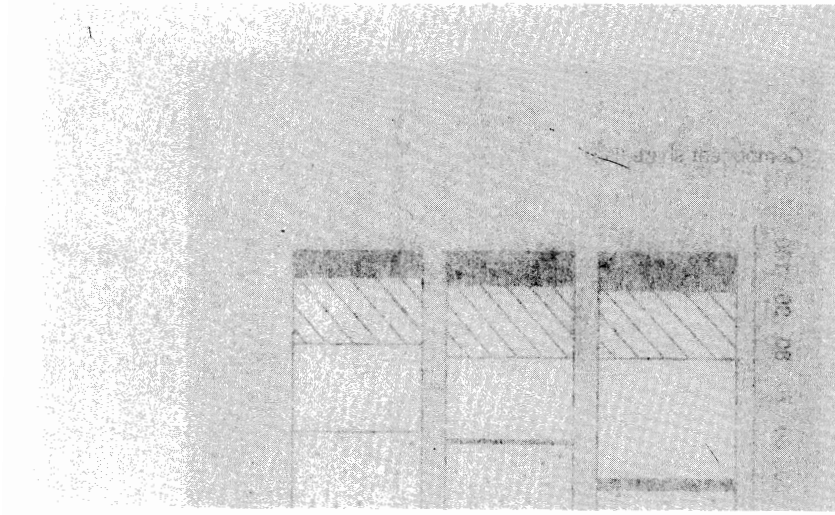


# การใช้แผ่นเหล็กวิลาส ในอุตสาหกรรมกระป๋อง*

คุณบุนนาค ศิริผลหลาย
ผู้จัดการส่วนวิจัยและพัฒนา
บริษัท เดอะ เมตัลบ็อกซ์ ประเทศไทย จำกัด

* จากการบรรยาย ในการสัมมนาเรื่อง เทคโนโลยีแผ่นเหล็กวิลาส วันที่ 14-15 กันยายน 2531 ณ โรงแรมอิมพีเรียล

การนำแผ่นเหล็กภาชนะมาบรรจุ และปัญหาต่าง ๆ ตลอดจนการควบคุมในโรงงานผู้บรรจุอาหารกระป๋อง โดยจะแบ่งเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงเช้าจะพูดเกี่ยวกับการนำแผ่นเหล็กมาใช้เป็นภาชนะบรรจุ ช่วงบ่ายจะพูดเรื่องปัญหาในโรงงานที่ผลิตอาหารสำเร็จรูป แผ่นเหล็กที่ใช้ทั่วไปทำในประเทศไทย ซึ่งมีคุณภาพไม่ยิ่งหย่อนกว่าประเทศอื่น ผู้ผลิตภาชนะบรรจุก็เป็นคนกลางระหว่างผู้ผลิตแผ่นเหล็ก และผู้ใช้ภาชนะบรรจุ เพราะฉะนั้นต้องพยายามทำความเข้าใจปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับแผ่นเหล็กเอง และเกิดจากการนำภาชนะไปใช้บรรจุไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหาต้องช่วยกันทั้ง 3 ฝ่าย คือ

1. ผู้บรรจุต้องเข้าใจ Good Food Manufacturing Practice
2. ผู้ทำแผ่นเหล็กต้องมีการผลักดันให้เกิดการพัฒนาคุณภาพแผ่นเหล็ก เพื่อสามารถนำไปใช้โดยไม่มีปัญหา
3. สำหรับผู้ผลิตภาชนะบรรจุต้องเป็นผู้รับปัญหาเหล่านั้นมาก เพื่อ screen ว่าปัญหามาจากส่วนไหน แล้วสามารถแก้ปัญหาได้ถูกจุด

แผ่นเหล็กที่ทำภาชนะบรรจุเป็นที่นิยมมากในปัจจุบัน เพราะว่าแผ่นเหล็กเคลือบดีบุกมีความคงทนและแข็งแรง สามารถขึ้นรูปกระป๋องได้โดยไม่ลำบากมากนัก และ ราคาเมื่อเทียบกับภาชนะบรรจุอื่นก็ค่อนข้างถูก ถึงแม้การพัฒนาเทคโนโลยีในการทำภาชนะบรรจุจะได้ก้าวไปมาก คือ การนำพลาสติกมาใช้เป็นภาชนะบรรจุ หรือการใช้ Metal รวมกับพลาสติกก็ตาม แต่ในท้องตลาดก็ยังนิยมภาชนะบรรจุโลหะจากการสำรวจที่ประเทศอังกฤษ จาก Packaging ปีที่แล้วพบว่า ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะยังมีความนิยมมากที่เดียว จากการสำรวจ Consumer โดยเปรียบเทียบ Food Package และการใช้ขวดพลาสติกเป็นพวกขวดลามิคอน ซึ่งใช้บรรจุ Ketchup และใช้ขวดแก้วมี Retort Pouch อาหารกระป๋องราคายุติธรรมที่นิยม คือ ซุปกระป๋อง, บีฟ และ ทูน่า Tomato sauce แม้ว่าจะมีขวดแก้วเข้ามาบ้างเป็นบางส่วน แต่ดูแล้วภาชนะบรรจุที่เป็นกระป๋อง ยังไปได้ไกลสำหรับอนาคต ในการที่ทำกระป๋องก่อนอื่นต้องมีการกำหนดมาตรฐานการซื้อแผ่นเหล็ก แผ่นเหล็กที่จะนำมาทำกระป๋องของแต่ละขนาดต้องระบุความหนา ความแข็งที่แน่นอน วัสดุที่ใช้ทำกระป๋องกันมาก คือ แผ่นเหล็กเคลือบดีบุก นอกจากนั้นก็เป็นแผ่นเหล็ก TFS และแผ่นอลูมิเนียม และเมื่อวาน Dr. Warwick ได้พูดถึงนิเคิลโคทสตีล Nikle Coated Steel ก็ได้มีเข้ามาพอสมควร แต่จะ Limit อยู่ที่ญี่ปุ่น และอาจมีบ้างที่เกาหลี

แผ่นเหล็กเคลือบดีบุกก่อนที่จะซื้อขาย ต้องมีการกำหนดความหนาดีบุก ความแข็ง และการ Passivate การเคลือบดีบุก ปกติมี 2 วิธี คือ Hot Dip ซึ่งปัจจุบันไม่ใช้แล้ว ที่ใช้ในปัจจุบันคือ Electrolytic Tinning Hot Dip คือ การจุ่มร้อนโดยนำ Black Coil ซึ่งตัดเป็นชิ้นขนาดต้องการ แล้วจุ่มในดีบุกร้อน วิธีนี้ไม่สามารถควบคุมดีบุก 2 หน้า ให้ต่างกันได้ ปัจจุบันการใช้ดีบุกต้องการประหยัด แต่ Electrolytic สามารถควบคุมการเคลือบของดีบุกให้เท่ากัน หรือต่างกันก็ได้ ซึ่งสามารถประหยัดดีบุกได้ด้วย

สิ่งที่ต้องระบุในการซื้อแผ่นเหล็กมาทำภาชนะกระป๋อง คือ คุณสมบัติทางเคมี และคุณสมบัติทางกายภาพ ซึ่งมีความแข็ง ความหนา ปริมาณดีบุกที่เคลือบ การแต่งผิว และปริมาณน้ำมันที่เคลือบ

เนื่องจากคุณสมบัติทางเคมีของแผ่นเหล็กมีผลกับการเกิด Corrosion ซึ่ง Dr. Warwick ได้พูดแล้ว คุณสมบัติทางเคมี มีส่วนประกอบของธาตุแมงกานีส ฟอสฟอรัส ซัสเฟอร์ ซิลิคอน และคอปเปอร์ ตัวที่มีผลในการกัดกร่อน คือ คอปเปอร์ ส่วนฟอสฟอรัสมีส่วนในความแข็ง ปกติเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปมี 6 ชนิด

ชนิด L เป็นเหล็กที่มีคอปเปอร์ Content ค่อนข้างต่ำ เหล็กที่ใช้ทนกรดสูง ถ้าบรรจุอาหารซึ่งความเป็นกรดสูง แนะนำให้ใช้ชนิด L

ชนิด MR เป็น General Purpose เหล็กที่ใช้ในประเทศไทยเป็นเหล็กชนิด MR ถ้าดูจากปริมาณ Copper Content ชนิดของ MR จะสูงกว่าชนิด L เพียงน้อย คือ 0.2 กับ 0.06

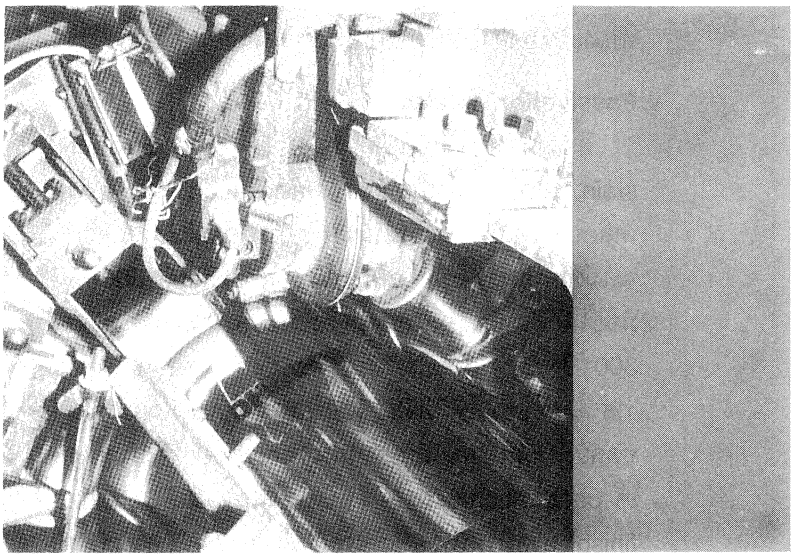
ชนิด CP มีคุณภาพอยู่ระหว่างชนิด MR กับ L ชนิด CP จะมี Copper สูงกว่า MR แต่น้อยกว่า CP ราคา CP ถูกกว่าชนิด L เล็กน้อย แต่แพงกว่า MR

และอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในประเทศไทยมากคือ เหล็กชนิดดี คือ อลูมิเนียมคิลสตีล ใช้สำหรับกระป๋อง DRD เท่านั้น

ส่วนชนิด N ใช้เป็นฝาเบียร์ เพราะเป็นเหล็กทนความแข็งได้สูง เพราะว่ามีฟอสฟอรัส และไนโตรเจนอยู่ด้วย

ความแข็งของแผ่นเหล็ก ก่อนอื่นต้องทราบว่า จะทำกระป๋องชนิดไหน ถ้าเป็นกระป๋อง two pieces โดยการปั๊มขึ้นรูปเพียงครั้งเดียว ต้องใช้ Temper ต่ำ temper 1 temper 2 ส่วน temper 3-4-5 ที่ใช้เป็นกระป๋อง three pieces โดยการบัดกรีด้วยตะกั่ว หรือการเชื่อม การระบุเหล็กที่จะนำมาใช้กับกระป๋องนั้น ๆ ต้องระบุ temper และความหนา การกำหนดความหนาก็ต้องระบุ เพราะขึ้นอยู่กับขนาดกระป๋องที่นำมาใช้ ถ้ากระป๋องขนาดเล็กก็อาจใช้แผ่นเหล็ก ซึ่งบางกว่ากระป๋องขนาดใหญ่

ในการซื้อแผ่นเหล็กต้องระบุ tin coating ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับภาชนะที่จะนำมาบรรจุ เช่นนำมาบรรจุอาหารพวกกรด ก็อาจต้องใช้ tin coating สูง ส่วนภายนอกกระป๋อง ซึ่งไม่จำเป็นต้องใช้ tin coating สูง การที่จะทราบว่า tin coating 2 หน้าไม่เท่ากัน ก็ดูจาก Differential Line (เส้นมาร์ค เรียก Differential Line) ซึ่งโดยปกติแล้ว ถ้า tin coating 5.6/2.8 กรัม/ตารางเมตร Differential Line เป็นเส้นห่างกันครึ่งนิ้ว หรือ tin coating 8.4 และอีกหน้า 2.8 จะเห็นว่า Differential line ต่างกัน 25 มิลลิเมตร และห่างเท่า ๆ กัน ถ้า tin coating 8.4 อีกด้าน 5.6 Differential line จะ 25 มิลลิเมตร และ 12.5 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังอยู่ที่การตกลงซื้อขายระหว่างผู้ผลิตแผ่นเหล็ก และผู้ซื้อแผ่นเหล็ก Differential line ของ ASTM Standard A624 พบว่าการใช้ Differential line จะต่างจากที่เราตกลงซื้อขายในเอเชีย หรือญี่ปุ่น



พบว่าถ้าเราต้องการให้เขาเคลือบ Differential line ไว้ด้านหน้า ก็จะมีลักษณะหนึ่งคือ เส้นตรง เช่น ทินโคทติ้ง 5.6 และ 2.8 Differential line 5.6 จะเห็นว่าห่างกันครึ่งนิ้ว แต่ถ้า tin coating ลักษณะเดียวกันโดย Differential line อยู่ด้าน 25 ก็จะเป็นรูป Square เพราะฉะนั้นลูกค้าบางรายอาจจะเห็น Differential line ซึ่งมีลักษณะผิดแปลกไปจากปกติ ซึ่งบางครั้งไม่ทราบ คิดว่าเป็น Corrosion หรือกระป๋องถูกขีดข่วน ถ้าเป็นระบบที่เราใช้กับญี่ปุ่นนั้นไม่ทราบต้องไปเช็คอีกครั้งหนึ่ง ถึงแม้จะเห็น Differential line ทราบว่าเป็น 5.6/2.8 แต่ไม่ทราบว่า Differential line อยู่ด้านไหน แต่ในการทำของผู้ผลิตโรงงานแผ่นเหล็ก รู้สึกค่อนข้างยุ่งยากพอสมควร ปกติทางตะวันออก ไม่ค่อยอยากทำเท่าไรนัก

**Passivation น้อยไป**

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับผู้บรรจุคือ การเกิด Sulphur stain เกิดขึ้นเร็วมาก หรือ Passivation 311 การเคลือบโครเมี่ยมมากเกินไป การเกาะติดของแลคเกอร์ก็จะไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อก่อนการใช้ passivation 300 ก็มีอยู่ในอุตสาหกรรมบรรจุนม ซึ่งเข้าใจกันว่า passivation 300 ซึ่งเก็บรักษาจะไม่ดีเท่าไรนัก ซึ่งจะเกิดออกไซด์ได้ง่าย แต่จะช่วยให้สีดีขึ้น และรสชาติดีขึ้น แต่จากการทดลองไม่เห็นความแตกต่างกันมากนัก เพราะฉะนั้นการใช้ passivation 300 จึงได้หยุดใช้ไป สำหรับ Surface finish หรือผิวหน้าของแผ่นเหล็กสำคัญมาก ต้องระบุว่าแผ่นเหล็กที่จะซื้อต้องการชนิด bright finish หรือ stone finish Bright finish มีผิวหน้าเรียบ ปริมาณดีบุกที่เคลือบของ bright finish จะสม่ำเสมอกว่า stone finish แต่ถ้ามีรอยขีดข่วนจะพบว่า bright finish จะมองเห็นได้ชัดกว่า ถ้าต้องการหลบรอยขีดขวน อาจจะใช้ stone finish เมื่อเปรียบเทียบ stone finish กับ bright finish ที่ tin coating เท่ากัน เช่น tin coating ที่ 25 จะพบว่า stone finish จะมีเหล็ก exposure มากกว่า bright finish เพราะว่า stone finish เป็นผิวค่อนข้างหยาบ เพราะฉะนั้นดีบุกที่เคลือบก็จะไม่ค่อยสม่ำเสมอ บางช่วงจะหนา บางช่วงจะบาง เหล็กที่มี tin coating สูง ๆ ก็อาจจะไม่มีผลมากนัก หลังจากนั้นน้ำมันที่เคลือบต้องระบุปริมาณน้ำมันที่เคลือบว่าจะเอาแผ่นเหล็กชนิดนั้นมาใช้โดยไม่อาบแลคเกอร์หรือเอามาอาบแลคเกอร์ ถ้าเอามาใช้โดยไม่อาบแลคเกอร์จะต้องระบุปริมาณน้ำมันค่อนข้างสูง มิฉะนั้นเมื่อขึ้นรูปจะมีรอยขีดข่วนค่อนข้างสูง การใช้น้ำมันในเมืองไทยจะใช้ DOS หรือ ไดออกทิลซีบาเกต แต่ที่ต่างประเทศจะใช้ ATBC หรือ อะซิทิลไทรบิทิลซิเทรท ในชั้นของแผ่นเหล็กชั้นกลางก็เป็นชั้นของ steel ระหว่างเหล็กกับดีบุกก็เป็นชั้นของ alloy จากดีบุกชั้น passivation แล้ว ก็มี oil film ปัญหาซึ่งเกิดขึ้นกับ Corrosion คือ จะผ่านชั้นน้ำมัน และผ่าน passivation และหลังจากกัดกร่อนดีบุกแล้วก็จะมาถึงชั้นอัลลอยด์ และเมื่อถึงเหล็ก การกัดกร่อนในแง่ของ pitting Corrosion อาจจะทำให้กระป๋องนั้นทะลุก็ได้ วันนี้ถึงแม้จะไม่มีการสัมมนาเรื่อง แผ่นเหล็กชนิดอื่น แต่ขอพูดแผ่นเหล็กชุบโครเมี่ยม Basic คือ มี base เป็นเหล็ก และหลังจากชุบโครเมี่ยมก็มีเมตัลลิทโครเมี่ยม และโครเมี่ยมออกไซด์ และ น้ำมัน

Grain side ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องมี 2 grain คือ เบอร์ 8 และ 9 เบอร์ 8 จะมี grain side ใหญ่กว่าเบอร์ 9 ยิ่งเบอร์เล็กลง grain side จะใหญ่ขึ้น

เรื่องน้ำมัน การเคลือบแผ่นเหล็กด้วยน้ำมัน มี 2 ชนิด อาจเคลือบน้อยไป หรือมากเกินไป ปริมาณน้ำมันใช้ตามมาตรฐานที่ระบุ แต่อาจไม่กระจาย ลักษณะนี้จะเจอปัญหาเช่นเดียวกัน ถ้าปริมาณน้ำมันมากเกินไป ก็จะพบว่าหลังจากนำไปใช้โดยเฉพาะใช้กับกระป๋องที่เคลือบ

แลคเกอร์จะเกิด dewet เพราะแลคเกอร์ไม่สามารถเกาะติดบนแผ่นเหล็กได้ หรือการเคลือบน้ำมันน้อยเกินไป ก็จะพบว่าแผ่นเหล็กจะถลอกได้ง่าย แผ่นใสนี้เป็นแผ่นใสของแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก ซึ่งมีปริมาณไม่เท่ากัน ที่ปริมาณน้ำมันน้อยกว่าจนเห็นการขีดข่วนมากกว่าที่ปริมาณน้ำมัน เพราะฉะนั้นการใช้กระป๋อง ซึ่งเอาไปใช้เลยโดยไม่อบแลคเกอร์ คิดว่าการกำหนดน้ำมันที่สูงกว่าจะดีกว่า แต่ถ้าสูงเกินไปจะพบว่าบางครั้งหลังจากที่ตัดเป็น Blank แล้วอาจจะเกิด Jam ในฮอปเปอร์ แผ่นเหล็กมีปริมาณน้ำมัน 1.5 กับ 5.5 mg/m2 จะเห็นว่า degree ของการขูดขีดต่างกัน การเกิดสนิมของแผ่นเหล็กเกี่ยวกับการเก็บรักษา storage ซึ่งอาจเจอน้ำฝน หรือการหีบห่อไม่ดี ก็อาจเจอปัญหาเรื่องสนิม หรือสนิมอาจเกิดจากการเคลือบไม่ดี มีรูพรุนมากมาย ซึ่งเมื่อเราเปิดหีบห่อแล้วไม่ได้ใช้ทันที จะเกิดปัญหาว่าเกิดสนิมได้ง่าย

วัสดุอย่างอื่นที่เอามาใช้ในการทำกระป๋องคือ แลคเกอร์ต้องตรวจเช็คว่าวัสดุที่นำมาใช้ ต้องการผลิต Product ชนิดไหน เพราะว่าความคงทน และความทนต่อการกัดกร่อนของวัสดุแต่ละชนิดไม่เหมือนกัน ต้องคำนึงถึงการขึ้นรูป และความต้านทานในการผุกร่อน แลคเกอร์บางชนิดสามารถขึ้นรูปได้ดี แต่พอไปบรรจุอาหารไม่สามารถทนการกัดกร่อนได้ หรือแลคเกอร์บางชนิดทนต่อการกัดกร่อนได้ดีมากแต่นิ่ม นอกเหนือจากนั้นต้องสามารถยึดเกาะกับแผ่นเหล็กได้ดี เพราะว่าแลคเกอร์บางตัวยึดเกาะกับแผ่นเหล็กได้ไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อทำกระป๋อง และฝากระป๋อง จะเจอว่าถลอกง่าย การเคลือบก็ต้องไม่ลำบากมาก แลคเกอร์บางชนิด ซึ่งเอามาใช้ในการเคลือบค่อนข้างยุ่งยาก

ส่วนประกอบของแลคเกอร์ที่ใช้โดยทั่วไปมี resin ซึ่งเป็นตัวสำคัญ และมีตัว drying oil ซึ่งเมื่อจับกับออกซิเจน สามารถให้ฟิล์มแข็ง และมี dryer คือ ตัวทำให้แห้งภายในกี่นาทีที่กำหนดไว้ และมี solvent ซึ่งเป็นตัวทำลายในการเคลือบ ซึ่งจะพา resin ไปเคลือบแผ่นเหล็กได้ นอกจากนั้นยังมีสาร additive อย่างอื่นที่อาจใส่ในแลคเกอร์ เช่น อลูมิเนียม ซึ่งปกติจะเป็นแลคเกอร์ลักษณะสีเงินที่ใช้อยู่ปกติกับอาหารจำพวกโปรตีน ผักการใส่อลูมิเนียมในแลคเกอร์ เพื่อป้องกันการกัดกร่อน ซึ่งเรียกว่าซัลเฟอร์สเตนนิ่ง ซึ่งจะบังการกัดกร่อนที่เกิดขึ้นกับแผ่นเหล็ก เพราะว่าอาหารประเภทโปรตีนเมื่อให้ความร้อนแตกตัวจะเกิดซัลเฟอร์คอมพาวด์ออกมา ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับดีบุกให้เป็นทินซัลไฟด์สีออกม่วง การเคลือบแลคเกอร์โดยมีอลูมิเนียม pigment แลคเกอร์การเกิดปฏิกิริยาก็ยังเกิดตามปกติ แต่สิ่งที่เราเองไม่เห็นเพราะอลูมิเนียมบังสิ่งที่เกิดขึ้นเหล่านั้น นอกเหนือจากนั้นการใช้ซิงค์ออกไซด์เพส หรือซิงค์ออกไซด์พิกเมนท์ หรือซิงค์ออกไซด์คาร์บอเนต อันนี้จะช่วยการกัดกร่อนของซัลเฟอร์กับดีบุกได้ ซิงค์ออกไซด์จะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ที่ให้จาก product ให้เป็นซิงค์ซัลไฟด์ ซึ่งเรามองไม่เห็น แต่ปฏิกิริยาจะเกิดด้อยกว่าอลูมิเนียมพิกเมนท์แลคเกอร์ ถ้าเปิดกระป๋อง 2 ชนิด โดยมีอลูมิเนียมพิกเมนท์แลคเกอร์ กับซิงค์ออกไซด์แลคเกอร์จะพบว่ากลิ่นของซัลเฟอร์ในกระป๋องที่มีอลูมิเนียมแลคเกอร์จะแรงกว่าในซิงค์ออกไซด์แลคเกอร์ เพราะว่าอลูมิเนียมไม่ได้ทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์ ส่วนซิงค์ออกไซด์จะรับซัลเฟอร์ส่วนหนึ่ง ส่วนที่เหลือจะผ่านทะลุไปทำปฏิกิริยากับดีบุก ซึ่งจะมีสีน้ำตาลแก่ กลิ่นในกระป๋องของซิงค์ออกไซด์จะมีกลิ่นดีกว่า

นอกเหนือจากนั้น Lubricant หรือแวกซ์ ที่ช่วยในการหล่อลื่นในการทำกระป๋อง เช่น อาหารชนิดคอร์นบีฟ พวกนี้ต้องใส่ releasing agent ก็คือ เป็น wax สามารถ

release product ออกได้ อาหารประเภทนี้เป็น Solid Pact ซึ่งบรรจุแน่น ชนิดของแลคเกอร์ที่ใช้อยู่ทั่วไปก็มี โอลิโอเรซนัส และ Epoxy phenolic ซึ่งเป็น general purpose ใช้ได้กับทั้งอาหารกรด และอาหารซัลเฟอร์ ซึ่งอาหารกรดอาจใช้หลายชั้น อาหารซัลเฟอร์ก็อาจใช้โดยมี additive aluminium หรือ ซิงค์ออกไซด์อย่างที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกเหนือจากนั้นก็มีแลคเกอร์อีกชนิดหนึ่ง ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมคือ สำหรับกระป๋อง Draw และ Redraw can หรือ vinyl organosol แลคเกอร์ชนิดนี้จะขึ้นรูปได้ดี แต่ซัลเฟอร์ resistant จะสู้ Epoxy phenolic

ปัจจุบันมีแลคเกอร์อีกชนิดหนึ่งเป็น water base แลคเกอร์ ซึ่งนิยมใช้มากในอเมริกา แต่ในเมืองไทยคงไม่นิยม เพราะว่าการนำ water base แลคเกอร์มาใช้กับ solvent base lacquer ค่อนข้างยุ่งยาก อาหารบางประเภทซึ่งจำเป็นต้องเคลือบด้วยแลคเกอร์ เมื่อนำแผ่นเหล็กมาเคลือบแลคเกอร์เสร็จแล้ว จะผ่านการเคลือบและอบให้แห้ง ซึ่งมีวิธีการเช็คว่าแลคเกอร์แห้ง หรือไม่แห้ง อาจจะใช้วิธี Acetone Rubtest ในการอบแลคเกอร์ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบจะต้องถูกต้อง เวลาที่ใช้ในการอบจะต้องพอดี ตามที่แนะนำมิฉะนั้นอาจจะเจอปัญหาแผ่นเหล็กอบไม่แห้ง หลังจากที่ผู้บรรจุอาหาร นำไปใช้จะเจอ brushing ถ้าแลคเกอร์กรอบเกินไปอาจเจอปัญหาในการขึ้นรูปกระป๋อง การขึ้นรูปกระป๋องโดยทั่วไปมี 2 ชนิด คือ กระป๋อง 3 ชิ้น และกระป๋อง 2 ชิ้น

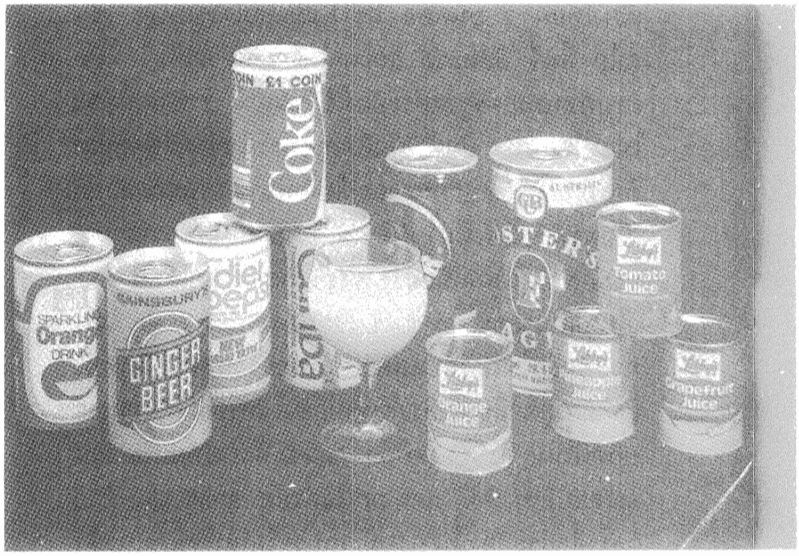
สำหรับกระป๋อง 3 ชิ้น มีส่วนประกอบของตัว และฝา 2 ชิ้น การขึ้นรูปอาจขึ้นโดยการเชื่อม หรือการขึ้นรูปด้วยการบัดกรี ซึ่งการบัดกรีในปัจจุบันมีน้อย โดยการนำแผ่นเหล็กมาตัดเป็นขนาดตามกระป๋องที่จะต้องทำเรียกว่า เป็น blank หลังจากนั้นก็จะต้องผ่านเข้าเครื่องโดยตัดมุมเรียกว่า นอทชิ่ง แล้วผ่านเข้า body maker เพื่อ body forming แล้วผ่าน body maker form เป็น body ผ่านอ่างตะกั่วเพื่อให้ตะกั่วสามารถเข้าไปในตะเข็บข้างได้ หลังจากนั้นก็ผ่านเข้าไป station ซึ่งผ่านความร้อนอีกครั้งหนึ่งเพื่อปัดตะกั่ว และทาแลคเกอร์จาก Flanger Separator ไปถึง Seamer ของกระป๋อง Solder และกระป๋อง weld ใช้เครื่องจักรเหมือนกัน การทำกระป๋อง weld เริ่มจาก blank ผ่าน flexer เพื่อตัดโค้งแผ่นให้ฟอร์มเป็นไซลินเดอร์ได้ หลังจากนั้นก็ผ่านมาจุดเชื่อมโดยใช้ copper wire เป็นตัวนำกระแสไฟฟ้า เรียกว่า Continuous Spot เวลดิ้ง Overlap ที่ข้างกระป๋อง ประมาณ 0.4 มม. Overlap ก่อนการเชื่อมหรือ preweld overlap ส่วนภาพนี้เป็น Overlap หลังเชื่อม โลหะจะถูกหลอมละลายจากความร้อนเพราะอุณหภูมิที่ใช้การเชื่อมประมาณ 1,000 องศาเซลเซียส เหล็กก็จะหลอมละลายติดกัน ถ้าความร้อนสูงเกินไปจะเจอปัญหา splash หรือเย็นเกินไปการเชื่อมไม่ดี โดยทั่วไปโครงสร้างลักษณะ Overlap มีอยู่ 3 ชนิด Butterfly Seam วีมาร์ซีม และซุปเปอร์วีมาร์ ถ้า Butterfly seam ตะเข็บข้างจะเกยกัน 2-3 มม. ส่วนวีมาร์ซีม ตะเข็บข้างเกยกันประมาณ 0.8 มม. ถ้าเป็นซุปเปอร์วีมาร์ ก็ 0.4 มม. ในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋อง process food ส่วนมากจะเป็นวีมาร์ซีม และซุปเปอร์วีมาร์ ส่วน Butterfly seam ส่วนมากใช้บรรจุนมผง หรืออาหารแห้ง ปัจจุบันมีการนำ powder side stripe มาใช้ในการทาคลุมตะเข็บด้านในกระป๋อง ซุปเปอร์วีมาร์ ลักษณะที่สันออกมาค่อนข้างน้อย ซึ่งสามารถคลุมได้ด้วยการใช้ wet lacquer การทำกระป๋อง weld เริ่มจาก tinplate ถ้าเป็นแลคเกอร์ก็จะเป็นแลคเกอร์เพลท และผ่าน slitter ถ้าเป็น two high can ก็คือ 1 ไซลินเดอร์ทำได้ 2 กระป๋อง ก็จะผ่าน scorer และผ่าน Rolling และ Body Forming จากนั้นก็เป็น spot welding

สำหรับกระป๋องที่มีแลคเกอร์ด้านในก็จะทาแลคเกอร์ที่ตะเข็บใน เพื่อปกปิดรอยเชื่อม เมื่อทาแลคเกอร์แล้วจะต้องอบผ่านเตา จากนั้นก็ผ่าน separator สำหรับ Two high can บานปาก และ Double seam และอาจมี Air tastor เพื่อ Detect กระป๋องที่รั่วออก

เนื่องจากทุกบริษัทต้องการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพที่ดีที่สุด และยังต้องคำนึงถึงต้นทุนในการผลิตด้วย กระป๋องที่หนาเกินไป และแข็งแรงคงทนเกินไปอาจจะมีต้นทุนสูง กระป๋องบรรจุอาหารเพื่อเก็บรักษาได้ในช่วระยะเวลาหนึ่ง หรือส่งไปยังประเทศที่ไม่สามารถผลิตอาหารกระป๋องได้ การลำเลียงที่ถูกต้องไม่ให้บุบได้ง่ายนั้น แต่บางครั้งในการนำกระป๋องมาทำลอนหรือ Bead ก็สามารถลดความหนาได้ แต่ถ้าทำลอนไม่ถูก โดยความลึกของลอนไม่สม่ำเสมอ หรือความกว้างของลอนไม่สม่ำเสมอ แทนที่จะประหยัดก็อาจจะพบว่า กระป๋องอาจเสียรูปง่ายกว่าปกติ โครงสร้างของลอนเป็นเรื่องสำคัญมากสำหรับการขึ้นรูปกระป๋องโดยการทำลอน โดยเฉพาะการเดินกระป๋องที่เรียกว่า High speed ซึ่งใช้ความเร็วสูง เพราะฉะนั้นความลึกความกว้างของลอนต้องสม่ำเสมอในการให้ความแข็งแรงของกระป๋องดี และถ้าลอนคมเกินไปจะเจอปัญหาว่า การที่แลคเกอร์ขีดข่วนก็จะเจอปัญหา Corrosion หลังจากบรรจุอาหารด้วย

กระป๋อง two pieces คือมีฝา 1 ฝา และตัวกระป๋อง เริ่มต้นจากมีเป็น Disc แล้วปั๊มขึ้นรูปโดยการ drawn ครั้งที่ 1 ลด Diameter ลงและ drawn ให้สูงขึ้นเป็นครั้งที่ 2 หลังจาก drawn ครั้งที่ 2 แล้ว ก็มีการ trim เพื่อตัดแต่ง Flange ให้อยู่ในสภาพเรียบร้อย และอาจมีการพิมพ์สี ถ้าพิมพ์สีของ drawn can เรียกว่า Distortion Printing กระป๋องอีกชนิดหนึ่ง คือ DWI can ส่วนมากที่ใช้ก็เป็นกระป๋องเครื่องดื่ม เช่น โค้ก เป๊ปซี่ แต่ในต่างประเทศการใช้ DWI บรรจุอาหารด้วย การทำเริ่มจากการนำแผ่นเหล็ก ซึ่งยังไม่เคลือบแลคเกอร์และมาปั๊มขึ้นรูปเป็นดิสก์ และเริ่มต้นคล้ายๆ DRD can stage ที่ 2 มีการยืดผนัง 3 phase เมื่อจบการยืดแล้วจะมี trimming ตัดแต่งปากให้สวยงาม ในการยืดผนังโดย phase 1-2-3 ใช้ Lubricant จึงต้องล้างออกให้หมดก่อนมีการเคลือบ พิมพ์สีด้านนอก และอบหลังจากนั้นก็มีสเปรย์แลคเกอร์ด้านในกระป๋อง

ฝาที่ใช้อยู่ในเมืองไทยเดี๋ยวนี้เป็นสโครคัท ถ้าการทำฝาโดยไม่มีสโครคัทเป็น straight Cut จะพบว่ามีสแครบของเศษเหล็กประมาณ 24.45% ถ้าเป็น Straight Cut แต่ปั๊มเฉียงจะพบสแครบประมาณ 22.93% หรือสโครเพลทจะทิ้งสแครบแค่ 14.15% เพราะฉะนั้นปัจจุบันที่ใช้อยู่เป็น scroll มากกว่าในการที่จะเป็นปั๊มฝาขึ้นรูป ดู process การทำฝาเริ่มจาก scroll strip หลังจากนั้นก็ปั๊มฝา หยอดยางฝาเพื่อเป็นยางกันซึม ไม่ให้กระป๋องรั่ว ยางที่ใช้หยอดฝามี 2 ลักษณะคือ Water base Compound และ Solvent Base Compound เมื่อก่อน Water Base Compound กับน้ำมัน หรือ product อื่นๆ ก็ได้แต่ Solvent Base Compound มาใช้สำหรับ product in oil ก็ได้เช่นเดียวกัน แต่ราคาก็ยังสูงอยู่ โครงสร้างของฝานับว่าสำคัญมาก ระหว่าง process ของผู้ใช้กระป๋อง การขึ้นลอนหรือเรียกว่า Expansion Ring ที่ฝา ถ้าลอนไม่สม่ำเสมออาจเจอฝา peak หรือเสียรูปได้ง่าย เพราะฉะนั้นการขึ้นรูปของฝาในส่วนของ Engineering Design ก็จะต้องเป็นไปอย่างถูกต้อง อันนี้เป็นภาพฝาตัดขึ้น มี Curl มี Expansion Ring มี Counter ซิงก์ ฝาที่ใช้ยังมีที่เรียกว่า EZO หรือ Easy Opening End ซึ่งมีหลายชนิดอาจเป็นชนิด Full Aperture เปิดได้หมด หรือเปิดเฉพาะที่เป็นรู Ring Pull ให้น้ำออกมาได้ ส่วนมากใช้กับผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม สำหรับอาหารจะได้ Full



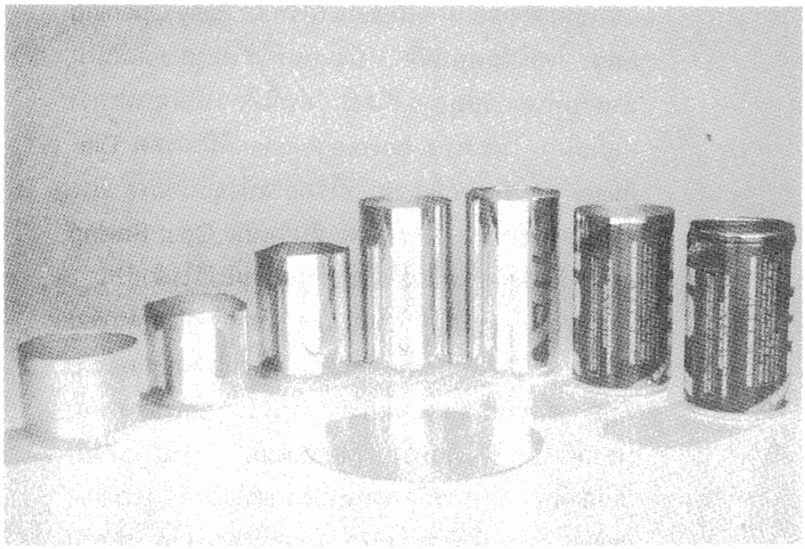
Aperture การทำฝาปัจจุบันนอกจากทำเป็นอลูมิเนียมแล้ว ยังนำเอา Tin plate มาใช้ทำฝา EZO เช่นเดียวกัน นั่นเป็น process ของการทำฝาก็เริ่มจาก Tinplate แล้วก็ slit ถ้าเป็นสโครเซีย ก็ place เข้า Curling แล้ว Lining compound Process ของการทำฝาไม่ค่อยยุ่งยาก ถ้าเทียบกับการทำกระป๋อง ตอนนี้มีกระป๋อง มีฝาพร้อมแล้วที่จะบรรจุอาหาร อาหารที่ใช้โดยทั่วไปสำหรับ process food คืออาหารชนิดกรดต่ำ อาหารกรด และอาหารกรดสูง อาหารกรดต่ำ ส่วนมากเป็นอาหารโปรตีน เช่น อาหารทะเล ผัก อาหารกรดสูงก็เป็นพวกผลไม้ เช่น พวกน้ำสับปะรดเข้มข้น หรือ Tomato Paste ผลไม้ที่มีอยู่ในเมืองไทยมี 2 ชนิดคือ สีขาวไม่มีแอนโตไซยานิน เช่น ลำไย ลิ้นจี่ สับปะรด และผลไม้มีสี สตรอเบอรี่ พลับ การกำหนดมาตรฐานกระป๋องใช้กับผลไม้ 2 ชนิดนี้ก็จะไม่เหมือนกัน สำหรับผู้ผลิตภาชนะบรรจุที่ผลิตออกมาต้องมีการทดสอบก่อนส่งออกไปจำหน่าย การทดสอบก็เพื่อดูว่ากระป๋องนั้น ๆ มีความเหมาะสมที่จะบรรจุอาหารกระป๋องนั้นได้มากน้อยแค่ไหน การทดสอบโดยปกติจะเก็บไปเป็นระยะเวลา 2 ปี เช่นนำกระป๋อง plain หรือกระป๋องที่ไม่เคลือบแลคเกอร์มาบรรจุผลไม้ชนิดหนึ่ง สิ่งที่ต้องดูคือสีของผลิตภัณฑ์เปลี่ยนไปหรือเปล่า รสชาติปกติดีไหม สิ่งที่ต้องดูก็คือ คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี นอกจากนั้นก็จะดู shelf life ด้วย กล่าวคือกระป๋องนั้น ๆ สามารถบรรจุอาหารชนิดนั้นแล้วเก็บไว้ได้นานเท่าไรโดยเฉพาะอุณหภูมิบ้านเราซึ่งค่อนข้างสูง shelf life จะสั้น การตรวจเช็คก็ดูอายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ และเช็คการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ เพื่อการตรวจสอบ ปกติในการบรรจุอาหารเราต้องมีจำนวนตัวอย่างพอที่จะเก็บไว้ 2 ปีได้ บางครั้งในการทดสอบอาจจะสามารถที่จะเร่งปฏิกิริยาโดยการเก็บไว้ที่อุณหภูมิสูง โดยปกติอาหารบางชนิดจะประเมินได้โดยเก็บที่อุณหภูมิสูง ประมาณ 3 เดือน สามารถประเมินได้ว่าเก็บที่อุณหภูมิปกติได้กี่เดือน อาจจะประมาณ 6 เดือน การประเมินและทดลองบรรจุ สิ่งที่ต้องดูก็คือ คุณสมบัติทางกายภาพ ต้องเช็คสูญญากาศช่องว่างในกระป๋อง และลักษณะแลคเกอร์หรือดีบุกว่าหลังจากบรรจุอาหารแล้วมีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อยแค่ไหน ด้านเคมีก็ตรวจเช็ค pH เช็คปริมาณเกลือ กรด ดีบุก ตะกั่ว และเหล็ก นอกจากนั้นก็เช็คธาตุอื่น ๆ ด้วยประสาทสัมผัส เรื่องสี กลิ่น รสชาติ ต้องมีการตรวจเช็คด้วยเช่นกัน ลักษณะของตะเข็บข้างว่าเกิด sulphur stain หรือไม่ ตัวกระป๋องก็ต้องเช็คว่ามีสิ่งผิดปกติหรือไม่ ทำปฏิกิริยากับกระป๋องมากน้อยแค่ไหน นอกเหนือจากนั้นก็ดูการเกาะติดของแลคเกอร์ว่าหลังจากที่บรรจุแล้ว แลคเกอร์ยังเกาะติดอยู่ในสภาพก่อนการใช้งานหรือไม่ หรืออาจเช็คว่าการเก็บรักษาในโกดัง การรับน้ำหนัก จะสามารถรับได้มากน้อยแค่ไหน ซึ่งแนะนำว่าควรจะซ้อนกี่ชั้น การตรวจเช็คผลิตภัณฑ์ควรจะทำ 3 เดือน 6 เดือน 9 เดือน และ 1 ปี หลังจากนั้นอาจจะทิ้งระยะห่างไป แต่โดยปกติแล้วอาหารสามารถเก็บไว้ได้ประมาณ 1 ปี โดยยังมีคุณค่าทางอาหารเหมือนเดิม จากการทดลองบรรจุ tomato sauce ในกระป๋อง plain tinplate can พบว่าถ้าบรรจุในกระป๋อง plain ดีบุกละลายปริมาณที่ค่อนข้างสูง สีของผลิตภัณฑ์ค่อนข้างจะดี flavour ก็ยังใช้ได้ ค่า vacuum ค่อนข้างจะคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก เมื่อดีบุกละลายมากก็จะถึงเนื้อเหล็ก เมื่อเหล็กเริ่มละลายจะเกิดปฏิกิริยาให้แก๊สไฮโดรเจน ค่าของ vacuum ต่ำลงและค่าของเหล็กเพิ่มขึ้น กระป๋อง three pieces แลคเกอร์ บรรจุซอสมะเขือเทศ เช่นเดียวกันจะเห็นว่า เมื่อไรที่คลุมดีบุกด้วยแลคเกอร์ ถ้ามีรูพรุนต่าง ๆ การละลายของเหล็กค่อนข้างสูง โดยเริ่มต้นปกติ แต่หลังจากนั้นเหล็กจะค่อนข้างสูง

ส่วนดีบุกจะต่ำ สีและ flavour จะสู้กระป๋องซึ่งบรรจุในกระป๋อง plain ไม่ได้ค่า vacuum ค่อนข้างจะสม่ำเสมอจนกระทั่งถึงระยะหนึ่ง vacuum ก็จะหายไป อาจเนื่องจากการเกิดไฮโดรเจนออกมาในกระป๋อง การบรรจุ tomato sauce ในกระป๋อง two pieces แลคเกอร์ โดยการใช้กระป๋อง TFS จะเห็นว่าเหล็กที่ออกมาจะต่ำกว่ากระป๋องที่ทดลองแล้ว ส่วนดีบุกจะไม่มีสีของ product ก็จะไม่ดีเลย flavour ก็เสีย

คนที่สามารถค้นหาวิธีถนอมอาหารได้คือ นิโคลัส แอมเบิร์ด ซึ่งใช้เวลา 14 ปี วิธีการของเขาก็คือ นำอาหารใส่ขวดและปิดด้วยจุกคอร์ก และต้มน้ำร้อนก็สามารถเก็บอาหารไว้ได้ ดังกิ้น และฮอลล์ สามารถทำกระป๋องรูปทรงกลม หรือทรงเหลี่ยมบรรจุอาหารลงในกระป๋อง หลังจากนั้นจึงต้ม และบัดกรีเหมือนวิธีการที่เราใช้ทำปี๊บในปัจจุบัน Principle ของการทำกระป๋องจาก 200 ปีที่แล้วถึงปัจจุบันก็คล้าย ๆ กัน คือ ยังเป็นกระป๋องทรงกระบอก ซึ่งนำมาใช้บรรจุอาหาร นี้เป็นกระป๋อง Solder กระป๋องที่ใช้ three pieces คือมีตัวกระป๋อง ฝา หลังจากบรรจุอาหารแล้วต้องปิดให้สนิท เพราะว่าที่ฝาจะมียางหยอดฝา การที่เราปิดลักษณะ process food เราเรียกว่า Hermati cally Seal โดยไล่อากาศออกจากกระป๋องก่อน การเปิดผนึกนี้ต้องทำให้ถูกต้อง เพราะว่าต้องไม่ให้อากาศผ่านเข้าออกได้ รวมทั้งการควบคุม process และ cooling ด้วย ปัจจุบันหลายประเทศเริ่มลดดีบุกในกระป๋อง เมื่อก่อนอาจยอมรับตะกั่วได้ 2 มก./กก. ของอาหาร แต่ปัจจุบันอาหารหลายชนิดลดปริมาณของตะกั่วลงเหลือประมาณ 1 มก./กก. ของอาหาร ซึ่งเป็นไปได้ยากมาก เพราะฉะนั้น เทคโนโลยีการทำอาหารกระป๋องก็เปลี่ยนไปก็คือ ใช้กระป๋องโดยการเชื่อมโดยเฉพาะประเทศสวิสเซอร์แลนด์ เป็นประเทศที่ผลิตเครื่องจักรเชื่อมขายตะกั่วที่ยอมรับน้อยมาก ประมาณ 0.4 มก./กก. ของอาหาร เครื่องเชื่อมมีหลายชนิดอาจจะมี copper wire เป็นตัวนำไฟฟ้า หรือการใช้ roll เป็นตัวนำไฟฟ้า แต่ในเมืองไทยที่ใช้มาก คือ เครื่อง Soudronic

การทำกระป๋อง two pieces หรือ DRD ที่ใช้กับผลิตภัณฑ์ทูน่าในปัจจุบันก็เริ่มจากแผ่นแลคเกอร์ หลังจากนั้นก็ปั๊มดิสก์ และก็เป็น cup หลังจากนั้น drawn ขึ้นรูปจะเห็นที่ปากมีรอยหยักไม่สม่ำเสมอ มีการแต่ง flange กระป๋อง DRD ช่วยความแข็งได้ด้วยการ Bead เช่นเดียวกัน นอกจากนั้นสามารถพิมพ์ได้ด้วย แต่ลักษณะการพิมพ์ไม่เหมือน three pieces เพราะภาพพิมพ์ที่อยู่ในแผ่น จะอ่านไม่ออก แต่เมื่อ drawn ขึ้นรูปจะเห็นเป็นรูปร่างขึ้นมา ลักษณะนี้เราเรียกว่า Distortion Print การทำความแข็งของกระป๋อง Drawn can ด้านฝาเพื่อช่วยความแข็งของฝาอาจมี profile ลักษณะต่าง ๆ กัน ลักษณะการ drawn ขึ้นรูปนอกจากทรงกลมแล้วอาจจะมีกระป๋องเหลี่ยม ซึ่งบรรจุอาหารเช่นเดียวกัน กระป๋อง Strepsil พวกนี้ไม่ใช้สำหรับเป็น process food นอกเหนือจากนั้น กระป๋องอาจทำในรูปต่าง ๆ กัน อาจจะเป็น shape อื่น ๆ ซึ่งรูปร่างต่าง ๆ ส่วนมากเป็นผลิตภัณฑ์ญี่ปุ่นส่วนมาก การพัฒนาภาชนะบรรจุ มีการค้นคว้าพัฒนามากมายเพื่อให้มีประสิทธิภาพ และลดต้นทุน การลดต้นทุนอาจจะลดความหนาของตัว ของฝา โดยเพิ่ม Bead หรือเพิ่มโครงสร้างทาง engineering เพื่อช่วยความแข็งหรือเพิ่มความแข็งของแผ่นเหล็ก

การพัฒนาล่าสุดของการใช้วัสดุโลหะมาทำกระป๋องว่าเราจะใช้ลักษณะอย่างไรได้บ้าง เหตุผลที่ต้องมีการพัฒนาภาชนะบรรจุคือ Raw Material Cost เช่น ราคาแผ่นเหล็กสูงขึ้น ๆ ซึ่งผู้ใช้แผ่นเหล็กก็เจอปัญหามาก เพราะไม่สามารถผลิตกระป๋องออกมาขายตามราคาที่ต้องการของตลาดได้ เพราะฉะนั้นเป็นแรงจูงใจอย่างหนึ่งที่



จะต้องพัฒนาภาชนะบรรจุโดยอาจใช้พลาสติกหรือภาชนะที่บางลง และนำมาใช้คู่กับพลาสติก นอกจากนั้นปัจจุบันก็มีความสะดวกสบาย การใช้ไฟฟ้าอาจใช้ไมโครเวฟครอบครัวอาศัยอาหารสำเร็จรูป ซึ่งใช้เวลาปรุงน้อยมาก มีการใช้ไมโครเวฟมากขึ้นในบ้าน เพราะฉะนั้นอาหารสำเร็จรูปปัจจุบันในต่างประเทศเป็นอาหารที่ให้ความสะดวก

การนำพลาสติกมาใช้ร่วมกับแผ่นเหล็ก กระป๋องนี้เป็นกระป๋องพลาสติกแต่ใช้ฝาเป็นเหล็ก หรืออลูมิเนียม นอกเหนือจากนั้นคือการบรรจุนมกระป๋องพลาสติก และใช้ฝาอลูมิเนียมต้องการพัฒนาโดยใช้ดื่มนมจากแก้ว เพราะว่าภาชนะที่ทำออกมาคล้ายแก้ว การทำฝา Easy Opening End โดยใช้แผ่นเหล็ก ปัจจุบันที่ใช้ในตลาดก็เป็นฝาสำหรับทำจากวัสดุอลูมิเนียม อันนี้คิดว่าต้นทุนต่ำกว่าอลูมิเนียม ในแง่ของ beverage can ก็มีการลด Diameter ของฝาลงมาอีก ปกติที่ใช้อยู่ในปัจจุบันคือ 2 9/16 ที่กำลังพัฒนาเป็น 2 6/11 จะเห็นว่าเป็น Cost Saving อย่างหนึ่งเพราะ เครื่องดื่มใช้ฝาใหญ่เกินไปก็ไม่จำเป็น

การใช้โลหะผสมกับพลาสติก เรียกว่า Laminated โดยตัวโลหะอาจเป็นแผ่นเหล็กดำ หรือแผ่นเหล็กเคลือบดีบุก หรือเป็นอลูมิเนียมก็ได้ แล้วใช้ Laminate กับพลาสติก อันนี้เรียกว่า Metpolam โดยเอามาทำฝาเครื่องดื่ม ทนการกัดกร่อนได้ดีมากทีเดียว กระป๋อง drawn can ซึ่งทำจากโลหะลามิเนตกับพลาสติก สำหรับอาหารที่ผู้บริโภคต้องการ คือ ปลอดภัย สด convenient และมีคุณค่าทางอาหารสูง ราคาก็ไม่แพงมากนัก เพราะฉะนั้นผู้ผลิตอาหารกระป๋องควรคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ในแง่ convenient ก็อาจมีเทคนิคใหม่ ๆ เข้ามาช่วยอาจใช้พลาสติกแทนหรือการใช้กระป๋องโดยใช้แผ่นเหล็ก แต่การใช้ฝา Easy Opening โดยผู้บริโภคไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเปิดกระป๋อง ในการที่จะเปิดกระป๋องเพื่อบริโภคอาหารนั้น ๆ นอกจากนั้นการบรรจุอาหารจะต้องใช้วัตถุดิบที่สด การฆ่าเชื้อต้องควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ คุณค่าของอาหารก็ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้บริโภคเป็นสำคัญ ในแง่ convenient ก็อาจมีเทคนิคใหม่ ๆ เข้ามาช่วย อาจใช้พลาสติกแทนหรือการใช้กระป๋องโดยใช้แผ่นเหล็ก แต่การใช้ฝา Easy Opening โดยผู้บริโภคไม่จำเป็นต้องมีเครื่องเปิดกระป๋องในการที่จะเปิดกระป๋องเพื่อบริโภคอาหารนั้น ๆ นอกจากนั้นการบรรจุอาหารจะต้องใช้วัตถุดิบที่สด การฆ่าเชื้อต้องควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ คุณค่าของอาหารก็ต้องคำนึงถึงเพราะว่าผู้บริโภคเรียนรู้มามาก จะเลือกอาหารที่มีคุณค่าและราคาไม่สูงมากนัก สำหรับภาชนะบรรจุซึ่งกำลังจะเป็นที่นิยมใน sector หนึ่งของตลาด คือ Lamipac เป็นกระป๋องพลาสติก สามารถเข้าไมโครเวฟได้ สามารถรับประทานจากถาดนั้นได้เลย อีกอย่างหนึ่งคือ step can เป็นกระป๋องพลาสติกแต่ใช้ฝา Tinplate อันนี้สามารถบรรจุผัก ผลไม้ได้

ขวดพลาสติกที่บรรจุ Ice Cream Magic นี้เป็นขวดพลาสติกบรรจุ Ketchup เมื่อพูดถึงอายุการเก็บของอาหาร เราควรต้องรู้ว่าอาหารของเรามีอายุการเก็บได้แค่ไหน และปัจจุบันเมืองไทยก็ควบคุมการบอกวันหมดอายุ โดยเฉพาะนมโยเกิร์ต แต่อาหารกระป๋องบอกเฉพาะวันที่ผลิตเท่านั้น ผู้ผลิตภาชนะบรรจุ ผู้บรรจุ และผู้จำหน่ายวัสดุ ก็เป็นหุ้นส่วนทั้ง 3 ส่วน ถ้าส่วนใดส่วนหนึ่งมีปัญหาก็มีปัญหาทั้งหมด

**คำถาม** : คุณภาพของอาหารกระป๋องไทยกับของต่างประเทศต่างกันแค่ไหน

**คำตอบ** : ที่เคยเห็นมา พอดีประเทศไทยเป็นประเทศ Export เราถูกบีบมาจากผู้ซื้อต่างประเทศ ถ้าเราเทียบคุณภาพของกระป๋องในเมืองไทยที่ได้คุณภาพ ก็เป็น

คุณภาพดี สูง ยังไม่เทียบกับญี่ปุ่น แต่เนื่องจากเราเป็นประเทศส่งออก ผู้ซื้อเองบางรายจะเป็นคนกำหนด spec และการผลิตก็เพื่อให้ brand อื่น ๆ ในต่างประเทศ เพราะฉะนั้นเราจะต้อง Uplift Quality ให้ดียิ่งขึ้นโดยเฉพาะเทียบกับญี่ปุ่น ในส่วนของกระป๋องพิมพ์สี ถ้าเทียบกับของญี่ปุ่นต้องยอมรับว่ากระป๋องญี่ปุ่นพิมพ์สีทำได้ดีมาก เป็นงานละเอียด พิมพ์สีของบ้านเรายังสู้ญี่ปุ่นไม่ได้ในแง่โครงสร้างของกระป๋อง โดยทั่วไปแล้วของเราไม่แพ้ต่างประเทศ

**คำถาม** : Woodgrain เกิดจากอะไร มีผลเสียอย่างไร

**คำตอบ** : Woodgrain ที่เป็นผลเสียกับ product นั้นก็เป็นลักษณะ Appearance Defect แต่ในแง่การบรรจุไม่น่าจะมีปัญหาอะไรมาก อาจมีปัญหาว่าดีบุกถูก Disturb ไปพอสมควร แต่โดยทั่วไปแล้ว ที่บรรจุก็ไม่เจอปัญหาอะไรผิดปกติ แต่ในแง่การยอมรับของความสวยงามไปอีกลักษณะหนึ่ง แต่ไม่ใช่ในแง่ของการบรรจุอาหาร

**คำถาม** : ที่ใช้อะซิโตนรับเทสท์ใช้ได้กับแลคเกอร์บางตัวเท่านั้น เป็นเพราะอะไร และใช้ได้กับแลคเกอร์ตัวใดบ้าง

**คำตอบ** : อะซิโตนรับเทสท์ปกติที่ใช้อยู่กับ Epoxy phenolic ถ้าใช้กับ Vinyl Organosol เราจะพบว่าปริมาณ Rub ที่ได้จะน้อยมาก แต่ที่จริงการใช้อะซิโตนรับเทสท์เป็นการเช็คที่ค่อนข้างหยาบ สามารถใช้ในลักษณะผู้อาบแลคเกอร์เพื่อให้ความมั่นใจว่าแลคเกอร์ตัวนี้สุกหรือไม่สุก แต่ไม่ได้หมายความว่าหลังจากเราใช้สโตนรับเทสท์แล้ว จะบอกได้ว่าสุกหรือไม่สุก ถ้าสุกมากใช้อะซิโตนรับเทสท์จะไม่บอก เพราะว่าจำนวนรับที่ได้ค่อนข้างสูง สิ่งที่จะเช็ควาแลคเกอร์สุกเกินไปก็คือ adhesion test

**คำถาม** : กระป๋องที่มีความหนาเท่ากัน ขนาดเท่ากัน แต่ลักษณะลอนต่างกัน ลอนชนิดไหนให้ความแข็งแรงมากกว่ากัน

**คำตอบ** : ปกติกระป๋อง 307×409 คิดว่าลอนตรงช่วงกลางกระป๋องจะแข็งแรงกว่า ถ้าเป็นกระป๋องใหญ่ อย่าง 603×700 เป็นลักษณะ Cluster Bead

ถ้าพูดถึงอาหารที่ใช้บรรจุกระป๋อง อาหารบางอย่างค่อนข้าง complex มีสารเคมีซึ่งอยู่ในสารอาหารนั้น ๆ พอสมควรอันนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของอาหาร การพิจารณาปัญหา ซึ่งจะเกิดขึ้น และสิ่งที่บรรจุมีส่วนประกอบอะไรบ้าง ค่า pH มีออกซิเจนอยู่ในเนื้อเยื่อของอาหารหรือไม่มีสีสันอย่างไร เกลืออาจใส่ในอาหาร น้ำตาล เครื่องเทศ ฟอสเฟต นอกเหนือจากนั้นก็ดูกรดในอาหาร อาจมีออกซิลิค ซิทริค มาลิค ทาทาลิค ความเป็นกรดด่างของอาหารมีมากน้อยแค่ไหน ปริมาณซัลเฟอร์ก็คือ กำมะถันซึ่งอยู่ในอาหาร เช่น อาหารประเภทโปรตีน ซึ่งอาจมีซัลเฟอร์สูงกว่าอาหารชนิดอื่น ๆ อาจเป็นออกซิเจน การไล่อากาศไม่เพียงพอ ไนเทรทซึ่งอาจมาจากปุ๋ยในระหว่างเพาะปลูก พวก Trimethylamine ซึ่งแตกตัวจากอาหารทะเล และแอนโทรไซยานิน สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้มีผลต่อการกัดกร่อนทั้งสิ้น การกัดกร่อนมีหลายชนิดคือ การกัดกร่อนปกติ อย่างกระป๋องสับปะรดที่เราเห็น detin ทั่วกระป๋องเท่า ๆ กัน ลักษณะนี้ถือว่าเป็นการกัดกร่อนปกติ นอกจากนั้นก็มีการกัดกร่อนผิดปกติ หลังจากบรรจุได้เพียงอาทิตย์เดียว ปรากฏว่ากระป๋องดำหมดแล้ว และการกัดกร่อนเพียงบางส่วน เรียกว่า Partial Detinning อาจเนื่องจากผลไม้ติดผนังกระป๋อง และ/หรือ ก่อนที่จะปิดฝาทิ้งไว้นาน และการกัดกร่อนบริเวณช่องว่างในตัวกระป๋องอาจเนื่องจากการไล่อากาศไม่เพียงพอ และเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยาระหว่างดีบุกกับซัลเฟอร์ เรียกว่า Sulphur staining ซึ่งเป็นการกัดกร่อนชนิดหนึ่ง การกัดกร่อนชนิดนี้ไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภคแต่เป็นลักษณะปรากฏที่ไม่ดี การกัดกร่อนที่บริเวณตะเข็บข้างกระป๋อง เช่นกระป๋องนมมักใช้กระป๋องไม่เคลือบแลคเกอร์ ถ้าเปิดกระป๋องนมจะเห็นว่าการ

กัดกร่อนตะเข็บข้างจะมากกว่าส่วนอื่นโดยเฉพาะกระป๋องที่บัดกรีด้วยตะกั่ว เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการบัดกรีประมาณ 370°C และจะ disturb ดีบุกตรงบริเวณใกล้เคียง การกัดกร่อนของตะเข็บข้างจะเป็นลักษณะ Pattern ของ Tin Reflow ในระหว่างให้ความร้อน และจะมีสีดำเร็วกว่าส่วนอื่น ส่วนกระป๋องที่เชื่อมด้วยไฟฟ้าลักษณะ Tin Reflow จะน้อยกว่า นอกจากนั้น ๆ มีการเคลือบแลคเกอร์ไม่ดีเท่าที่ควร เมื่อเกิดการถลอกก็จะกัดกร่อนและทำให้ adhesion ของแลคเกอร์เสียไป การกัดกร่อนของแผ่นเหล็กจนแผ่นเหล็กทะลุ เรียกว่า pitting corrosion เกิดหลังจากที่ดีบุกละลายหมดแล้วก็จะถึงเนื้อเหล็กละลาย pitting corrosion ดีบุกจะทำหน้าที่เป็นตัว Cathod ส่วนเหล็กก็จะเป็น dnole และละลายออกมาจนกระทั่งรั่ว และการทำปฏิกิริยาระหว่างเหล็กกับซัลเฟอร์ (ส่วนมากเป็นอาหารโปรตีน) ถ้ากระป๋องมีเหล็กโผล่จะพบว่าเหล็กจะทำปฏิกิริยากับซัลเฟอร์จากอาหารให้เป็นเหล็กซัลไฟด์ ซึ่งเป็นสีดำ และโดยปกติเหล็กซัลไฟด์สามารถจะเช็ดออกได้ และเป็นลักษณะปรากฏที่ไม่ดี อาจทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นเปลี่ยนเป็นสีดำไปด้วย

อาหารประเภทกรด ความหนาของดีบุกก็ต้องสูง ปกติที่ใช้สำหรับอาหารกรด tincoating 11.2 กรัม/ตารางเมตร จะมีการกัดกร่อนมากกว่าเบอร์อื่น ๆ โดยปกติการละลายของดีบุกในอาหารจะมี 3 ขั้นตอน (กระป๋อง plain) ขั้นตอนแรกก็การละลายของน้ำมันและออกไซด์ที่ละลายในอาหาร เป็นไปค่อนข้างเร็ว หลังจากนั้นก็ถึงการละลายของดีบุกซึ่งค่อนข้างช้า ในที่สุดเมื่อละลายจนเหล็กโผล่แล้วก็เกิดไฮโดรเจน จะเห็นว่า first stage ค่อนข้างชัน second stage ก็จะชันน้อยลง ส่วนขั้นสุดท้าย กระป๋องจะเริ่มบวม สำหรับกระป๋องเคลือบแลคเกอร์ การเคลือบแลคเกอร์หนาจะสามารถปิดรูได้มากกว่าแลคเกอร์บาง ถ้าดูจาก graph ระหว่าง Conductant กับ Storage Time ในแลคเกอร์ 1 ชั้น 2 ชั้น แลคเกอร์ 1 ชั้น เหล็ก exposure จะสูงกว่า 2 ชั้น และ 2 ชั้นจะสูงกว่า 3 ชั้น การเคลือบแลคเกอร์ของกระป๋อง การที่จะปิดบังทั้งหมดคงเป็นไปได้ยาก หลังจากเคลือบและขึ้นรูปกระป๋อง มีการเช็คการ exposure ของเหล็กในกระป๋องโดยใช้ Enamel Rator เป็นตัวเช็ค ค่าของ Operating Range คือค่าที่ใช้สำหรับบรรจุอาหาร ก็เป็นค่าที่ได้มาจากการทดลอง และการทดลองบรรจุกับอาหารชนิดหนึ่งก็ไม่สามารถจะนำไปใช้บรรจุกับอาหารชนิดอื่นได้

การเกิด under lacquer detinning จะไม่เกิด pitting ผลไม้บ้านเราจะอยู่ใน categary นี้ อาหารที่บรรจุในเมืองไทยส่วนมากเป็นกรด หลังจากดีบุกละลายแล้วก็จะทำให้แลคเกอร์ adhesion เสีย ส่วนอีกชนิดหนึ่งคือ จะเกิด pitting corrosion ลักษณะนี้เกิดกับอาหารบางอย่างเช่น Sport Drink ซึ่งมีเกลือ หรือ seven-up ถ้าบรรจุกระป๋องจะเกิด perferation ได้ง่ายกว่า ประสิทธิภาพของการต้านทานการกัดกร่อนแผ่นเหล็กดีบุก สิ่งซึ่งจะมีผลต่อการกัดกร่อนก็คือ chemical Treatment หรือ Passivation และปริมาณดีบุกที่เคลือบ นอกจากนั้นเป็นองค์ประกอบของ base plate เกี่ยวกับชนิดของเหล็กที่ได้เรียนให้ทราบ เช่น L MR ชนิดของอาหารมีผลต่อการกัดกร่อนมาก อาจมี corrosion accelerator อยู่ บางครั้งผู้บรรจุอาหารด้วยความรู้เท่าไม่ถึงการณ์ อาจใช้ preservative เช่น การใส่โซเดียม-เมจตาไบซัลไฟด์ เพื่อฟอกสี ปรากฏว่าหลังจากบรรจุกระป๋องแล้ว กระป๋องถูกกัดกร่อนมาก นอกจากนี้ ปัจจัยอื่น ๆ เช่น อุณหภูมิการเก็บรักษา และการควบคุมวิธีการบรรจุก็มีผลมากต่อปัญหาการเกิด corrosion

อากาศมีผลต่อ corrosion ปกติอากาศที่ผสมอยู่

ในอาหารจะทำให้เกิดการกัดกร่อนเร็ว โดยเฉพาะเมื่อไล่อากาศไม่หมด บางครั้งอากาศอยู่ในเซลของอาหาร หรืออยู่ที่ headspace อาหารที่เป็นกรด เช่น ผลไม้ ถ้าไม่มีการไล่อากาศโดยปกติแล้วมีไนโตรเจนประมาณ 78% ออกซิเจนประมาณ 20% หลังจากที่บรรจุแล้วมีไนโตรเจนประมาณ 90% เมื่อกระป๋องบวมเนื่องจากไฮโดรสเวล ค่าของไฮโดรเจนจะสูง headspace gas analysis สามารถจะบอกได้ว่ากระป๋องนั้น ๆ อยู่ใน stage ไหน การไล่อากาศในกระป๋อง ซึ่งมีผลต่อการกัดกร่อน และอายุการเก็บของอาหารมาก สำหรับกระป๋อง plain คือกระป๋องซึ่งไม่เคลือบแลคเกอร์ ถ้าสูญญากาศต่ำ หรือไม่มีสูญญากาศจะพบว่ากระป๋องนั้น ๆ มีการกัดกร่อนมากที่เดียว โดยเฉพาะตรงรอยต่อคือ headspace ระหว่างน้ำกับอากาศซึ่งอยู่ในช่องว่างของกระป๋อง ที่มีออกซิเจนสูง ส่วนมากจะเห็นการเกิด detinning จนเป็นเส้นตามระดับน้ำที่อยู่บนผิว การควบคุมสูญญากาศควรควบคุมให้อยู่ในมาตรฐานที่กำหนด ในการบรรจุอาหารกระป๋องควรจะมีการกำหนดว่าสูญญากาศของอาหารกระป๋อง เพราะว่าถ้าไม่กำหนด คุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีค่าแปรมาก ในการควบคุมการบรรจุอาหารกระป๋องควรควบคุมสูญญากาศให้อยู่ใน range เช่น อาหารกรดอาจจะควบคุมสูญญากาศช่วง 10-15 นิ้วปรอท อันนี้ก็แล้วแต่ แต่ไม่ใช่ว่า 2-20 นิ้วปรอท นอกเหนือจากนั้น ถ้ากระป๋องมีสูญญากาศต่ำหรือมีอากาศสูง พบว่าในระหว่างการฆ่าเชื้อหรือทำเย็นฝากระป๋องจะเกิดรอยสันนูนได้ ถ้าอากาศมากเกินไป การลดปริมาณออกซิเจนก็จะช่วยลดการกัดกร่อนได้ สูญญากาศช่วยให้การส่งผ่านความร้อนได้ดีและเร็ว ถ้าในกระป๋องมีอากาศมาก การส่งผ่านความร้อนเข้าไปฆ่าเชื้อในกระป๋องช้า การสร้างสูญญากาศโดยทั่วไปมี 4 วิธี คือ

1. วิธีบรรจุร้อน ลักษณะนี้ควรมีการดูดอากาศออกจากผลิตภัณฑ์ก่อน มิฉะนั้นจะมีปัญหา headspace detinning เพราะว่าการบรรจุร้อนไม่มีเวลาพอที่จะไล่อากาศ ซึ่งติดอยู่ในเซลของอาหารออกไปได้

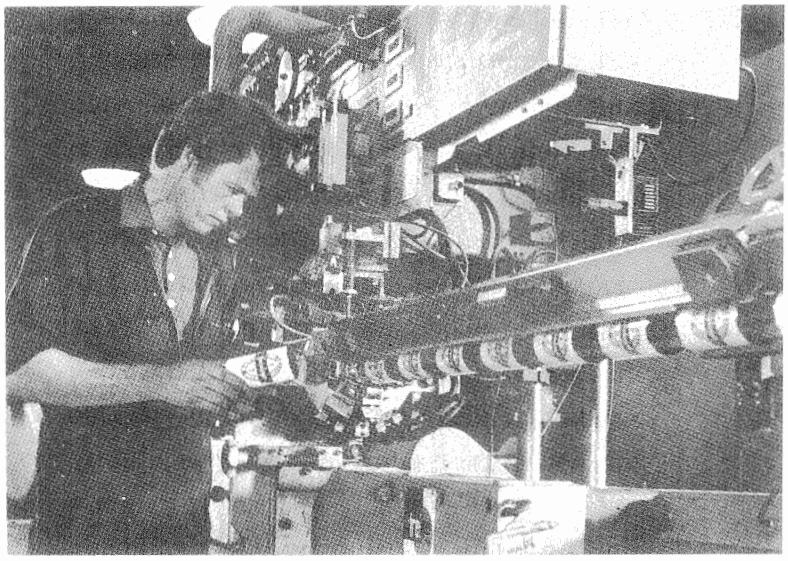
2. การไล่อากาศด้วยไอน้ำ สำหรับอาหารผลไม้ที่บรรจุอยู่ในเมืองไทย ซึ่งมีอากาศอยู่อยู่ใน cell ของวัตถุดิบ การไล่อากาศจึงจำเป็น

3. การใช้ steam Flow Closing

4. การใช้ Vacuum Seamer

การควบคุม Vacuum ควรมีการบันทึก เช่น ในการบรรจุอาหารทะเล ค่า Vacuum อาจไม่สูงมากก็ได้ เพราะว่าการกัดกร่อน detinning จะเป็นไปได้น้อยเพราะไม่ใช่อาหารกรด อาหารที่ต้องควบคุมสูญญากาศตรวจเช็คตลอดเวลา เช่นผลิตวันนี้ พรุ่งนี้อาจเช็คค่าสูญญากาศอยู่ใน range ที่ควบคุมหรือเปล่า หรืออยู่ในควบคุมกี่เปอร์เซ็นต์ ไม่อยู่ประมาณกี่เปอร์เซ็นต์ จะช่วยให้แก้ไขและทำให้คุณภาพดีขึ้นได้

Headspace detinning จะเห็นว่าเป็นมากตรงรอยต่อระหว่างน้ำที่อยู่ในกระป๋องช่วงบนกับส่วนที่เป็นอากาศส่วนข้างล่างเป็น tin sulfide คือเป็น Sulphur stain กรด มีผลต่อการกัดกร่อน ถ้าเราดูว่ากรดออกซาลิค ซิทริค และมาลิค ทาทาลิค power ที่กัดกร่อนสูงจะเป็นกรดออกซาลิค ส่วนซิทริคและมาลิครองลงมา โดยปกติที่ใช้ในอาหารอยู่ทั่วไปคือ กรดซิทริค การใช้ยาฆ่าราก็มีผลให้เกิดการกัดกร่อน เพราะว่ายาฆ่าเชื้อราบางชนิดมีซัลเฟอร์ compound อยู่ ที่กล่าวถึงกันมากคือ ไดไทโอคาบาเมต ฟังจิไซด์ ถ้าผลิตภัณฑ์ที่มีการฆ่ารามาบรรจุกระป๋องจะพบว่าผลไม้บางชนิด ซึ่งไม่เคยเกิด Sulphur stain นอกจากนั้นน้ำตาลที่ต้องเลือกว่าจะซื้อจากไหน เพราะว่าอาจเกิด Sulphur stain หรือ detinning ได้



การเกิด Blackening เหล็กซัลไฟด์ที่มีรอยแตกของแลคเกอร์จะเห็นว่าเกิด deposit ของเหล็กซัลไฟด์อยู่

4-5 ปีที่ผ่านมาในอุตสาหกรรมอาหารกระป๋องโดยเฉพาะสับปะรดเจอปัญหามากทีเดียว นอกเหนือจากนั้นก็คือ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ส่วนมากจะมาจากโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ ซึ่งใช้สำหรับการฟอกสีหรือการ preserve ผลไม้ เช่น แห้ว หลังจากปอกถ้าเก็บไว้นานจะเกิดการหมักจึงใส่โซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ และผู้บรรจุก็ไม่ทราบนำแห้วมาบรรจุในกระป๋อง piain ปรากฏว่าหลังจากบรรจุภายในอาทิตย์เดียวดีบุกหลุดหมด ลักษณะนี้ต้องทำความเข้าใจกันระหว่างผู้บรรจุกับผู้เตรียมวัสดุในการบรรจุ นอกจากนั้นพวกซัลไฟด์คอมพาวด์ ซึ่งอาจมาจากยาฆ่าราและพวกธาตุทองแดง เหล็ก ตะกั่ว ซึ่งพวกนี้มีผลเร่งต่อการเกิดการกัดกร่อนทั้งนั้น และออกซิเจนอย่างที่เรียนให้ทราบ ถ้าแยกมาดูไนเตรท detinning ว่าเหล็กมีผลกับไนเทรทดีทินนิ่งหรือไม่ ถ้าเราดูเหล็กชนิด L กับ MR และบรรจุอาหารซึ่งมีส่วนประกอบของไนเทรทจะพบว่าไนเทรทดีทินนิ่งไม่มีผลกับเหล็ก ในตัวไนเทรทถึงแม้ว่าเหล็กจะมีคุณภาพดี การเกิด detin ก็เป็นเพราะว่าตัวไนเทรทเองไม่ชอบดีบุก มาดูวิธีการชุบแผ่นเหล็กก็มีผลต่อการเกิดไนเทรทดีทินนิ่งหรือไม่โดย tinplate แบบ hot dip และ electrolytic บรรจุอาหาร ซึ่งมีไนเทรทอยู่ก็พบว่าความแตกต่างกันไม่ significant ปริมาณไนเทรทที่อยู่ในอาหารนั้น ๆ แน่นอนว่ามีผลต่อการกัดกร่อนถ้าปริมาณไนเทรทมาก ปริมาณการกัดกร่อนของดีบุกก็จะมากตามตัวไปด้วย ดูจากไนเทรท 100 ppm. การกัดกร่อน 200 และ 250 จะมากขึ้นเป็นเงาตามตัว ดูเวลาการเก็บ 5 วัน 10 วัน 30 วัน และ 90 วัน การชะล้างดีบุกออกจากกระป๋องก็เป็นอัตราส่วนกัน ถ้าเก็บไว้นานดีบุกก็จะหลุดมาก ค่าของ pH ถ้าpH ต่ำและมีไนเตรดอยู่จะพบว่าการละลายดีบุกจะมากกว่าที่ค่า pH สูง เพราะฉะนั้นความสุกของผลไม้มีผลต่อการกัดกร่อนไนเทรทมาก ถ้าผลไม้สุกจะมีปริมาณไนเทรทน้อยกว่าผลไม้ดิบ โดยเฉพาะสับปะรดโดยปกติถ้าสับปะรดถูก expose ต่อแสงแดดมากขึ้น ไนเทรทก็จะสลายตัวไปมาก เพราะฉะนั้นค่าของ pH มีผลต่อการกัดกร่อนมาก ที่ pH ต่ำการกัดกร่อนจะสูงกว่าที่ pH สูง เหล็กเป็นตัวเร่งของการกัดกร่อนของไนเทรท จะเห็นว่ากระป๋องซึ่งบรรจุในกระป๋อง plain โดยเฉพาะในปัจจุบันใช้กระป๋องเชื่อมกระป๋องบัดกรี ซึ่งมีเหล็กโผล่อยู่พอสมควรที่ตะเข็บข้างเหล็กมีส่วนช่วยเร่งให้เหล็กเกิดการกัดกร่อนเร็วขึ้น ดูจากปริมาณกระป๋องที่ไม่ได้ใส่เลยกับที่ใส่เหล็กก็จะเจอว่าปริมาณการกัดกร่อนของดีบุกออกมาจะไม่เท่ากัน

วิธีการลดปริมาณไนเทรทลง จากผลการทดลองพบว่า ถั่วลวกด้วยน้ำร้อนกับลวกด้วย steam พบว่าถั่วที่ลวกด้วยน้ำร้อนไนเทรทส่วนหนึ่งจะหายไป ถ้าลวกด้วย steam ปริมาณไนเตรทจะไม่ลดลงเลย ก่อนจะแนะนำภาชนะบรรจุใส่อาหาร เราต้องรู้พื้นฐานของอาหารเช่น สับปะรดโดยปกติ ที่ลำต้นจะมีไนเทรทค่อน-ข้างสูง แต่ในตัวผลไม้เองจะมีไนเทรทค่อนข้างต่ำ แต่ถ้าเป็น Melon เช่น Spanish Melon มีไนเทรทเริ่มต้นที่ 600 ดังนั้น ภาชนะบรรจุต้องใช้แลคเกอร์และการที่จะ confirm ผลการทดลองบรรจุ สำหรับผักบางชนิดมีไน-เทรทค่อนข้างสูง เช่น Spinach หรือบ้านเราเรียก ผักขม มีไนเทรทประมาณ 2,000-4,000 ppm. นอกเหนือจากนั้นก็พวก green bean ก็มีไนเทรทค่อนข้างสูง ต้องใช้กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ เพราะฉะนั้นพอจะสรุปได้ว่าปัจจัยที่เร่งให้เกิดการกัดกร่อนของไนเทรทก็คือ ความเป็นกรดเป็นด่างของผลิตภัณฑ์ ถ้าผลิตภัณฑ์มีสุกมากจะมีกรดน้อย เกิดการกัดกร่อนน้อย และไนเทรทที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์จะกัดกร่อนดีบุกในอัตราส่วนเท่า ๆ

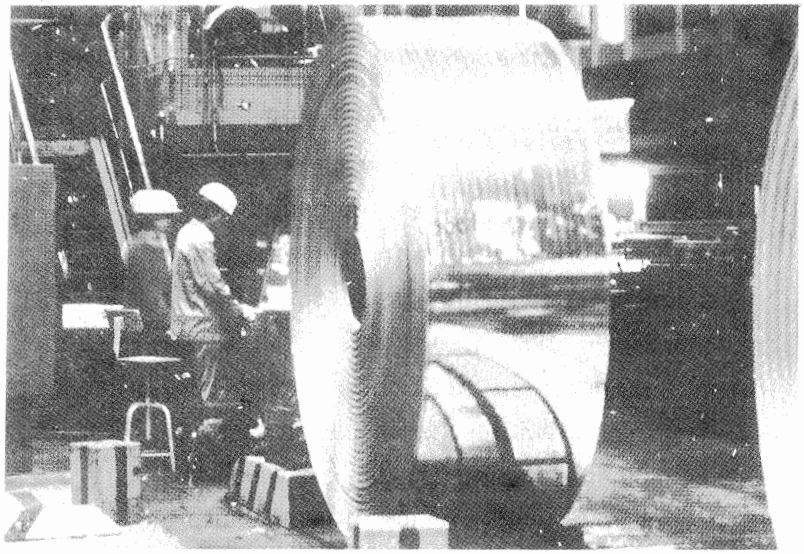
กัน คือ มีปริมาณไนเทรทมาก ดีบุกที่ถูกชะล้างออกมาก็มาก ผลที่ได้จากการกัดกร่อนก็คือ แอมโมเนีย ถ้ายังมีไนเทรทอยู่โดยปกติแล้วกระป๋องจะไม่บวม ถ้ามีไนเทรทอยู่ในกระป๋อง และไนเทรทไม่ถูกสลายตัวออกหมด กระป๋องจะยังไม่บวมแม้ว่าภายในกระป๋องจะดำหมดแล้วหลาย ๆ บริษัทมีปัญหาเรื่อง Nitrate Corrosion ซึ่งโรงงานที่ผลิตแผ่นเหล็กก็มีความอึดอัดพอสมควร เพราะว่าปัญหาการกัดกร่อนไม่ได้เกิดจากแผ่นเหล็ก แต่ส่วนมากจะถูกกล่าวหาตลอดเวลาว่าคุณภาพแผ่นเหล็กไม่ดี แต่จริง ๆ แก้ปัญหาไม่ถูกจุดอยู่ที่วัตถุดิบที่นำมาใช้ ในระหว่างที่มี Nitrate Detinning อยู่ในกระป๋องเหล็กก็จะไม่ละลาย

**การแก้ปัญหา Nitrate detinning**

1. วัตถุดิบที่ปราศจาก Nitrate
2. ควบคุมปริมาณการใส่ปุ๋ย และการเก็บเกี่ยว

นอกเหนือจากนั้นก็ใช้กระป๋องเคลือบแลคเกอร์ แต่ลักษณะนี้จะมีผลต่อรสชาติของผลิตภัณฑ์ ถ้าผู้ซื้อและผู้ขายตกลงกันได้ก็จะแก้ปัญหาชั่วคราวไปได้ และการควบคุมการสุกของวัตถุดิบก็มีส่วนสำคัญ นอกจากนั้นการใช้ corrosion inhibitor ซึ่งอันนี้ในแง่ของความเป็นจริงคงใช้ได้ยาก เพราะว่าการที่เอา Cabbage Juice มาใช้ในสับปะรด รสชาติคงจะแปลก แต่ corrosion inhibitor คิดว่าไม่เหมาะสมที่จะใช้กับ product ในบ้านเรา

การเกิด detinning เป็นการเกิด rapid detinning เนื่องจากไนเทรทจะเห็นว่าส่วนที่สัมผัสกับน้ำจะเป็นสีดำหมด หรือถูก etching เร็วมาก สำหรับกระป๋องแลคเกอร์โดยปกติอาหารกรดเป็นพวกผลไม้ อันนี้การกัดกร่อนในกระป๋องแลคเกอร์จะทำให้แลคเกอร์บริเวณใกล้เคียงเกิดพองออกและล่อน อาจเกิดจากการขึ้นลอนของกระป๋องขูดขีดเอาแลคเกอร์ออก หรือทำให้ addition ของแลคเกอร์ไม่ดีในบริเวณนั้น ๆ หรือแลคเกอร์มีมากเกินไป ซึ่งหลังจากบรรจุแล้วก็สามารถจะให้ผลิตภัณฑ์เจาะลึกลงไปทำปฏิกริยาภายใต้แลคเกอร์ได้ ลักษณะนี้ก็เป็น corrosion แต่เป็น cosmetic defect มากกว่าไม่ถึงกับกระป๋องทะลุ เมื่อพูดถึงการกัดกร่อนภายนอกหรือสนิม การควบคุมของผู้บรรจุอาหารกระป๋องก็ต้องมีการควบคุมทุกขั้นตอน ตั้งแต่ควบคุมกระบวนการผลิต การบรรจุที่ถูกต้อง กระป๋องเปล่าต้องเก็บรักษาไว้ที่แห้งอย่างที่เรียนไปแล้วว่าแผ่นเหล็กทุกชนิดจะมีรู เหล็กโผล่จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความหนาของดีบุกที่เคลือบ เพราะฉะนั้นการเก็บรักษากระป๋องก็ควรเก็บในที่แห้ง เพราะว่ากระป๋องไม่สามารถทนภาวะได้ทุกอย่าง ในแง่ของการล้างกระป๋องหลังจากที่บรรจุอาหารแล้ว ควรล้างสิ่งที่เกาะติดอยู่ อาจเป็นน้ำเกลือ น้ำมัน หรือ น้ำเชื่อมออกให้หมดก่อนฆ่าเชื้อ เช่น น้ำเกลือติดข้างกระป๋องหลังจาก seal แล้วถ้าไม่ล้างให้หมด เมื่อ process ก็จะ heat fix เกลือที่ติดอยู่ที่กระป๋อง เมื่อเก็บที่ warehouse จะพบว่าอากาศบ้านเรามีความชื้นสูง น้ำจะถูก absorb เข้าไปในเกลืออีกครั้งหนึ่ง เกิดสนิมเร็ว เพราะฉะนั้นการทำความสะอาดกระป๋องก่อนฆ่าเชื้อสำคัญมากทีเดียว นอกเหนือจากนั้นก็การควบคุมน้ำหนักบรรจุซึ่งจะมีผลในแง่ของการส่งผ่านความร้อนมากกว่า การควบคุมมาตรฐานของสูญญากาศจะแก้ปัญหาการกัดกร่อนโดยเฉพาะที่ headspace ให้หมดไป การฆ่าเชื้อและการทำเย็นอาหารกระป๋องบางครั้งในการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องไล่อากาศไม่หมดทำให้กระป๋องเกิดสนิมง่าย นอกจากนั้นการใช้ Retort หลังจากฆ่าเชื้อเสร็จแล้วเอากระป๋องออกมาจาก Retort จะพบว่ากระป๋องจะเป็นสนิมเช่นเดียวกัน ถ้าความเป็นด่างสูงส่วนหนึ่งของน้ำ ซึ่งอยู่ใน boiler ก็จะถูกดึงลงมาด้วย ลักษณะนี้เราใช้น้ำและพ่น



ลงไปที่กระป๋องจะเจอ steam burn การต่อ pipe ในโรงงานควรต่อให้ถูกต้อง ถ้าต่อ pipe ลงมาจากท่อ main line น้ำที่ถูกชะมากับ steam ก็จะถูกชะมาบริเวณที่ใช้ steam นั่น ๆ แต่ถ้าการต่อท่อสตีม ยกขึ้นจากท่อ ส่วนที่ carry over มากับ steam บางส่วนก็จะลงไปที่สตีม trap เพราะฉะนั้นการต่อท่อ pipe ในโรงงานก็ต้องคำนึงถึงลักษณะภายในของหม้อฆ่าเชื้อที่ได้พูดไปแล้ว การแช่เย็นกระป๋องที่เย็นเกินไปก็ไม่มีความร้อนจากกระป๋องมาทำให้น้ำซึ่งเกาะอยู่ข้างกระป๋องระเหยไปได้ เพราะฉะนั้นการแช่เย็นกระป๋องควรให้อยู่ระหว่าง 35-40°C ถ้าร้อนเกินไป ไม่มี corrosion แต่ stack burn คือสี product จะเปลี่ยนหรือมีเชื้อไมโครเทอโมฟิลทำให้อาหารเสียหายได้ การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์คือเก็บในที่แห้ง โกดังของหลาย ๆ โรงงานอยู่ติดกับห้องฆ่าเชื้อ steam จากห้องฆ่าเชื้อก็จะเล็ดลอดเข้าไปในโกดัง ปรากฏว่าผลิตภัณฑ์หลังจากเก็บไว้ระยะหนึ่งพอจะนำมาขายต้องนำมาขัดสนิมกันมีรอยขีดข่วนทาแลคเกอร์ การเก็บกระป๋องใน warehouse ควรตรวจว่ามีกระป๋องรั่วซึมบ้างหรือเปล่า การวางซ้อนสูงเกินไปกระป๋องอาจทรุดและบุบได้ง่าย การใช้หีบห่อ เช่น ฉลาก การใช้กล่อง การใช้ Layer pad ต้องไม่กัดกร่อนผลิตภัณฑ์ เช่น หีบห่อที่มีคลอไรด์จะทำให้ขึ้นสนิม อุณหภูมิที่เก็บรักษาจะมีผลต่ออายุการเก็บและการกัดกร่อนภายใน เช่น อาหารกรดก็จะเกิด detinning เร็ว อาหารพวกโปรตีนก็จะเกิดซัลเฟอร์สเตนเร็วขึ้น คุณภาพของผลิตภัณฑ์ก็จะไม่ดีเท่าที่ควร ควรมีการตรวจเช็คบ่อย ๆ ครั้ง ซึ่งจะสามารถให้เรามีความมั่นใจว่าจะเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ได้นานแค่ไหน และมีความรู้ในเรื่องผลิตภัณฑ์ของเราดี คือการที่เราจะขายผลิตภัณฑ์ก็ควรรู้ผลิตภัณฑ์ของเราดี confirm ได้รู้ shelf life การที่จะวินิจฉัยในแง่ของปัญหา corrosion คือเช็คความเป็นมาของวัตถุดิบ อะไรเปลี่ยนแปลงจากปกติหรือเปล่า การบันทึกความถี่ของการกัดกร่อนที่พบและดูว่าเกิดมากน้อยแค่ไหนวิธีการฆ่าเชื้อใช้แบบไหนใช้อย่างไรปัญหาที่เกิดจากการฆ่าเชื้อเป็นไปได้หรือไม่ เช็คอากาศภายในช่องว่างในกระป๋องว่ามีมากน้อยแค่ไหน เช็คคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คุณภาพบรรจุและแลคเกอร์ที่ใช้ว่ามีการเกาะติดมากน้อยแค่ไหน ปริมาณดีบุกที่เคลือบตะเข็บข้างเป็นลักษณะไหน มีปัญหาอะไรบ้าง เช็คว่ามีสารปนเปื้อนมากน้อยแค่ไหน เช็คดีบุก เหล็ก คอปเปอร์ เช็คสารเร่งซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีไนเทรท ความสำเร็จในการหาข้อมูล และตรวจเช็คว่าปัญหาที่เกิดขึ้นมาจากไหนก็มี factor 4 อัน คือ

1. มีตัวอย่างในการตรวจสอบพอสมควรต้องเตรียมตัวอย่าง
2. มีเครื่องคำนวณอำนวยความสะดวกในการตรวจเช็ค
3. ถ้ามีเอกสารสำหรับการค้นคว้าก็จะดีมาก
4. ต้องเปิดใจกว้าง คือ เจอปัญหาก็มอง Supplier ส่วนมากไม่ค่อยดูบริเวณใกล้ตัวเอง อาจมีการแก้ปัญหาผิดจุด เพราะฉะนั้นต้องแก้ปัญหาให้ถูกจุด ดูใกล้ตัวก่อน หลังจากนั้นจึงดูว่ามาจาก Supplier มาจากแผ่นเหล็กหรือมาจากแลคเกอร์

มีเรื่องเล่าว่าบริษัทหนึ่งใช้กระป๋องโซลเดอร์ ปกติจะใช้ Continuous Anneal และพอดีไม่มีแผ่น supply เลยใช้ Batch Anneal ปรากฏว่าหลังจากบัดกรีด้วยตะกั่วและกระป๋องเกิด Weak Lap และ รั่ว อันแรก คิดว่าต้องเป็นเพราะเหล็กแน่นอนเพราะจาก Continuous Anneal เป็น Batch Anneal ผู้ขายแผ่นเหล็กก็ยอมให้ claim ด้วย แต่หลังจากส่งแผ่นเหล็กไปเช็คที่ research พบว่า stencil มีเศษแลคเกอร์เล็ก ๆ ติดอยู่

ทำให้การ flow ของ Solder เข้าไปไม่ได้

**คำถาม** : กรณีที่เกิดมี Sulphur Nitrate หรือ Accellrator อื่นปนอยู่ในอาหาร เช่นผลไม้กระป๋องสารเหล่านี้อยู่ในเนื้อผลไม้ หรือ syrup มากกว่ากัน ถ้าจะตรวจสอบเฉพาะใน syrup จะตรวจสอบอะไรได้หรือไม่

**คำตอบ** : Nitrate อาจจะมีอยู่ในน้ำหรือผลไม้ก็ได้ การตรวจสอบไนเทรทจากผลไม้ก็มีวิธีที่ค่อนข้างเร็ว ปกติจะมีไนเทรทสตริปในแง่ผลไม้ค่อนข้างยาก อย่างสับปะรดบ้านเรามาจากหลายไร่ด้วยกัน แต่ละไร่ก็มีการควบคุมไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นต้องตรวจสอบบ่อย อาจใช้ในเทรทสตริปที่ใช้อยู่ทั่วไปสามารถสกรีนวัตถุดิบบางส่วนออกไปได้บ้าง ในแง่ของน้ำอาจมีปริมาณไนเทรทได้บ้าง ส่วนใน syrup จะพบซัลเฟอร์สามารถเช็คกับน้ำตาลที่ใช้ดูว่ามีซัลเฟอร์ออกไซด์อยู่มากน้อยแค่ไหน อันนี้ตรวจสอบได้

**คำถาม** : การใช้ Tinplate และ Tin Free Steel บรรจุอาหารที่มีโปรตีนสูงจะมีผลต่อ Shelf life ต่างกันหรือไม่

**คำตอบ** : การใช้ในแง่ของ Shelf life จะไม่ต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการควบคุมการบรรจุ และในแง่ของ packaging เองก็สำคัญไม่ยิ่งหย่อนกว่ากัน ต้องควบคุมแลคเกอร์ได้ดี เพราะว่าถ้ารู้ว่าคุณภาพวัสดุที่ใช้ไม่ดีก็จะเจออายุการเก็บสั้น ที่นี้การควบคุมตั้งแต่การไล่อากาศ อาหารที่บรรจุ ความสดของอาหารที่บรรจุมีผลต่อ shelf life ของอาหารนั้น ๆ

**คำถาม** : น้ำที่ใช้ทำเย็นถ้ามีความกระด้างสูง เป็นกลาง กระด้างต่ำจะมีผลต่อการเกิดสนิมต่างกันอย่างไร มีสารเคมีประเภทใดบ้างป้องกันการเกิดสนิม และจะใส่ในช่วงไหนของกระบวนการผลิต

**คำตอบ** : ความกระด้างของน้ำนี้ ในแง่ผลของการกัดกร่อนก็คงมีในลักษณะที่ว่าน้ำกระด้างหลังจากล้างกระป๋อง กระป๋องจะหมองไม่ bright ถ้ามีตะกอนติดอยู่ที่ข้างนอกกระป๋อง หลังจากที่เราเก็บรักษาไว้จะดูดความชื้นจากอากาศเข้าไปทำให้เป็นสนิม เพราะฉะนั้นความกระด้างของน้ำสามารถ treat ได้โดยผ่านเครื่องกรอง อันนี้คงต้องปรึกษาผู้ treat น้ำแต่คุณภาพของน้ำที่ใช้ใน Cannery จะต้องเป็นน้ำคุณภาพดี ส่วนในแง่สารเคมีที่จะช่วยป้องกันการกัดกร่อน อาจจะมีพวกสารเคมีบางตัวที่ใส่ลงไปในช่วง cooling ซึ่งช่วยไม่ให้น้ำเกาะมากกว่า มีสารเคมีบางตัว อันนี้ถ้าต้องการรายละเอียดก็ติดต่อที่บริษัทได้

**คำถาม** : มาตรฐานของน้ำมีคลอไรด์ ซัลเฟตเท่าไร เพื่อป้องกันการเกิดการกัดกร่อนภายนอกกระป๋อง

**คำตอบ** : ถ้าพูดตามทฤษฎีเขาไม่ให้มีเกิน 30 ppm. แต่ในแง่ปฏิบัติคลอไรด์ 100 ppm. ก็ไม่มีปัญหา อันนี้ขึ้นอยู่กับการควบคุมการผลิต การเก็บรักษา การทำเย็นในแง่ซัลไฟด์คงต้องคุยกับบริษัท treat น้ำ

**คำถาม** : ขอทราบสาเหตุที่เป็นไปได้เกี่ยวกับการเกิด detin ในผลิตภัณฑ์ Can Fruit

**คำตอบ** : ส่วนมากเจอปัญหา เนื่องจากการไล่อากาศไม่หมด อากาศมีอยู่ 2 ส่วนคือ อยู่ใน headspace กับอยู่ในเนื้อเยื่อของอาหารเอง ในแง่ของส่วนที่อยู่ในผลไม้เองต้องไล่อากาศ ส่วน headspace อาจใช้วิธี steam flow ก็ได้ เพราะฉะนั้นส่วนมากอาหารพวกผลไม้จะกัดกร่อนที่ headspace การที่จะแก้ปัญหานี้ คือไล่อากาศบรรจุให้มี headspace น้อยที่สุด แต่ถ้ามีน้อยค่า vacuum ต่ำ แต่ไม่เป็นไรเพราะต่ำ เนื่องจากว่าส่วนที่เรซัวอยู่ในกระป๋องน้อย

**คำถาม** : การต่อ piping boiler มีหลักการอย่างไร เพื่อลดน้ำจาก boiler มากระป๋อง

**คำตอบ** : ที่จริงไม่ใช่ engineer แต่พอจะให้คำแนะนำได้บ้าง ต่อ pipe ควรต่อจาก main pipe ไม่ใช่ต่อลงมา

เพราะว่าถ้ามี resistant carry over มากับ steam เมื่อโดนกระป๋องจะเกิด steam burn

**คำถาม :** ในกระป๋อง 2 ชิ้น เช็คค่า Enamel เป็นศูนย์ แต่เมื่อ pack test แล้วพบ blackening เกิดขึ้น ไม่ทราบว่าเป็นเพราะอะไร

**คำตอบ :** แลคเกอร์ที่ใช้เป็น Epoxy Phenolic ผสมอลูมิเนียมเพสต์ตามปกติ โดยปกติค่า Enamel reading จะบอกได้บ้าง แต่บอกได้ไม่หมด เพราะว่าในการ confirm ค่า Enamel ก็ควรจะต้องทำ pact test แต่ถ้าเป็นลักษณะนั้นอาจต้องเช็ค อีเล็คโทรไลต์ ว่าผสมถูกหรือเปล่า เครื่องที่เช็คถูกต้องหรือเปล่าเพราะว่าถ้า Enamel เป็นศูนย์แล้ว คิดว่าไม่น่าจะเจอ blackening

**คำตอบ :** การป้องกันการกัดกร่อนของ Nitrate โดยปกติก็ใช้แลคเกอร์ชนิด Epoxy Phenolic ก็จะทุเลาลงได้ แต่ก็จะเจอปัญหาว่ากลิ่นและรสชาติจะเปลี่ยนไปจากกระป๋อง plain ในแง่ของเหล็กซัลไฟด์ ดีบุกซัลไฟด์ อันนี้จะไม่มีผลในแง่ของการทำให้ผู้บริโภคเสียสุขภาพ แต่เป็น cosmetic defect คือ ผู้บริโภคเห็นแล้วไม่ยอมรับ

**คำถาม :** การเกิด corrosion แบบ detinning และ sulphur staining อย่างไหนรุนแรงกว่า

**คำตอบ :** การเกิด corrosion แบบ detinning จะเจอปัญหาว่าหลังจากดีบุกละลายหมดแล้ว เมื่อถึงเนื้อเหล็กจะเกิดไฮโดรเจนสเวล เมื่อดีบุกละลายกระป๋องบวมก็ต้องทิ้งอย่างเดียว ในแง่ของ sulphur staining กระป๋องจะไม่เสียหายแต่ผู้ซื้อจะไม่ซื้อ ผลสรุปเหมือนกันแต่ถ้า sulphur staining คนเข้าใจว่าบริโภคได้ แต่ผู้ซื้อก็ไม่ซื้อทั้ง 2 อย่าง

**คำถาม :** เกี่ยวกับการฆ่าเชื้อการเกิด steam burn นอกจากจะแก้ที่ไม่ใช่ boiler เกิน facility ของมันแล้ว หรือการวางท่อที่มีการสรุปว่า steam burn นอกจากแก้ steam แล้วแก้อย่างอื่นได้ไหม

**คำตอบ :** ไม่ได้ ถ้า steam ไม่พอก็เพิ่ม steam ให้พอ และการ control น้ำใน boiler ก็ควรจะ control ให้อยู่ในมาตรฐานด้วย

**คำถาม :** การ test หรือเช็คความแข็งของ bead และฝากระป๋องมีการเช็คอย่างไร

**คำตอบ :** ต้องเช็ค Anial Load และ Radial Load อาจเริ่มต้นทำเครื่องเช็คดูว่ารับความแข็งได้กี่กิโล หรือกี่ปอนด์กี่ตัน หลังจากนั้นมาเทียบกับการปฏิบัติจริง แต่เริ่มต้นควรหาค่า Theoretical มาก่อนว่าสามารถซ้อนได้มากน้อยแค่ไหน ต่อ 1 ตารางนิ้ว สามารถทนน้ำหนักได้เท่าไร และทน vacuum การที่จะเกิด panel สามารถรับ vacuum ได้ขนาดไหน ฟอสเฟตที่ใช้ในการเช็ค Sulphur stain รู้สึกประมาณ 5% และในสารละลายต้องต้ม และใส่อลูมิเนียมเข้าไปเพราะซัลเฟอร์จะ transfer จากกระป๋องมาที่อลูมิเนียมจะเห็นว่า Sulphur stain ที่เกิดขึ้นจะ bright

**คำถาม :** เหล็กซัลไฟด์ เช็ดออกด้วยสารอะไร ทินซัลไฟด์เช็ดออกด้วยอะไร

**คำตอบ :** เหล็กซัลไฟด์เช็ดด้วยมือก็ออก เพราะว่ามันเป็น deposit เหล็กซัลไฟด์ ทินซัลไฟด์เช็ดไม่ออก

**คำถาม :** ช่วยทวนเรื่องการเช็ด detinning หรือ Sulphur stain ทำอย่างไร

**คำตอบ :** การใช้สารละลายฟอสเฟตต้มเดือดโดยใช้อลูมิเนียมเป็น Catalyts transfer sulphur ออกมาติดอลูมิเนียม