsubishi Gas Chemical offers sachets across the spectrum, and newcomer-to-the-scene Ciba Chemical is active in ferrous iron for inclusion in package materials.

#### ANTIMICROBIALS

In contrast to a relative absence of meaningful information on oxygen scavengers, a potpourri of data has been forthcoming on antimicrobial additives for possible incorporation into package materials. Whether this plethora of data began with a target of controlling micro-organisms in contained foods or as a complement for the seemingly ubiquitous edible packaging research cannot be stated for certain. Perhaps we might consider that oxygen scavengers are commercial and almost none of the antimicrobials is commercial in the US despite years of research.

Cornell University's Joe Hotchkiss has summarized the state of published research. Antimicrobial package materials may be classified as:

- **Volatile Anti-Microbials**

Ethanol on carriers in sachets is evaporated in packages of soft bakery goods such as bagels to retard mold growth. Ethyl alcohol suffers from the residual flavor which 1) may be a natural constituent and/or 2) might be desirable to some consumers.

- Migrating
  - Organic
    - \* Nisin
    - \* Acids
    - \* Antibiotics

- Adsorptive
  - Polyamides
- Regenerating
- Non-migrating
  - Peptides
  - Chitins

Quaternary ammonium/phosphonium polymers



2) อาจจะเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคบางกลุ่มก็ได้

สารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถระเหยได้ตัวอื่น ๆ เช่น คลอรีนไดออกไซด์ ซึ่งถูกสร้างจากการทำปฏิกิริยากับความชื้นของตัวตั้งต้น (precursor) ที่ผสมในวัสดุบรรจุภัณฑ์ อาจจะทำให้เกิดผลเสียต่ออาหารในทางอ้อมได้ ส่วนสารอัลลิลไอโซไซยาเนต (Allylisothiocyanate) มีกลิ่นเฉพาะตัวที่ไม่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไป

#### ● Silver salts

เกลือของธาตุเงินที่อยู่บนสารซึ่งทำหน้าที่เป็นสื่อหน้า เช่น แรซีโอไลต์ ได้มีการใช้กันในประเทศญี่ปุ่น แต่ไม่มีการใช้ในแถบอเมริกาเหนือ เนื่องจากยังมีข้อสงสัยในเรื่องของความปลอดภัยประสิทธิภาพ และยังมีข้อกังขาในเรื่องกฎข้อบังคับ เกลือของธาตุเงินจะทำหน้าที่ได้ก็ต่อเมื่อไปสัมผัสกับเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวของอาหารเท่านั้นซึ่งเป็นเรื่องปกติแต่ไม่ค่อยจะพบโดยทั่วไป ดังนั้นบทบาทหน้าที่ของมันจึงยังเป็นข้อสงสัยอยู่

#### ● Coatings

เมื่อสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ถูกนำไปผสมในพลาสติกที่ใช้เป็นบรรจุภัณฑ์ ส่วนประกอบส่วนใหญ่ที่มีบทบาทในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์จะอยู่ที่พื้นผิวของพลาสติก และไม่สามารถจะเข้าถึงพื้นผิวหรือภายในตัวอาหารได้ มีการทดลองนำสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ เช่น bacteriocins ไปเคลือบไว้บนผิวหน้าของวัสดุบรรจุภัณฑ์ แต่ผลการทดลองก็ยังไม่เป็นที่แน่นอน

Hotchkiss เสนอว่าการครดอินทรีย์ในรูปแอนไฮไดรด์มีประสิทธิภาพในการใช้งานมากกว่ากรดอิสระซึ่งนำไปเคลือบหรือใช้กับวัสดุบรรจุภัณฑ์ได้ค่อนข้างยาก แอนไฮไดรด์จะเกิดปฏิกิริยากับไอน้ำบริเวณผิวหน้าของบรรจุภัณฑ์ และแตกตัวเป็นกรดที่สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้

#### ● Inherently Anti-Microbial Plastics

โพลีเมอร์บางชนิดที่มีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์อย่างถาวร ได้แก่ โคลเตแซน และไนลอน ซึ่งความเข้มข้นของเอมีนที่บริเวณพื้นผิวของโพลีเมอร์จะเพิ่มขึ้นได้โดยการกระตุ้นของรังสีอัลตราไวโอเล็ต

Other volatile antimicrobials such as chlorine dioxide (produced from its precursor in the package material by water vapor reaction) may produce adverse secondary effects on the food. Allylisothiocyanate produces a characteristic flavor that is generally undesirable.

#### ● Silver Salts

Silver salts on carrier materials such as zeolite are reportedly used in Japan, but not in North America because of efficacy and regulatory concerns. Silver salts function only when in contact with the micro-organism – usually, but hardly universally – on the surface of the food, and so functionality is questionable.

#### ● Coatings

An analogous situation occurs when the antimicrobial is incorporated into plastic materials – the majority of the active ingredient is below the plastic surface and cannot reach either the surface or the interior of the contained food. Coating of antimicrobials such as bacteriocins on package material surfaces has been attempted with inconsistent results.

Hotchkiss has noted that anhydrides of organic acids are much more effective than the free acid which is relatively difficult to apply to package surfaces but which is the active form when activated from the anhydride by water vapor on the package surface.

#### ● Inherently Anti-Microbial Plastics

A few polymers have displayed inherent antimicrobial properties such as chitosans and nylons whose surface amine concentration is increased by ultraviolet radiation activation.

#### ตัวกำจัดเอทิลีน

เป็นหลายสิบปีแล้วที่มีการใช้โปแตสเซียม เปอร์แมงกาเนต หรือต่างทับทิม ซึ่งดูดซับอยู่บนสารที่ทำหน้าที่เป็นสื่อหน้าใสในถุง และวางไว้ในลังผักผลไม้สด เพื่อลดปริมาณเอทิลีนจากการหายใจของผักผลไม้ และจากบรรยากาศ ทำให้อายุของผลิตภัณฑ์อาหารยาวนานขึ้น กลุ่มนักวิจัยชาวออสเตรเลียได้สร้างสารประกอบเตตราซีน ที่จำเพาะเจาะจงในการจับเอทิลีน และพบว่าสารดังกล่าวจะกำจัดเอทิลีนในภาชนะบรรจุออกไปภายในเวลา 1 ชั่วโมง ■ APFI THAILAND

#### ETHYLENE SCAVENGING

Traditional potassium permanganate absorbed on carriers in pouches has been applied for years to fresh produce pallets to remove excess respiratory and environmental ethylene to extend shelf life. The Australian group has incorporated ethylene-specific tetrazine compounds. Within hours, ethylene is effectively removed from the headspaces. ■ APFI THAILAND