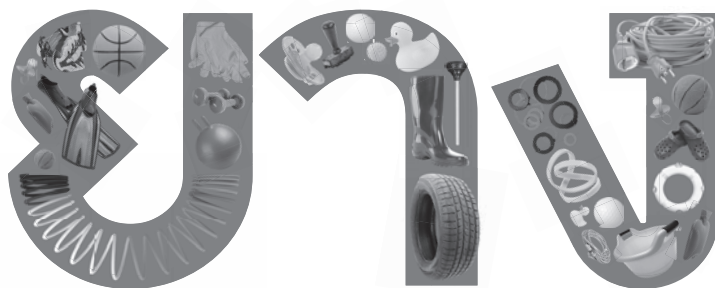


โลกของ



ดร.ปัญญา ชุณหสวัตติกุล เขียน

บทนำ

ย่างคืออะไร

“

ยาง คือ
วัสดุที่มีคุณสมบัติของ
ความยืดหยุ่น (elasticity)
ที่สามารถยืดออกได้
หลายเท่าตัว ถ้าปล่อยมือออก
ยางจะกลับสู่สภาพเดิม

”

นิสิตคนหนึ่งของ ดร.บัญชา
ในชั้นเรียน Advance Polymer
Technology

ยางคืออะไร เป็นคำถามแรกของผู้เขียนมักถามนิสิตที่เข้ามาเรียน Advance Polymer Technology ชอบคำตอบจากนิสิตคนที่ว่า "ยางคือวัสดุที่มีคุณสมบัติของความยืดหยุ่น (elasticity) ยางสามารถยืดออกได้หลายเท่าตัว ถ้าปล่อยมือออก ยางจะกลับมาสู่สภาพเดิม" แต่ถ้าพูดถึงยางกับคนไทย สิ่งแรกที่เขาจะพูดถึงคือยางพารา (หรือยางธรรมชาติ) สิ่งที่ต้องอธิบายต่อคือ ยางธรรมชาติเป็นหนึ่งใน 30 กว่าชนิดของยาง ประเทศไทยคือผู้ผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด แต่ยางธรรมชาติจะถูกนำไปผสมกับยางสังเคราะห์และปรุงแต่งด้วยสารเคมีอีกเกือบ 10 ชนิด เพื่อผลิตออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่มีคุณสมบัติที่เราต้องการ

แปลกมากที่เมื่อคุยกับหน่วยงานของรัฐหรือสถาบันการวิจัยของรัฐ เกือบทุกหน่วยงานจะมุ่งเน้นและทุ่มให้กับการวิจัยยางธรรมชาติมากที่สุด พวกเขาจะละเลยการวิจัยหรือเรียนรู้ยางสังเคราะห์อื่นๆ สิ่งที่มาคือการวิจัยและพัฒนาความรู้ความสามารถของยาง

จะวนไปวนมาอยู่ในไม่กี่หัวข้อของยางธรรมชาติ คือมีเพียงยางแห้งและน้ำยาง
ชั้น (latex) มีไม่กี่ชนิดให้เลือก สารเคมีที่ปรุงแต่งก็มีไม่กี่ชนิด แต่ถ้าผู้ทำวิจัย
กล้าเปิดใจให้กว้างหันมาสนใจความรู้ยางทุกชนิด เขาจะค้นพบสิ่งใหม่ๆ ในโลก
ของยางได้มากขึ้น ตอนนี้เรากำลังปิดตาตัวเองแล้วบอกว่าเรคือผู้ยิ่งใหญ่ใน
อุตสาหกรรมยาง

ผู้เขียนสอนนิสิตอยู่ตลอดเวลาว่ายางคือวัสดุที่ต้องเรียนรู้ ทั้งความรู้ด้าน
เคมี ความรู้เชิงกลศาสตร์ ความรู้ด้านวิศวกรรมในเชิงการผลิตและการควบคุม
เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามที่ต้องการ และได้คุณสมบัติสม่ำเสมอ
ตลอดการผลิต ผลิตภัณฑ์ยางต้องอาศัยทั้งศาสตร์และศิลป์ ถ้าเราเรียนรู้ยาง
ชนิดต่างๆ เราสามารถนำยางต่างชนิดมาผสมกัน นำจุดเด่นของยางตัวหนึ่ง
ไปชดเชยจุดอ่อนของยางอีกตัวหนึ่ง ตัวอย่างที่เห็นชัดคือล้อยรถยนต์ซึ่งเป็น
ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ยางธรรมชาติมากที่สุด (ใช้ยางธรรมชาติที่ผลิตได้ร้อยละ 70)
แต่ยางธรรมชาติล้วนๆ ไม่สามารถผลิตล้อยรถยนต์ที่มีคุณสมบัติที่ต้องการ ล้อย
รถยนต์มียางธรรมชาติและยางสังเคราะห์อื่นอีก 3-4 ชนิดผสมอยู่ การผสมยาง
ต่างชนิดกันเราต้องรู้จักสารเคมีอีกจำนวนมาก ซึ่งแต่ละชนิดทำหน้าที่แตกต่างกันไป
ยางผสมนี้สามารถเชื่อมโยงสายโซ่ (vulcanization) อย่างสมบูรณ์
เพื่อให้ได้คุณสมบัติที่ดีที่สุด เราต้องเรียนรู้อะไรอีกมากมายนอกจากยาง
ธรรมชาติอย่างเดียว

ลองถามว่าทำไมมิชลิน (Michelin) ถึงสามารถผลิตยางล้อยรถยนต์
ให้ความนุ่มนวลต่อการขับขี่ เสี่ยงน้อยที่สุด ปลอดภัย ขับสบายและประหยัด
น้ำมัน ถ้าเขามุ่งศึกษายางธรรมชาติอย่างเดียวเขาจะไม่รู้ว่า "กรีนไทร์ (green tire)"
ซึ่งเป็นยางประหยัดพลังงานในอนาคตคืออะไร ส่วนผสมของยางในกรีนไทร์
กำลังเปลี่ยนแปลงไป ยาง S-SBR กำลังมีบทบาทมากขึ้นแล้ว ยางธรรมชาติ
อาจจะถูกใช้น้อยลง เราหาทางออกให้กับยางธรรมชาติในเรื่องนี้ได้หรือยัง หรือ
เราจะรอให้เกิดประวัติศาสตร์ซ้ำรอยเช่นที่เคยเกิดกับอุตสาหกรรมถลุงมือยาง
ที่น้ำยางสังเคราะห์เข้ามาทดแทนน้ำยางธรรมชาติเกินร้อยละ 50

เมื่อ 25 ปีก่อน ก่อนที่อุตสาหกรรมรองเท้าจะเติบโตในประเทศไทย ผู้เขียนมีโอกาสคลุกคลีกับผู้ผลิตรองเท้ายี่ห้อต่างๆ และได้ตั้งคำถามง่ายๆ กับพวกเขาว่า "รองเท้าในอนาคตของคุณคืออะไร" แปลงๆ คือ รองเท้าที่ดีควรมีคุณสมบัติอย่างไร หรือคุณสมบัติอย่างไรที่คุณอยากได้ ผู้เขียนได้คำตอบมากมาย เช่น รองเท้าที่ดีต้องสวมสบาย เบา สวยงาม นำสมัย (แฟชั่น) ให้ความปลอดภัยแก่ผู้สวม สำหรับรองเท้ากีฬา ต้องช่วยให้ผู้เล่นเล่นกีฬานั้นๆ ได้ดีขึ้น กระโดดได้สูงขึ้น รองเท้าต้องไม่ลื่น (ทั้งบนพื้นแห้งและพื้นเปียก) สึกหรอน้อย ฯลฯ ผู้เขียนนำความต้องการเหล่านี้มาแปลงเป็นคุณสมบัติเชิงกลและกายภาพของยางและโฟมชิ้นกลางของรองเท้า นำไปวิจัยหาคำตอบที่ดีที่สุด ในเชิงวิทยาศาสตร์

เราทำวิจัยเพื่อหาโฟมรองเท้าที่มีการคืนตัวที่ดี (compression set) เพื่อช่วยให้นักกีฬาเล่นกีฬาดีขึ้น อะไรทำให้เกิดการคืนตัวที่ดีของโฟม นี่คือนิเวศน์นำไปสู่การวิจัยจนได้สูตรการผลิตโฟมที่ดีกว่าโฟมที่ทำกันอยู่ในตอนนั้น ส่วนพื้นรองเท้าเราต้องหาอะไรที่ทำให้พื้นรองเท้าไม่ลื่นและมีคุณสมบัติเกาะพื้นที่เหมาะสม (dry grip and wet grip) พื้นรองเท้าที่เกาะพื้นแน่นมักจะสึกเร็ว เราจึงต้องการทั้งการยึดเกาะพื้นแน่นแต่พื้นรองเท้าสึกหรอน้อย เราต้องทำอย่างไร ฯลฯ

คุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลและความรู้ของยางที่มีอยู่แทบทุกตัว ถูกนำมาศึกษาและเป็นสมการในการค้นหาคำตอบ เพื่อให้ได้พื้นรองเท้า 1 คู่ที่มีคุณสมบัติครบถ้วนตามต้องการ เคมี่ปรุงแต่งทุกชนิดถูกนำมาเพื่อพิจารณา ในที่สุดเราก็ได้พื้นรองเท้าจากยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีเป็นตัวผสมตัวแรก ตามมาด้วยยาง BR ซึ่งสึกหรอน้อย ยาง S-SBR ซึ่งให้การเกาะพื้นที่ดี เราได้ยาง NBR ซึ่งมีคุณสมบัติให้พื้นยางยึดติดกับวัสดุอื่นได้ดีและอื่นๆ เราพัฒนาสูตรรองเท้าสำหรับรองเท้าแต่ละรุ่นที่เหมาะสมกับกีฬาแต่ละชนิด นำเสนอบริษัทผู้ผลิตรองเท้าจนเราเป็นผู้เดียวที่ผลิตยางผสม

(rubber compound) สำหรับรองเท้ารีบ็อก (Reebok) ทุกรุ่นทั่วโลกมาเป็นเวลาเกือบ 8 ปี

ถ้าเราเก่งทางธรรมชาติอย่างเดียว เราคงสร้างสิ่งใหม่ๆ ให้เกิดขึ้นไม่ได้ เรายังอยู่กับสิ่งที่เรานึกและฝันที่จะสร้างทางธรรมชาติให้เป็นซูเปอร์รีบเบอร์อย่างลมๆ แล้งๆ ต่อไป

ปีนี้เป็นปีที่บริษัทกลุ่มอินโนเวชั่นจะครบรอบ 30 ปี ผู้เขียนจึงอยากเขียนหนังสือ "โลกของยาง" เล่มนี้ขึ้นมา โดยรวบรวมทั้งจากหนังสือต่างๆ ที่เคยอ่าน และจากประสบการณ์การทำงานมาเป็นหนังสือที่จะให้ความรู้และประโยชน์แก่นักวิชาการ นักวิจัย เพื่อนๆ ในแวดวงอุตสาหกรรม พยายามเขียนหนังสือเล่มนี้ให้ผู้อ่านทุกคนอ่านได้ โดยแบ่งเป็น 2 ภาค ภาคแรกจะไม่เน้นหนักด้านเทคนิคและสมการเคมีเกินไปนัก แต่ภาคที่ 2 ตั้งใจจะเขียนเป็นเชิงเทคนิค จากความรู้และประสบการณ์ในด้านยางมากกว่า 30 ปี เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจด้านทฤษฎีของยาง จะพยายามทำให้ผู้อ่านทุกคนเข้าใจและสนุกกับหนังสือเล่มนี้ หวังอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้อ่าน

บทที่ 1

โลกของยาง ในยุคแรก

“

ยางเป็นวัสดุที่มหัศจรรย์ยิ่ง
เพราะคุณสมบัติที่แปลกประหลาดนี้
ทำให้ผมสนใจและอยากรู้จักวัตถุดิบนี้มากขึ้น

”

ชาลส์ กู๊ดเยียร์



ประวัติยางเริ่มต้นเมื่อปี ค.ศ. 1493 คริสโตเฟอร์ โคลัมบัส (Christopher Columbus) นำวัสดุที่มีความยืดหยุ่นที่ชาวเฮตินำมาทำเป็นลูกบอลกลับสู่ยุโรป ยางธรรมชาติเป็นวัสดุที่ชาวพื้นเมืองในแคริบเบียน รู้จักและนำมาใช้ประโยชน์ก่อนการค้นพบโลกใหม่ของโคลัมบัส ชาวพื้นเมืองนำยางธรรมชาติมาทำเป็นรองเท้าใส่กันน้ำโดยเอาเท้าของตัวเองจุ่มลงไปใต้น้ำยาง อังไฟให้ยางที่เกาะติดเท้าพอแห้ง นำยางที่ได้รูปเท้าแล้วไปอบต่อจนได้อย่างแข็งใช้เป็นรองเท้า ชาวพื้นเมืองเรียกต้นไม้ที่ให้น้ำยางสีชาวนี้นว่า caoutchouc หรือ ต้นไม้ร้องไห้ ต่อมาเรียกเป็นภาษาสเปนว่า cauchu ภายหลังชาวฝรั่งเศสมาแปลงเป็น caoutchouc หรือยางพารา ซึ่งเป็นคำเรียกยางธรรมชาติมาถึงปัจจุบัน

หลังการค้นพบโลกใหม่ของโคลัมบัส ยางยัง ไม่ได้รับความสนใจจากชาวยุโรป กระทั่งปี ค.ศ. 1735 นักสำรวจชาวฝรั่งเศสชื่อชาลส์ มารี เดอ ลา กงดามีน (Charles Marie de la Condamine) เข้าไปสำรวจต้นยาง

และนำตัวอย่างยางกลับมาศึกษา เขาเรียกน้ำยางที่ได้ว่าลาเท็กซ์ (latex) ซึ่งเป็นภาษาสเปนแปลว่าน้ำนม ยางถูกพัฒนาเป็นแผ่นสำหรับคลุมเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการเดินทางสำรวจทางทะเล นักพืชศาสตร์ชาวฝรั่งเศสของ บัปติส (Jean Baptiste) คริสตียอง (Christian) ฟูเซ-ออบเลต (Fusée-Aublet) ตั้งชื่อต้นยางว่าฮีเวีย เกวียนเนซิส (Hevea Guianesis)

ในปี ค.ศ. 1770 โจเซฟ พริสต์ลีย์ (Joseph Priestley) นักวิทยาศาสตร์ผู้ค้นพบออกซิเจน ได้นำยางมาประดิษฐ์เป็นยางลบดินสอ และใช้กันอย่างกว้างขวางในยุโรป ในปี ค.ศ. 1790 นักวิทยาศาสตร์ อองตวน ฟรองซัว เดอ ฟูร์กรัว (Antoine Francois de Fourcroy) ได้ค้นพบวิธีละลายยางในตัวทำละลาย (ยางสน) ในปีถัดมา แซมวอล เพียล (Samuel Peal) ได้นำวิธีการละลายยางในยางสนนี้มาใช้ประโยชน์โดยนำไปอาบบนผิวของหนังสัตว์ผ้า และกระดาษเพื่อใช้เป็นวัสดุกันน้ำ แม้ยางที่เคลือบวัสดุกันน้ำนี้จะไม่แห้งสนิทและมีกลิ่น แต่ก็เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ถูกนำไปพัฒนาเป็นรองเท้าน้ำ และผ้ากันฝนสำหรับทหารในเวลาต่อมา

ในช่วงนั้นประเทศบราซิลเป็นผู้ส่งออกยางธรรมชาติที่สำคัญแต่ความต้องการของยางธรรมชาติยังไม่มากนัก จนกระทั่งปี ค.ศ. 1820 ทอมัส แฮนค็อก (Thomas Handcock) ได้นำยางไปเผาให้ร้อนและนำมาบดในถังไม้ ความร้อนจากการบดทำให้ยางนั้นสามารถนำไปขึ้นรูปได้ง่าย กระบวนการบดแบบนี้ ปัจจุบันเรียกว่า mastication ยางที่ได้นี้ยังสามารถละลายในตัวละลายที่เป็นน้ำมัน (naphtha) ได้ดีขึ้น เขานำยางหลังการบดมาทำเป็นสายพาน ลูกกลิ้งพื้นรองโต๊ะบิลเลียด และเครื่องมือแพทย์ แฮนค็อกตั้งโรงงานยางและนำยางมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ จนเป็นโรงงานยางที่ใหญ่ที่สุดในยุโรปขณะนั้นแม้ยางที่ได้จะมีลักษณะแข็งกระด้างในหน้าหนาว เย็นและเหนียวในหน้าร้อน แต่สินค้าที่ทำจากยางก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในยุโรป

ถ้าจะพูดถึงการพัฒนายางจนได้ยางที่สามารถนำมาใช้ประโยชน์

อย่างจริงจัง จังๆ ต้องยกความดีให้กับชาลส์ กู๊ดเยียร์ (Charles Goodyear) พ่อค้าขายเครื่องจักรชาวอเมริกัน ซึ่งให้ความสนใจยางธรรมชาติมาก เขาเขียนไว้ในหนังสือ "Gum-Elastic" ว่า "ยางเป็นวัสดุที่มหัศจรรย์ยิ่ง เพราะคุณสมบัติที่แปลกประหลาดนี้ ทำให้ผมสนใจและอยากรู้จักวัสดุชนิดนี้มากขึ้น"

ในปี ค.ศ. 1839 กู๊ดเยียร์ผสมยางธรรมชาติกับกำมะถันและตะกั่ว เขาหยอดยางที่ได้ลงบนกระทะ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นสร้างความประหลาดใจอย่างยิ่ง เขาพบว่าแม้ยางจะถูกย่างแต่ก็ไม่ไหม้ เขาทดลองต่อไปโดยนำยางไปย่างกับไฟโดยตรง และพบว่าตรงกลางยางที่ถูกย่างจากเปลวไฟไหม้จนดำ แต่ยางที่อยู่รอบๆ ถูกเปลี่ยนสภาพเป็นยางที่มีความยืดหยุ่น ยางที่ได้ไม่แข็งตัวในอุณหภูมิต่ำๆ และไม่หลอมตัวในอุณหภูมิที่สูงขึ้น ยางที่ได้นี้สามารถนำมาละลายในตัวทำละลายหลายชนิด กู๊ดเยียร์เรียกชื่อกระบวนการนี้ว่า "vulcanization (การทำให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงระหว่างสายโซ่)" ซึ่งมาจากคำว่า "Vulcan" ซึ่งเป็นชื่อเทพเจ้าองค์หนึ่งของกรีก

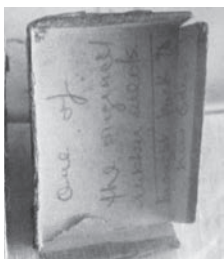
นักประดิษฐ์หรือนักวิทยาศาสตร์ตั้งแต่โบราณมักมีการค้นพบโดยไม่ได้ตั้งใจ อาร์คิมิดีส (Archimedes) นักคณิตศาสตร์และนักฟิสิกส์ชาวกรีกเป็นผู้ค้นพบทฤษฎีความถ่วงจำเพาะ ในขณะที่เขาแช่ตัวลงในอ่างอาบน้ำ ปริมาณน้ำที่ล้นออกมาจะเท่ากับปริมาณตัวของเขาเองที่เข้าไปในอ่างน้ำ เขาค้นพบสูตรความถ่วงจำเพาะว่าถ้าเอาน้ำหนักของสาร (น้ำหนักตัวของเขาเอง) ที่ใส่เข้าไปในน้ำหารด้วยมวลของน้ำที่ล้นออกมา นั่นคือความถ่วงจำเพาะของสารนั้นๆ เซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Issac Newton) ค้นพบแรงโน้มถ่วงของโลกจากการที่ลูกแอปเปิลหล่นใส่หัวของเขาในขณะที่นอนหลับอยู่ใต้ต้นแอปเปิล ในกรณีของกู๊ดเยียร์เขาขอมริบว่าการค้นพบของเขานี้เกิดขึ้นโดยไม่ได้ตั้งใจ แต่มันนำมาซึ่งการพัฒนาอย่างมากมายในโลกของยาง ในโลกของการประดิษฐ์นั้น นักประดิษฐ์และนักวิทยาศาสตร์ที่ชาญฉลาดสามารถนำการค้นพบที่ไม่ได้ตั้งใจ มาหาเหตุผลและตั้งเป็นทฤษฎีจากปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้น นำมาซึ่งนวัตกรรมสู่มนุษยชาติมากมาย

การค้นพบของกูดเยียร์แม้จะเป็นนวัตกรรมทางอุตสาหกรรมยาง แต่กูดเยียร์ไม่สามารถอธิบายในเชิงเคมีว่าเกิดอะไรกับยางที่ผสมกำมะถัน และถูกย่างด้วยความร้อน จนถึงช่วงปี ค.ศ. 1940 นักวิทยาศาสตร์ต่างออกมา อธิบายสิ่งที่เกิดขึ้นในเชิงเคมี และอธิบายคำว่า วัลคาไนเซชัน (vulcanization) ว่า คือกระบวนการเคมีที่สายโซ่ของกำมะถันเข้าไปเชื่อมโยงกับห่วงโซ่ของสายโซ่ พอลิเมอร์ของยาง ให้คำตอบที่สมบูรณ์ว่าถ้าเกิดกระบวนการวัลคาไนเซชัน แล้ว ยางจะเปลี่ยนสภาพทางเคมีและกายภาพเป็นยางที่มีความยืดหยุ่น คืนตัวได้ ยางที่วัลคาไนเซชันแล้วถูกนำมาใช้เป็นสินค้าในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย

หลังการค้นพบของกูดเยียร์มีการนำยางมาประดิษฐ์เป็นวัสดุใน อุตสาหกรรมมากขึ้น ในช่วงปี ค.ศ. 1880-1920 ปริมาณการใช้ยางเพิ่มขึ้น อย่างมากมายในยุโรป ยางถูกนำเข้าจากอะเมซอนจำนวน 9,000 ตันใน ค.ศ. 1886 และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเป็น 15,000 ตันในช่วงเวลาแค่ 5 ปี ในขณะที่ เดียวกันสหรัฐอเมริกาก็เป็นอีกประเทศหนึ่งที่ใช้ยางธรรมชาติในอุตสาหกรรม เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ยางธรรมชาติถูกนำเข้าจากอะเมซอนในจำนวนเดียวกับ ยุโรป (15,000 ตัน) ในปี ค.ศ. 1890

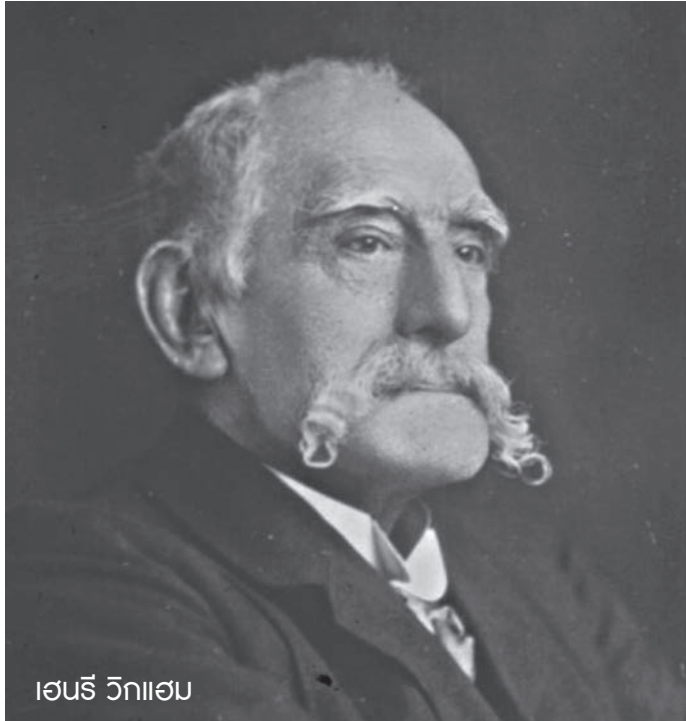
ยางธรรมชาติถูกนำไปประดิษฐ์เป็นปะเก็นสำหรับเครื่องยนต์ไอน้ำ สายพาน ฉนวนหุ้มสายไฟ และอีกมากมายในอุตสาหกรรม ในระบบขนส่งมีการนำมาเป็นยางรองกันสะเทือนของรางรถไฟและสะพาน ในยุคเฟื่องฟูของ อุตสาหกรรมรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา (ปี ค.ศ. 1930) ยางมีบทบาทสำคัญพอๆ กับเหล็ก สหรัฐอเมริกามีการพัฒนาอุตสาหกรรมเหล็กขึ้นรอบๆ อ่าวมิชิแกน แต่รัฐโอไฮโอมีการพัฒนาอุตสาหกรรมยางอย่างมากมาย ยางเป็นวัสดุสำหรับ ชิ้นส่วนต่างๆ ในรถยนต์ โดยเฉพาะล้อรถยนต์ที่ต้องใช้ปริมาณยางธรรมชาติ จำนวนมาก

เฮนรี ฟอร์ด (Henry Ford) ราชาอุตสาหกรรมรถยนต์ในยุคต้นๆ สร้างรถยนต์ฟอร์ด โมเดลที (Ford Model T) ในราคาถูกที่ชาวอเมริกันทั่วไปจะหาซื้อมาใช้ได้ รถยนต์แพร่หลายอย่างรวดเร็วในสหรัฐอเมริกา ช่วงปี ค.ศ. 1920-1935 ฟอร์ดผลิตฟอร์ด โมเดลทีได้สูงสุด 15 ล้านคัน ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 เขาต้องใช้ยางธรรมชาติมากขึ้นทุกปี และเพื่อควบคุมอุปทานยางธรรมชาติ เขาพยายามสร้างสวนอุตสาหกรรมยาง (Fordlandia) ขึ้นที่ป่าปาโจส ในประเทศบราซิลและพยายามเอาหลักการบริหารที่ติทรอยด์ไปใช้กับนิคมอุตสาหกรรมยางที่บราซิลด้วย แต่การบริหารที่ประสบความสำเร็จที่ติทรอยด์ไม่สามารถใช้ได้กับคนงานบราซิล ผู้จัดการจากติทรอยด์ล้มลุกคลุกคลานอยู่กับการปกครองและจัดระเบียบคนงานพื้นเมืองอยู่หลายปี ในขณะที่เดียวกันพวกเขาก็ถางป่าเพื่อเพาะปลูกยางธรรมชาติ แต่สวนอุตสาหกรรมยางประสบความสำเร็จล้มเหลว ทั้งเมล็ดพันธุ์ที่เน่าตาย ต้นยางที่ไม่เจริญงอกงาม และเชื้อราแพร่ไปตามต้นยางต่างๆ ในที่สุดฟอร์ดต้องทิ้งสวนอุตสาหกรรมยางในปี ค.ศ. 1945 ให้เป็นพื้นที่แห้งแล้งไว้เบื้องหลัง



เมล็ดพันธุ์ยาง

ก่อนที่เฮนรี ฟอร์ดจะสร้างสวนอุตสาหกรรมยางนั้น เซอร์เฮนรี วิกแฮม (Sir Henry Wickham) และครอบครัวได้เดินทางเข้าไปในป่าอะเมซอนเพื่อสะสมเมล็ดพันธุ์ยางและนำกลับอังกฤษ ทั้งนี้ เป็นไปตามความต้องการของพระราชินีวิกตอเรีย ที่ต้องการนำเมล็ดยางธรรมชาติออกจากบราซิลเพื่อนำไปปลูกในประเทศภายใต้การปกครองของอังกฤษ วิกแฮมสะสมเมล็ดยาง 70,000 เมล็ด นำมาล้างน้ำให้สะอาดและตากแดดให้แห้ง แล้วห่อด้วยหนังและใส่กล่องอย่างดี ลักลอบออกจากประเทศบราซิลกลับสู่อังกฤษในปี ค.ศ. 1913 เมล็ดยางเหล่านั้นถูกนำไปปลูกที่ประเทศซีลอน



เฮนรี วิคแฮม

(Ceylon) (ปัจจุบันคือประเทศศรีลังกา) และมาลายา (ปัจจุบันคือประเทศมาเลเซีย) ซึ่งเป็นประเทศอาณานิคมของอังกฤษ นี่คือจุดเริ่มต้นของการเพาะปลูกยางธรรมชาติในเอเชียใต้และเอเชียตะวันออกเฉียงใต้

ปัจจุบันประเทศไทยคือประเทศที่ปลูกยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด มีการผลิตยางธรรมชาติทั้งยางแห้งและยางน้ำ คิดเป็นเนื้อยาง 3.3 ล้านตันต่อปี จากกำลังการผลิตยางธรรมชาติทั่วโลก 10-11 ล้านตันต่อปี ยางกลายเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศ ในปีที่ราคายางธรรมชาติสูงถึง 130 บาทต่อกิโลกรัม เราจะเห็นชาวสวนยางซื้อรถปิกอัพและรถยนต์ยี่ห้อต่าง ๆ ขับอยู่ในสวนยางทางใต้ ระยอง และจันทบุรี แต่ปัจจุบันราคายางตกลงมาต่ำกว่า 80 บาทต่อกิโลกรัม เกษตรกรที่เพิ่งปลูกต้นยางใหม่ๆ ต่างนั่งร้องเพลง "รอ" เหมือนชาวนาที่นั่งรอฝน

บทที่ 2

ยุคพระนางวิกตอเรีย
(Queen Victoria)
ยุคของการสำรวจ
ดินแดนอันไกลโพ้น

“

ยางธรรมชาติ

มีต้นกำเนิดอยู่ที่ป่าอะเมซอน

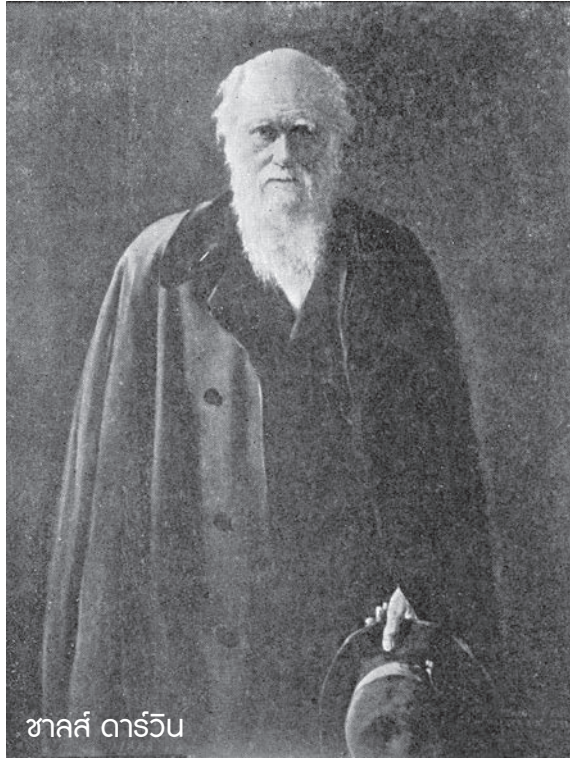
ก่อนจะมีบทบาทสำคัญ

ต่ออุตสาหกรรมโลกในเวลาต่อมา

”



ในคริสต์ศักราชที่ 19 การสำรวจดินแดนอันห่างไกลกลายเป็นการพิสูจน์ถึงอำนาจและนำมาซึ่งความร่ำรวยสู่ราชวงศ์อังกฤษ สเปนเป็นประเทศแรกที่ทำให้ความสนใจในการสำรวจดินแดนนอกประเทศ ประเทศอังกฤษไม่ยอมถอยหน้าและเริ่มให้ความสำคัญแก่นักสำรวจ ในช่วงปี ค.ศ. 1790-1830 อังกฤษเป็นประเทศที่ส่งนักสำรวจไปดินแดนห่างไกลมากที่สุด นักสำรวจที่สำคัญและทำให้เกิดกระแสค่านิยมการเป็นนักสำรวจต้องยกให้ เซอร์ริชาร์ด เบอร์ตัน (Sir Richard Burton) ที่ออกแสวงบุญกับชาวฮีบตีในกรุงเมกกะ ในปี ค.ศ. 1853 เขาเป็นชาวคริสต์คนแรกที่เข้าไปในเมืองศักดิ์สิทธิ์ เดินทางสำรวจจนถึงแม่น้ำไนล์ขาว จากเอกสารการสำรวจของเบอร์ตัน ทำให้เกิดกระแสนิยมขึ้นในรอยัลจีโอกราฟี-ฟิซิกส์โซไซตี้ (Royal Geographical Society) มีข่าวการสำรวจในหน้าหนังสือพิมพ์ทุกวัน จากการที่นักสำรวจของอังกฤษเข้าไปในดินแดนใหม่ๆ นั้น ทำให้รัฐบาลอังกฤษกลายเป็นมหาอำนาจผู้เข้าไปยึดครองพื้นที่เหล่านั้นมาเป็นอาณานิคมของตนเอง



ชาลส์ ดาร์วิน

นักสำรวจเหล่านี้เชื่อในทฤษฎีธรรมชาติว่า ธรรมชาติกำลังรอคอยให้มนุษย์เข้าไปปรับปรุงแก้ไข ฉะนั้นพวกเขาจะนำความรู้ทางวิทยาศาสตร์ไปเอาชนะปรากฏการณ์ธรรมชาติและสร้างโลกใหม่ของการสำรวจ ทำให้พืชพันธุ์จากทวีปหนึ่งไปแพร่พันธุ์ในอีกซีกโลกหนึ่ง ชาลส์ ดาร์วิน (Charles Darwin) (ปี ค.ศ. 1809–1882) คือตัวอย่างของนักธรรมชาติวิทยาอังกฤษ ผู้เป็นนักสำรวจที่นำความรู้ทางวิทยาศาสตร์เข้าไปสำรวจธรรมชาติในประเทศต่างๆ ในอเมริกาใต้ ตาฮิติ และนิวซีแลนด์ หลังจากการสำรวจธรรมชาติในประเทศต่างๆ เป็นเวลา 5 ปี เขานำประสบการณ์มาอธิบายในเชิงวิทยาศาสตร์ เขียนเป็นบทความทางวิทยาศาสตร์ในปี ค.ศ. 1846 เขาเป็น

ผู้สร้างทฤษฎีการอยู่รอดของสิ่งมีชีวิต (On the Origin of Species by Means of Natural Selection) ในปี ค.ศ. 1859 นำมาซึ่งชื่อเสียงและได้รับการยอมรับจากนักวิทยาศาสตร์ทั่วยุโรป แต่สิ่งที้นักสำรวจต้องยอมรับคือดินแดนใหม่เหล่านั้นเป็นที่ฝังศพของพวกผิวขาว โดยเฉพาะบริเวณป่าแถบร้อนทั้งหลาย ซึ่งเต็มไปด้วยชาวพื้นเมืองที่ไม่เป็นมิตร ความร้อนจากธรรมชาติที่ไม่เคยชิน ไข้ปานานับชนิด และแมลงร้ายต่าง ๆ

องค์กรที่ผลักดันการวิจัยพันธุ์ไม้ของอังกฤษคือ สถาบันรอยัลโบทานิก การ์เดิน (Royal Botanic Garden) ซึ่งมีชื่อย่อว่าคิวการ์เดิน (Kew Garden) ก่อตั้งในปี ค.ศ. 1841 โดยพระราชประสงค์ของพระนางวิกตอเรีย สถาบันคิวการ์เดินนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ ค้นคว้าและพัฒนาพันธุ์ไม้ต่าง ๆ เพื่อให้อังกฤษเกิดเศรษฐกิจด้านการเพาะปลูกที่กว้างใหญ่ เซอร์วิลเลียม แจ็กสัน ฮูเกอร์ (William Jackson Hooker) เป็นผู้อำนวยการคนแรกของคิวการ์เดิน

ในจำนวนพืชพันธุ์มากมายที่สถาบันคิวการ์เดินกำลังวิจัยและพัฒนาอยู่นั้น ต้นซิงโคนา (cinchona) และต้นยางพาราพาราฟิน (para fine) คือพันธุ์ไม้ที่ฮูเกอร์ให้ความสำคัญมาก

ซิงโคนาคือทางออกที่จะให้นักสำรวจมีชีวิตอยู่รอดจากไข้มาลาเรียที่มีอยู่ชุกชุมในป่าแถบร้อน เพราะนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบว่าสารแอลคาลอยด์ (alkaloid) ควินินที่มีรสขม (quinine) จากเปลือกไม้สนซิงโคนาจากป่าอะเมซอนมีสรรพคุณรักษามาลาเรียได้ ไม่เพียงแต่นักสำรวจ ทหารอังกฤษที่เข้ายึดครองประเทศต่าง ๆ ต่างก็ต้องการยาควินิน ฉะนั้นการค้นหพันธุ์ของซิงโคนาคือภารกิจที่สำคัญสำหรับฮูเกอร์ ส่วนยางพาราคือพืชเศรษฐกิจที่มีความต้องการมากขึ้นในยุโรป

ฮูเกอร์ส่งนักสำรวจออกเป็น 3 เส้นทางเพื่อค้นหาซิงโคนา ทีมแรกค้นหาพันธุ์ซิงโคนาที่มีเปลือกสีเหลือง (callisaya) ในตอนใต้ของประเทศเปรู อีกทีมค้นหาซิงโคนาที่มีเปลือกสีเทา (พันธุ์ c.nilida, c.microtha

และ c.peruviana) ทางตอนกลางและตอนเหนือของประเทศ ขณะที่ทีมของ ริชาร์ด สปรูซ (Richard Spruce) และรอเบิร์ต ครอสส์ (Robert Cross) เข้าไปสำรวจตอนเหนือของอะเมซอนเพื่อค้นหาชิงโคนาเปลือกสีแดง คัสคาริลลา โรจา (cascarilla roja) เมื่อรัฐบาลเปรูทราบข่าวการสำรวจของทีมอังกฤษ ก็ออกกฎหมายห้ามนำพันธุ์พืชของเปรูออกนอกประเทศ แต่ด้วยความพยายามของนักสำรวจจากสถาบันคิงส์คอลเลจ เดน เปลือกไม้สีเหลือง และสีเทาถูกส่งเข้าสถาบันคิงส์คอลเลจ เดน และพบว่าสารสกัดจากเปลือกไม้สีเหลือง และเทาให้สารควินินอ่อนไปสำหรับการรักษาไข้มาลาเรีย มีแต่เปลือกไม้สีแดง ที่สปรูซนำมาจากตอนเหนือของอะเมซอนที่ให้สารควินินที่รักษาไข้มาลาเรีย ได้ดี สถาบันคิงส์คอลเลจ เดนจึงนำพันธุ์ชิงโคนาเปลือกสีแดงนี้ไปปลูกในประเทศ อินเดียและลังกาต่อไป

หลังประสบความสำเร็จในการหาพันธุ์ไม้ชิงโคนา สถาบันคิงส์คอลเลจ เดนจึงหันมาให้ความสนใจกับต้นยาง ในช่วงนั้นความต้องการยางเพิ่มขึ้นอย่างมาก สถาบันได้ทดสอบน้ำยาง (milky latex) จากพันธุ์ไม้ต่างๆ กว่า 5,000 ชนิดที่นักสำรวจของสถาบันนำมาจากประเทศต่างๆ แต่พบว่า ยางเหล่านั้นไม่ได้ให้คุณสมบัติของความเป็นยางได้เท่ากับน้ำยางที่เกิดจากต้น พาราฟิน ทีมสำรวจของสปรูซกลับจากการสำรวจอะเมซอนพร้อมพันธุ์ไม้จำนวนมาก และเล่าเรื่องราวของพาราฟินให้ฟังว่า พาราฟินคือพันธุ์ไม้สูง 50-100 ฟุตที่ขึ้นแซมตามป่าใหญ่ในอะเมซอนบริเวณแหล่งน้ำ พาราฟินคือ ต้นไม้พันธุ์เดียวที่ให้น้ำยางธรรมชาติที่ดีที่สุด

การค้าขายยางธรรมชาติในขณะนั้น พ่อค้าชาวพื้นเมืองและพ่อค้า ชาวยุโรปจะนำยางจากป่าอะเมซอนมาขายให้พ่อค้าเพื่อส่งออกไปยุโรปและ สหรัฐอเมริกา พ่อค้ายางเหล่านี้คือผู้ทรงอิทธิพล ในขณะที่ความต้องการยางสูงขึ้น ราคาขายธรรมชาติก็สูงขึ้นจนเปรียบเสมือนทองคำในอุตสาหกรรมนี้ พ่อค้ายางใช้กำลังและอาวุธขู่เชิญบังคับชาวพื้นเมืองอย่างทารุณให้นำน้ำยาง

นอกจากป่า ทำให้ชาวพื้นเมืองล้มตายจำนวนมาก อำนาจมืดนี้อยู่นอกเหนือการจัดการของนักอุตสาหกรรมชาวยุโรปและสหรัฐอเมริกาจะดูแลได้ ฮูเกอร์จึงมีนโยบายให้นำพันธุ์ไม้พาราฟิน ออกจากบราซิลไปเพาะปลูกในประเทศที่อังกฤษสามารถควบคุมได้

เฮนรี วิกแฮมคือนักสำรวจที่รับอาสาสถาบันคิวการ์เด้นไปนำพันธุ์ไม้พาราฟินออกจากป่าอะเมซอน วิกแฮมเป็นเด็กหนุ่มที่ประทับใจบทความของนักสำรวจชื่อดังชาวอังกฤษอย่างสปรูซและดาร์วิน ตอนอายุเพียง 20 ปี เขาออกเดินทางไปยังชายฝั่งนิการากัว ใช้เวลา 1 ปีในการเดินทางไปตามสถานที่ต่างๆ ในอะเมซอน เขาตื่นตาตื่นใจกับสิ่งที่พบเห็น และในการสำรวจครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1868 เขาเข้าไปในป่าลึกถึงบริเวณที่ต้นพาราฟินขึ้นอยู่หนาทึบ ใช้เวลาศึกษาการกิริตยงและการนำน้ำยางจากต้นพาราฟิน เขาล้มเหลวในการกรีดน้ำยางจากต้นยาง ทั้งยังต้องทนทุกข์ทรมานจากแมลงนานาชนิดและเกือบเอาชีวิตไม่รอดจากโรคต่างๆ ที่รุมเร้า วิกแฮมกลับลอนดอนในปี ค.ศ. 1870 ฝ่าแต่พุดถึงการกลับสู่ชีวิตในป่าอีกครั้ง ต่อมาเขาเริ่มเขียนเรื่องราวการผจญภัยในป่าที่บิล วิลเลียมส์ คาร์เตอร์ (Williams Carter) รับพิมพ์เรื่องการเดินทางของวิกแฮม พร้อมทั้งนำเสนอภาพสเกตช์ต้นพาราฟิน เมล็ดยางและวิธีการเก็บน้ำยางของวิกแฮม

ในปีถัดมาวิกแฮมเดินทางไปสหรัฐอเมริกาได้อีกครั้งพร้อมเจ้าสาวและครอบครัว เพราะทุกคนหลงเชื่อสิ่งที่วิกแฮมบอกเล่า ทุกคนมองเห็น



เฮนรี วิกแฮมถ่ายภาพกับต้นยางพารา

เฉพาะความสวยงามและคาดหวังความร่ำรวยจากการนำยางออกมา
สู่ตลาดโลก แต่ถึงเลวร้ายต่าง ๆ ไร่รวมไร่ครอบครัวนี้ตลอดเวลา 2-3 ปี
ที่ไปเลี้ยงโชค วิกแฮมกลับมอลอนดอนอีกครั้ง และชั้นอาสาชูกเกอร์
ที่จะขโมยเมล็ดพันธุ์พาราฟินมาให้กับสถาบันคิวการ์เดน วิกแฮมและ
ภรรยาใช้เวลากว่า 2 ปีในทาบาโจส เดินทางไปตามแม่น้ำคูปารี เขาส่งเมล็ด
พันธุ์ให้กับชูกเกอร์ได้ในปี ค.ศ. 1875 แต่เมล็ดพันธุ์ที่ส่งไปก็เน่าเสีย

วิกแฮมและภรรยาต้องเริ่มต้นรวบรวมเมล็ดพันธุ์ใหม่ โดยเล่นเรือไป
ตามแม่น้ำคูปารีอีก เขาทำงานแข่งกับเวลา โดยแอบซื้อเมล็ดพันธุ์จาก
ชาวบ้าน เพราะรัฐบาลบราซิลประกาศห้ามซื้อขายเมล็ดพันธุ์และนำเมล็ดพันธุ์
ออกนอกประเทศ การเก็บเมล็ดพันธุ์ออกไปเพาะปลูกที่อื่นไม่ใช่เรื่องง่ายเพราะ
เมล็ดยางจะมีสารลินามาริน (linamarin) ซึ่งเป็นสารจำพวกน้ำตาลกลูโคส
ที่จะเข้าไปกระตุ้นให้เกิดการงอกของต้นอ่อน เช่นเดียวกับมันสำปะหลัง
ซึ่งเป็นพืชที่เพาะปลูกในอะเมซอน ลินามารินนี้จะสลายตัวระหว่างเก็บรักษา
และเกิดกรดที่มีอันตรายชื่อไฮโดรไซยานิก (hydrocyanic acid) กรดนี้จะทำให้
เมล็ดพันธุ์ยางเน่าเปื่อยง่ายเมื่อถูกความชื้นหรือนำไปเพาะปลูก และจะทำให้
ต้นกล้าที่ยังกำลังเจริญเติบโตเน่าตายได้

จากความล้มเหลวในการส่งเมล็ดพันธุ์ไปยังสถาบันคิวการ์เดน
สองครั้งทำให้วิกแฮมให้ความสำคัญกับการทำความสะอาดเมล็ดยาง
และแก้ปัญหาเรื่องความชื้น เขานำเมล็ดพันธุ์ไปล้างในแม่น้ำ ผึ่งลมจนแห้ง และ
ห่อด้วยใบตองแห้ง แช่น้ำมัน และนำกลับไปล้างในแม่น้ำอีกครั้งเพื่อให้แน่ใจ
ว่าไม่มีความชื้นหลงเหลือ เขาห่อเมล็ดพันธุ์ทุกเมล็ดด้วยหนังสัตว์ใส่ในกล่อง
อย่างระมัดระวัง และจัดส่งไปกับเรือเอสเอสอามาโซนัส (SS Amazonas)
สู่ลิเวอร์พูล ในปี ค.ศ. 1876

เมล็ดพันธุ์ 70,000 เมล็ดไปถึงสถาบันคิวการ์เดนในเดือนมิถุนายน
ปี ค.ศ. 1876 นักวิทยาศาสตร์ของสถาบันคิวการ์เดนและวิกแฮมเฝ้าดู

การปลูกเมล็ดยางที่ได้เป็นอย่างดี สถาบันทดลองปลูกเมล็ดพันธุ์ 1,700 เมล็ดและพบว่าต้นยางมีการเจริญเติบโตอย่างดีในสถาบัน แต่โชคไม่เข้าข้าง วิกแฮม เขาไม่ได้รับเกียรติในการค้นพบนี้จากสถาบันคิวการ์เดน ต่อมาสถาบันส่งเมล็ดพันธุ์ไปปลูกที่ลังกาและสิงคโปร์ตามคำแนะนำของสปรูซที่เชื่อว่าพันธุ์ยางนี้ต้องปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำท่วมขัง สถาบันคิวการ์เดนละเลยคำแนะนำของวิกแฮมที่แนะนำให้ปลูกในพื้นที่ที่มีน้ำซึมผ่านได้สะดวกไม่ท่วมขัง วิกแฮมแนะนำว่ามลายูเป็นประเทศที่ควรใช้เพาะปลูกยางมากที่สุด ยางถูกละเลยกว่า 20 ปีเพราะชาวสวนยางที่ประเทศลังกาและสิงคโปร์ไม่ประสบความสำเร็จในการปลูกยาง

ต่อมาในช่วงปี ค.ศ. 1880-1920 เนื่องจากความต้องการยางจากอุตสาหกรรมรถยนต์และล้อรถยนต์มีมากขึ้นทำให้ราคายางสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว สถาบันคิวการ์เดนหันเหการปลูกยางไปสู่มลายูและประสบความสำเร็จในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2

วิกแฮมและภรรยาต้องต่อสู้และผจญภัย เขาได้รับเงินจำนวนไม่มากจากการนำเมล็ดพันธุ์ยาง 70,000 เมล็ดมาให้สถาบันคิวการ์เดน ฮูเกอร์ไม่ได้ให้เกียรตินักสำรวจผู้นี้เพราะวิกแฮมไม่มีภูมิหลังการศึกษาสูง วิกแฮมและภรรยาไปตั้งรกรากทำฟาร์มในนิวซีแลนด์อยู่หลายปี และกลับมาช่วยนักสำรวจในการสำรวจอเมริกาใต้อีกครั้ง หลังฮูเกอร์พ้นจากตำแหน่งในสถาบัน วิกแฮมจึงได้รับบรรดาศักดิ์เป็นเซอร์ก่อนเขาเสียชีวิตไม่กี่ปี

“

เฮนรี วิกแฮม
เป็นชาวยุโรปคนแรก
ที่นำเมล็ดยางธรรมชาติ
ออกจากป่าอะเมซอน
ไปยังประเทศอังกฤษ

”

บทที่ 3

บทบาทของยาง
ในการพัฒนาอุตสาหกรรม
ในยุคปฏิวัติอุตสาหกรรม
(Industrial Revolution)

“

ยาง คือ ปัจจัยหนึ่ง
จากการปฏิวัติอุตสาหกรรม

”



การปฏิวัติอุตสาหกรรมในช่วงแรกเกิดขึ้นระหว่างปี ค.ศ. 1760-1860 ต่อเนื่องถึงช่วงที่ 2 ในปี ค.ศ. 1860-1940 การปฏิวัติอุตสาหกรรมถือเป็นจุดเปลี่ยนของมนุษยชาติ จุดเริ่มต้นอยู่ที่ประเทศอังกฤษ กระบวนการผลิตที่ใช้แรงงานคนและสัตว์ถูกแปรเปลี่ยนเป็นการเสริมด้วยเครื่องจักรกลต่างๆ ที่ใช้พลังงานไอน้ำ การพัฒนาความรู้และเทคโนโลยีของเหล็ก (การถลุงเหล็ก การขึ้นรูปเหล็ก และอื่นๆ) และการนำถ่านหินมาใช้แทนฟืนเป็นจุดเริ่มต้นของการปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุคต้น ยุคนี้การค้าได้ขยายตัวมากขึ้น การเดินทางด้วยเรือตามคลองและทางน้ำตามชายฝั่งถูกขยายไปสู่การเดินทางด้วยถนน รถไฟ และเรือกลไฟข้ามมหาสมุทร จากการค้นพบเครื่องจักรไอน้ำ การค้นพบเครื่องกลเผาไหม้ภายใน (Internal combustion) โดยคาร์ล เบนซ์ (Carl Benz) ที่ใช้พลังเชื้อเพลิงจากน้ำมัน คือก้าวกระโดดของการปฏิวัติอุตสาหกรรมยุคที่ 2 วิวัฒนาการเครื่องยนต์เผาไหม้ภายในส่งเสริม

การเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่องมากมาย เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก ยาง พลาสติก (ปิโตรเคมี) เชื้อเพลิง และอื่น ๆ

ยางคือปัจจัยหนึ่งจากการปฏิวัติอุตสาหกรรม ถ้าปราศจากยาง และการค้นพบของชาลส์ กู๊ดเยียร์ เครื่องยนต์ที่ประดิษฐ์ขึ้นมาในยุคต้น ๆ ที่ใช้พลังงานไอน้ำก็ไม่อาจเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ นักประดิษฐ์ไม่สามารถประดิษฐ์สายพานเครื่องยนต์ที่ถ่ายเทพลังงานจากเครื่องกำเนิดพลังงานไปขับเคลื่อนการทำงานของเครื่องจักรได้ถ้าปราศจากยาง ยางถูกนำมาใช้เป็นท่อส่งและลำเลียงน้ำและเชื้อเพลิงในระบบรถยนต์ การค้นพบยางล้อจักรยาน (pneumatic tire) โดยจอห์น บอยด์ ดันลอป (John Boyd Dunlop) นำมาซึ่งวิวัฒนาการล้อรถยนต์ ทำให้อุตสาหกรรมรถยนต์เติบโตอย่างต่อเนื่อง และเนื่องจากการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ที่เติบโตใหญ่ในสหรัฐอเมริกา ความต้องการยางจากอะเมซอนเติบโตอย่างรวดเร็วในปี ค.ศ. 1891-1900

ในปี ค.ศ. 1900-1910 ผู้คนหลังไหลเข้าไปใน Santarem ของอเมริกาใต้ เพื่อไปหาความร่ำรวยจากยาง ในปี ค.ศ. 1906 รายได้จากยางสูงถึง 14 ล้านปอนด์ ยางถูกนำออกมาจากป่าในรีโอเนโกร และมีความเชื่อว่าเป็นป่าดงดิบอะเมซอน มีต้นยางที่ยังไม่ได้สำรวจอีกหลายล้านต้น ณ ป่าแห่งนี้เป็นที่สังเวชิตผู้คนจำนวนมากที่ถูกว่าจ้างไปกรีดยางจากป่า พ่อค้าที่ว่าจ้างคนพื้นเมืองและคนต่างถิ่นใช้ความทารุณโหดร้ายนานาประการเพื่อได้ยางจำนวนมากขึ้นเพื่อส่งออกไปยังยุโรปและสหรัฐอเมริกา ในนิวยอร์กเมื่อปี ค.ศ. 1922 เกิด "รับเบอร์บูม (rubber boom)" ทำให้ตลาดหุ้นปั่นป่วน ในขณะที่การเพาะปลูกยางพาราของอังกฤษในอินโดจีนยังไม่ได้ผลเต็มที่ ส่วนสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำเข้ายางธรรมชาติจากอะเมซอนมากที่สุด (สูงถึงร้อยละ 70-80) ผู้นำการค้าของรัฐบาลสหรัฐอเมริกาประกาศนโยบายการสร้างอุปทานยางให้เกิดขึ้นภายในประเทศโดยไม่หวังพึ่งยางจากต่างประเทศ นั่นคือที่มาของโครงการเร่งพัฒนายางสังเคราะห์ที่เกิดขึ้นในสหรัฐอเมริกา

เฮนรี ฟอร์ด นักนวัตกรรมอุตสาหกรรมในยุคหนึ่ง ได้ชื่อว่าประสบความสำเร็จในการใช้ระบบการผลิตโดยใช้สายพานลำเลียง (assembly line) เพื่อเกิดการผลิตรถยนต์ต่อเนื่องซึ่งสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ เขาสร้างตลาดอุตสาหกรรมรถยนต์ในสหรัฐอเมริกาให้เติบโตใหญ่ โดยรถยนต์ฟอร์ดครองตลาดร้อยละ 80 ในสหรัฐอเมริกาด้วยจำนวนจำหน่ายถึง 15 ล้านคันในปี ค.ศ. 1927

และด้วยเหตุนี้ฟอร์ดจึงต้องการวางธรรมชาติเพื่อทำล้รถยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์จำนวนมาก เขาวาดภาพที่จะสร้างนิคมเกษตรกรรมของฟอร์ดในอะเมซอน

“

วิวัฒนาการเครื่องยนต์เผาไหม้
ส่งเสริมการเติบโตของ
อุตสาหกรรมรถยนต์
ก่อให้เกิดอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
มากมาย เช่น อุตสาหกรรมเหล็ก
ยาง พลาสติก (ปิโตรเคมี)
เชื้อเพลิง และอื่นๆ

”

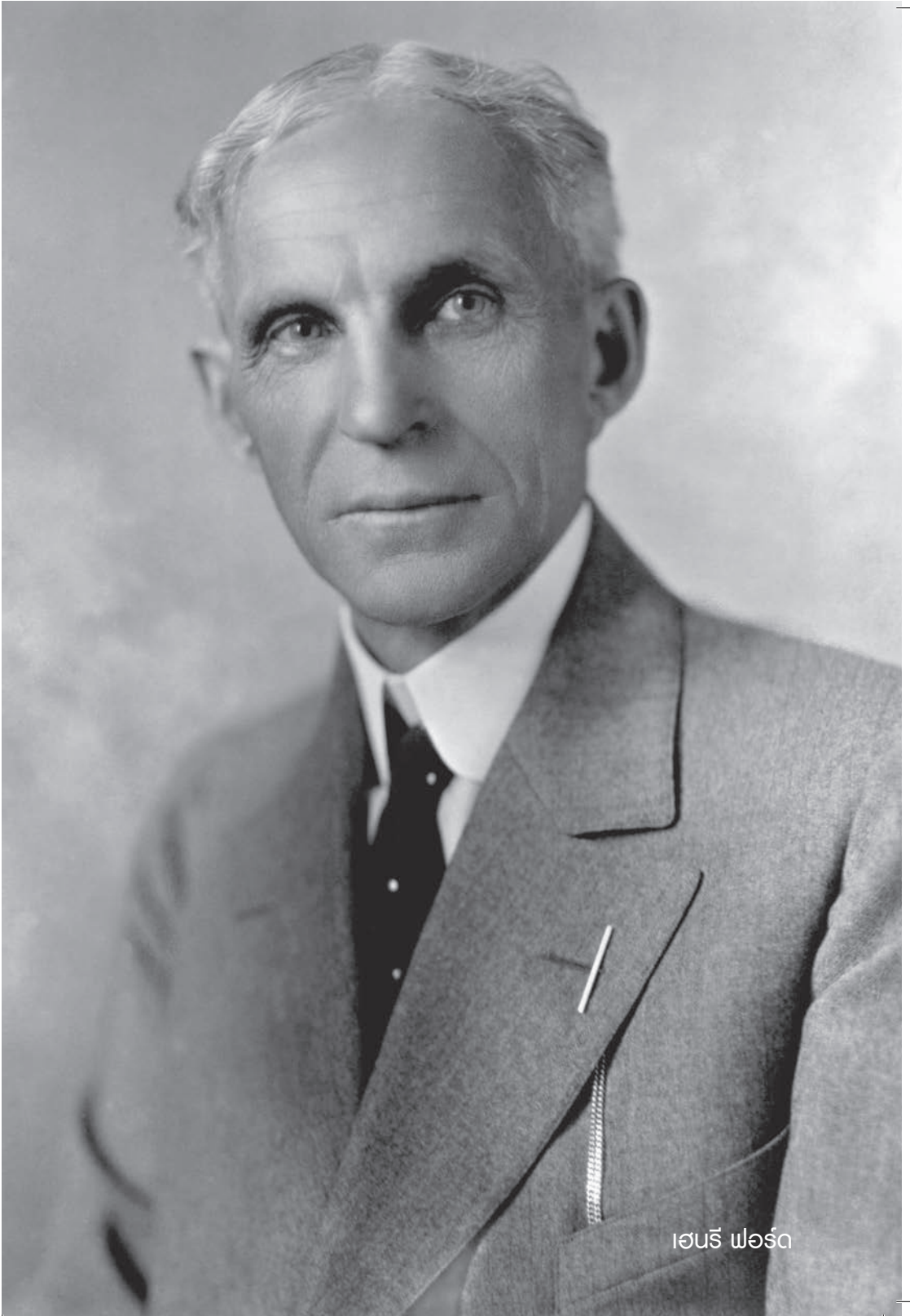
3.1

โลกของเฮนรี ฟอร์ด

เฮนรี ฟอร์ดเกิดปี ค.ศ. 1863 ในชนบทเล็กๆ ในเมืองเดียร์บอร์น รัฐมิชิแกน ประเทศสหรัฐอเมริกา เขาต้องออกมาหางานทำด้วยวัยเพียง 16 ปีโดยเข้ามาทำงานที่ร้านซ่อมเครื่องยนต์ในเมืองดีทรอยต์ และได้เป็นหัวหน้าฝ่ายช่างยนต์ของเอดิสัน อิลลูมิเนติง คัมพานี (Edison Illuminating Company) ซึ่งเป็นบริษัทผลิตเครื่องใช้ไฟฟ้าเมื่ออายุ 27 ปี

เขาให้ความสนใจระบบเผาไหม้ภายในของเครื่องยนต์และเริ่มสร้างรถควอดรีไซเคิล (quadricycle) ขึ้นในปี ค.ศ. 1896 รถควอดรีไซเคิลคือรถที่ดัดแปลงมาจากรถจักรยานที่ติดเครื่องยนต์ที่พัฒนาในเยอรมนีและอังกฤษในสมัยนั้น พวงมาลัยของรถควอดรีไซเคิลบังคับเหมือนกับตัวบังคับท้ายเรือ มี 2 เกียร์เดินหน้า ไม่มีเกียร์ถอยหลัง

เฮนรี ฟอร์ดก่อตั้งบริษัทผลิตรถยนต์ขึ้นในปี ค.ศ. 1903 บริษัทฟอร์ดผลิตรถได้วันละไม่กี่คันโดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญ 4-5 คนร่วมทำงานในการผลิตรถหนึ่งคัน ฟอร์ดมีความฝันว่าเขาจะผลิตรถให้ได้ในราคา



เฮนรี ฟอร์ด



ที่คนสหรัฐอเมริกาซื้อหาได้ (เขาต้อง
แข่งขันกับรถเทียมม้า ซึ่งเป็นสิ่งที่
สังคมในเมืองต่างๆ ในสหรัฐอเมริกา
ใช้กัน) ด้วยคุณภาพที่เชื่อถือได้จาก
การผลิตที่มีประสิทธิภาพ และรถของ
เขาต้องสามารถเดินทางได้ในถนน
ที่ขรุขระ มีค่าบำรุงรักษาที่ต่ำ (กว่า

รถม้า) โรงงานฟอร์ดผลิตรถรุ่นแรกออกสู่ตลาดเมื่อวันที่ 1 ตุลาคม ปี ค.ศ.
1908 โดยมีพวงมาลัยอยู่ทางซ้ายมือ ซึ่งเป็นต้นฉบับของรถพวงมาลัยซ้ายของ
สหรัฐอเมริกา (มีผู้กล่าวว่าเฮนรี ฟอร์ดผลิตรถขับเคลื่อนด้วยพวงมาลัยซ้าย
เพราะเขาเป็นคนถนัดซ้าย)

ฟอร์ด โมเดลที่ใช้ระบบลูกสูบ 4 สูบ ซึ่งหล่อขึ้นจากโลหะตัน ระบบ
กันสะเทือนใช้ระบบสปริง โดยรถรุ่นนี้จะมีแบบเดียวและสีเดียวคือสีดำ เขา
ออกแบบให้ขับง่ายและซ่อมแซมได้ง่ายโดยเริ่มต้นขายที่ราคา 825 ดอลลาร์
สหรัฐอเมริกา

ระบบสายพานการผลิตทำให้ฟอร์ดผลิตรถยนต์ได้จำนวนมากขึ้น ต้นทุน
ถูกลง และลดราคาลงได้เรื่อยๆ จนเหลือ 360 ดอลลาร์สหรัฐต่อคันในปี ค.ศ.
1914 เฮนรี ฟอร์ดขายรถรุ่นโมเดลที่ได้จำนวน 250,000 คันและมียอดขายเพิ่ม
ขึ้นอีกเท่าตัวในปี ค.ศ. 1916 จนมีตัวแทนจำหน่ายไปทั่วประเทศ ทำให้รถยนต์
ฟอร์ด โมเดลที่ครองความเป็นเจ้าตลาดในสหรัฐอเมริกา โดยผลิตรถยนต์ออกสู่
ตลาดจำนวน 15 ล้านคันในปี ค.ศ. 1927 (นี่คือสถิติการผลิตรถยนต์สูงสุดของ
สหรัฐอเมริกาที่ยืนยาวต่อเนื่องเป็นเวลา 45 ปี)

เฮนรี ฟอร์ดยึดมั่นอยู่กับว่ารถฟอร์ดต้องเป็นสีดำเท่านั้น ดังคำพูดที่
ว่า "ลูกค้าสามารถเรียกร้องสีรถอะไรก็ได้ トラバドที่เป็นสีดำ"

“

ลูกค้า
สามารถเรียกร้อง
สิทธิ์อะไรก็ได้
ตราบใดที่เป็นสีดำ

”

เฮนรี ฟอร์ด

โรงงานฟอร์ดที่รีเวอร์จ เป็นนิคมอุตสาหกรรมที่นับได้ว่าใหญ่ที่สุดในโลกขณะนั้น เขาต้องการสร้างรถยนต์โดยใช้ทุกอย่างภายในนิคมอุตสาหกรรมของตน เขาต้องการขยายธุรกิจของฟอร์ดไปทั่วโลก เขาสร้างโรงงานฟอร์ดที่เยอรมนีในปี ค.ศ. 1920 เปิดสำนักงานตัวแทนในออสเตรเลีย อินเดีย และฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1929 และขยายตัวแทนจำหน่ายออกไปทั่วทุกทวีป

เฮนรี ฟอร์ดถึงแก่กรรมในปี ค.ศ. 1947 เขาคือผู้สร้างตำนานรถยนต์ที่น่าจดจำ เขาคืออัจฉริยะทางอุตสาหกรรมและนวัตกรรม เขาคือผู้พัฒนารถยนต์ให้แพร่หลายในหมู่ชาวอเมริกัน จนถึงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 สหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตรถยนต์อันดับ 1 ของโลกด้วยจำนวน 25 ล้านคัน และรถยนต์ฟอร์ดมีส่วนแบ่งตลาด 60 เปอร์เซ็นต์ของตลาดรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา นำเสียดายที่บั้นปลายชีวิตเขาต้องเสียส่วนแบ่งในตลาดให้อัลเฟรด พี. สโลน (Alfred P. Sloan) จากเจนเนอรัล มอเตอร์ส ทั้งนี้ เพราะเฮนรี ฟอร์ดมุ่งเน้นผลิตแต่รถยนต์สีดำ ไม่สนใจความเปลี่ยนแปลงและความต้องการของผู้บริโภคที่ต้องการรถยนต์หลายรูปแบบและหลากสีมากขึ้น

3.2

ความฝันของฟอร์ด ในสวนอุตสาหกรรมยาง

โครงการสวนอุตสาหกรรมยางจะเป็นเมืองอุตสาหกรรมตามความฝันของฟอร์ด ในเมืองนี้จะมีที่อยู่อาศัยที่สะดวกสบาย โรงเรียน โรงพยาบาล โรงภาพยนตร์ และสิ่งอำนวยความสะดวกนานัปการสำหรับพนักงานและครอบครัว ในสวนอุตสาหกรรมยางจะมีโรงเลื่อยสำหรับไม้จากการถางป่าและโรงงานทำล้อยางรถยนต์เพื่อป้อนให้กับรถฟอร์ด เขาว่าจ้างไรเกอร์ (Riker) ให้เป็นผู้จัดการสวนอุตสาหกรรมยาง

ไรเกอร์จ้างคนงานพื้นเมืองชาวบราซิลกว่า 300 คนเพื่อถางป่าผืนนี้ การเพาะปลูกยางพาราได้เริ่มขึ้น โรงงานเลื่อยไม้เริ่มผลิตไม้จากการถางป่า พื้นดินที่ถางออกคือพื้นดินทราย คนงานนำดินและปุ๋ยอินทรีย์ผสมลงไปบนหน้าดินก่อนเพาะปลูกต้นยาง เดือนสิงหาคมปี ค.ศ. 1929 หลังจาก 1 ปีที่ไรเกอร์เข้ามาที่ออร์ม็อก (Ormoc) ป่ากว่า 1,400 เฮกเตอร์ ได้ถูกถางเป็นพื้นที่ราบสำหรับเพาะปลูกไม้ยาง ต้นกล้ายางเริ่มโตในพื้นที่ว่างเปล่าเหล่านี้ นี่คือนี่คือสิ่งที่ไรเกอร์รายงานให้ฟอร์ดรับทราบ



แล้ว 1 เดือนถัดมาต้นกล้าทั้งหมดก็เหี่ยวเฉาและตาย พวกเขาไม่ได้ศึกษาให้ถ่องแท่ว่ายางพาราคือต้นไม้ยืนต้นในป่าดิบ การถางป่าให้เรียบเป็นการทำลายระบบนิเวศของต้นไม้ เขาสร้างทะเลทรายขึ้นมาในพื้นที่ปลูกยาง แต่ยังไม่คิดดี ไรเกอร์ยังมีพันธุ์ไม้จำนวนพันกว่าต้นที่เขาปลูกอยู่ในลุ่มน้ำตามชายน้ำของพารา ฟอर्टต้องการเมล็ดพันธุ์เพิ่มขึ้น แต่เขาไม่สามารถหาเมล็ดพันธุ์จากป่าอะเมซอนเพราะเจ้าหน้าที่ของอะเมซอนไม่ยอมให้ฟอर्टนำเมล็ดยางข้ามเขตมาในบริเวณพื้นที่พารา ฟอर्टจำต้องสั่งซื้อเมล็ดยางจากเอเชียของสถาบันคิวการ์เดน เมล็ดยางที่ฟอर्टสั่งซื้อจากคิวการ์เดนไปถึงท่าปาโจส ส่วนใหญ่เน่าเสีย แม้เมล็ดที่พอปลูกได้ เมื่อนำไปปลูกต้นกล้าก็ตายหมด

โครงการสวนอุตสาหกรรมยางดำเนินการไปอย่างล้มลุกคลุกคลานตลอดเวลา 2-3 ปีที่เริ่มต้นดำเนินการ ผู้จัดการที่ส่งมาจากดิทรอยด์ต้องเผชิญกับปัญหาการบริหารคนงานพื้นเมืองอย่างมาก 5 ปีในระหว่างการดำเนินงานมีอุปสรรคมากมาย แต่ผืนป่าก็ถูกถางออกจนได้พื้นที่กว่า 7,000 เอเคอร์ โรงเลื่อยก็เริ่มทำงานแต่เป็นไปอย่างชลุกชลักเพราะไม้ที่ส่งเข้ามา มีนานาชนิดคละกัน ทั้งไม้เนื้ออ่อนและไม้เนื้อแข็งจนยากแก่การจัดการ ขณะเดียวกันกองทัพแมลงก็เข้าโจมตีต้นกล้าของต้นยางที่ปลูกไว้ ตามมาด้วยเชื้อรา ซึ่งทำให้พนักงานของฟอर्टหวาดกลัวอย่างยิ่ง แมลงนานาชนิด

เข้าไปในที่พักของคนงานจนเกิดความโกลาหล แต่ที่ร้ายที่สุดคือเชื้อรา โดทิดเทลลา (dothidella) ซึ่งมีสปอร์ปลิวไปตามลม ด้วยธรรมชาติของต้นยาง ในป่าอะเมซอนที่เจริญเติบโตปะปนอยู่ในป่าดิบ ต้นไม้ในป่าเป็นฉนวนกัน เชื้อราปลิวจากต้นยางต้นหนึ่งไปอีกต้นหนึ่งได้ง่าย และโดยธรรมชาติ ถ้าต้นไม้ที่รอดจากเชื้อราจะสร้างภูมิคุ้มกันจากเชื้อราและสามารถเติบโตในผืนป่าธรรมชาติ แต่ต้นยางที่ปลูกในสวนอุตสาหกรรมยางเป็นการ ปลูกต้นยางติด ๆ กัน การแพร่เชื้อราจึงเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เพราะรา โดทิดเทลลาเริ่มฝังตัวตั้งแต่แรกเริ่มของการเพาะปลูกในสวนอุตสาหกรรมยาง เชื้อราได้แพร่กระจายไปต้นยางทุกต้นที่ปลูกไว้ ในที่สุดฟอर्टก็ต้องละ ความพยายามที่จะฟื้นผืนป่าแห่งนี้ และสวนอุตสาหกรรมยางจึงกลายเป็น เพียง "สถานีวิจัย" ยางเท่านั้น ในปี ค.ศ. 1945 ฟอर्टต้องละทิ้งความฝัน ทั้งหมด ชายทุกสิ่งทุกอย่างให้รัฐบาลบราซิลด้วยเงิน 500,000 เหรียญ ดอลลาร์สหรัฐ สิ่งที่เขาทิ้งไว้ให้กับบราซิลคือพื้นที่ทะเลทรายอันกว้างใหญ่

ดินแดนนี้มีอาถรรพ์ ตลอดเวลา 20 ปีหลังสวนอุตสาหกรรมยางก็มี ผู้พยายามเข้าไปพัฒนาปลูกป่าไม้ยางพาราเช่นเดียวกัน แต่ทุกคนประสบ ความล้มเหลวเช่นเดียวกับฟอर्ट ในปี ค.ศ. 1967 เศรษฐีชาวอเมริกัน แดเนียล ดับเบิลยู ลูดวิก (Daniel W. Ludwig) เข้าไปซื้อพื้นที่ป่า 3.7 ล้านเอเคอร์ในป่าอะเมซอนรอบ ๆ แม่น้ำจารีและพารู เพื่อเข้าไป ถางป่าและปลูกไม้โตเร็วที่เขานำพันธุ์มาจากเมียนมาร์คือต้นซ้อ (Gmelina arborea Roxb.) ลูดวิกตั้งใจจะปลูกสวนป่าสำหรับทำเยื่อไม้ เขาตั้งโรงงาน โรงเรียน โรงพยาบาล และสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ เช่นเดียวกับ ที่ฟอर्टเคยทำ แต่โครงการของเขาล้มเหลวจากการเพาะปลูกและแมลงต่าง ๆ ที่เข้ามาทำลายไม้และสิ่งปลูกสร้าง คนงานต้องเผชิญกับมาลาเรีย 14 ปีของความพยายาม ลูดวิกสูญเสียเงินไปจำนวนมากและต้องถอนตัวจาก ผืนป่าอาถรรพ์แห่งนี้

บทที่ 4

กระบวนการผลิต ยางธรรมชาติ

“

ผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ

ของยางธรรมชาติ คือ ยางแห้ง
ซึ่งส่วนใหญ่แบ่งเป็นยางแผ่นรมควัน
ยางแผ่นอบแห้ง และยางแท่ง

”



ต้นยางถูกกระจายการปลูกไปทั่วเอเชียใต้โดยมีประเทศไทย อินโดนีเซีย มาเลเซีย เวียดนาม และอินเดีย เป็นแหล่งผลิตที่สำคัญ พันธุ์ยางมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นตามลำดับเพื่อให้มีแรงต้านทานเชื้อรามากขึ้น และให้ผลผลิตน้ำยางมากขึ้น แต่เชื้อราที่ชื่อไฟทอปทอรา (phytophthora) ระบาดได้ง่ายในต้นยาง ปัจจุบันพันธุ์ยาง 600 คือพันธุ์ยางที่ชาวสวนยางไทยนิยมปลูกมากที่สุด แม้จะให้น้ำยางน้อยกว่าพันธุ์ยางมาเลเซียพันธุ์ 3100 ก็ตาม การเพาะปลูกในปัจจุบันมีการเพาะปลูกเป็นระเบียบ โดยเว้นระยะห่างกว้าง 3 เมตรยาว 7 เมตร เพื่อให้ต้นยางงอกงามดี การกรีดยางจะกระทำตอนรุ่งสางก่อนอากาศจะร้อน การกรีดยางกระทำได้ประมาณ 170–200 วันต่อปีแล้วแต่พื้นที่ที่ปลูก เพราะต้องเว้นการกรีดยางในช่วงที่ต้นยางผลัดใบ และวันที่ฝนตก โดยเฉลี่ยแล้วพื้นที่ปลูกยางที่ได้ผลดีจะให้ผลผลิต 3.5–4 กิโลกรัมต่อไร่ต่อวัน น้ำยางที่ได้ต้องส่งเข้าโรงงานภายใน 3 ชั่วโมง ชาวสวนยางจะเติมน้ำยาแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพไม่ให้น้ำยางเสื่อมสลาย

(เป็นลิ้ม) หรือชาวสวนยางจะทำเป็นแผ่นยางเองแล้วตากแห้งเป็นแผ่นยาง แล้วนำไปขายกับโรงงานอบยางในภายหลัง

การกรีดยางคือกระบวนการบากเปลือกไม้ของต้นยางออก โดยบาก ออกบาง ๆ ทำมุม 25-30 องศาเป็นครึ่งวงกลม รอบต้นยาง น้ำยางจะไหลออกจากต้นยางบริเวณที่ บากผิว โดยจะไหลออกช้าๆ เป็นเวลา 3-4 ชั่วโมง น้ำยางที่ได้นี้จะมือน้อยอยู่ร้อยละ 30-35 แล้ว แต่ต้นยาง ชนิดยาง และฤดูกรีดยาง นอกจากนี้ น้อยยางแล้วในน้ำยางยังมีโปรตีนธรรมชาติ ลิพิด (lipids) และสารเคมีอื่นๆ ผสมอยู่ ต้นยางที่มีอายุ 6-7 ปีจะเริ่มให้น้ำยาง และจะให้ น้ำยาง สูงสุดเมื่อต้นยางอายุ 12-15 ปี ปริมาณน้ำยางจะค่อยๆ ลดลง ภายหลัง 25 ปีชาวสวนยางจะโค่นต้นยางเพื่อปลูกต้นยางใหม่



ณ โรงงานน้ำยางชั้น น้ำยางจะถูกนำมากรองเอาสิ่งเจือปนต่างๆ ออก แล้วนำเข้าเครื่องปั่น เพื่อเอาหางน้ำยางออกให้ได้เนื้อยางเข้มข้นร้อยละ 60 น้ำยางชั้นนี้ต้องมีการเติมแอมโมเนียร้อยละ 0.7 เพื่อรักษาระดับน้ำยางให้ คงสภาพเป็นต่างตลอดเวลา มีการเติมเมทิลและซิงก์ออกไซด์เป็นสารป้องกันการเสื่อมสลายของน้ำยาง ในขณะที่บางอุตสาหกรรมอาจต้องการน้ำยางชั้นที่มี ส่วนผสมแอมโมเนียต่ำ จึงได้ผลิตน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียต่ำ (ร้อยละ 0.1) เพื่อสนองความต้องการลูกค้าเฉพาะราย

ในอดีตน้ำยางที่ได้จากการกรีดยางร้อยละ 10 จะถูกแปรรูปเป็นน้ำยาง ชั้นและร้อยละ 90 ถูกแปรรูปเป็นแผ่นยางแห้งและยางแท่ง แต่น่าเสียดายที่ ตลาดสำคัญของน้ำยางชั้นค่อยๆ หดหายไป อุตสาหกรรมหลักคือถุงมือยาง ถูกทดแทนด้วยน้ำยางสังเคราะห์คลอโรพรีน (chloroprene) และ NBR มากขึ้น ๆ แต่ยังมีตลาดถุงยางอนามัยและถุงมือตรวจวัดทั่วไปเหลือไว้ที่จะใช้ น้ำยางชั้นบ้าง

ผลิตภัณฑ์ตัวสำคัญของยางธรรมชาติคือยางแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่แล้วแบ่งเป็นยางแผ่นรมควัน (smoke sheet) ยางแผ่นอบแห้ง (air-dried sheet) และยางแท่ง (block rubber) ยางแผ่นรมควันเป็นกระบวนการรักษาเนื้อยาง โดยนำยางไปรมควันไม้เพื่อไล่ความชื้นในเนื้อยางและมีเขม่าดำของควันไม้เป็นตัวเคลือบอยู่ที่ผิวของยาง เพื่อให้ยางเก็บไว้ได้นาน ยางแผ่นรมควันจะถูกอัดเป็นก้อน (bale) โดยมีขนาดก้อนละ 102 กิโลกรัมเป็นมาตรฐาน

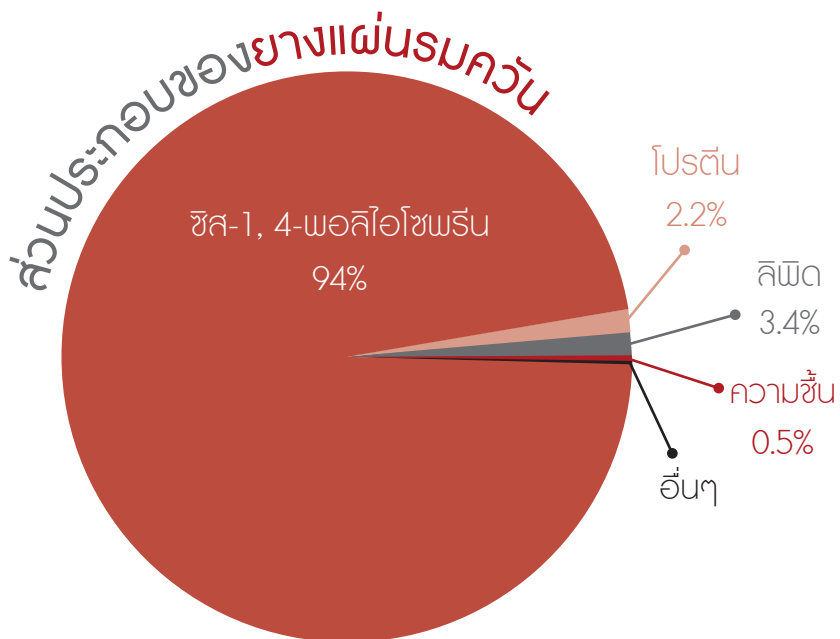
กระบวนการผลิตยางแผ่นรมควันหรือยางแท่ง มีกระบวนการเริ่มต้นที่เหมือนกันคือการจับกรด เริ่มต้นนำน้ำยางธรรมชาติที่ได้มากรองเอาสิ่งสกปรกออก และเติมน้ำเพื่อให้ได้ความเข้มข้นร้อยละ 15 แล้วผ่านกระบวนการจับกรดโดยเติมกรดฟอร์มิก (formic acid) ลงไปในน้ำยางจนได้น้ำยางมีสภาพความเป็นกรด (pH 4.5) ในสภาพความเป็นกรदन้ำยางจะจับตัวเป็นลิ่ม (coagulated) และถูกทิ้งไว้ในถังพัก 4-5 ชั่วโมง นำลิ่มยางที่ได้มารีดเอาน้ำออกให้ได้แผ่นยางบาง 5 มิลลิเมตร แล้วนำแผ่นยางที่รีดได้นี้ไปเข้าห้องรมควัน ซึ่งรมด้วยควันไม้ (ปัจจุบันมีการพัฒนามาใช้แก๊สธรรมชาติ แต่ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียก air-dried sheet) แผ่นยางถูกอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเป็นเวลาหนึ่งอาทิตย์ก่อนนำไปอัดเป็นก้อน อุตสาหกรรมหลักของยางแผ่นรมควันคืออุตสาหกรรมล้อรถยนต์

ด้วยกระบวนการคล้ายคลึงกัน ลิ่มยางที่ได้จะถูกรีดน้ำออก ยางที่ได้ถูกสับเป็นชิ้นเล็กๆ เพื่อเข้าเตาอบไล่ความชื้น เวลาที่ใช้อบประมาณ 24 ชั่วโมง ก่อนนำยางชิ้นเล็กๆ ที่แห้งนี้มาอัดเป็นแท่ง แท่งละ 30 กิโลกรัม ยางแท่งที่ได้มีความใสของเนื้อยางมากกว่ายางแผ่นรมควัน นำมาใช้ผลิตยางที่ต้องการความใส เช่น พื้นรองเท้า

น้ำยางธรรมชาติเกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ตามธรรมชาติจากต้นยาง เป็นสารแขวนลอยที่มีขนาด 0.04-3 ไมโครเมตร มีความถ่วงจำเพาะ 0.978-0.98 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร มีความเป็นกรดและด่างระหว่าง 6.5-7 โดยทั่วไป

น้ำยางที่กรีดยึดจากต้นจะมีของแข็งร้อยละ 36 แขนงลอยอยู่ในน้ำซึ่งจะประกอบด้วยยาง (คิดเป็นน้ำหนักยางแล้ว) ร้อยละ 33 นอกนั้นเป็นโปรตีน 1-1.5 เปอร์เซ็นต์ เป็นน้ำตาล 1 เปอร์เซ็นต์ และเรซิน 1-2.05 เปอร์เซ็นต์ ตัวน้ำยางจะเป็นสารแขวนลอยอยู่ในน้ำ น้ำยางแขวนลอยนี้จะเป็นองค์ประกอบของยางอยู่ภายใน ห่อหุ้มด้วยฟอสโฟลิพิด (phospholipid) และโปรตีนอยู่ภายนอก

คุณสมบัติของยางถูกแบ่งไปตามความสะอาดของยางที่ได้ โดยราคายางจะแตกต่างกันไปตามคุณภาพและความสะอาดของเนื้อยาง เช่น ยาง STR5 STR10 จนถึง STR50 จะมีราคาแตกต่างกันไปขึ้นกับคุณภาพดังกล่าว



4.1

ยางธรรมชาติชนิดพิเศษ

นอกจากน้ำยางข้น ยางแผ่น และยางแท่งที่กล่าวมาข้างต้นแล้ว ยังมีการพัฒนายางชนิดพิเศษขึ้นมาเพื่อความเหมาะสมในการใช้งานด้านต่างๆ เช่น

1. ยางธรรมชาติที่มีความหนืดคงที่ ปกติยางธรรมชาติจะแข็งตัวขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บไว้ ทั้งนี้เพราะเอนไซม์ต่างๆ ที่มีในยางธรรมชาติจะทำให้โปรตีนลดลงเรื่อยๆ ผู้ผลิตยางทั้งหลายต้องเสียเวลาบดยาง (mastication) ให้ยางนิ่มลงก่อนที่จะผสมกับสารเคมีตัวอื่นๆ ในกระบวนการบดยางอาจใส่สารเคมี (peptizer) เพื่อตัดสายโซ่โมเลกุลของยางให้สั้นลงเพื่อใช้เวลาบดยางให้สั้นลง ด้วยเหตุนี้เองผู้ผลิตจึงผลิตยางชนิดพิเศษที่มีความหนืดคงที่ออกจำหน่ายเพื่อความสะดวกกับผู้ใช้ยางธรรมชาติโดยเติมตัวยางตัดสายโซ่โมเลกุลของยางลงไปให้น้ำยางก่อนจะนำน้ำยางไปจับกรด เราจะได้ยางที่มีความหนืดคงที่ที่เกิดความสะดวกขึ้นสำหรับผู้ผลิตยางที่ต้องการควบคุมความหนืดของยางให้สม่ำเสมอ

2. ยางอีพอกซีไดซ์ (epoxidized rubber) หรือที่รู้จักในตลาดว่ายาง ENR เน้นการพัฒนายางธรรมชาติโดยกระบวนการเคมี ให้น้ำยางธรรมชาติทำปฏิกิริยากับกรดฟอร์มิก เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาอีพอกซีไดซ์ที่พันธะคู่ของสายโซ่มียาง ENR ออกจำหน่ายหลายชนิด เช่น ENR 10, ENR 25, และ ENR 50 ซึ่งมีหน่วยของ eposidise อยู่ 10% โมล, 25% โมล และ 50% โมล ตามลำดับ อีพอกซีไดซ์ในสายโซ่ยางจะเปลี่ยนยางที่เป็นไฮโดรคาร์บอนล้วนๆ (ไม่มีขั้วประจุไฟฟ้า) มาเป็นยางที่มีขั้วประจุไฟฟ้า ยางที่มีขั้วจะทนการกัดกร่อนของน้ำมันและสารเคมีดีขึ้น (ขึ้นกับจำนวนร้อยละของหน่วยของอีพอกซีไดซ์ที่เติมเข้าไป) ยางที่ได้จะมีอุณหภูมิการเปลี่ยนเป็นแก้วภายในโมเลกุลสูงขึ้น (high glass transition temperature) ทำใหยางที่ได้สามารถนำไปใช้ในอุณหภูมิสูงขึ้น ด้านทานแสงยูวีดีขึ้น ยาง ENR ยังมีคุณสมบัติที่ดีอีกข้อคือ ยึดติดกับยางอื่นได้ดี

3. ยางที่กำจัดโปรตีนออก (deproteinized natural rubber) โดยการนำน้ำยางไปใส่สารเอนไซม์เพื่อให้โปรตีนที่มีอยู่ในยางธรรมชาติเกิดปฏิกิริยาไฮโดรไลซิส (hydrolysis) ยางที่ได้จะมีคุณสมบัติโดดเด่นหลายด้านเหมาะสมกับการใช้เป็นยางด้านวิศวกรรมศาสตร์

บทที่ 5

การค้นพบ อย่างสังเคราะห์

“

ความต้องการอย่างธรรมชาติ
เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและมีราคาสูงชันอย่างมาก
นักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งในห้องวิจัยไบเออร์
จึงพยายามค้นคว้าหาทางสังเคราะห์ขึ้นมากทดแทน
จนเป็นบริษัทเคมียักษ์ใหญ่ของโลก

”



5.1

ยุคต้น

ไมเคิล ฟาราเดย์ (Michael Faraday ปี ค.ศ. 1791–1867) เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษที่พยายามวิจัยองค์ประกอบของยางธรรมชาติและพบว่ายางธรรมชาติมีส่วนผสมของ C_5H_8 ต่อมาในปี ค.ศ. 1860 เกรวิลล์ วิลเลียม (Greville Williams) สามารถสกัดของเหลวออกจากยางธรรมชาติและเรียกของเหลวนั้นว่า "ไอโซพรีน (Isoprene)" ในยุคของ กุสตาฟว์ บูชาร์เด (Gustave Bouchardet) ในปี ค.ศ. 1879 เขาต้มกลั่นไอโซพรีนด้วยกรดเกลือ และพบยางเหนียวๆ ในถ้วยกลั่น ซึ่งมีลักษณะคล้ายยางธรรมชาติ อีก 3 ปีต่อมา วิลเลียม เอ. ทิลเดน (William A. Tilden) สามารถสกัดไอโซพรีนได้จากยางสน (turpentine) และจากไอโซพรีนนี้ เขาสังเคราะห์ขึ้นเป็นยางธรรมชาติ

จุดเริ่มต้นการค้นคว้ายางสังเคราะห์ในเชิงพาณิชย์ เกิดขึ้นจากที่คาร์ล ดุยส์แบร์ก (Carl Duisberg) มองเห็นช่องทางที่จะทำรายได้จากการสังเคราะห์ยางสังเคราะห์ให้เกิดขึ้น ทั้งนี้ เพราะความต้องการยางธรรมชาติ

เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจากการพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ช่วงต้น ค.ศ. 1900 ทำให้ราคายางธรรมชาติสูงขึ้นอย่างมาก ด้วยแรงกระตุ้นนี้ทำให้เขาดังนักวิทยาศาสตร์กลุ่มหนึ่งในห้องวิจัยไบเออร์ (Bayer) ในไอเบอร์เฟลด์ พวกเขาพยายามค้นคว้าหาทางสังเคราะห์ขึ้นมาแทนยางธรรมชาติ บุคคลแรกที่สามารถสังเคราะห์ยางสังเคราะห์ขึ้นมาได้ และพัฒนาเป็นเชิงพาณิชย์คือ ดร.ฟริทซ์ ฮอฟมันน์ (Dr.Fritz Hofmann) เขาสามารถสังเคราะห์ K-Rubber แต่การวิจัยของฮอฟมันน์ จะไม่สำเร็จถ้าไม่มีการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ก่อนหน้านี้คือ ฟรานซิส เอ็ดเวิร์ด แมตทิวส์ (Francis Edward Matthews) และเอ็ดเวิร์ด ฮอลฟอร์ด สเตรนจ์ (Edward Halford Strange) สองนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษผู้ค้นพบว่าโลหะแอลคาไล (alkali metal) สามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาการเชื่อมโยงโมเลกุลของสารโมเลกุลเดี่ยว (polymerization) ของบิวตาไดอีน (butadiene) และในเวลาใกล้เคียงกันนี้ มีนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมนีในห้องวิจัยของโฮชต์ (Hoechst) และ BASF ในลูตวิกส์ฮาเฟิน (Ludwigshafen) ได้ค้นพบวิธีการผลิตบิวตาไดอีนในเชิงพาณิชย์ได้ ขณะที่วูลแฟรม เฮกเนล (Wolfram Haecknel) และวิลลี โอ. เฮอร์มันน์ (Willy O. Hermann) สองนักวิทยาศาสตร์ได้ค้นพบวิธีผลิตแอซีโตน (acetone) จากการต้มกลั่นกรดแอซีติก (acetic acid) แอซีโตนเป็นวัตถุดิบเริ่มต้นของการนำไปผลิตยางสังเคราะห์เมทิล (methyl rubber) ของฮอฟมันน์

ในเดือนกันยายน ค.ศ. 1909 ฮอฟมันน์สามารถจดสิทธิบัตรที่ 250690 เป็นสิทธิบัตรการผลิตยางสังเคราะห์ฉบับแรก เริ่มต้นฮอฟมันน์และทีมวิจัยของเขามุ่งศึกษาโดยเริ่มต้นจากไอโซพรีน เพื่อให้ได้ยางสังเคราะห์ที่ใกล้เคียงกับยางธรรมชาติที่สุด แต่เขาพบว่าไอโซพรีนมีปฏิกิริยาการเชื่อมโยงสายโซ่ได้ยากมาก เขาจึงหันมาใช้สารเริ่มต้นไดเมทิลบิวตาไดอีน (dimethylbutadiene) ($\text{CH}_2 = \text{C} - \text{C} = \text{CH}_2$) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติค่อนข้างแข็ง (hard rubber) ซึ่งสลายตัวง่าย เขาเรียกกยางสังเคราะห์นี้ว่ายางเมทิล (methyl rubber)

ซึ่งมีโครงสร้าง $\text{CH}_2=\text{C}=\text{CH}_2$ แม้ยางตัวนี้จะสลายตัวได้ง่ายและให้ผลผลิตที่ไม่ดี แต่ก็มีการพัฒนายางตัวนี้มาผลิตเป็นยางรถยนต์ครั้งแรกในปี ค.ศ. 1910 โดยบริษัทคอนติเนนทัล เอจี (Continental AG) ในเมืองฮาโนเวอร์

คาร์ล ดุยส์แบร์กได้นำเสนอยางสองเส้นที่ทำด้วยยางเมทิลนี้แก่จักรพรรดิวิลเฮล์มที่ 2 (Kaiser Wilhelm II) ยางเมทิลได้ถูกนำไปใช้ทำชิ้นส่วนยางในเรือดำน้ำของเยอรมนีในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 1 แต่วัสดุตั้งต้นของยางเมทิลคือแอซีโทนนั้น ต้องขอบคุณการค้นพบกรรมวิธีการผลิตจากการต้มกลั่นกรดแอซีติกของเฮกเนลและเฮอร์มันน์ ทำให้ซอฟมันน์สามารถผลิตยางเมทิลได้ถึง 2,400 ตันในปี ค.ศ. 1918 แต่การผลิตก็ต้องหยุดลงในปี ค.ศ. 1919 เพราะซอฟมันน์ยอมรับว่ายางสังเคราะห์เมทิลนี้ยังมีปัญหาและมนุษยชาติต้องรอการพัฒนาของสังเคราะห์ตัวใหม่

5.2

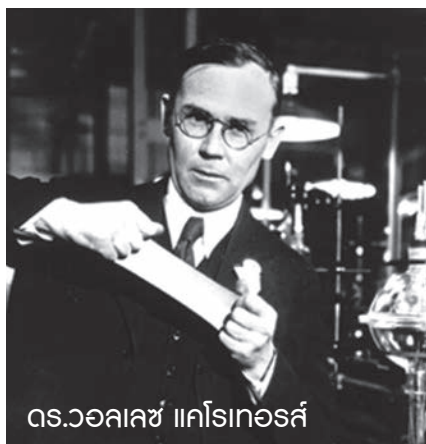
มนุษย์คือผู้สร้างและผู้ทำลาย

สงครามมีมาตั้งแต่โบราณกาล ผู้เขียนวิเคราะห์ถึงสาเหตุของสงครามว่าเกิดจากการที่มนุษย์แสวงหาสิ่งต่างๆ มาสนองความต้องการ ชื่อเสียงและลาภยศของตนเอง สงครามไม่ได้ก่อเกิดการทำลายเสียทั้งหมด แต่ก่อเกิดการพัฒนาและการริบเร่งในการค้นคิดและประดิษฐ์สิ่งใหม่ๆ ให้เกิดขึ้น ในหนังสือดา วินชี เดมอนส์ (Da Vinci's Demons) เราจะเห็นถึงความเป็นอัจฉริยะของดา วินชี (Da Vinci) ทางคณิตศาสตร์ ฟิสิกส์ ดาราศาสตร์ ศิลปกรรม และการแพทย์ เขาขึ้นอาสาผู้นำศาสนาเมืองฟลอเรนซ์สร้างอาวุธสงครามเพื่อปกป้องฟลอเรนซ์จากทหารศาสนาของกรุงโรม ทุกยุคทุกสมัยในช่วงสงครามอาวุธจะมีสิ่งประดิษฐ์ใหม่ถูกเร่งผลิตขึ้นมา ตัวอย่างเช่น เรือดำน้ำ ตอร์ปิโด เครื่องบินรบ ปืนร้ายแรงต่างๆ ถูกระดมสร้างขึ้น ในช่วงสงคราม การค้นคว้าและประดิษฐ์กรรมเหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นมาเร็วกว่าเวลาปกติ

ยางเป็นวัตถุดิบตัวหนึ่งที่ผู้นำประเทศต่างมองเห็นว่าเป็นสิ่งจำเป็นต่อการสร้างอาวุธสงคราม ถ้าปราศจาก

ยาง รถไฟ รถลำเลียงพล รถถัง เรือรบ และเครื่องบินก็ไม่สามารถใช้งานได้ ก่อนหน้านี้เฮนรี ฟอร์ดมองเห็นถึงความสำคัญของยาง ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการสร้างรถยนต์ของเขา ฟอร์ดต้องการควบคุมอุปทานของยางธรรมชาติ ทำให้เขาพยายามสร้างสวนอุตสาหกรรมยางขึ้นในกลางป่าอะเมซอน แต่สวนอุตสาหกรรมยางต้องล้มเหลวและทิ้งผืนดินแห้งแล้งไว้เบื้องหลัง ขณะเดียวกันพันธู์ยางที่สถาบันคิกวาร์เดนนำไปแพร่พันธุ์ในเอเชียใต้ ประเทศมาเลเซีย ศรีลังกา และอินโดนีเซีย ได้กลายเป็นแหล่งที่มาของยางธรรมชาติ ดินแดนเหล่านี้อยู่ในอาณานิคมของอังกฤษ ฝรั่งเศส และ ฮอลแลนด์

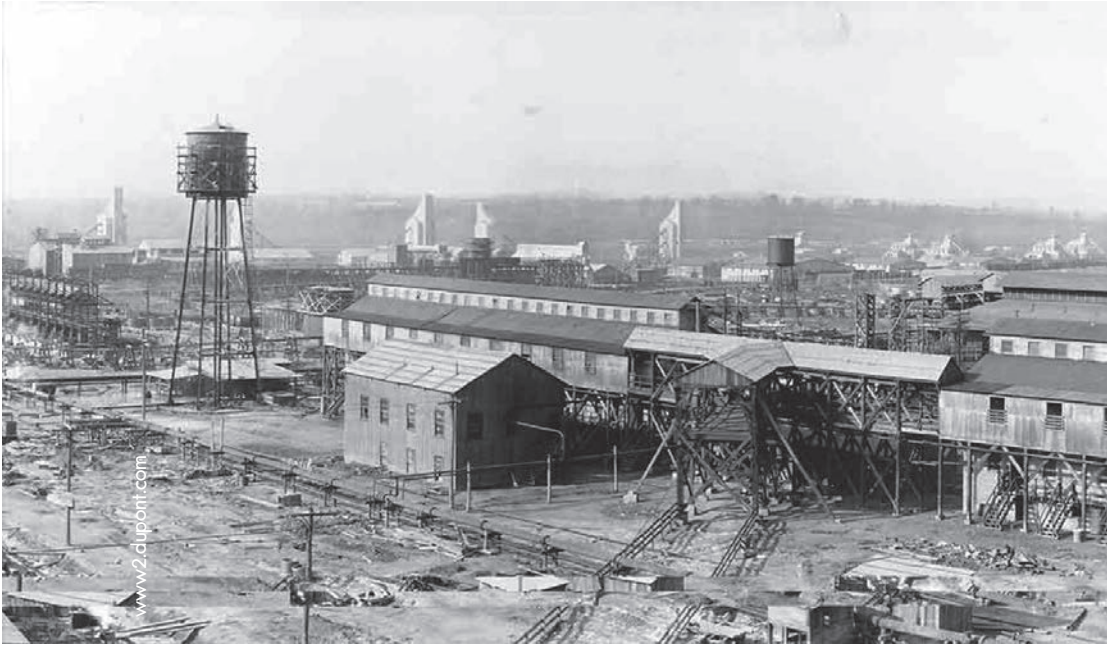
ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 มหาอำนาจอื่นต่างวิตกกังวลถึงการได้มาของยางธรรมชาติของตนเอง ประธานาธิบดีแฟรงกลิน ดี. รูสเวลต์ (Franklin D. Roosevelt) ประกาศให้ยางเป็นวัตถุดิบที่สำคัญ (Strategic raw material) ของประเทศที่ต้องพัฒนาให้เกิดขึ้นภายในสหรัฐอเมริกา ในขณะที่อดอล์ฟ ฮิตเลอร์ (Adolf Hitler) ก็เร่งให้มีการพัฒนาอย่างสังเคราะห์ขึ้นในประเทศเยอรมนี ญี่ปุ่นแพร่อิทธิพลของตนเองเข้ามายึดครองแหล่งผลิตยางธรรมชาติในเอเชียใต้ และภายใต้แผนพัฒนา 5 ปีแรกของรัสเซีย (Joseph



ดร.วอลเลซ แคลร์ซิโอสส์

Stalin's First Five Year Plan) รัสเซียได้เร่งรัดให้มีการพัฒนาอย่างสังเคราะห์ให้เกิดขึ้นในประเทศเช่นกัน

การพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และประดิษฐ์กรรมใหม่ๆ ถูกเร่งให้เกิดขึ้นในช่วงก่อนสงคราม ในสหรัฐอเมริกา จากห้องวิทยาศาสตร์ของดูปองท์ ยางสังเคราะห์คลอโรพรีน (ชื่อการค้าว่านีโอพรีน (Neoprene)) ได้ถูก



สังเคราะห์ขึ้นโดย ดร.วอลเลซ แคโรเทอร์สในปี ค.ศ. 1930 ต่อมานักวิทยาศาสตร์ชาวรัสเซียชื่อ ดร.เซียร์เกล วาซิลเยริช เลเวเดฟ (Dr. Sergel Vasiljerich Levedev) ได้สังเคราะห์ยางชื่อ SK-1 (หรือเรียกยางสังเคราะห์ซินเทติก) โดยสังเคราะห์จากบิวตาไดอีน ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 1910 และถูกเร่งให้พัฒนาผลิตเป็นยางสังเคราะห์เชิงพาณิชย์ในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ในขณะเดียวกันในห้องวิทยาศาสตร์ของไบเออร์ ที่ไอเบอร์เฟลด์ (Elberfed) ประเทศเยอรมนี ดร.ฟริทซ์ ฮอฟมันน์ประสบความสำเร็จในการสังเคราะห์เมทิลไอโซพรีน (2,3-ไดเมทิลบิวตา-1, 3 ไดอีน) ในปี ค.ศ. 1909 ไบเออร์เร่งพัฒนายางสังเคราะห์จากห้องวิจัยให้เป็นเชิงพาณิชย์ได้ ในปี ค.ศ. 1935 ยางสังเคราะห์ 2 ชนิดคือ Buna S และ Buna N ถูกผลิตขึ้นมาและใช้เป็นอย่างดีสำหรับการใช้งานในประเทศเยอรมนีตลอดช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2

ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ดร.วอลโด เซมอน (Dr. Waldo Semon) จากห้องวิจัยบีเอฟกู๊ดริช (BFGoodrich) ได้พัฒนายางสังเคราะห์ใหม่

ที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำและเรียกชื่อทางการค้าว่าอเมริพอล (Ameripol) ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นอย่างรีบเร่งและขยายกำลังการผลิตอย่างรวดเร็วในช่วง สงครามโลกครั้งที่ 2

ในซีกโลกตะวันออก ญี่ปุ่นซึ่งเป็นมหาอำนาจในเอเชียได้ให้ความสนใจ ในยางเช่นกัน รัฐบาลทหารญี่ปุ่นเข้ายึดแหล่งยางธรรมชาติในช่วงเริ่มต้น ของสงคราม แต่ก่อนหน้านั้น โชจิโร อิชิบะชิ (Shojiro Ishibashi) ผู้ก่อตั้ง บริษัทบริดจสโตนและเจแปน ซินเทติก รับเบอร์ (Japan Synthetic Rubber) ให้ความสนใจที่จะผลิตยางสังเคราะห์ เขาสร้างทีมวิจัยและโรงงานเพื่อผลิต ล้อรถยนต์บริดจสโตนขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1931 บริษัทบริดจสโตนคือผู้ผลิต ยางรถยนต์สำหรับรถลำเลียงทหารและล้อเครื่องบินให้กับทหารญี่ปุ่น ตลอดเวลาสงคราม นอกจากวิจัยการทำล้อรถยนต์แล้ว อิชิบะชียังตั้งทีม วิทยาศาสตร์ขึ้นมาวิจัยเพื่อทำยางสังเคราะห์ ก่อนสงครามโลก ครั้งที่ 2 นักวิทยาศาสตร์ของเขาสามารถผลิตยางสังเคราะห์คลอโรพรีนขึ้นในห้องวิจัย เขาได้รับการแต่งตั้งจากรัฐบาลขององค์จักรพรรดิญี่ปุ่นให้เป็นผู้ก่อตั้ง ยางสังเคราะห์ที่แมนจูเรียในประเทศจีน แต่สงครามโลกครั้งที่ 2 เกิดขึ้น ก่อนโครงการยางสังเคราะห์ของญี่ปุ่นในแมนจูเรียจึงถูกพับไป

พอบจบสงครามโลกครั้งที่ 2 สหรัฐอเมริกาคือผู้ผลิตยางสังเคราะห์ที่ใหญ่ ที่สุด ชาติที่แพ้สงครามอย่างเยอรมนีและญี่ปุ่นถูกพันธมิตรบังคับให้ปิดโรงงาน ต่างๆในประเทศ ให้คงไว้ซึ่งการผลิตเท่าที่จำเป็นเท่านั้น หลังสงครามโลก ครั้งที่ 2 ในปี ค.ศ. 1946 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาโอนโรงงานผลิตยางสังเคราะห์ ของรัฐบาลให้กับเอกชน อันนำมาซึ่งการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของอุตสาหกรรม ยางสังเคราะห์ รวมทั้งเทคโนโลยีการผลิตยางสังเคราะห์ในสหรัฐอเมริกา หลัง สงครามโลกครั้งที่ 2 สหรัฐอเมริกาคือผู้ผลิตยางสังเคราะห์แต่เพียงผู้เดียว เกือบ 10 ปี

5.3

การค้นพบยางบิวนา (Buna) ของไอบีเออร์

สืบเนื่องจากการค้นพบของนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ฟรานซิส เอดเวิร์ด แมดทิวส์และเอดเวิร์ด ฮอลฟอร์ด สเตรนจ์ในปี ค.ศ. 1910 พบว่าโลหะแอลคาไลสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงโมเลกุล (polymerization) ของบิวตาไดอีนได้ และต่อมานักเคมีของโฮชต์และ BASF ได้ค้นพบกรรมวิธีการผลิตบิวตาไดอีนที่มีราคาถูกลง ในปี ค.ศ. 1925 กรรมการบริหารของไอบีเออร์จึงตัดสินใจหันมาค้นคว้าและวิจัยยางสังเคราะห์ที่ด้อยกว่าที่หยุดผลิตยางเมทิลไปในปี ค.ศ. 1919 การวิจัยนำโดยนักวิจัยเอดูอาร์ด ชุนเคอร์ (Eduard Tschunker) และวอลเตอร์ บ็อก (Walter Bock) และทีมงานพยายามศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาเพื่อสร้างพอลิเมอร์จากบิวตาไดอีน พวกเขาสามารถสังเคราะห์ยางสังเคราะห์ขึ้นจากบิวตาไดอีนกับโซเดียม (sodium) วอลเตอร์ บ็อกนำการค้นพบนี้ไปวิจัยต่อ เขาสามารถสร้างพอลิเมอร์ที่เกิดจากการทำปฏิกิริยาของบิวตาไดอีนกับสไตรีน (styrene) ในตัวละลายที่เป็นน้ำ

(aqueous emulsion) พอลิเมอร์ที่ได้มีคุณสมบัติของยางที่ดีหรืออาจมีคุณสมบัติหลายๆ ด้านดีกว่ายางธรรมชาติและอีเก พาร์เบน (IG Farben) ได้จดสิทธิบัตรยางสังเคราะห์นี้ในเดือนมิถุนายน ค.ศ. 1929 โดยตั้งชื่อว่า Buna S คำว่าบิวนา (Buna) มาจากคำสองคำคือบิวตาไดอีน (butadiene) และเนเทรียม (natrium) ซึ่งแปลว่าโซเดียม (sodium) ในปีถัดมา เฮลมุท ไคเนอร์ (Helmut Keiner) เอริช คอนราด (Erich Konrad) และเอดูอาร์ด ชุนเคอร์ (Eduard Tschunker) สามารถพัฒนายางสังเคราะห์ Buna N ซึ่งเป็นยางสังเคราะห์จากการเชื่อมโยงโครงสร้างโมเลกุลของบิวตาไดอีนอะคริโลไนไตรล์ (acrylonitrile) ได้ยางอะคริโลไนไตรล์ ซึ่งเป็นยางที่มีคุณสมบัติทนน้ำมันได้ดี

นี่คือการค้นพบยางสังเคราะห์ที่สำคัญของไบเออร์ ยาง Buna S หรือยางสไตรีน บิวตาไดอีนอันเป็นยางสังเคราะห์ที่ใช้มากที่สุดในหมู่ยางสังเคราะห์ และเป็นยางที่ใช้เป็นส่วนผสมสำคัญในการทำล้อยางรถยนต์ สำหรับยางอะคริโลไนไตรล์ซึ่งมีคุณสมบัติทนน้ำมันได้ดีและใช้เป็นยางที่สำคัญในอุตสาหกรรมปิโตรเคมีในชิ้นส่วนยานยนต์และเครื่องจักรต่างๆ ที่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน ประเทศเยอรมนีในช่วงสงคราม อีเก พาร์เบนผลิตยางทั้ง 2 ชนิดในปริมาณ 170,000 ตันต่อปีเพื่อใช้ในระหว่างสงคราม แต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 พันธมิตรสั่งให้อีเก พาร์เบนยุติการผลิตยางสังเคราะห์ แต่อนุญาตให้มีการผลิตใหม่อีกครั้งในปี ค.ศ. 1952 ไบเออร์หันมาเริ่มต้นผลิตยางสังเคราะห์ทั้ง 2 ตัวอีกครั้งหนึ่งโดยเริ่มต้นที่ 500 ตันต่อเดือน ปัจจุบันนี้ยางทั้งสองยังเป็นยางที่สำคัญสำหรับบริษัทแลนเซส (Lanxess) ที่ผลิตและจำหน่ายทั่วโลก

ไบเออร์ เอจี (Bayer AG) เปรียบเสมือนนกหงส์ฟ้าที่มีชีวิตดับลงหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 และฟื้นชีพกลับมาเจริญเติบโตเป็นผู้ผลิตเคมีและยางสังเคราะห์ อีก 10 ปีให้หลังในช่วงปลายสงครามโลกครั้งที่ 2 ทหารอังกฤษเข้ายึดครองตอนใต้ของเยอรมนีหลังสงครามไบเออร์ เสียสิทธิบัตรต่างๆ และต้องหยุดกิจการทุกอย่างลงในเดือนธันวาคม ค.ศ. 1945 จนถึง

ธันวาคม ค.ศ. 1951 พอเริ่มกิจการไบเออร์หันกลับมาพัฒนาอย่างสังเคราะห์ สีย้อมผ้า และยา ปีถัดมาไบเออร์ตัดสินใจเข้าสู่อุตสาหกรรมปิโตรเคมีซึ่งทำให้ไบเออร์กลับฟื้นตัวขึ้นมาเป็นบริษัทชั้นนำด้านผลิตภัณฑ์เคมีของโลกอีกครั้งหนึ่ง ในปี ค.ศ. 2002 คณะกรรมการของไบเออร์มีการตัดสินใจครั้งใหญ่ในการปรับโครงสร้างบริษัท โดยไบเออร์ให้ความสนใจกับธุรกิจที่บริษัทเห็นถึงการเติบโตในอนาคต นั่นคือธุรกิจสุขภาพ (health care) อาหาร (nutrition) และวัสดุเทคโนโลยีขั้นสูง (High-Tech Materials) ส่วนธุรกิจเคมีอื่นรวมทั้งพลาสติกและยางให้แยกตัวออกเป็นบริษัทเอกเทศไป

แลนเซสคือบริษัทใหม่ที่ก่อตั้งขึ้นเพื่อดูแลธุรกิจของไบเออร์ที่เคยทำอยู่ เช่น สารเคมี (performance chemicals) สารเคมีชั้นกลาง (chemical intermediates) พลาสติกวิศวกรรม (engineering plastic) และยางสังเคราะห์ แลนเซสใช้เวลาปรับตัวในตลาดหลายปี ปัจจุบัน แลนเซสเป็นบริษัทที่ผลิตยางสังเคราะห์ mid-performance ถึง high-performance ชั้นนำของโลก

บทที่ 6

ดูปองท์ (DuPont)

“

บริษัทดูปองท์เป็นเจ้าของกิจการ
ของผลิตภัณฑ์ดินปืน ก่อนจะผันตัวเอง
มาเป็นผู้นำทางวิจัยและค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์
จนเป็นบริษัทเคมียักษ์ใหญ่ของโลก

”



สหรัฐอเมริกากลายเป็นประเทศเกิดใหม่ที่ผู้คนอพยพจากยุโรปมาตั้งถิ่นฐานตั้งแต่ปลายศตวรรษที่ 18 ครอบครัวดูปอง (DuPont) เป็นหนึ่งในครอบครัวที่อพยพมาจากฝรั่งเศสมาตั้งถิ่นฐานในสหรัฐอเมริกา

ตลอดเวลา 250 ปีของบริษัทดูปองที่นั่น ระยะเวลา 150 ปีแรกเป็นช่วงของการผลิตและพัฒนาดินปืน ซึ่งใช้มากในช่วงบุกเบิกของสหรัฐอเมริกา ระยะเวลา ร้อยกว่าปีหลังดูปองที่ได้ผันตัวเองมาเป็นผู้จำหน่าย วิจัยและค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ จนเป็นบริษัทเคมีที่ใหญ่ที่สุด ในช่วงปี ค.ศ. 1770-1990 ดินปืนคือผลิตภัณฑ์เดียวของดูปองท์ ในช่วงแรกดินปืนทำรายได้ มหาศาลให้กับบริษัท

แต่หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 ดูปองท์ไม่ต้องการผูกตัวเองไว้กับดินปืนอย่างเดียว จากการเข้าร่วมทุนในบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส (General Motors) ของ ปีแยร์ เอส. ดูปอง (Pierre S. du Pont) ซึ่งเป็นประธานบริษัทดูปองท์ในขณะนั้น นักวิทยาศาสตร์ดูปองท์



อาชีพการวิจัยจากการค้นคว้าด้านไนโตรเซลลูโลสที่พัฒนาโดยอัลเฟรด โนเบล (Alfred Nobel) ในไดนาไมต์ (dynamite) มาเป็นวัสดุด้านพอลิเมอร์ พัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ให้เจเนเนอรัล มอเตอร์ส และขยายเป็นสินค้าเข้าสู่ ตลาดอุปโภคมากมาย ผู้เขียนจึงอยากเล่าเรื่องราวของดินระเบิด และการค้นคว้าไนโตรเซลลูโลสของอัลเฟรด โนเบลก่อนเพื่อให้เกิดความเข้าใจก่อน จะไปถึงเรื่องราวของดुปองท์

6.1

เริ่มจากดินปืน

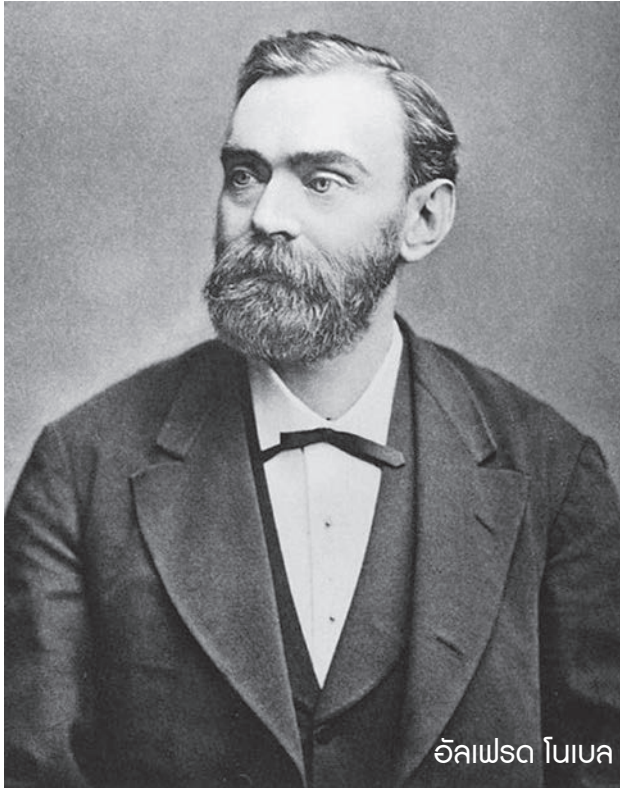
ดินปืนคือ 4 สิ่งมหัศจรรย์ของชาวจีน (เข็มทิศ ดินปืน การทำกระดาษ และการพิมพ์) ดินปืนถูกพัฒนาขึ้นตั้งแต่ยุคถังในปี ค.ศ. 9 และมีการพัฒนาต่อเนื่องมาถึงยุคของซ่ง (ปี ค.ศ. 11) ซึ่งจักรพรรดิเจงกิสข่านได้นำดินปืนไปใช้เป็นอาวุธสงครามข่มขวัญข้าศึกในการพิชิตประเทศต่างๆ ในตะวันตกของจีน ส่วนผสมดินปืนคือดินประสิว (โซเดียมไนเตรด) กำมะถัน และผงถ่าน ชาวจีนรู้จักผสมโลหะออกไซด์ชนิดต่างๆ เพื่อให้เกิดสีสว่างเวลาจุดให้เกิดระเบิด ต่อมาดินปืนถูกพัฒนาขึ้นเป็นวัตถุระเบิดที่ใช้ขวางโดยอัดใส่กระบอกเหล็ก ชาวจีนยังค้นพบด้วยว่าหากจุดให้เผาไหม้ที่ปลายกระบอก ดินปืนจะสามารถขับเคลื่อนที่บรรจุเคลื่อนที่ไปข้างหน้า (บั้งไฟ)

ความรู้ของดินปืนถูกนำไปพัฒนาต่อในยุโรปเพื่อใช้เป็นอาวุธสงคราม ในปี ค.ศ. 16 ดินปืนเป็นวัสดุสำคัญสำหรับการทำสงครามและก่อสร้างถนนหนทาง ทางรถไฟและการทำเหมืองต่างๆ ในช่วงการบุกเบิกของสหรัฐอเมริกา ความต้องการดินปืนคุณภาพดีนี้

สร้างความร่ำรวยให้กับบริษัทผู้ปกป้องที่ ตลอดเวลา 150 ปีของบริษัท ในช่วงเริ่มต้น สารประกอบสำคัญ 3 ตัวของดินปืนคือ ดินประสิว 75 ส่วน กำมะถัน 10 ส่วน ผงถ่าน 15 ส่วน ดินประสิวจึงคือสารออกซิไดซิงชนิดแรง จำนวนออกซิเจน 3 ตัวที่เกาะติดอยู่กับไนโตรเจน ถ้าถูกเผาไหม้จะปลดปล่อยออกซิเจนออกมาจำนวนมาก กำมะถันเป็นตัวที่ช่วยทำให้เกิดปฏิกิริยาอย่างต่อเนื่อง ขณะที่ผงถ่านจะค่อยๆ ดึงออกซิเจนจากอากาศเข้ามาทำให้เกิดแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ และพลังงานความร้อน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดแก๊สไนโตรเจนออกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์และความร้อนจำนวนมาก แก๊สจำนวนมากนี้ทำให้เกิดการขยายตัวของอากาศโดยรอบ ทำให้เกิดการทำลายล้างเพราะความร้อนและการขยายตัวของแก๊ส ถ้าดินปืนถูกบรรจุอยู่ในกระบอกจะมีอำนาจทำลายล้างมากยิ่งขึ้น แต่ถ้าดินปืนถูกจุดในบรรยากาศเปิด จะมีแต่ประกายไฟและควันเกิดขึ้นเท่านั้น

เนื่องจากดินปืนเป็นวัตถุระเบิดที่ให้ความร้อนที่น้อยเมื่อเทียบกับวัตถุระเบิดชนิดรุนแรงที่ค้นพบในยุคต่อๆ มา แม้งานก่อสร้างและงานทำเหมือง ดินปืนถูกทดแทนด้วยสารที่ใช้ออกซิเจนที่แรงกว่า เช่น ไดนาไมต์ และสารที่ถูกรู้จักว่า เช่น แอมโมเนียไนเตรด (หรือที่รู้จักในนามปุ๋ยยูเรีย) ผสมกับน้ำมันดีเซล การพัฒนาไดนาไมต์ของอัลเฟรด โนเบลได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้นในด้านวัตถุระเบิด (อำนาจทำลายล้างมหาศาลกว่าดินปืน ดินปืนและไดนาไมต์คือสิ่งที่ให้โทษมหาศาล แต่ดินปืนและไดนาไมต์ก็ก่อประโยชน์นานัปการ)

ดังนั้น นักประดิษฐ์คนสำคัญอีกคนหนึ่งในโลกวัตถุระเบิดคือ อัลเฟรด โนเบล เขาเป็นนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ชาวสวีเดน เขาและครอบครัวพัฒนาวัตถุระเบิดชนิดหนึ่งที่ต่างจากดินปืนได้สำเร็จ จากการศึกษาการทำระเบิด โดยเอากรดไนตริกเข้มข้นไปทำปฏิกิริยากับสารเหลวกลีเซอริน (glycerine) ได้เป็นวัตถุระเบิดไนโตรกลีเซอริน (nitroglycerine) ซึ่งเป็นสารเหลว ที่มีความไวต่อการระเบิดเมื่อถูกแรงกระทบ เขาค้นพบว่า



อัลเฟรด โนเบล

ถ้าไนโตรกลีเซอรินถูกจับด้วยดินเหนียว วัตถุระเบิดที่ได้จะมีความปลอดภัยในการเคลื่อนย้าย เขาจดสิทธิบัตรไดนาไมต์ (มาจากภาษากรีกซึ่งแปลว่า power) ในปี ค.ศ. 1867 โนเบลยังศึกษาต่อโดยนำใยฝ้ายมาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริกจนได้ไนโตรเซลลูโลส เขานำวัสดุระเบิดซึ่งเป็นของเหลวนี้ไปผสมกับโพแทสเซียมไนเตรต และสารเคมีอื่นๆ เพื่อนำไปใช้เป็นวัสดุระเบิดหินในการทำเหมืองต่างๆ โนเบลร่ำรวยจากธุรกิจวัสดุระเบิด เขาไม่มีทายาทก่อนเสียชีวิตเขาตั้งกองทุนโนเบล ให้รางวัลแก่นักวิทยาศาสตร์ทุกปี ทั้งนี้เพราะเขาสำนึกถึงสิ่งที่เขาประดิษฐ์ขึ้นมาว่าสิ่งประดิษฐ์ของเขาทำให้เกิดการทำลายล้างมนุษยชาติมากมาย เขาอยากให้รวยได้จากสิ่งประดิษฐ์ของเขานำมาซึ่งประโยชน์แก่มนุษยชาติในอนาคต

6.2

อุตสาหกรรมยานยนต์ เจนเนอรัล มอเตอร์ส

ในช่วงยุคต้นปี ค.ศ. 1900 อุตสาหกรรมยานยนต์เป็นตัวผลักดันให้อุตสาหกรรมยาง พลาสติก เหล็ก อิเล็กทรอนิกส์และอื่นๆเติบโตไปด้วย ในช่วงปี ค.ศ. 1920 เป็นช่วงที่เฮนรี ฟอร์ดพัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ ฟอร์ด โมเดลทีที่ใช้เป็นพาหนะสำคัญของชาวอเมริกัน แทนรถเทียมม้า เฮนรี ฟอร์ดขายรถฟอร์ด โมเดลทีได้ถึง 15 ล้านคันในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 และทำให้สหรัฐอเมริกาเป็นผู้ผลิตรถยนต์มากกว่าร้อยละ 80 ของรถยนต์ที่ผลิตทั่วโลก จอห์น รัสคอบ (John Raskob) ซึ่งเป็นเพื่อนสนิทของปีแยร์ ดูปอง มองเห็นช่องทางการทำธุรกิจของเขา จึงตั้งเจนเนอรัลมอเตอร์ส เอกเซปแทนซ์คอร์ปอเรชัน (General Motors Acceptance Corporation) ขึ้นในปี ค.ศ. 1919 เพื่อให้สินเชื่อแก่ผู้ซื้อรถยนต์ 10 ปีต่อมาผู้ซื้อรถยนต์ร้อยละ 65 ใช้สินเชื่อจากบริษัทนี้ นี่คือที่มาของบริษัทรถยนต์ยักษ์ใหญ่เจนเนอรัลมอเตอร์สและเป็นที่มาที่ปีแยร์ ดูปองที่เข้าไปนั่งเป็นประธานบริหารของบริษัท

เจนเนอรัล มอเตอร์ส และเป็นจุดเริ่มต้นการค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์ยุคใหม่ ของดูปองท์ (หลังจากกว่า 150 ปีของการทำธุรกิจดินปืนของดูปองท์) และยังเป็นจุดเริ่มต้นที่ต่อยอดการพัฒนาดินปืนและวัตถุระเบิดของดูปองท์มาต่อยอด จากการค้นพบของอัลเฟรด โนเบล ต่อมาดูปองท์ยังผลิตผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ เพื่อป้องกันอุตสาหกรรมอื่น ๆ ตลอดจนถึงตลาดผู้บริโภค แต่วัสดุพอลิเมอร์ในช่วง เริ่มต้นของดูปองท์ล้วนมาจากสารไนโตรเจนและไนโตรเซลลูโลส

รถยนต์ในยุคปี ค.ศ. 1920 มีสีดำอย่างเดียว สีเริ่มต้นใช้สีน้ำมันซึ่งแห้งช้า และไม่คงทนโดยมีส่วนผสมของน้ำมันสนและผงสีดำ เนื่องจากตัวละลาย ที่แห้งช้าทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการผลิต นักวิทยาศาสตร์จากดูปองท์ เข้าไปแก้ปัญหาโดยผลิตแล็กเกอร์และสีพ่นรถยนต์ ซึ่งเป็นเคมีสังเคราะห์ ที่สามารถเติมผงสีสวย ๆ เข้าไปในเนื้อสีสำหรับพ่นรถยนต์ สีที่ใช้จะมาจาก ไนโตรเซลลูโลสเป็นฐาน นีคือที่มาของรถ GM ที่ออกมาสีให้เลือกมากมาย จากการค้นคว้าเพิ่มเติมของนักวิทยาศาสตร์กลุ่มนี้ ทำให้ดูปองท์สามารถ ผลิตพลาสติกหนังเทียมสำหรับเบาะรถยนต์ สีพ่นรถยนต์สำหรับอุตสาหกรรม รถยนต์ ดูปองท์ยังพัฒนาไนโตรเซลลูโลสมาเป็นเส้นใยไหมเทียม (rayon) และฟิล์มสำหรับผลิตภาพยนตร์ ดูปองท์กลายเป็นบริษัทยักษ์ใหญ่ที่วิจัยและ ผลิตผลิตภัณฑ์ออกมามากมายโดยเริ่มจากเซลลูโลสและไนโตรเซลลูโลส ดูปองท์อาศัยการพัฒนาและวิจัยสิ่งที่เป็นความต้องการของอุตสาหกรรม เป็นปัจจัยที่ทีมนักวิทยาศาสตร์ใช้ศึกษาและค้นคว้าจนเกิดผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ มากมาย ซึ่งเป็นความต้องการในอุตสาหกรรม

บางครั้งการค้นพบก็เกิดขึ้นอย่างไม่คาดคิด ตัวอย่างเช่นสีสำหรับการพ่น รถยนต์ซึ่งในช่วงเริ่มต้นของการค้นคว้าไนโตรเซลลูโลส ที่ใช้ในสีพ่นรถยนต์นั้น มีความหนืดมากไป ทำให้ต้องผสมตัวละลายให้เจือจางและต้องพ่นทับหลาย ครั้ง เหตุบังเอิญเกิดขึ้นขณะที่โรงงานผลิตสีของดูปองท์ โรงงานเกิดไฟฟ้าดับ ถึง บรรจูละลายไนโตรเซลลูโลสถูกทิ้งไว้กลางแดดเป็นเวลาหลายวัน สารโซเดียม

ไนเตรต (sodium nitrate) ที่นักวิทยาศาสตร์ดูปองท์เติมลงเพื่อเป็นสารป้องกันไฟฟ้าสถิตที่อาจเกิดขึ้นกับตัวฟิล์ม ทำปฏิกิริยาเข้าไปไนโตรเซลลูโลสเกิดเป็นสารละลายที่มีความหนืดสูงคล้ายวุ้น ถ้าผ่านการกวน สารนี้จะมีลักษณะเหมือนน้ำไอซ์ที่มีความหนืดลดลง เหมาะกับการนำไปใช้พ่นสีได้ จากการศึกษาทดสอบอย่างต่อเนื่องทำให้ดูปองท์ผลิตสี Duco สีน้ำพ่นรถยนต์ที่ใช้ในโรงงานเจนเนอรัล มอเตอร์ส

เราจะแปลกใจว่าทำไมรถฟอร์ดโมเดลทีของเฮนรี ฟอร์ดจึงมีแต่รถสีดำทั้งนี้ เพราะก่อนหน้านี้สีพ่นรถยนต์ที่มีสีสวยสดใสยังไม่สามารถพัฒนาขึ้น ดูปองท์คือผู้ที่อยู่เบื้องหลังการพัฒนาสีพ่นรถยนต์ Duco นี่อาจเป็นสาเหตุหนึ่งที่เจนเนอรัล มอเตอร์สผลิตรถยนต์สีต่างๆ ออกสู่ตลาด



แทนรถสีดำของฟอร์ดโมเดลที และเจนเนอรัล มอเตอร์สสามารถก้าวขึ้นเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมรถยนต์แทนฟอร์ดจากอุตสาหกรรมรถยนต์ ทั้งยังตั้งบริษัทผลิตตู้เย็นขึ้นอีกด้วย (General Motors' Frigidaire) ดูปองท์ผลิตสีพ่นสีขาว super white โดยใช้อัลคิเดเรซิน (Alkyd Resin) สำหรับตู้เย็นไฟฟ้า นี่คือนวัตกรรมที่เราเห็นตู้เย็นรุ่นเก่าๆ จะเป็นตู้เย็นสีขาว

หนังเทียมที่ใช้ในยุคต้นๆ คือผลผลิตของไนโตรเซลลูโลส โดยนำไนโตรเซลลูโลสไปละลายในน้ำมันละหุ่งและปาดไปบนผ้าใบ ดูปองท์ซื้อบริษัทแฟบริคอยด์ (Fabrikoid) มาปรับปรุงเพื่อผลิตหนังเทียมป้อนอุตสาหกรรมรถยนต์ ดูปองท์ยังป้อนพลาสติก Pyralin ซึ่งผลิตจากไนโตรเซลลูโลสและเป็นพลาสติกที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์ในช่วงปี ค.ศ. 1909–1920 ด้วยการค้นพบสิ่งเหล่านี้ดูปองท์ขยายกิจการพลาสติกเข้าสู่สินค้าอุปโภค เช่น ด้ามแปรงสีฟัน ด้ามถือกระจกส่องหน้า และสุขภัณฑ์หลายชนิดในห้องน้ำ

6.3

ความมหัศจรรย์ทางวิทยาศาสตร์

การค้นพบที่กล่าวมาข้างต้นของดुปองท์ที่อาศัยไนโตรเซลลูโลสต้องยกผลความสำเร็จนี้ให้กับนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์อัลเฟรด โนเบล ใครจะเชื่อว่าการค้นพบไนโตรเซลลูโลสของอัลเฟรด โนเบล โดยนำใยฝ้ายมาทำปฏิกิริยากับกรดไนตริก จะได้ผลิตภัณฑ์มากมายโดยดुปองท์ ในยุคปี ค.ศ. 1900-1950 เช่น เรยอน หรือที่เรารู้จักในชื่อไหมเทียม และเซลโลเฟน (cellophane) फिल्मห่อหุ้มวัสดุต่างๆ ก็เป็นผลผลิตสำคัญจากไนโตรเซลลูโลส

ทั้งเรยอนและเซลโลเฟนกลายเป็นสินค้าที่นำความความสำเร็จแก่บริษัทดुปองท์ในตลาดผู้บริโภค เรยอนและเซลโลเฟนต่างมาจากวัตถุดิบเริ่มต้นจากไนโตรเซลลูโลสตัวเดียวกัน เรยอนทำได้ด้วยกรรมวิธีการอัดเซลโลเฟนผ่านรูเล็กๆ ลงไปในถังกรด เส้นใยที่ได้จะมีลักษณะเป็นมันและอ่อนนุ่มคล้ายเส้นไหม ขณะที่เซลโลเฟนซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์กั้นน้ำก็ผลิตจากไนโตรเซลลูโลสโดยเติมกลีเซอรินลงไปเพื่อป้องกันไม่ให้



ฟิล์มที่ได้ครอบและผ่านกระบวนการเคมี (spread) ออกมาเป็นฟิล์มบางๆ ซึ่งมีความใส สิ่งเหล่านี้ล้วนเกิดขึ้นจากการวิจัยและพัฒนาจากห้องปฏิบัติการในสถานีทดลองและวิจัยของดูปองท์ ในช่วงปี ค.ศ. 1905–1925

เมื่อผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ได้จากศูนย์ทดลองและวิจัยสร้างรายได้ที่ดีแก่ดูปองท์ ดูปองท์จึงก้าวเข้าสู่การวิจัยทางวิทยาศาสตร์และพอลิเมอร์อย่างจริงจัง จังๆ ในเวลาต่อมา

6.4

ดูปองท์และการค้นคว้าวิจัยทางวิทยาศาสตร์

ก่อนอื่นมารู้จักบริษัท E. I. du Pont de Nemours and Company กันดีกว่า บริษัทนี้เริ่มต้นจากตระกูลดูปองท์ที่ลี้ภัยจากการปฏิวัติฝรั่งเศสในปี ค.ศ. 1799 เข้ามาตั้งรกรากที่ชายฝั่งทะเลนิวเจอร์ซีย์ของรััฐนิวเจอร์ซีย์ Éleuthère Irénée du Pont ซึ่งผ่านการอบรมการทำดินปืนที่ Essonnes ใกล้กับเมืองปารีสมองเห็นช่องทางในการทำดินปืนจากคุณสมบัติของไม้วิลโลว์ (willow) ซึ่งมีเพียงพอกับการทำถ่านที่ดีเพื่อใช้ผสมกับดินปืน เขาอาศัยธารน้ำอันเชี่ยวกรากของแม่น้ำแบรนต์ไวน์ที่ไหลผ่านเมืองเดลาแวร์ รัฐเพนซิลเวเนีย เป็นแหล่งพลังงานที่จะไปขับเคลื่อนการประดิษฐ์ดินปืน และผงถ่านเพื่อการผลิตดินปืน

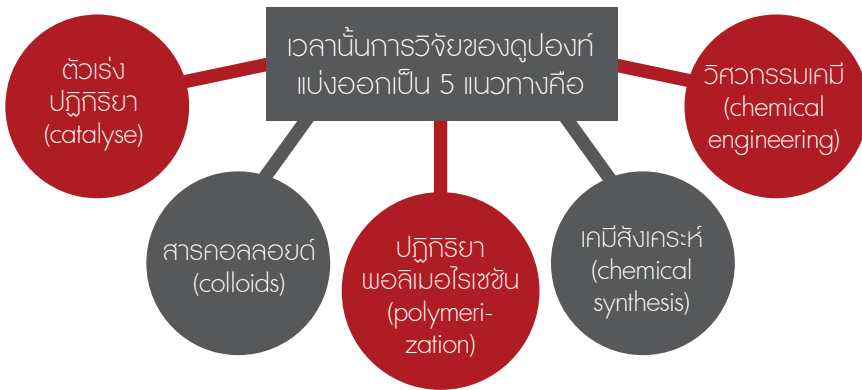
ดูปองท์เติบโตจากธุรกิจดินปืนเพราะความต้องการดินปืนในช่วงการบุกเบิกของสหรัฐอเมริกา ในยุคเริ่มต้นของสหรัฐอเมริกา สงครามกลางเมือง การก่อสร้าง และการล่าสัตว์ต้องการดินปืนจำนวนมาก ทำให้ธุรกิจดินปืนของดูปองท์เติบโตจนดูปองท์กลายเป็นบริษัทขนาดใหญ่

หลังสงครามโลกครั้งที่ 1 ฝ่ายบริหารมองเห็นถึงความมั่งคั่งของดูปองท์ว่าคงไม่สามารถเติบโตจากดินปืนอีกต่อไป ธุรกิจที่ดูปองท์ตัดสินใจที่จะลงทุนใหม่คือ สีย้อมผ้า (dyestuff) เพราะนอกจากประเทศจีนแล้ว สหรัฐอเมริกาคือประเทศที่สองที่จะใช้ และดูปองท์ยังเข้าไปลงทุนในเจนเนอรัล มอเตอร์สในช่วงเกิดวิกฤตเศรษฐกิจครั้งใหญ่ในสหรัฐอเมริกา เจนเนอรัล มอเตอร์สซึ่งอยู่ภายใต้การนำของดูแรนต์ (Durant) ประสบปัญหามากมาย ดูปองท์เข้าไปถือหุ้นในเจนเนอรัล มอเตอร์ส ร้อยละ 40 ปีแยร์ ดูปองท์เข้าไปคุมบังเหียนในปี ค.ศ. 1922 ปีแยร์ ดูปองท์ และอัลเฟรด พี. สโลนซึ่งเป็นรองประธานกรรมการบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์สเข้าไปบริหารเจนเนอรัล มอเตอร์สและได้ปรับปรุงการบริหารของบริษัท โดยแบ่งธุรกิจบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์สออกเป็นแผนก และบริหารองค์กรเจนเนอรัล มอเตอร์สแบบกระจายอำนาจจากประสบการณ์การบริหารร่วมกันในเจนเนอรัล มอเตอร์ส ปีแยร์ ดูปองท์ได้นำมาปรับขบวนการบริหารใหม่นี้ไปใช้ในดูปองท์โดยแบ่งดูปองท์ออกเป็นแผนกผลิตภัณฑ์ 5 แผนกใหญ่ คือ แผนกวัตถุระเบิด แผนกผลิตภัณฑ์เซลลูโลส แผนกพลาสติก แผนกสีและแผนกสีย้อมผ้า นอกจากนี้ ดูปองท์ยังให้ความสนใจใส่ใจในการพัฒนาสินค้าต่างๆ ให้เหมาะสมกับความต้องการของตลาด โดยเข้าไปศึกษาพฤติกรรมและความพอใจของผู้บริโภค จากการศึกษาดูปองท์นำความต้องการของผู้บริโภคมาพัฒนาผลิตภัณฑ์ในห้องทดลอง ทำให้ดูปองท์สามารถผลิตสินค้าอุปโภคขึ้นมามากมายเพื่อป้อนตลาดผู้บริโภค

ความสัมพันธ์ที่แนบแน่นระหว่างดูปองท์และเจนเนอรัล มอเตอร์สทำให้ทั้ง 2 บริษัทเติบโตอย่างรวดเร็ว แผนกวิศวกรรมของดูปองท์เข้าไปช่วยเหลือการก่อสร้างและออกแบบโรงงานรถยนต์ ศูนย์วิจัยของดูปองท์วิจัยสีพ่นรถยนต์พลาสติกและหนังเทียม เพื่อใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์มากมาย ธุรกิจของดูปองท์ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจที่ตกต่ำของสหรัฐอเมริกาในปี ค.ศ. 1921 กลับเติบโตอย่างก้าวกระโดดภายใน 5 ปี จากการที่เข้าไปลงทุนในเจนเนอรัล มอเตอร์ส



สถานีทดลองและวิจัย (Experimental Station) คือสถานที่ที่จุดประกายการวิจัยและค้นคว้าที่ทำให้ดูปองท์เข้าสู่การค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์อย่างแท้จริง ในปี ค.ศ. 1927 ชาลส์ สไตน์ (Charles Stine) ซึ่งเป็นหนึ่งในผู้บริหารที่คุ้มบังเหียนการวิจัยในขณะนั้นต้องตอบโจทย์ผู้บริหารดูปองท์ถึงทิศทางการวิจัยในอนาคตของดูปองท์ สไตน์ให้ข้อคิดแก่ผู้บริหารว่าสิ่งที่ประโยชน์กับการวิจัยสำหรับอุตสาหกรรมเราไม่ควรพึ่งพาการวิจัยจากมหาวิทยาลัย บริษัทควรมุ่งวิจัยผลิตภัณฑ์ของตนเอง



สไตน์รวบรวมนักวิทยาศาสตร์ชั้นนำเข้ามารวมอยู่ที่สถานีทดลองและวิจัยของเขา วอลเลซ แครโรเทอร์สคือหนึ่งในนักวิจัยชั้นนำจากมหาวิทยาลัยฮาร์วาร์ด เป็นบุคคลสำคัญที่สไตน์มุ่งมั่นอยากได้มาร่วมทีม

6.5

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน หรือปฏิกิริยาการเชื่อมโยงสายโซ่

ปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชัน คือปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น โดยนำสารตัวเดียว (monomer) มาเชื่อมต่อกันผ่านปฏิกิริยา เชื่อมโยงสายโซ่จนเป็นสารที่มีความยาวและมีน้ำหนัก โมเลกุลมากขึ้น ทำให้เกิดพลาสติก ยาง และเซลลูโลส สไตน์เชื่อว่าเราสามารถสร้างพอลิเมอร์ให้เกิดขึ้นได้โดย การเชื่อมโยงโมเลกุลแต่ละตัวเข้าหากันโดยกระบวนการ เคมี จนได้ความยาวโมเลกุลและน้ำหนักที่ต้องการ สไตน์ จ้างนักวิทยาศาสตร์เก่งๆ จากมหาวิทยาลัยต่างๆ เช่น วอลเลซ แคโรเทอร์สและทีมงานให้มุ่งวิจัยในแนวทางนี้

เป็นที่รู้กันว่ายางธรรมชาติคือสารโมเลกุลยาวที่ เกิดขึ้นจากการเชื่อมโยงของโมเลกุลเดี่ยวของไอโซพรีน โดยธรรมชาติ แต่นักวิทยาศาสตร์ในยุคต้นๆ ไม่ประสบความสำเร็จในการสร้างพอลิเมอร์จากการเชื่อมโยง จากไอโซพรีน ในห้องวิจัยของดูปองท์ อาร์โนลด์ คอลลินส์ (Arnold Collins) ศึกษาการสังเคราะห์พอลิเมอร์โดยใช้

แก๊สอะเซทิลีน (acetylene) มาตลอด และแล้วเขาได้หันไปสนใจสารตั้งต้น บิวตาไดอิน บิวตาไดอินคือสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคาร์บอน 4 ตัวและมีพันธะคู่ อยู่ 2 คู่ โครงสร้างนี้ทำให้บิวตาไดอินมีความว่องไวในการทำปฏิกิริยาได้ง่ายกว่า โอลิฟิน ในการสังเคราะห์นี้เขาใช้คอมปาวด์อะเซทิลีน (acetylene compound) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาพอลิเมอร์

ในปี ค.ศ. 1930 เขาค้นพบวัสดุเหนียวๆ และยืดหยุ่นได้ในขวดทดลอง สารนี้ให้คุณสมบัติของความยืดหยุ่น คอลลินส์และจูเลียน ฮิลล์ (Julian Hill) ซึ่งเป็นผู้ร่วมวิจัยตั้งชื่อสารนี้ว่าคลอโรพรีน เพราะพอลิเมอร์นี้มีสารจำพวก คลอรีนอยู่ คลอโรพรีนคือสิ่งที่เกิดจากคลอรีน นักวิทยาศาสตร์ดูปองท์นำ การค้นพบของคอลลินส์มาปรับปรุงกระบวนการสังเคราะห์ต่อจนสามารถ ผลิตเป็นยางสังเคราะห์ดูพรีน (duprene) ภายหลังเปลี่ยนเป็นนีโอพรีน ในระดับอุตสาหกรรมคลอโรพรีนจึงเป็นยางสังเคราะห์ตัวแรกที่ผลิตขึ้นมา และสามารถพัฒนาจนเป็นเชิงอุตสาหกรรม

ในขณะที่เดียวกันในปี ค.ศ. 1930 จูเลียน ฮิลล์พยายามทดสอบยาง สังเคราะห์ในลักษณะเดียวกันกับคอลลินส์ในห้องทดลอง เขาหันมาทดสอบ การทำปฏิกิริยาพอลิเมอร์จากเอสเตอร์ (ester) ซึ่งเป็นสารตระกูลแอลกอฮอล์ ของสารกรดอินทรีย์ เขาพยายามสร้างโครงสร้างในพอลิเอสเตอร์ให้มีโมเลกุล ยาวขึ้นโดยการต้มกลั่นปฏิกิริยากรดและแอลกอฮอล์ของสารเคมีเหล่านั้น สิ่งที่เขาค้นพบคือเส้นใยพอลิเมอร์ที่มีความแข็งแรงมาก (high-strength polymer) เขาเรียกพอลิเมอร์นี้ว่า "ซูเปอร์พอลิเอสเตอร์" นี่คือการค้นพบ พอลิเอสเตอร์ของดูปองท์ ฮิลล์ยังค้นคว้าต่อและค้นพบว่าซูเปอร์พอลิเมอร์ นี้สามารถดึงออกมาเป็นเส้นใยเล็กๆ และมีคุณสมบัติที่เหนียวและยืดหยุ่น ฮิลล์และสไตน์นำเส้นใยนี้ไปปรับปรุงจนเกิดเป็นเส้นใยสังเคราะห์พอลิเอสเตอร์ เส้นใยพอลิเอสเตอร์ถูกพัฒนาเป็นเส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ผสมกับผ้าฝ้าย ที่ใช้แพร่หลายอยู่ในปัจจุบัน นอกจากนี้ใช้เป็นเส้นใยในเนื้อผ้าเครื่องนุ่งห่ม

แล้วพอลิเอสเตอ์ยังถูกนำไปพัฒนาใช้เป็นพลาสติกวิศวกรรมอีกมากมาย

ในช่วงที่กำลังวิจัยและค้นคว้า ศูนย์วิจัยดูปองท์เข้าไปควบกิจการของบริษัทโรสเซลเลอร์ แอนด์ แอสซเลเซอร์ ผู้ผลิตน้ำยาฟรียอน (Freon) ดูปองท์ร่วมทุนกับเจนเนอรัล มอเตอร์สตั้งเป็นบริษัทผลิตน้ำยาทำความเย็นฟรียอน (chlorofluorocarbon refrigerant) ขึ้นในปี ค.ศ. 1930

ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจครั้งร้ายแรงของสหรัฐอเมริกา เป็นช่วงที่ลองโมดูปง (Lammot du Pont) ขึ้นมาเป็นประธานกรรมการบริษัท แม้จะอยู่ท่ามกลางวิกฤตเศรษฐกิจครั้งใหญ่ของสหรัฐอเมริกา ดูปองท์ไม่ได้รับผลกระทบจากวิกฤตเศรษฐกิจครั้งนั้นเลย ดินปืนซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์สายหลักอาจได้รับผลกระทบกระทือนเพราะธุรกิจการก่อสร้างที่ซบเซาลง แต่สถานีวิจัยและพัฒนาของดูปองท์ได้เร่งพัฒนาสิ่งทีวิจัยออกเป็นผลิตภัณฑ์จำหน่ายได้จากพอลิเอสเตอ์ (polyester) ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นจากกรด และแอลกอฮอล์ของสารอินทรีย์ นักวิทยาศาสตร์ดูปองท์หันมาให้ความสนใจเอไมด์ (amide) ซึ่งเป็นสารที่เกิดขึ้นจากกรดของสารอินทรีย์กับแอมโมเนีย เช่นเดียวกับเอสเตอ์

เอไมด์สามารถเกิดการเชื่อมโยงผ่านปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันได้ แต่สารที่ได้จะมีจุดหลอมตัวสูงขึ้น ยากแก่การผลิต ในปี ค.ศ. 1934 นักวิทยาศาสตร์จากสถานีทดสอบและวิจัยสามารถสังเคราะห์พอลิเมอ์ของเอไมด์และนำมาผลิตเป็นเส้นใย (Fiber 66) นี่คือการค้นพบไนลอน (Nylon 66) ของดูปองท์ ไนลอนถูกนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์สิ่งทอ การค้นพบนี้นำชื่อเสียงมากมายมาสู่ดูปองท์ ดูปองท์ประกาศความสำเร็จในการทำถุงน่องสตรีจากไนลอน 66 ในนิวยอร์กเวิลด์แฟร์ ในปี ค.ศ. 1938 สุภาพสตรีทั่วสหรัฐอเมริกาต่างหลั่งไหลเข้าเมืองวิลมิงตันเพื่อจับจองสิทธิ์การซื้อถุงน่องไนลอนของดูปองท์ ดูปองท์ขายถุงน่องไนลอน 5 ล้านคู่ในวันเปิดตัว ไม่หยุดแค่นั้น ไนลอนถูกพัฒนาเป็นพลาสติกวิศวกรรมมากมาย ไนลอนผสมกับสารเสริมแรง

ถูกนำมาใช้ทดแทนเหล็กในหลายๆ กรณี ดูป้องท์พัฒนาไนลอนเข้าสู่อุตสาหกรรม
ทำพรมและสินค้าอุปโภคอื่นๆ มากมาย ความสำเร็จจากการผลิตเส้นใย
ไนลอนสำหรับทำพรม ทำให้การใช้พรมแพร่หลายอย่างมากในสหรัฐอเมริกา

นีโอพรีนเป็นยางสังเคราะห์ที่รัฐบาลสหรัฐอเมริกาประกาศเป็นวัสดุ
สำคัญในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 เส้นใยเรยอนคอร์ดูราถูกผลิตออกมา
เป็นเส้นใยเสริมแรงในยางรถยนต์ ส่วนไนลอนนอกจากถ่วงน้ำหนักและพรมแล้ว
ชนแปรงสีฟันที่ทำจากไนลอน 6, 12 ของดูป้องท์ (เข้ามาทดแทนขนหมู)
ถูกนำไปใช้ในการทำแปรงสีฟันจนถึงปัจจุบัน

โลกของดูป้องท์คือโลกของความมหัศจรรย์ทางวิทยาศาสตร์
ยางสังเคราะห์และพลาสติกหลายๆ ตัวผลิตขึ้นจากดูป้องท์ ดูป้องท์เติบโตขึ้น
มาเป็นบริษัทเคมีที่ใหญ่ที่สุดในช่วงปี ค.ศ. 1970-1990 ช่วงนั้นดูป้องท์ผลิต
ยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติขนาดกลางและดี (mid-performance
and high performance rubber) หลากหลายออกสู่ตลาด เช่น นีโอพรีน
(ยางคลอโรพรีน) นอร์เดล (nordel (EPDM rubber)) ยางเอทิลีนอะคริลิก
(ethylene acrylic rubber (VAMAC)) แอลครีน (alcryn) ยางวัลคาไนซ์
(vulcanized rubber กลุ่ม (PVC)) ไวตัน (viton) ฟลูออโรอีลาสโตเมอร์
(fluoroelastomer) คาลเรซ (kalrez) เพอร์ฟลูออโรอีลาสโตเมอร์
(perfluoroelastomer) ในกลุ่มพลาสติก ดูป้องท์ผลิตเรยอน เซลโลเฟน
(cellophane) พอลิเอสเตอร์เรซิน (polyester resin) ไนลอน อะซีทัลเรซิน
(acetal resin) เซอร์ลีน (surlyn) ไอโอไนกลิงก์ซิงก์ เอทิลีนอะคริเลต (ionic
linked zinc ethylene acrylate) เอลแว็กซ์ (elvax) พอลิไวนิลแอสีเตต
(polyvinyl acetate) เทฟลอน (teflon) เคฟลาร์ (kevlar) และอื่นๆ
ออกสู่ตลาด แต่ ณ ปัจจุบันทิศทางของดูป้องท์กำลังแปรเปลี่ยนไป ดูป้องท์มอง
ว่าสิ่งที่ดูป้องท์สร้างขึ้นในอดีตต่างมีที่มาจากวัตถุดิบเริ่มต้นจากน้ำมัน ซึ่งเป็น
วัตถุดิบที่อาจมีการขาดแคลนในอนาคต ดูป้องท์หันมาสนใจและทุ่มเทในการ
ค้นคว้าเทคโนโลยีชีวภาพ (biotechnology) เพื่อความยั่งยืนของตนเองในอนาคต

“

สิ่งที่เป็นประโยชน์กับการวิจัย
สำหรับอุตสาหกรรม
เราไม่ควรพึ่งพาการวิจัย
จากมหาวิทยาลัย
บริษัทควรมุ่งวิจัยผลิตภัณฑ์
ของตนเอง

”

ชาลส์ สไตน์

บทที่ 7

การพัฒนา
อุตสาหกรรมยาง
ในประเทศไทยปัจจุบัน

“

อุตสาหกรรมของญี่ปุ่น
พัฒนาขึ้นได้โดยอาศัยการเรียนรู้ เลียนแบบ
และการลองผิดลองถูกจากชาติตะวันตก

”



การปฏิวัติอุตสาหกรรมตั้งแต่ปี ค.ศ.1850-1920 เป็นจุดเปลี่ยนของอุตสาหกรรมและความเป็นอยู่ของมนุษยชาติ การเกิดปฏิวัติอุตสาหกรรมในยุคแรกล้วนเกิดขึ้นที่ประเทศทางยุโรปและสหรัฐอเมริกา ช่วงเวลานั้นประเทศต่างๆ ในเอเชียยังคงเป็นประเทศเกษตรกรรม การผลิตยังคงดำเนินไปโดยใช้แรงงานและสัตว์เป็นปัจจัยสำคัญ ญี่ปุ่นอยู่ในช่วงปลายราชวงศ์เมจิ (Meiji) ให้ความสนใจในการพัฒนาประเทศและนำอารยธรรมตะวันตกเข้ามาใช้ ถ้าใครได้ดูภาพยนตร์เรื่องมหาบุรุษซามูไร (The Last Samurai) จะเห็นถึงช่วงปลายราชวงศ์เมจิของญี่ปุ่นที่พยายามปรับปรุงประเทศให้เจริญก้าวหน้าเหมือนประเทศซีกตะวันตก ญี่ปุ่นเชิญผู้เชี่ยวชาญและทหารจากสหรัฐอเมริกามาพัฒนาระบบการทหารและสร้างรถไฟ ชุนศึกซามูไรออกมาต่อต้านการเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้น แต่ในที่สุดชุนศึกซามูไรชุดสุดท้ายก็ถูกทำลายไป ญี่ปุ่นนำเอาอารยธรรมตะวันตกมาใช้

การพัฒนาอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น อาศัยการเรียนรู้ เลียนแบบ และการลอกผิดลอกถูก แต่เพราะคนญี่ปุ่นขยันและหมั่นเรียนรู้ ช่วงรอยต่อระหว่างราชวงศ์เมจิหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ญี่ปุ่นจึงพัฒนาเทคโนโลยีด้วยการซื้อเทคโนโลยีหรือต้นแบบสินค้าจากต่างประเทศมาสร้างประดิษฐกรรมของตนเอง พวกเขาจะค้นคว้าต่อเนื่องเพื่อพัฒนาสิ่งที่ได้มาให้เป็นการผลิตของญี่ปุ่นและมีความเพียบพร้อมทางเทคโนโลยีที่ทำให้ต้นทุนของการผลิตถูกลงเพื่อให้เกิดการแข่งขันได้ โตโยต้า (Toyota) คือตัวอย่างหนึ่งของบริษัทที่กล่าวถึง จากการเลียนแบบ โตโยต้าสามารถพัฒนาตนเองขึ้นมาเป็นบริษัทชั้นนำของอุตสาหกรรมรถยนต์ได้ในที่สุด

ซะกิชิ โทะโยะตะ (Sakichi Toyoda) ได้ชื่อว่าเป็นราชาการประดิษฐ์ ในปี ค.ศ. 1926 เขาตั้งโรงงานทอผ้า โทะโยะตะ ออโตเมติก เวกส์ (Toyoda Automatic Works) เขาประดิษฐ์เครื่องทอผ้าโดยใช้พลังงานจากไอน้ำแทนแรงงานคน โทะโยะตะขายเทคโนโลยีนี้ให้กับแพลตต์ บราเธอร์ส (Platt Brothers) ของอังกฤษด้วยเงิน 100,000 ปอนด์ ลูกชายของโทะโยะตะ ชื่อ คิอิชิโร โทะโยะตะ (Kiichiro Toyoda) นำเงินนี้ไปสร้างโรงงานโตโยต้า มอเตอร์ คอร์ปอเรชัน (Toyota Motor Corporation) ขึ้นเพื่อผลิตรถยนต์ในปี ค.ศ. 1930 หลังสงครามโลกโทะโยะตะ มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ของตนเองและปรับปรุงประสิทธิภาพของรถยนต์จนขึ้นมาเป็นบริษัทชั้นนำด้านรถยนต์ของโลก

บุคคลอีกผู้หนึ่งของญี่ปุ่นที่ผู้เขียนขอยกย่องว่าเป็นอัจฉริยะของการค้นคว้าและการประดิษฐ์คือ โชจิโร อิชิบะชิ (Shojiro Ishibashi) อิชิบะชิ แปลว่าสะพานหินอันเป็นที่มาของยี่ห้อบริดจิสโตน (Bridgestone) เขาคือผู้ก่อตั้ง



คิอิชิโร โทะโยะตะ

บริษัทยางล้อรถยนต์บริดจสโตนขึ้นในช่วงก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 เขาคือผู้บุกเบิกอุตสาหกรรมยางของญี่ปุ่น และเป็นผู้ก่อตั้งบริษัทแจแปน ซินเทติก รับเบอร์ (Japan Synthetic Rubber (JSR)) บริษัทบริดจสโตนได้เติบโตใหญ่จนเป็นผู้ผลิตยางล้อรถยนต์ที่มียอดขายสูงที่สุดในโลก ขณะที่ JSR ก้าวขึ้นมาเป็นหนึ่งในผู้นำของผู้ผลิตยางสังเคราะห์

อิชิบะซึกิเกิดที่คุรุเมะ ฟุกุโอะกะในปี ค.ศ. 1889 หลังจบมัธยมปลาย เขาออกมาทำธุรกิจเป็นช่างตัดเสื้อในร้านบิดาของตนเอง อิชิบะซึกิสนใจยาง เขาหันมาประดิษฐ์รองเท้า "ตะบิ (Tabi)" ซึ่งเป็นรองเท้าที่คนทำงานในเหมืองและโรงงานนิยมใช้ ในยุคสมัยนั้นรองเท้าญี่ปุ่นต่างทำจากฟางถัก เขานำรองเท้าเทนนิสจากสหรัฐอเมริกามาเป็นแบบเพื่อทำรองเท้าตะบิ โดยใช้เทคโนโลยีการเคลือบยางเพื่อให้หน้าผ้าของรองเท้าติดกับพื้นรองเท้ายาง แล้วนำรองเท้าไปอบให้ยางสุก ตะบิของเขาเป็นที่นิยมในหมู่คนทำงานโรงงานและชาวไร่ญี่ปุ่นอย่างมาก เพราะกันน้ำได้ ตะบิมียอดจำหน่ายสูงถึง 20 ล้านคู่ในปี ค.ศ. 1935

ก่อนหน้านี้อุตสาหกรรมรถยนต์เติบโตอยู่ในสหรัฐอเมริกา เฮนรี ฟอร์ดสร้างรถยนต์ฟอร์ด โมเดลทีด้วยระบบการผลิตแบบฟอร์ดนิยัม (Fordism) ทำให้รถยนต์ที่ผลิตมีต้นทุนการผลิตที่ถูกจนรถยนต์เป็นที่แพร่หลายทั่วทั้งสหรัฐอเมริกา ขณะนั้นคนญี่ปุ่นยังใช้จักรยานเป็นพาหนะในการสัญจรไปมาในตัวเมือง บริษัทดัทสัน (Datsun) เป็นบริษัทแรกที่ประดิษฐ์รถยนต์ของญี่ปุ่นขึ้นโดยเลียนแบบรถออสติน (Austin) ออกมาจำหน่าย อิชิบะซึกิสนใจผลิตล้อรถยนต์เพื่อป้อนรถยนต์ที่เกิดขึ้นในญี่ปุ่น เขาสร้างทีมวิจัยและพัฒนาเพื่อผลิตล้อรถยนต์ขึ้น และในปี ค.ศ. 1931 ได้ก่อตั้งบริษัทบริดจสโตน ไทร์ (Bridgestone Tire) ขึ้น เขาซื้อรถยนต์มาคันหนึ่งตระเวนโฆษณา ขายล้อรถยนต์ไปทั่วญี่ปุ่น ในระหว่างสงคราม บริดจสโตนคือบริษัทผู้ผลิตล้อรถยนต์สำหรับรถยนต์ลำเลียงทหารและล้อเครื่องบินให้แก่รัฐบาลญี่ปุ่น

อิชิบะซึกิจบการศึกษาแค่มัธยมปลาย เขาประสบความสำเร็จในการนำ



คุณบัญชาและคุณสมศรีถ่ายภาพกับรูปปั้นของโจจิโร อิชิบะชิ

เทคโนโลยียางมาผลิตรองเท้าที่แข็งกันน้ำได้ เขาตั้งบริษัทบริดจสโตน ไทร์ และผลิตยางล้อรถยนต์คนแรกในญี่ปุ่น อิชิบะชิยังให้ความสนใจในยางสังเคราะห์ ก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 อิชิบะชิตั้งทีมวิจัยยางสังเคราะห์ขึ้น และทีมงานนี้สามารถผลิตยางสังเคราะห์คลอโรพรีนได้จากห้องวิจัยยางคลอโรพรีนเป็นยางที่ทนความร้อนและทนน้ำมันและถูกใช้เป็นชิ้นส่วนของเครื่องบินและเรือดำน้ำของญี่ปุ่นในระหว่างสงคราม ก่อนสงคราม อิชิบะชิยังได้รับการแต่งตั้งจากรัฐบาลญี่ปุ่นให้เป็นหัวหน้าทีมไปตั้งโรงงานยางสังเคราะห์ที่แมนจูเรียในประเทศจีน แต่โครงการนี้ต้องหยุดชะงักเพราะเกิดสงครามโลกขึ้นก่อน หลังสงคราม อิชิบะชิถูกแต่งตั้งจากรัฐบาลญี่ปุ่นให้เป็นบุคคลที่มีบทบาทสำคัญในการผลักดันให้เกิดยางสังเคราะห์ขึ้นภายในประเทศญี่ปุ่น

ในปี ค.ศ. 1942 ทหารของจักรวรรดิญี่ปุ่นเข้ายึดครองประเทศต่างๆ ในอินโดจีน ซึ่งเป็นแหล่งผลิตยางธรรมชาติ ญี่ปุ่นเข้ายึดโรงงานกูดเยียร์ ไทร์ แอนด์ รีบเบอร์ (Goodyear Tire & Rubber) ที่เซวา รัฐบาลญี่ปุ่นมอบหมายให้

อิชิบะชิเข้าไปบริหารโรงงานแห่งนี้ โรงงานก๊าดเยียร์ที่ยึดได้ถูกเปลี่ยนชื่อเป็น นิปปอน ไจแอนต์ ไทร์ จำกัด (Nippon Giant Tire Co., Ltd.) หลังญี่ปุ่นแพ้สงครามในเดือนสิงหาคม ค.ศ. 1945 โรงงานล้อรถยนต์ที่ซาวา ต้องคืนให้กับก๊าดเยียร์ ประธานบริษัทก๊าดเยียร์ คือ พอล ดับเบิลยู. ลิตเชฟิลด์ (Paul W. Litchfield) ตีใจที่เห็นโรงงานก๊าดเยียร์ที่ถูกยึดไปในช่วงสงครามโลก ได้รับการดูแลอย่างดีจากอิชิบะชิ นี่เป็นสาเหตุทำให้เกิดสายสัมพันธ์ที่ดีระหว่างลิตเชฟิลด์และอิชิบะชิ และด้วยสายสัมพันธ์นี้ทำให้บริดจสโตน ไทร์ ได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากก๊าดเยียร์ ไทร์ ซึ่งเป็นผู้ผลิตรายล้อรถยนต์เทคโนโลยีสูง หลังจากนั้น 30 ปี บริดจสโตน ไทร์ เข้าไปซื้อกิจการของบริษัทไฟร์สโตน ไทร์ ในสหรัฐอเมริกาในช่วงปี ค.ศ. 1980 และเติบโตมาเป็นผู้ผลิตล้อรถยนต์รายใหญ่ที่สุดในโลก

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ประเทศผู้แพ้สงครามต่างตกอยู่ในการควบคุมของพันธมิตรเป็นเวลายาวนานกว่า 6 ปีภายใต้การนำของสหรัฐอเมริกา เจนเนอรัล เฮดควอเตอร์ส (General Headquarters (GHQ)) ของพันธมิตรเข้ามาควบคุมระบบเศรษฐกิจการเงิน การเมือง และภาคอุตสาหกรรมของประเทศผู้แพ้สงคราม ในภาคอุตสาหกรรม GHQ ได้ให้ประเทศเยอรมนี อิตาลี และญี่ปุ่นลดกำลังการผลิตลงแค่เพียงพอสำหรับความต้องการภายในประเทศเท่านั้น แต่หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 โลกถูกแบ่งออกเป็น 2 ค่ายใหญ่ๆ คือค่ายทุนนิยมที่มีสหรัฐอเมริกาเป็นผู้นำ และค่ายสังคมนิยมที่มีรัสเซียและจีนเป็นผู้นำ สหรัฐอเมริกาเริ่มเข้าสู่สงครามเย็นกับประเทศรัสเซียและประเทศจีน แต่ความตึงเครียดระหว่างสหรัฐอเมริกากับรัสเซียและจีนทำให้สหรัฐอเมริกามองหาพันธมิตรเพื่อปิดล้อมรัสเซียและจีน ความตึงเครียดทวีขึ้นจนกระทั่งปี ค.ศ. 1950 สหรัฐอเมริกาเข้าสู่สงครามเกาหลี (ซึ่งฝ่ายหนึ่งได้รับการสนับสนุนจากจีน) GHQ เห็นถึงความสำคัญของเยอรมนีที่จะเป็นกันชนสำคัญของพันธมิตรกับประเทศต่างๆ ของกลุ่มรัสเซียในทวีปยุโรป ส่วนซีกโลกตะวันออกสหรัฐอเมริกาดึงญี่ปุ่นเป็นพันธมิตร

มาเผชิญหน้ากับจีน นี่คือที่มาของสนธิสัญญาซานฟรานซิสโก (San Francisco Peace Treaty) ในปี ค.ศ. 1952 สหรัฐให้ความช่วยเหลือทางการเงิน เศรษฐกิจ และการถ่ายทอดเทคโนโลยีเพื่อให้เยอรมนีและญี่ปุ่นสามารถฟื้นฟูเศรษฐกิจได้ ภายใต้สนธิสัญญานี้สหรัฐอเมริกาได้ลดข้อบังคับต่างๆ ที่มีต่อผู้แพ้สงคราม ทำให้เยอรมนีและญี่ปุ่นสามารถฟื้นฟูเศรษฐกิจของตัวเองอย่างรวดเร็วในปี ค.ศ. 1960–1970

หลังสงครามอุตสาหกรรมการผลิตของญี่ปุ่นต้องล้มระเนระนาด แต่ด้วยสนธิสัญญาซานฟรานซิสโก บริษัทผู้ผลิตทั้งหลายของญี่ปุ่นต่างหันมาพึ่งเทคโนโลยีการผลิตจากสหรัฐอเมริกาเพื่อสร้างอุตสาหกรรมต่างๆ ขึ้นมาภายในประเทศ (Ministry of International Trade Industry (MITI)) ได้เป็นผู้นำหลักในการผลักดันอุตสาหกรรมและการค้าให้ฟื้นตัว อิชิบะชิคือหนึ่งในผู้นำที่ MITI ขอร้องให้มาช่วยเจรจาเทคโนโลยีจากสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะเทคโนโลยีการผลิตยางสังเคราะห์

ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ประธานาธิบดีแฟรงกลิน ดี. รูสเวลต์ของสหรัฐอเมริกา เห็นถึงความสำคัญของการผลิตยางสังเคราะห์ รัฐบาลใช้งบประมาณกว่า 700 ล้านดอลลาร์สหรัฐในการสร้างโรงงานเพื่อผลิตยางสังเคราะห์ให้พอเพียงกับการใช้ในสหรัฐอเมริกา ก่อนสิ้นสุดสงคราม สหรัฐอเมริกาคือผู้ผลิตยางสังเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดโดยมีโรงงานผลิตกว่า 15 แห่งและมีกำลังการผลิตถึง 700,000 ตันจากความต้องการใช้ยาง 800,000 ตัน หลังปี ค.ศ. 1955 รัฐบาลสหรัฐอเมริกาโอนกิจการการผลิตยางสังเคราะห์ทั้งหมดให้กับภาคเอกชน การโอนกิจการครั้งนี้ทำให้เกิดการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตยางสังเคราะห์อย่างรวดเร็ว เมืองแอครอน (Akron) กลายเป็นศูนย์กลางของโลกเพราะบริษัทกูดเยียร์ ไทร์และไฟร์สโตน ไทร์ ต่างมีโรงงานและสำนักงานใหญ่อยู่ที่แอครอน

ในระหว่างสงครามเกาหลี (ปี ค.ศ. 1952–1953) ความต้องการยางมีมากขึ้น ราคายางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ต่างถีบตัวสูงขึ้นอย่างมาก ด้วย

สนธิสัญญาซานฟรานซิสโก รัฐบาลสหรัฐต้องการช่วยฟื้นฟูเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของญี่ปุ่น MITI กระตุ้นให้เอกชนหันมาสนใจการผลิตยางสังเคราะห์ให้เกิดขึ้นภายในประเทศ รัฐบาลญี่ปุ่นส่งตัวแทน 12 คนไปเยือนโรงงานอุตสาหกรรมยางสังเคราะห์ในสหรัฐอเมริกา หลังจากเยี่ยมชมโรงงานถึง 3 เดือนผู้แทนต่างลงความคิดเห็นว่าเทคโนโลยีดั้งเดิมของญี่ปุ่นในการผลิตยางสังเคราะห์โดยเริ่มต้นจากแอลกอฮอล์ ไม่ใช่เทคโนโลยีที่ทันสมัย และมีต้นทุนการผลิตที่สูงกว่าการใช้วัตถุดิบจากการกลั่นน้ำมัน ฉะนั้นสิ่งแรกที่รัฐบาลญี่ปุ่นต้องรีบสนับสนุนคือตั้งโรงกลั่นน้ำมัน ในปี ค.ศ. 1954-1955 มิตซูบิชิ (Mitsubishi) และมิตซุย (Mitsui) รีบเร่งก่อสร้างโรงกลั่นน้ำมันขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการพลังงานภายในประเทศและเป็นแหล่งผลิตเนฟทา (naphtha) ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นของปิโตรเคมีอีกด้วย อิชิบะชิได้ไปเยือนกูดเยียร์หลายครั้ง ซึ่งนำมาสู่การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตลัตเธอไรต์จากกูดเยียร์ ในขณะที่โยโกฮามา รับเบอร์ (Yokohama Rubber) ขอความช่วยเหลือด้านเทคโนโลยีการผลิตลัตเธอไรต์จากบีเอพีคูตริช

ในปี ค.ศ. 1956 MITI วางแผนให้ประเทศญี่ปุ่นผลิตยางสังเคราะห์ให้ได้ 45,000 ตันเพื่อทันความต้องการใช้ภายในประเทศ นิปปอนซ็อน (Nippon Zeon) เป็นบริษัทที่ก่อตั้งขึ้นโดยโยโกฮามา รับเบอร์ ขอความร่วมมือด้านเทคโนโลยีการผลิตยางสังเคราะห์จากบีเอพีคูตริช ขณะที่บริดจสโตน ภายใต้การชี้แนะของ MITI ได้ก่อตั้งบริษัทเจแปน ซินเทติก รับเบอร์ขึ้น และเจรจาขอซื้อเทคโนโลยีการผลิตบิวตาไดอีน ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นตัวหนึ่งของการผลิตยาง SBR จากเฮาโดร์ โพรเซสส์ คอร์ป (Houdry Process Corp.) เทคโนโลยีการสกัดบิวตาไดอีนจากเนฟทาของเอสโซรีเสิร์ชแอนด์เอ็นจิเนียริง (ESSO Research and Engineering) และเทคโนโลยีการพอลิเมอไรเซชันของบิวตาไดอีนและสไตรีน (Styrene) เพื่อให้ได้ยาง SBR JSR เซ็นส์สัญญาซื้อเทคโนโลยีทั้งหมดนี้จาก 3 บริษัทเป็นเงิน 4.24 ล้านดอลลาร์สหรัฐและก่อสร้างโรงงานผลิตยาง SBR ในกำลังการผลิต 45,000 ตันในปี ค.ศ. 1960

“

โตโยต้าคือตัวอย่างหนึ่ง
ของบริษัทที่พัฒนาตัวเอง
จากการเลียนแบบ
จนสามารถก้าวขึ้นมา
เป็นบริษัทชั้นนำของ
อุตสาหกรรมรถยนต์

”

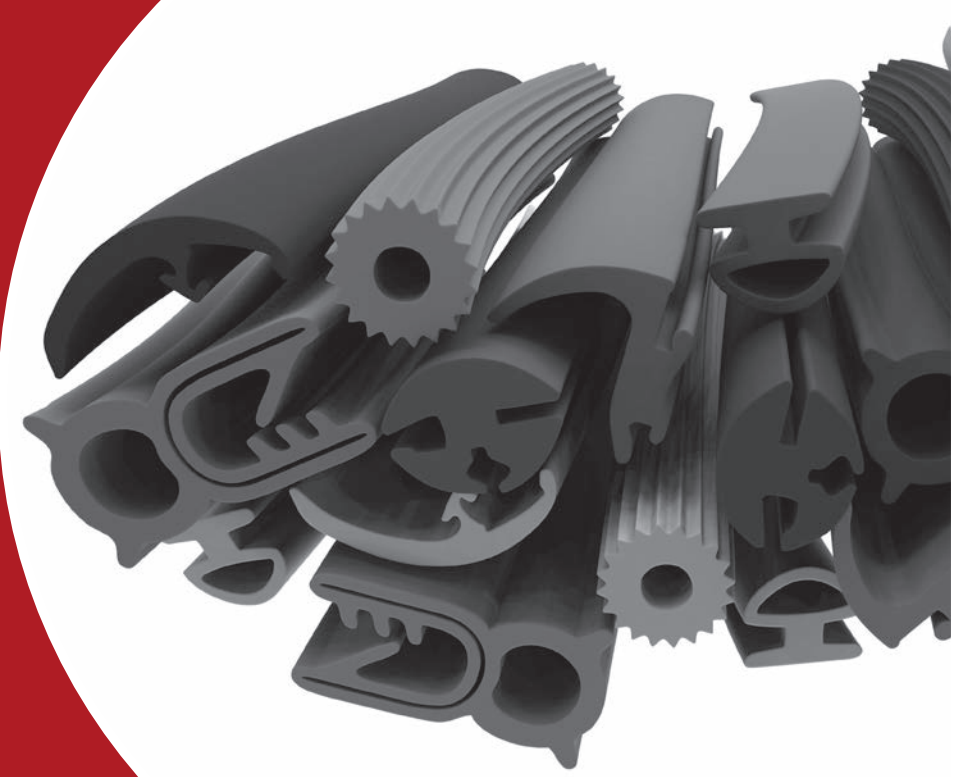
บทที่ 8

ญี่ปุ่นกับการสร้าง
อุตสาหกรรมยาง
สังเคราะห์ในช่วง
ปี ค.ศ. 1960-1990

“

ญี่ปุ่นส่งออกยางสังเคราะห์ไปยุโรป
สูงถึง 35,000 ตันในปี ค.ศ. 1969

”



จากความพยายามของ MITI ที่ต้องการสร้าง
อุตสาหกรรมยางสังเคราะห์ให้ได้ 45,000 ตันเพื่อให้
เพียงพอกับความต้องการภายในประเทศ JSR ได้
ก่อสร้างโรงงานยาง SBR ในปี ค.ศ. 1960 ด้วยกำลัง
การผลิต 45,000 ตัน เป็นการร่วมลงทุนระหว่าง
บริดจสโตนกับรัฐบาล (MITI) ในขณะที่นิปปอนซีออน
ไปขอความร่วมมือจากบีเอฟกู๊ดริชก่อตั้งโรงงาน
ยาง SBR และยางสังเคราะห์พิเศษที่ทนน้ำมัน (NBR)
ในปี ค.ศ. 1959 ในขณะที่อีกซีกโลกหนึ่งอุตสาหกรรม
ยางสังเคราะห์ได้เติบโตใหญ่ขึ้นในประเศยุโรปด้วยความ
ช่วยเหลือจากผู้ผลิตยางสังเคราะห์จากสหรัฐอเมริกาเช่น
กัน ช่วงนั้นสหรัฐอเมริกาเปิดเสรีการค้าให้ประเทศต่างๆ
ส่งสินค้าไปจำหน่ายในสหรัฐอเมริกาได้ ปี ค.ศ.1960
เจแปน ซินเทติก รับเบอร์ หรือ JSR และนิปปอนซีออน
เริ่มต้นผลิตยาง SBR แต่ด้วยกำลังการผลิตยางสังเคราะห์
ที่ใหญ่มากของสหรัฐอเมริกา ยางสังเคราะห์จากสหรัฐอเมริกา
ยังทะลักเข้าสู่ญี่ปุ่น ยุโรป และประเทศต่างๆ แต่โชค

เข้าข้างผู้ผลิตยางสังเคราะห์ของญี่ปุ่น อุตสาหกรรมรถยนต์ในญี่ปุ่นได้พัฒนาขึ้นมาอย่างรวดเร็ว ความต้องการยางสังเคราะห์จากผู้ผลิตล้อรถยนต์มีมาก ทวีคูณ JSR และนิปปอนซีออนจึงมียอดการผลิตเพิ่มขึ้นตามความต้องการยางของอุตสาหกรรมรถยนต์และล้อรถยนต์ ในปี ค.ศ. 1962 ทั้ง JSR และนิปปอนซีออนหันมาซื้อเทคโนโลยีการผลิตของบิวทีลีนรับเบอร์ (butylene rubber (BR)) ซึ่งเป็นยางสังเคราะห์ที่สำคัญอีกตัวหนึ่งของการผลิตล้อรถยนต์ (ยาง BR เป็นยางสังเคราะห์ที่ช่วยลดการสึกหรอของยางล้อรถยนต์) ผู้ผลิตยางสังเคราะห์ญี่ปุ่นเริ่มส่งยางสังเคราะห์ไปประเทศยุโรป ซึ่งกำลังการผลิตไม่เพียงพอกับความต้องการ โชคเข้าข้างญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา ซึ่งเป็นผู้ผลิตยางสังเคราะห์ที่ใหญ่ที่สุดประสบปัญหาขาดแคลนวัตถุดิบ บิวตาไดอีน กระบวนการผลิตบิวตาไดอีนของสหรัฐอเมริกาใช้กระบวนการการคืนไฮโดรเจนออกจากบิวเทน ซึ่งกระบวนการนี้เป็นกระบวนการผลิตบิวตาไดอีนที่มีต้นทุนสูง บิวตาไดอีนเป็นวัตถุดิบตัวสำคัญของการผลิตยางสังเคราะห์กั๊ดเยียร์ ไทร์ ไฟร์สโตน ไทร์ และปีเอฟกั๊ดริช ผู้ผลิตยางสังเคราะห์ใหญ่ทั้งสามของสหรัฐอเมริกาไม่สามารถส่งยางสังเคราะห์ไปยังโรงงานประกอบยางล้อรถยนต์ของตนเองในยุโรปได้ การส่งออก SBR ของสหรัฐอเมริกาลดลง ในขณะที่ผู้ผลิตยางสังเคราะห์ในยุโรปก็ไม่อยากขยายกำลังการผลิตของตนเอง นี่เป็นโอกาสอันดีของผู้ผลิตยางสังเคราะห์ประเทศญี่ปุ่นที่จะส่งยางสังเคราะห์ไปยังประเทศยุโรป ญี่ปุ่นส่งออกยางสังเคราะห์ไปยุโรป สูงถึง 35,000 ตันในปี ค.ศ. 1969

อุตสาหกรรมรถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า และปิโตรเคมีของญี่ปุ่นเติบโตอย่างต่อเนื่อง ในช่วงปี ค.ศ. 1970-1980 ผู้ผลิตยางสังเคราะห์ได้รับอานิสงส์จากการเติบโตในอุตสาหกรรมเหล่านั้น โดยเฉพาะอุตสาหกรรมรถยนต์ซึ่งเป็นผู้ใช้ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์จำนวนกว่า 65 เปอร์เซ็นต์ของการบริโภคยาง อุตสาหกรรมปิโตรเคมีและยางของญี่ปุ่นเติบโตอย่างรวดเร็วในปี

ค.ศ. 1970–1990 ญีปุ่นคือผู้ผลิตยางสังเคราะห์และส่งออกมากที่สุด แต่หลังปี ค.ศ. 1990 ด้วยราคาน้ำมันดิบที่เพิ่มขึ้นจากเดิมอย่างมากญี่ปุ่นผู้ซึ่งต้องนำเข้าน้ำมันดิบทั้งหมดจากประเทศผู้ผลิตน้ำมัน ทำให้ต้นทุนการผลิตยางสังเคราะห์ของญี่ปุ่นสูงขึ้นอย่างมาก จำต้องย้ายฐานการผลิต (หรือขายเทคโนโลยีการผลิต) ไปยังประเทศอื่น ตามมาด้วยผู้ผลิตยางล้อรถยนต์ของญี่ปุ่นต่างทยอยย้ายการผลิตไปยังประเทศที่ผลิตยางธรรมชาติ ผู้ผลิตยางล้อรถยนต์ให้ความสนใจในการผลิตในประเทศที่เป็นแหล่งยางธรรมชาติ เช่น ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซียมากขึ้น ในขณะที่ผู้ผลิตยางสังเคราะห์หันมาตั้งโรงงานผลิตยางสังเคราะห์ที่จีน อินเดีย และสิงคโปร์ ซึ่งเป็นประเทศเศรษฐกิจเกิดใหม่ที่ต้องการยางสังเคราะห์เพื่อป้อนอุตสาหกรรมรถยนต์ ทำให้ประเทศจีน อินเดีย อินโดนีเซีย ไทย และมาเลเซียขยายกำลังการผลิตยางล้อรถยนต์มากขึ้น ญี่ปุ่นมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าประเทศดังกล่าวต้องย้ายฐานการผลิตไปสู่ประเทศเหล่านั้น

“

โชจิโร ฮิชิบะชิ
เป็นผู้ก่อตั้ง
บริษัทบริดจสโตน ไทร์
และผลิตยางล้อรถยนต์
คนแรกในญี่ปุ่น

”

8.1

ญี่ปุ่นกับการพัฒนาอุตสาหกรรม ภายใต้เงาอินทรียักษ์

ถ้าได้ดูหนังสงครามที่ถ่ายทำจากฮอลลีวูด เราจะเห็นทหารญี่ปุ่นสู้กับทหารอเมริกันอย่างกล้าหาญ ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 แต่ถ้าดูหนังจากจีนจะเห็นเรื่องราวที่แตกต่าง ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ทหารญี่ปุ่นเข้ายึดครองประเทศจีน คนจีนลุกขึ้นมาต่อสู้กับทหารญี่ปุ่น คนจีนถูกทหารญี่ปุ่นทารุณ สิ่งเหล่านี้สร้างรอยแผลของความเกลียดชังคนญี่ปุ่นในใจของคนจีนมาตลอด ภายหลังจากสงครามเราจะเห็นหนังประวัติศาสตร์ฉายให้เห็นถึงความน่าสงสารของประชาชนชาวญี่ปุ่นที่ถูกถล่มด้วยลูกระเบิดนิวเคลียร์ 2 ลูก หลังแพ้สงครามญี่ปุ่นตกอยู่ภายใต้การปกครองของเจเนเนอรัลเฮดควอเตอร์สของพันธมิตรที่มีสหรัฐอเมริกาเป็นหัวหน้า กว่า 6 ปีที่เศรษฐกิจและความเป็นอยู่ของชาวญี่ปุ่นอยู่ในภาวะที่ย่ำแย่ที่สุด แต่ภายหลังจากสนธิสัญญาซานฟรานซิสโก สหรัฐอเมริกาผ่อนคลายกฎข้อบังคับต่าง ๆ ต่อผู้แพ้สงครามแต่ก็ยังคงกองเรือรบที่ 7 ที่ทรงแสนยานุภาพไว้ที่เกาะโอะกินะวะ (Okinawa) ในด้านการเงิน

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทุกประเทศอยู่ภายใต้กฎการเงินของกองทุนการเงินระหว่างประเทศ (International Monetary Fund (IMF)) ด้วยเบรตตันวูดส์ซิสเต็ม (Bretton Woods System) ที่ให้เงินทุกสกุลผูกติดกับค่าดอลลาร์สหรัฐและค่าดอลลาร์สหรัฐผูกติดกับทอง ช่วงนั้นสหรัฐอเมริกาเป็นประเทศที่ร่ำรวยที่สุด ทองคำกว่าร้อยละ 80 ทั่วโลกไปกองอยู่ที่ฟอร์ทน็อกซ์ (Fort Knox) ในสหรัฐอเมริกา ในขณะที่สหรัฐอเมริกาถือสิทธิพลทางการเงินเหนือเงินทุก ๆ สกุลในโลก สหรัฐอเมริกาคุมการเงินและเศรษฐกิจของหลาย ๆ ประเทศ ในขณะที่นั้นอัตราแลกเปลี่ยนของญี่ปุ่นผูกไว้ที่ 360 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ

ด้วยเหตุผลที่ไม่แจ่มชัด ญี่ปุ่นหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ทั้งเศรษฐกิจการเงินและการทหารอยู่ภายใต้สิทธิพลของสหรัฐอเมริกา มาตลอด เปรียบเสมือนงูเห่าที่กลัวเข็อกกล้วย ญี่ปุ่นหลังสงครามจะต้องซื้อเทคโนโลยีจากสหรัฐอเมริกา อัตราแลกเปลี่ยนก็ต้องผูกติดกับดอลลาร์สหรัฐอเมริกาคือ 360 เยนต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐอเมริกา ภายหลังจากญี่ปุ่นพยายามพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตและปรับปรุงคุณภาพสินค้าของตัวเองให้ดีขึ้น สินค้าอิเล็กทรอนิกส์และรถยนต์ของญี่ปุ่นก็มุ่งหวังเข้าสู่ตลาดสหรัฐอเมริกา แต่ด้วยผลของการขาดดุลการค้าและการใช้จ่ายมากมายในภาครัฐ (ในสงครามเกาหลีและเวียดนามและการลงทุนในการแข่งขันกับรัสเซียด้านอวกาศ) ประธานาธิบดีริชาร์ด นิกสัน (Richard Nixon) ออกประกาศในปี ค.ศ. 1970 (ชาวญี่ปุ่นเรียกว่านิกสันช็อก) โดยยกเลิกอัตราแลกเปลี่ยนคงตัวของเงินสกุลดอลลาร์สหรัฐกับเงินสกุลอื่นๆ ทั่วโลกมาเป็นอัตราลอยตัวและประกาศขึ้นภาษีนำเข้าจากสหรัฐอเมริกาอีก ร้อยละ 10 การขึ้นภาษีนำเข้านี้ชาวญี่ปุ่นต่างวิจารณ์โดยมีจุดมุ่งหมายตรงมาที่สินค้าของญี่ปุ่นที่เข้าไปในตลาดสหรัฐอเมริกา (รถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก) หลังประกาศการลอยตัวของอัตราแลกเปลี่ยน ทุกประเทศต้องหา

จุดลงตัวของอัตราแลกเปลี่ยนของเงินเยนเมื่อเทียบกับสกุลดอลลาร์สหรัฐ เงินเยนมาจบลงที่ 239 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ (จาก 360 เยน) ทำให้ราคาสินค้าที่ส่งขายในตลาดสหรัฐอเมริกาสูงขึ้นอย่างมาก และค่าเงินเยนก็ถูกปรับให้แข็งขึ้นตลอดเวลามาที่ 123 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐใน ค.ศ. 1988 และมาสูงสุดที่ 73 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐในปี ค.ศ. 2012 สิ่งนี้สร้างปัญหาเศรษฐกิจให้กับประเทศญี่ปุ่น ญี่ปุ่นต้องหันไปตั้งโรงงานผลิตรถยนต์ในสหรัฐอเมริกาทดแทนการส่งออกสินค้า ญี่ปุ่นไม่สามารถแข่งขันได้กับสินค้าจากจีนและเกาหลีด้วยค่าเยนที่แข็งขึ้นเรื่อยๆ จนต่ำกว่า 100 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ นายกรัฐมนตรีชิโนอะเบะ (Shinzo Abe) ต้องออกมาประกาศทุกวิถีทางที่จะทำให้ค่าเงินเยนของตัวเองอ่อนตัวลง ให้ได้ที่ 103 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐเมื่อเดือนเมษายน ค.ศ. 2013

แต่เมื่อเทียบกับประเทศจีน หลังประธานาธิบดีริชาร์ด นิกสันของสหรัฐอเมริกาไปเยือนประเทศจีน จากนั้นประเทศจีนเริ่มเปิดประตูเพื่อทำการค้ากับต่างชาติ และจีนอาศัยตลาดสหรัฐอเมริกาเป็นตลาดสำคัญในการส่งออก แต่ตลอดเวลากว่า 40 ปีที่จีนเปิดประตูการค้ากับสหรัฐอเมริกาและประเทศต่างๆ ผู้นำประเทศจีนมีท่าทีที่แข็งกร้าวกับสหรัฐอเมริกามาตลอด แม้จีนต้องการส่งสินค้าตัวเองเข้าสู่ตลาดสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นตลาดบริโภคที่ใหญ่ที่สุด ตลอดเวลาจีนถูกบีบจากผู้นำสหรัฐอเมริกาให้แข็งค่าเงินหยวน เพื่อลดความได้เปรียบดุลการค้ากับสหรัฐอเมริกา แต่ผู้นำจีนกลับเพิกเฉยต่อคำเตือนและคณนโยบายให้เงินหยวนอ่อนค่าต่อสกุลดอลลาร์สหรัฐ จีนรักษาอัตราแลกเปลี่ยนของตัวเองให้อ่อนโดยการเข้าซื้อพันธบัตรสหรัฐอเมริกาจำนวนมหาศาล ด้วยพันธบัตรจำนวนมากมายของสหรัฐอเมริกาในมือรัฐบาลจีนบวกกับฐานเศรษฐกิจที่ใหญ่ขึ้นของจีน สหรัฐอเมริกาไม่อาจจะบีบบังคับเงินให้ทำตามที่ตัวเองต้องการได้ นับวันอำนาจทางทหารของจีนก็แข็งแกร่งขึ้นจนเป็นที่หวงวิตกของสหรัฐอเมริกาว่าเอเชียจะอยู่ภายใต้อำนาจจีนอย่างเบ็ดเสร็จ

ผิดกับญี่ปุ่น ตลอดเวลาหลังสงครามโลกครั้งที่ 2 ญี่ปุ่นอยู่ภายใต้อิทธิพล

การเมือง เศรษฐกิจ และการเงินของสหรัฐอเมริกาไม่ทางตรงก็ทางอ้อม ในช่วงนายกรัฐมนตรีฮะยะโตะ อิเกะตะ (Hayato Ikeda) ซึ่งเป็นช่วงปีมหัศจรรย์ทางเศรษฐกิจของญี่ปุ่น (Japan's Economic Miracle Period) รัฐบาลของอิเกะตะ ดำเนินนโยบายผลักดันอุตสาหกรรมต่างๆ ให้ก้าวไปข้างหน้า อุตสาหกรรมรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าของญี่ปุ่นเริ่มเติบโต ญี่ปุ่นสร้างคุณภาพสินค้าที่มีต้นทุนการผลิตที่ต่ำ ทำให้สินค้าของญี่ปุ่นเข้าไปตีตลาดในสหรัฐอเมริกามากขึ้น ยางสังเคราะห์ของญี่ปุ่นเข้าไปบุกตลาดที่ยุโรป และสหรัฐอเมริกา จากการขาดดุลทางการค้าและงบประมาณอย่างมาก ประธานาธิบดีนิกสันต้องประกาศเพิ่มภาษีสินค้านำเข้าพิเศษร้อยละ 10 และให้เงินทุกสกุลลอยตัว เงินเยนแข็งขึ้นจาก 360 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ มาถึง 239 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐทันทีและแข็งตัวต่อเนื่อง ขณะเดียวกัน เศรษฐกิจญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 1971-1974 ถูกซ้ำเติมจากวิกฤตน้ำมันในเดือนตุลาคม ค.ศ. 1973 ราคาน้ำมันดิบจาก 3 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาเรลขยับมาที่ 12 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาเรลทันที ประเทศญี่ปุ่นซึ่งเป็นประเทศที่นำเข้าพลังงานในรูปแบบน้ำมันดิบเกือบทั้งหมด ประสบปัญหาขาดแคลนไฟฟ้าไปทั่วประเทศ เศรษฐกิจญี่ปุ่นเข้าขั้นวิกฤต รัฐบาลญี่ปุ่นต้องรีบเร่งผลักดันนโยบายเพิ่มสภาพคล่องทางการเงิน ส่งเสริมให้สร้างการผลิตและการใช้จ่ายภายในประเทศ รีบเร่งสร้างสาธารณูปโภคต่างๆ ในญี่ปุ่น ในปี ค.ศ. 1975-1989 คือช่วงที่เศรษฐกิจเกิดสภาพคล่องทางการเงินมากที่สุด เกิดการลงทุนทั้งภาคอุตสาหกรรมและสาธารณูปโภคอย่างมาก แม้จะเกิดวิกฤตน้ำมันอีกครั้งในปี ค.ศ. 1978-1980 ราคาน้ำมันดิบขึ้นถึง 40 ดอลลาร์สหรัฐต่อบาเรล ภาคอุตสาหกรรมญี่ปุ่นซึ่งมีประสบการณ์จากวิกฤตน้ำมันปี ค.ศ. 1973 ไม่ได้รับการกระทบกระเทือนมากนักจากวิกฤตในระยนั้น ด้วยระบบประหยัดพลังงานดำเนินไปพร้อมกับการเพิ่มสมรรถภาพทางการผลิต สินค้าญี่ปุ่นเข้าสู่ตลาดทั่วโลกและตลาดใหญ่คือสหรัฐอเมริกา

โซนี่ (Sony) โตโยต้า (Toyota) และฮอนด้า (Honda) ประสบความสำเร็จอย่างมากในตลาดสหรัฐอเมริกา

รัฐบาลสหรัฐอเมริกาต้องออกกฎหมายควบคุมการนำเข้าสินค้าจากญี่ปุ่น ผู้ผลิตสินค้าญี่ปุ่นจำต้องหันไปตั้งโรงงานในสหรัฐอเมริกา ในปี ค.ศ. 1993 โตโยต้าและฮอนด้าผลิตรถจำนวนเกือบ 2 ล้านคันในสหรัฐอเมริกา อีกทั้งส่งออกจากญี่ปุ่นไปสหรัฐอเมริกาเกือบ 1.6 ล้านคัน

ด้วยสภาพการเงินที่มีความคล่องตัวมาก และอัตราดอกเบี้ยที่ต่ำ ทำให้มีการลงทุนในอสังหาริมทรัพย์และราคาอสังหาริมทรัพย์เพิ่มขึ้นอย่างมากมาจนเกินความเป็นจริง ทำให้เกิดภาวะฟองสบู่ด้านเศรษฐกิจขึ้นที่ญี่ปุ่น รัฐบาลญี่ปุ่นเห็นกลางร้ายในทางการเงินและเศรษฐกิจภายในประเทศ จำต้องออกมาตรการเข้มงวดทางการเงินในปี ค.ศ. 1989 และแล้วฟองสบู่ทางเศรษฐกิจของญี่ปุ่นก็แตกในปี ค.ศ. 1990

ในปี ค.ศ. 2013 ญี่ปุ่นเป็นประเทศที่มีหนี้สาธารณะสูงถึง 1,000 ล้านล้านเยน หนี้ภาครัฐสูงถึง 214 เปอร์เซ็นต์ของระบบเศรษฐกิจของประเทศ (ซึ่งสูงกว่ากรีซและอิตาลีในช่วงวิกฤตการเงินของ 2 ประเทศในปี ค.ศ. 2010-2012) หนี้ที่สูงนี้ได้สร้างปัญหาแก่รัฐบาลญี่ปุ่นมาตลอด 20 ปี ในสภาพที่บอบช้ำ เงินเยนกลับแข็งค่าขึ้นตลอดเวลา เพราะทุกครั้งที่สหรัฐอเมริกาออกพันธบัตรเพื่อจำหน่าย เงินที่ไหลเข้ามาในประเทศทางเอเชียจะทำให้อัตราแลกเปลี่ยนในประเทศเหล่านั้นสูงขึ้น ประเทศญี่ปุ่นคือประเทศหนึ่งที่ได้รับผลกระทบจากการออกพันธบัตรของสหรัฐอเมริกา เงินเยนแข็งค่าขึ้นสูงสุดที่ 78 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ ในขณะที่เดียวกันเงินกลับมีมาตรการการควบคุมค่าเงินหยวนให้คงอ่อนไว้ ยังความแข็งแกร่งของการส่งออกของจีนไว้ได้

จะเห็นได้ว่าญี่ปุ่นอยู่ภายใต้อุ้งเล็บของพญาอินทรีมาตลอด 50 ปีหลังสงครามโลกครั้งที่ 2

“

ในปี ค.ศ. 1993 โตโยต้า
และฮอนด้าผลิตรถ
จำนวนเกือบ 2 ล้านคัน
ในสหรัฐอเมริกา
ทั้งยังส่งออกรถจากญี่ปุ่น
ไปสหรัฐอเมริกา
เกือบ 1.6 ล้านคัน

”

บทที่ 9

เดนก้า (Denka)
ผู้เปลี่ยนหินปูนและน้ำทะเล
เป็นยางสังเคราะห์
คลอโรพรีน

“

เดนก้า

ได้รับสัมปทานภูเขาหินปูนลูกใหญ่จากรัฐบาล
ฉะนั้นแหล่งวัตถุดิบของเดนก้าอยู่ได้อีก 1,000 ปี

”

The image features the DENKA logo, which consists of a large, stylized letter 'D' in a dark red color. The 'D' is composed of a vertical bar on the left and a curved section on the right. The word 'DENKA' is written in a bold, grey, sans-serif font across the middle of the white circular area of the 'D'.

DENKA

ในกระบวนการผลิตยางสังเคราะห์คลอโรพรีนมีกระบวนการที่แตกต่างกันอยู่ 2 กระบวนการ มีบริษัทผู้ผลิตคลอโรพรีนใหญ่ 4 บริษัท คือ ดูปองท์ แลนเซส โชวะวะ เต็งโกะ (Showa Denko) และโทะโซะ (Toso) โดยใช้วัตถุดิบตั้งต้นคือบิวตาไดอีน ซึ่งมาจากการกลั่นของน้ำมันดิบ แต่มีอีกบริษัทหนึ่งคือเดนก้า (Denka) เป็นบริษัทเดียวที่ใช้สารตั้งต้นจากวัตถุดิบธรรมชาติ ทั้งหินปูนและน้ำทะเลในการผลิตคลอโรพรีน ผู้เขียนเคยเข้าชมโรงงานใหญ่ของดูปองท์ที่นิวยอร์กและโรงงานโชวะวะ เต็งโกะ กระบวนการที่ทั้ง 2 บริษัทใช้คือการใช้กรดเกลือเข้มข้นเป็นตัวทำปฏิกิริยาบิวตาไดอีนเพื่อทำปฏิกิริยาพอลิเมอไรเซชันจนได้คลอโรพรีน แต่กระบวนการผลิตของเดนก้าคืออะไร

โชคดีที่ผู้เขียนมีโอกาสได้พาทีมนิสิตภาคภาษาอังกฤษของภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย พร้อมคณาจารย์เข้าเยี่ยมชมโรงงานผลิตยางคลอโรพรีนอันชาญฉลาดของเดนก้า โดยไปเยี่ยมชมโรงงานนี้เมื่อปี



ทีมบิสิตและคณาจารย์ของภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ไปเยือนโรงงานอาซาฮี คาร์บอน ที่เมืองนิงะตะ (Niigata)
และเดนง่า ที่เมืองอิโตะจิวะ (Itogiowa)

ค.ศ. 2011 แทนที่วัตถุดิบสำหรับการผลิตของเขาจะมาจากโรงกลั่นน้ำมัน แต่มาจากน้ำทะเลและหินปูนที่อยู่ตามธรรมชาติ

โดยทั่วไปวัตถุดิบสำคัญสำหรับการผลิตพลาสติกและยางสังเคราะห์ จะมาจากน้ำมันดิบ แต่เดนง่าผู้ผลิตยางสังเคราะห์คลอโรพรีน ใช้หินปูน และน้ำทะเลเป็นวัตถุดิบสำคัญ เดนง่าได้รับสัมปทานภูเขาหินปูนลูกใหญ่จากรัฐบาล ฉะนั้นแหล่งวัตถุดิบของเดนง่าอยู่ได้ 1,000 ปี ในขณะที่วัตถุดิบของผู้ผลิตคลอโรพรีนรายอื่นๆ เช่น คูบองท์ ไบเออร์ โทะโซะ และ โชะวะ เต็งโกะ ต่างใช้วัตถุดิบปิวดาไดอิน ซึ่งได้จากน้ำมันดิบและราคาของปิวดาไดอินสูงขึ้นตลอดเวลา 3-4 ปีที่ผ่านมา

กระบวนการผลิตของเดนง่าเป็นกระบวนการที่น่าทึ่ง วัตถุดิบสำคัญมาจากธรรมชาติทั้งสิ้น ได้แก่ หินปูน (CaCO_3) และน้ำทะเล (นำ NaCl มาผลิตกรดเกลือเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต) จากวัตถุดิบจากธรรมชาติ เดนง่าผลิตผลิตภัณฑ์ออกมามากมายโดยไม่ยอมให้อะไรสูญเปล่าเลย

(แม้แต่พลังงาน) อีกสิ่งหนึ่งที่เดนก้ามีชื่อเสียงมากคือ ปลาไหลทะเลซึ่งเป็นสินค้าพลอยได้จากโรงงานนี้ โดยทั่วไปแล้วในปฏิกิริยาสังเคราะห์ที่ใช้กรดเกลือและโซดาไฟ (NaOH) มาเกี่ยวข้อง จะมีของเสียหรือสารที่ออกมาจากกระบวนการผลิตที่จะเป็นอันตรายต่อภาวะสิ่งแวดล้อม (ถ้าไม่มีกระบวนการจัดการที่ดี) สารจากคลอรีนมักจะมีสารปนเปื้อนที่ก่อมะเร็งได้ เพื่อให้ประชาชนโดยรอบโรงงานแน่ใจต่อระบบกำจัดของเสียและน้ำเสีย น้ำหลังบำบัดแล้วเขาเอาน้ำที่ได้ (ก่อนปล่อยออกสู่ธรรมชาติ) ไปเลี้ยงปลาไหลทะเลเพื่อยืนยันในความสะอาดของน้ำหลังบำบัดแล้ว เดนก้ามีรายได้เสริมจากการจำหน่ายปลาไหลทะเลที่แสนอร่อย

9.1

คลอโรพรีนคืออะไร

ยางคลอโรพรีน คือยางสังเคราะห์ที่ดัดแปลงที่สังเคราะห์ขึ้นในช่วงปี ค.ศ. 1930 เป็นยางสังเคราะห์อเนกประสงค์ ในด้านคุณสมบัติและเคมี คลอโรพรีนเป็นยางสังเคราะห์ที่มีความยืดหยุ่นสูง (dynamic properties) คุณสมบัตินี้ถูกนำมาใช้เป็นยางรองคอสพานทางด่วนและเป็นรากฐานสำคัญสำหรับดีกสูงๆ ที่มีความเสี่ยงจากแผ่นดินไหว คลอโรพรีนมีความเหนียวทนต่อการฉีกขาด ถูกนำมาใช้ในโฟมยาง คลอโรพรีนสำหรับชุดประดาน้ำ และชุดกีฬาทางน้ำ คลอโรพรีนมีคุณสมบัติทนน้ำมันและเคมีได้ดี ถูกนำมาใช้เป็นชิ้นส่วนยานยนต์ที่ต้องสัมผัสกับไอน้ำมันและอุณหภูมิไม่เกิน 130 องศาเซลเซียส ตลาดสำคัญของคลอโรพรีนอีกตลาดหนึ่งคือ กาวสีเหลืองที่เรานำมาใช้ในอุตสาหกรรมรองเท้าและเครื่องหนัง คลอโรพรีนนับว่าเป็นยางอเนกประสงค์ แต่เนื่องจากกระบวนการผลิตตั้งที่กล่าวมาแล้วบวกกับการกำจัดของเสียที่ออกจากกระบวนการผลิตมีความยุ่งยากและต้นทุนสูง อีกทั้งบิวตาไดอิน

ซึ่งเป็นวัตถุดิบตั้งต้นอันมาจากการกลั่นน้ำมันมีราคาแพงขึ้น ดูปองท์
ซึ่งเคยเป็นผู้ผลิตคลอโรพรีนรายใหญ่ที่สุดต้องปิดโรงงาน 3 แห่ง (จาก 4
โรงงาน) ลง ปัจจุบันเดนก้าขึ้นมาเป็นผู้นำในการผลิตคลอโรพรีน

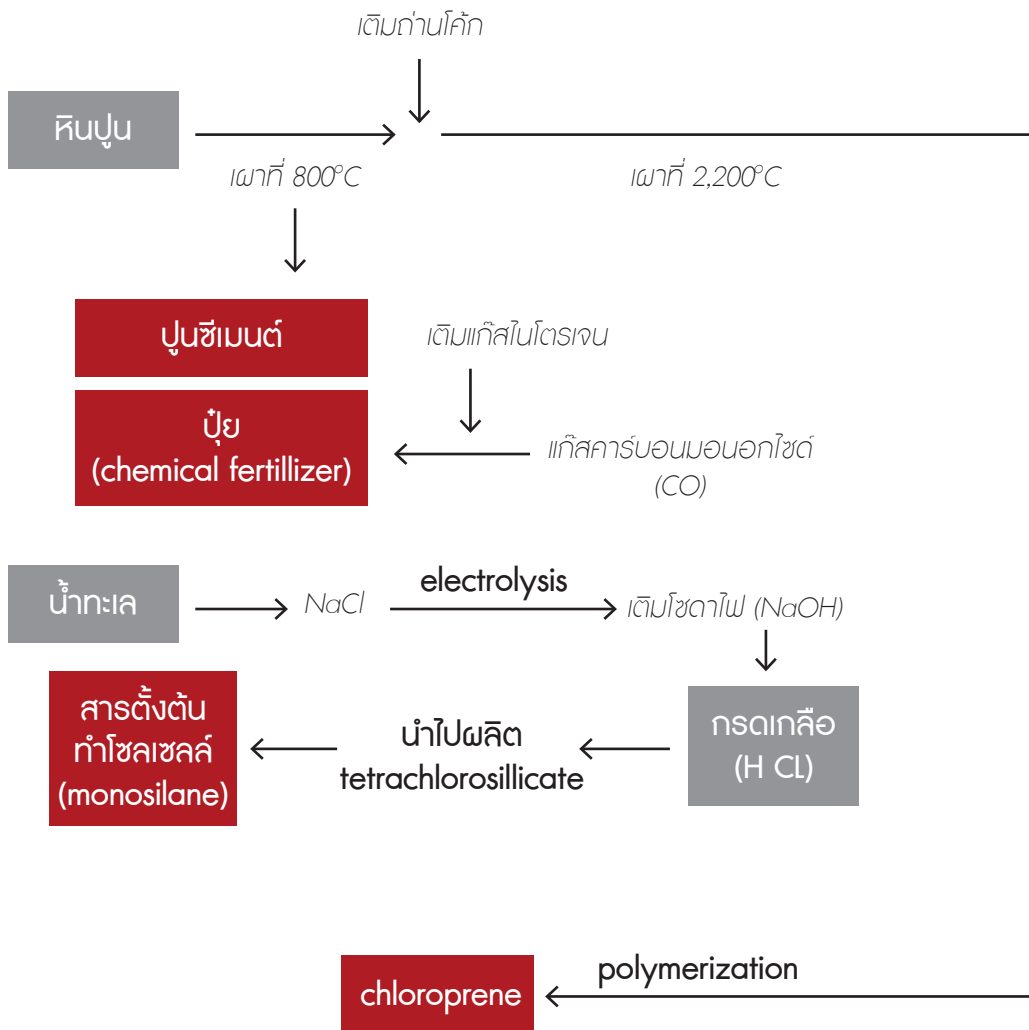
9.2

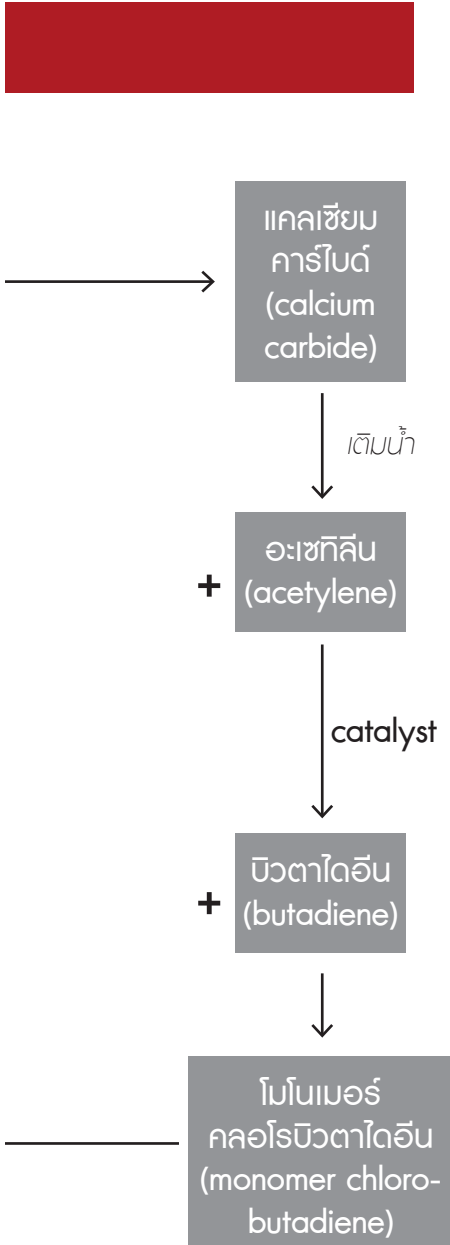
กระบวนการการผลิตของเดนกำ

วัตถุดิบเริ่มต้นของเดนกำคือหินปูนและน้ำทะเล จากหินปูนเดนกำนำมาเผาที่อุณหภูมิ 800°C จะได้ปูนขาว (CaO) ซึ่งส่วนหนึ่งเดนกำจะนำไปผสมเป็นปูนซีเมนต์และสิ่งปรุงแต่งของปูนซีเมนต์ ถ้าปูนขาวเผาต่อที่ $2,200^{\circ}\text{C}$ และเติมถ่านโค้ก สิ่งที่ได้มาคือแคลเซียมคาร์ไบด์ (CaC_2) ในกระบวนการนี้เดนกำใช้หุ่นยนต์ในการกวนปูนขาวเข้ากับถ่านโค้กที่อุณหภูมิสูงๆ ถ้าเติมน้ำเข้าไปในแคลเซียมคาร์ไบด์เขาจะได้อะเซทิลีนและแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ เขาไม่ปล่อยแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ทิ้งให้สูญเปล่า เขานำไปผ่านกระบวนการผสมกับแก๊สไนโตรเจนเพื่อผลิตสารเคมีอื่น (fertilizer chemical) ต่อไป

ส่วนอะเซทิลีนที่ได้เดนกำนำมาผ่านกระบวนการเคมีโดยมีสารตัวเร่ง (catalyst) และได้บิวตาไดอีนซึ่งเมื่อทำปฏิกิริยากับกรดเกลือ (ซึ่งมาจากกระบวนการแยกสลายด้วยกระแสไฟฟ้า (electrolysis) ของเกลือจากน้ำทะเล) จะได้คลอโรบิวตาไดอีน (chlorobutadiene)

แผนภูมิการผลิต





เมื่อผ่านกระบวนการพอลิเมอไรส์แล้วจะได้ยางสังเคราะห์คลอโรพรีน

ในกระบวนการนี้จะเห็นว่าจากหินปูนและน้ำทะเล เเดนกำได้ยางสังเคราะห์คลอโรพรีนเป็นผลิตภัณฑ์หลัก นอกจากนั้น เเดนกำยังได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นผลพวงจากกระบวนการคือปูนซีเมนต์และสารปุ๋นแต่งปุ๋นซีเมนต์ ปุ๋น (chemical fertilizer) โซดาไฟ monosilane ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการทำโซลาเซลล์ เส้นใยอะลูมินา (alumina fiber) พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (polyvinyl alcohol) และอื่น ๆ เเดนกำไม่ยอมปล่อยให้สารเคมีที่ออกจากกระบวนการผลิตต้องสูญเปล่า เชนำสารเหล่านี้มาผ่านกระบวนการผลิตขั้นต่อไปจนออกเป็นผลิตภัณฑ์หลากหลายออกจำหน่าย

ถ้าดูจากกระบวนการดังกล่าว ทุกคนเข้าใจว่า เเดนกำต้องทำรายได้มหาศาลเพราะสารตั้งต้นมาจากวัตถุดิบธรรมชาติราคาถูกลง แต่สิ่งที่เเดนกำเผชิญอยู่ก็เป็นดั่งเช่นโรงงานในญี่ปุ่นที่กำลังเผชิญคือ ต้นทุนพลังงานที่แพง ปัจจุบันโรงงานญี่ปุ่นกำลังเผชิญปัญหาการขาดแคลนพลังงาน ถ้ารัฐบาลไม่ตัดสินใจใช้พลังงานจากปฏิกรณ์นิวเคลียร์ต่อ ต้นทุนของพลังงานที่ใช้ของโรงงานในญี่ปุ่นจะสูงขึ้นอีก เเดนกำต้องใช้พลังงานที่มีต้นทุนที่แพงในระบบการเผาหินปูนที่ 2,200°C ซึ่งต้องใช้พลังงานมหาศาล แต่เเดนกำนำความร้อน

ที่หลีกเลี่ยงจากการผลิตกลับเข้าไปสู่กระบวนการให้ความร้อน และในการสร้างเป็นพลังงานใหม่ไม่ยอมให้มีการสูญเสียเปล่าของพลังงาน เเดนก้านำน้ำจากลำธารที่ไหลผ่านตัวเมืองบึ่มขึ้นสู่ที่สูง (ตามไหลเขา) และปล่อยให้ น้ำตกลงมา หมุนกังหันผลิตพลังงานไฟฟ้านำมาใช้เสริมในโรงงาน แต่ด้วยกระบวนการทั้งหมด เเดนก้ายังต้องซื้อพลังงานจากรัฐมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ทำให้ต้นทุนสำคัญของเดนก้า คือ พลังงานที่มีต้นทุนที่สูงมาก

สิ่งที่ผู้เขียนเรียนรู้จากอุตสาหกรรมญี่ปุ่นคือ ความขยัน การพัฒนาตนเอง เทคโนโลยี และความพยายามต่อสู้กับอุปสรรคอย่างไม่หยุดยั้ง เศรษฐกิจญี่ปุ่นกำลังเผชิญปัญหาหลายด้านทั้งระบบการเงิน หนี้สาธารณะของภาครัฐ ภาวะเงินฝืด ประชากรผู้สูงอายุที่ทวีจำนวนมากขึ้น และเงินเยนที่แข็งค่าขึ้นอย่างมาก สิ่งนี้ทำให้อุตสาหกรรมต่างๆ มองหาที่ลงทุนในประเทศต่างๆ แต่อุตสาหกรรมปิโตรเคมีไม่อาจเคลื่อนย้ายโรงงานไปประเทศอื่นได้ง่ายๆ ฉะนั้นเราจะเห็นความพยายามของนักอุตสาหกรรมญี่ปุ่นที่พยายามสร้างปัจจัยต่างๆ รอบตัวเพื่อความเป็นเลิศในผลิตภัณฑ์ อันจะนำมาซึ่งความอยู่รอดในระยะยาว

“

บทเรียนจากอุตสาหกรรมญี่ปุ่น
คือ ความขยัน
การพัฒนาตนเอง และเทคโนโลยี
รวมทั้งความพยายามต่อสู้
กับอุปสรรคอย่างไม่หยุดยั้ง

”

บทที่ 10

ยางและการพัฒนา
อุตสาหกรรม
ยางล้อรถยนต์

“

กูดเยียร์และไฟร์สโตน

พัฒนาการผลิตยางล้อรถยนต์เพื่อตอบสนอง
การเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ ปี ค.ศ. 1898

”



ความต้องการของยางเดิบโตไปพร้อมกับการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ ปัจจุบันร้อยละ 70 ของรถยนต์ต่างมีแหล่งผลิตอยู่ที่ประเทศต่างๆ ในเอเชีย จีนเป็นประเทศที่ผลิตรถยนต์มากที่สุดด้วยจำนวนกว่า 18 ล้านคัน นี่คือนิวซีแลนด์ที่เอเชียคือแหล่งผลิตยางธรรมชาติ และกว่าครึ่งหนึ่งเป็นยางสังเคราะห์ จีนเป็นประเทศที่ใช้จ่ายกว่า 9 หมื่นตันต่อปี คิดเป็นหนึ่งในสามของจำนวนยางที่ใช้ทั่วโลก และเป็นประเทศที่มีการผลิตยางสังเคราะห์กว่า 4 ล้านตัน จึงนับได้ว่าจีนและประเทศในทวีปเอเชียคือแหล่งที่มาของยางและมีการใช้ยางมากที่สุด

ปัจจุบันมีจำนวนยางล้อรถยนต์ทั่วโลก 17 พันล้านเส้น อุตสาหกรรมล้อยางรถยนต์คืออุตสาหกรรมสำคัญที่ใช้จ่ายมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 60 ของยางที่ใช้ทั้งหมด ในจำนวน 27 ล้านตันของยางที่ใช้โดยอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ใช้ยางธรรมชาติร้อยละ 40 นอกนั้นเป็นยางสังเคราะห์ SBR BR และ IIR ประเทศที่ปลูกยางธรรมชาติจึงเป็นแหล่งวัตถุดิบของอุตสาหกรรมนี้ อุตสาหกรรม



ล้อยางยนต์

ถัดมาที่ใช้ยางมารองลงมาคือ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ ประมาณ 3.6 ล้านตันต่อปี แต่ในจำนวนนี้จะเป็นยางสังเคราะห์เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนั้นแล้วยางยังถูกใช้ในระบบขนส่งและคมนาคม เช่น ยางรองคอสพาน ยางกันกระแทก ยางผสมในยางมะตอยปูพื้นถนน ยางถูกใช้ในระบบลำเลียงทั้งของแข็งของเหลว และแก๊ส เช่น สายพานลำเลียง ท่อส่งน้ำ น้ำมัน แก๊สและสายไฮดรอลิก ในเครื่องจักรต่างๆ ถู่มือเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ยางธรรมชาติจำนวนมาก ถู่มือเคยใช้ยางธรรมชาติเป็นหลักแต่ถูกทดแทนไปกว่าครึ่งด้วยยางสังเคราะห์ CR IR และ NBR หลายประเทศในเอเชียกลายเป็นแหล่งผลิตผลิตภัณฑ์ยาง

ชนิดต่างๆ บริษัทผู้ผลิตยางล้อรถยนต์มากกว่า 50 ยี่ห้อต่างมีโรงงานผลิตในเอเชีย

ประวัติของยางล้อรถยนต์เกิดขึ้นเมื่อนายสัตวแพทย์จอห์น บอยด์ตัน ลอปกทนดูลูกชายอายุ 10 ขวบที่ต้องขี่รถจักรยานล้อไม้ไปตามถนนขรุขระของเมืองเบลฟัสต์ไม่ไหว เขาจึงนำเอาเส้นกลุ่มฝาดัด (ที่เคลือบด้วยยาง) มาทำเป็นท่อและเอาจุกนมเด็กมาทำเป็นจุกบีบลมเข้าไปในท่ออย่างที่ตั้งขึ้น แล้วนำท่อแบบนี้ไปหุ้มล้อรถจักรยาน เขาเห็นถึงความสุขของลูกค้าที่ใช้ท่ออย่างที่เขาประดิษฐ์ขึ้น ทำให้เกิดแรงบันดาลใจตั้งโรงงานผลิตยางล้อจักรยาน (pneumatic tire) ขึ้นในปี ค.ศ. 1889 รถยนต์คันแรกที่ประดิษฐ์โดยคาร์ล เบินซ์และกอทท์ลิบ ไดม์เลอร์ (Gottlieb Daimler) ยังใช้ล้อเหล็ก แต่ภายหลังเมื่อมีการค้นพบยางล้อรถยนต์ จึงหันมาใช้ยางล้อจักรยานทั้งหมด เทคโนโลยีการผลิตรถยนต์จึงมีความสัมพันธ์แน่นแฟ้นไปกับการพัฒนาเทคโนโลยียางล้อรถยนต์ นักเคมีและวิศวกรต่างออกแบบโครงสร้างของยางล้อรถยนต์และวัสดุที่ใช้ในยางล้อรถยนต์ เพื่อพัฒนาให้สอดคล้องไปกับการเคลื่อนที่ของรถยนต์ในสภาวะต่างๆ เทคโนโลยีการออกแบบและวัสดุที่ใช้จะเป็นจุดเด่นของแต่ละบริษัท ซึ่งจะเก็บไว้เป็นความลับสุดยอดและมีการจดลิขสิทธิ์ไว้ไม่ให้ผู้อื่นเลียนแบบ

จากนั้นยางล้อรถยนต์มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องในปี ค.ศ. 1890 มีการออกแบบยางล้อรถยนต์โดยใช้ขอบลวด (metal bead) ในปลายทั้ง 2 ข้างของยางล้อ โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ขอบล้อรถยนต์จับกระชับแน่นกับกระทะล้อรถ อีกทั้งช่วยให้ถอดล้อรถยนต์ออกจากกระทะล้อได้ง่ายขึ้น ในปลายศตวรรษที่ 19 พี่น้องมิชลิน อองเดร (André) และเอดูอาร์ (Édouard) ได้ปรับปรุงสูตรเคมีของยางที่ใช้ทำล้อรถยนต์เพื่อให้ยางสึกหรอน้อยลง มิชลินปรับปรุงล้อรถยนต์ให้มีสมรรถนะดีขึ้นเรื่อยๆ จนสามารถใช้กับรถแข่งที่วิ่งด้วยความเร็ว 100 กิโลเมตรต่อชั่วโมง สิ่ง พี่น้องตระกูลมิชลินใช้คือการผสมผงถ่านคาร์บอน (carbon black) เข้าไปเป็นตัวเสริมแรงให้กับยาง ทำให้ยางคงทนมากขึ้น นอกจากนี้

ปรับปรุงสูตรเคมีของยางแล้ว พวกเขายังพัฒนาหน้ายางให้มีการจับผิวถนนได้ดีขึ้นทั้งถนนที่แห้ง เปียกชื้น และหิมะในฤดูหนาว ในขณะที่โครงสร้างของยางก็มีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง มีการนำเส้นใยสังเคราะห์เข้าไปใช้ช่วยเสริมความแข็งแรงให้กับยางล้อรถยนต์และทำให้ผู้ขับขี่รู้สึกสบายขึ้น เส้นใยสังเคราะห์ที่ใช้ยังสามารถลดการสะสมของความร้อนของล้อรถยนต์ขณะที่วิ่งไปด้วยความเร็วสูง มิซลินคือเจ้าของตำรับยางที่ผู้ขับขี่รถยนต์จะรู้สึกนุ่มและสบาย ยางล้อรถยนต์ที่พัฒนาใช้ในสมัยนั้นเป็นล้อรถที่ต้องใช้ผ้าใบเป็นตัวเสริมความแข็งแรง การพัฒนา cross-ply tire (การไขว้ผ้าใบ) ในปี ค.ศ. 1930 เป็นจุดเริ่มต้นของการพัฒนาล้อรถยนต์ที่ให้ความปลอดภัยที่สูงขึ้นและให้ความรู้สึกสบายมากขึ้นสำหรับผู้ขับขี่ การไขว้ผ้าใบคือการวางผ้าใบระหว่างชั้นให้มีลายเหลื่อมกัน 45 องศา ซึ่งจะทำให้ยางที่ได้มีความคงทน การพัฒนายุคแรกๆ ใช้ผ้าใบที่ทำด้วยเส้นใยฝ้าย ภายหลังจากทดแทนด้วยเส้นใยสังเคราะห์ (เรยอน พอลิเอสเตอร์ ไนลอน และอะรามิด) ยางธรรมชาติเป็นส่วนหนึ่งที่ต้องใช้ในยาง Cross-ply นี้ เพราะยางธรรมชาติถูกพัฒนาเป็นส่วนผสมของยางที่ใช้ระหว่างชั้นของผ้าใบ ยางธรรมชาติช่วยการยึดติดของผ้าใบระหว่างชั้น ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 ยางธรรมชาติขาดแคลน บริษัทยางคอนติเนนทอล (continental) ต้องพัฒนาสูตรยางใหม่โดยใช้ยางสังเคราะห์ขึ้นมาแทนยางธรรมชาติ คอนติเนนทอลได้พัฒนาล้อรถยนต์อย่างต่อเนื่องจนมาเป็นล้อที่ไม่ต้องใช้ยางใน (tubeless tire) ซึ่งเป็นล้อรถยนต์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในปัจจุบัน

หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการพัฒนาระบบเครื่องยนตให้รถยนต์มีความเร็วสูงขึ้น ความต้องการล้อรถยนต์ที่ไม่ลื่นไถลบนถนนที่มีโคลนตมและหิมะมีความจำเป็นยิ่งขึ้น ล้อรถยนต์ M+S (mud and snow) ได้ถูกประดิษฐ์ขึ้นในปี ค.ศ. 1950 ในขณะที่ดินลอปก็เร่งพัฒนายางชนิดต่างๆ ที่ใช้ได้กับทุกสภาวะของถนน ในปี ค.ศ. 1968 พิเรลลี (Pirelle) พัฒนayangสำหรับรถยนต์

ปีเอ็ดดับเบิลยูที่ขับเคลื่อนด้วยความเร็วสูง ด้วยการลดความสูงของแก้มยางลง เพื่อให้รถที่แล่นด้วยความเร็วสูงเข้าโค้งได้กระชับขึ้น ในปี ค.ศ. 1975 มีชลิน ออก Radial Tire ซึ่งให้ความนิ่มนวลสำหรับการขับขี่ยิ่งขึ้น

ดังที่เล่ามาจะเห็นว่าการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตยางล้อรถยนต์เกิดขึ้นที่ยุโรป และในขณะเดียวกันสหรัฐอเมริกาช่วงต้นปี ค.ศ. 1900 กู๊ดเยียร์ และไฟร์สโตนก็มีการพัฒนาการผลิตยางล้อรถยนต์เพื่อตอบสนองการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ ปี ค.ศ. 1898 แฟรงก์ ซีเบอร์ลิง (Frank Seiberling) ก่อตั้งบริษัทกู๊ดเยียร์ ไทร์ แอนด์ รับเบอร์ (Goodyear Tire and Rubber) และแฮร์ริย์ เอส. ไฟร์สโตน (Harrey S. Firestone) ก่อตั้งบริษัทไฟร์สโตน รับเบอร์ (Firestone Rubber) ในช่วงเริ่มต้นทั้ง 2 บริษัทผลิตยางล้อสำหรับรถม้าเกวียน และจักรยาน ในช่วงปี ค.ศ. 1910-1930 บริษัททั้ง 2 บริษัทต่างทำยางล้อรถยนต์เพื่อตอบสนองการเติบโตของอุตสาหกรรมรถยนต์ในสหรัฐอเมริกา โดยเฉพาะให้กับรถยนต์ฟอร์ด ตลาดยางล้อรถยนต์เติบโตอย่างรวดเร็ว เพราะรถยนต์กลายเป็นพาหนะสำคัญของชาวอเมริกัน ในปี ค.ศ. 1908 กู๊ดเยียร์พัฒนา ยางล้อเครื่องบินสำหรับกองทัพอากาศสหรัฐอเมริกา และปีถัดมากู๊ดเยียร์ ก็ผลิตเรือเหาะ (air-sling) ให้กองทัพ เรือเหาะได้ถูกนำไปใช้ในสงครามโลกครั้งที่ 1 กู๊ดเยียร์มีการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตยางล้อรถยนต์เรื่อยมา และเป็นบริษัทที่ต้องเข้าไปรับใช้รัฐบาลสหรัฐอเมริกาในการสร้างอาวุธ ยุทโธปกรณ์ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 หลังสงครามโลกครั้งที่ 2 กู๊ดเยียร์ เป็นบริษัทผลิตยางสังเคราะห์และยางล้อรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดในโลก กู๊ดเยียร์เข้ามาตั้งโรงงานทำยางล้อรถยนต์ในประเทศไทยในปี ค.ศ. 1968 (พ.ศ. 2511) ปัจจุบันยังคงเป็นบริษัทผลิตยางล้อรถยนต์ที่สำคัญของสหรัฐอเมริกาและเข้าร่วมธุรกิจกับบริษัทซุมิโตโม รับเบอร์ (Sumitomo Rubber) และถือหุ้นในบริษัทตันลอป ที่ซุมิโมโตเป็นผู้ซื้อเข้ามาในปี ค.ศ. 1980

ในขณะที่กู๊ดเยียร์พัฒนาและเติบโตอย่างต่อเนื่องในธุรกิจยางล้อ

รถยนต์ ไฟร์สโตนซึ่งเป็นบริษัทยางล้อรถยนต์ที่เติบโตมาพร้อมกับกูดเยียร์ กลับประสบปัญหามากมายในช่วงปี ค.ศ. 1960 ทั้งนี้ เพราะไฟร์สโตนขาดพัฒนาการทางเทคโนโลยีการผลิตและการออกแบบอย่างต่อเนื่อง เมื่อปีเอฟกูดริชและมิชลินแนะนำยางล้อรถยนต์ไร้ยางไนในตลาดรถสหรัฐอเมริกา ไฟร์สโตนจึงรีบเร่งผลิต Firestone 500 radial ออกสู่ตลาดในปี ค.ศ. 1960 ยาง Firestone 500 เป็นสาเหตุของอุบัติเหตุร้ายแรงมากมายในสหรัฐอเมริกา และมีผู้สูญเสียชีวิตมากกว่า 250 คน ในที่สุดศาลก็ได้พิพากษาลงโทษไฟร์สโตน โดยปรับเงินกว่า 6 แสนดอลลาร์สหรัฐประกอบกับต้องเจอวิกฤตทางการเงินจากยอดขายที่ตกต่ำ ในที่สุดไฟร์สโตนก็ต้องขายบริษัทให้บริดจสโตนในราคาถูกๆในปี ค.ศ. 1970

ปัจจุบันนี้ยางล้อรถยนต์บริดจสโตนของค่ายญี่ปุ่นได้เติบโตขึ้นมา ยืนอยู่แถวหน้าสุดของผู้ผลิตยางล้อรถยนต์ด้วยยอดขายปี ค.ศ. 2011 เป็นเงิน 3,034 ล้านล้านเยน (เทียบกับมิชลินซึ่งมียอดขาย 2.14 ล้านล้านยูโร ในปี ค.ศ. 2012) ตลอดเวลา 10 กว่าปีที่ผู้เขียนได้รู้จักกับบริษัทกลุ่มบริดจสโตนที่ผลิตสินค้าตั้งแต่ยางล้อรถยนต์ เครื่องเล่นกีฬา และสินค้าของกลุ่มอุตสาหกรรม ผู้เขียนมีโอกาสพานิสิตไปชมโรงงานบริดจสโตนทั้งในประเทศไทยและในประเทศญี่ปุ่น ไปชมโรงงานบริดจสโตนแห่งแรกในฟูกูโอกะ และศูนย์วิจัยของบริดจสโตน ทั้งแผนกยางล้อรถยนต์และชิ้นส่วนยางอุตสาหกรรม ผู้เขียนมีความประทับใจในความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต การวิจัยและพัฒนาอย่างยิ่ง ปัจจุบันโรงงานแห่งแรกของบริดจสโตนที่ฟูกูโอกะได้กลายเป็นโรงงานผลิตยางล้อรถยนต์ เครื่องบิน และยางล้อขนาดใหญ่ด้วยระบบการผลิตที่ทันสมัยที่สุด โรงงานนี้จะเน้นการประหยัดพลังงานและเป็นโรงงานสีเขียว ปัจจุบัน บริดจสโตนมีโรงงานกว่า 80 แห่งทั่วโลก โดยโรงงานบริดจสโตนในประเทศไทยก่อตั้งขึ้นเมื่อปี ค.ศ. 1969 ปัจจุบัน บริดจสโตนมีโรงงานผลิตยางล้อรถยนต์ในประเทศไทย 3 โรงงาน

“

ความต้องการยาง
ในโลกอุตสาหกรรม
มีมากพอ ๆ กับการเติบโต
ของอุตสาหกรรมรถยนต์
ปัจจุบันร้อยละ 70
ของรถยนต์ทั่วโลก
มีฐานผลิตอยู่ในเอเชีย

”



พานิสิตชมโรงงานบริดจสโตนแห่งแรกในฟูกูโอกะ (Kitakyusyu Plant)
และศูนย์วิจัยของในประเทศญี่ปุ่นเดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2556

และโรงงานที่นิคมอุตสาหกรรมอมตะนครจะเป็นโรงงานผลิตยางล้อรถยนต์ที่ใหญ่ที่สุดของบริดจสโตนทั่วโลก บริดจสโตนกำลังตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาในประเทศไทยเพื่อให้เป็นศูนย์วิจัยและพัฒนาบุคคลของ บริดจสโตนในเอเชีย

ปัจจุบันมีการผลิตยางรถยนต์จำนวน 1,400 ล้านเส้น ประมาณร้อยละ 70 เป็นยางสำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ส่วนที่เหลือเป็นยางสำหรับรถขนส่งเชิงพาณิชย์และอื่นๆ ประเทศสหรัฐอเมริกา ฝรั่งเศส ญี่ปุ่น จีน และเยอรมนี เป็นประเทศผู้ผลิต 5 อันดับแรก โดยมีบริดจสโตน มิซลิน คอนติเนนทอล กู๊ดเยียร์ และซูมิโตโม รับเบอร์ เป็นผู้ผลิต 5 รายใหญ่ คูเปอร์ ไทร์ แอนด์ รับเบอร์ (Cooper Tire & Rubber) คือ ผู้ผลิตยางรถยนต์ในอาหรับ (Replacement market)

บทที่ 11

ยางล้อรถยนต์
ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม
(Green Tire)

“

ถ้าล้อรถยนต์

ลดการต้านทานการเคลื่อนที่ลงได้
จะช่วยประหยัดน้ำมันได้มากขึ้น และจะช่วย
ลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ได้

”



ยางล้อรถยนต์สีเขียว (Green tire)

คืออะไร

สิ่งนี้นักอนุรักษ์ธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
หาสำหรับยางล้อรถยนต์สีเขียวนี้คือ ยางล้อรถยนต์ที่
ทำให้เกิดการขับขี่ที่ปลอดภัย ยางล้อรถยนต์ที่ลดการใช้
พลังงานในการขับเคลื่อนรถยนต์และยางล้อรถยนต์ที่มี
เสียงเบาเวลาขับขี่

ถ้าเรามาศึกษาโครงสร้างของยางล้อรถยนต์จะพบว่า
ตัวยางล้อรถยนต์มีส่วนประกอบ 8 องค์ประกอบคือ

เส้นลวด
(steel wires)

ยางชั้นในสุด
(inner liner)

โครงยาง
(carcass)

แผงลวดล่าง
(lower steel
belt)

แผงลวดบน
(upper steel
belt)

ยางชั้นใน
(under tread)

แก้มยาง
(side wall)

หน้ายาง
(tread)

ส่วนประกอบเหล่านี้ทำให้เกิดโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงแก่ยางล้อรถยนต์ ในส่วนประกอบเหล่านี้หน้ายางและยางด้านข้างคือปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการประหยัดพลังงาน การเกาะพื้นถนน (wet and dry grip) และเสียงที่เกิดจากการเสียดสีล้อยางกับพื้นถนน องค์ประกอบของยางแต่ละชนิดและส่วนผสมเคมีต่างๆ ในเนื้อยางของหน้ายางและยางด้านข้างเป็นส่วนสำคัญที่ล้อยางจะมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ

ในปี ค.ศ. 2012 สหภาพยุโรปออกกฎระเบียบยางล้อรถยนต์โดยให้ยางล้อรถยนต์ต้องมีป้ายบอกถึงคุณสมบัติและประสิทธิภาพบอกถึงระดับการต้านการเคลื่อนที่ของยาง (tire's rolling resistance) ประสิทธิภาพการประหยัดพลังงาน (fuel efficiency) การเกาะพื้นถนนเปียก (wet grip) พลังการหยุด (braking power) และเสียงที่เกิดขึ้น (noise emission) โดยแบ่งคุณภาพยางออกเป็น Class A จนถึง Class F การเสียดทานของการเคลื่อนที่ของยางล้อรถยนต์กับพื้นถนนจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานคิดเป็นร้อยละ 20 ของน้ำมันที่ใช้ไปในการขับเคลื่อนเนื่องมาจากการต้านทานการเคลื่อนที่ (rolling resistance) ถ้าล้อรถยนต์สามารถลดการต้านทานการเคลื่อนที่ลงได้ ล้อรถยนต์นั้นจะช่วยประหยัดน้ำมันได้มากขึ้น และการประหยัดน้ำมันจะช่วยลดการปล่อยแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ ในขณะที่ล้อรถยนต์สีเขียวต้องมีประสิทธิภาพในการหยุดรถได้ดีด้วย ยางล้อรถยนต์สีเขียวประเภท A1 ควรจะลดระยะของการหยุดรถ (เบรก) ที่วิ่งด้วยความเร็ว 80 ไมล์ต่อชั่วโมงลงถึง 21 เมตรเมื่อเทียบกับยางล้อรถยนต์ที่ใช้ ณ ปัจจุบัน (ประเภท F) ยางล้อรถยนต์สีเขียวต้องปรับปรุงประสิทธิภาพการเกาะพื้นถนนในขณะที่พื้นถนนเปียก (wet grip) ซึ่งเป็นสิ่งที่สำคัญสำหรับการขับขี่รถยนต์บนทางขึ้นเขาและคดเคี้ยว ยางล้อรถยนต์สีเขียวต้องสามารถลดมลภาวะเสียง (noise pollution) อันเกิดจากการเคลื่อนที่ (rolling noise)

เราอาจแปลง่ายๆ ว่า Green Tires แท้ที่จริงคือป้ายบังคับ (label) ผู้ใช้ให้สามารถเลือกยางล้อรถยนต์ที่มีความปลอดภัยสูงสุด เจียบที่สุด และประหยัดน้ำมันที่สุด ความเป็นมาเกิดที่กรุงบรัสเซลส์ (Brussels) ประเทศเบลเยียม เมื่อปี ค.ศ. 2007 ที่ประชุมนานาชาติซึ่งเป็นตัวแทนจากทั่วยุโรป ได้เสนอที่จะจำกัดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากยานยนต์ที่ใช้ในยุโรป โดยตั้งหลักเกณฑ์ว่ารถยนต์ออกใหม่จากโรงงานของยุโรปในปี ค.ศ. 2012 ต้องไม่ปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์เกินกว่า 120 กรัมต่อกิโลเมตรและคาดว่ามาตรฐานจะมีการปรับให้เหลือ 90 กรัมต่อกิโลเมตรในปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป ผู้ผลิตรถยนต์ต่างเล็งไปที่การปรับเทคโนโลยีของเครื่องยนต์และลดน้ำหนักของตัวรถยนต์ลง ซึ่งพวกเขาคาดว่าจะสามารถลดการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 130 กรัมต่อกิโลเมตร ส่วนที่เหลืออีก 10 กรัมต้องมาจากการพัฒนาเทคโนโลยีด้านอื่นๆ รวมถึงการลดความเสียดทานการเคลื่อนที่ของยางล้อรถยนต์

จากมาตรฐานกรุงบรัสเซลส์ในปี ค.ศ. 2007 บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในยุโรปต้องรีบเร่งพัฒนาเทคโนโลยีของเครื่องยนต์ ผู้ผลิตรถยนต์ในยุโรปลงความเห็นว่าเครื่องยนต์ดีเซลเป็นเครื่องยนต์ที่สามารถปรับประสิทธิภาพได้ดีกว่าเครื่องยนต์เบนซิน รัฐบาลต่างๆ ในสหภาพยุโรปจึงมีการลดภาษีน้ำมันดีเซลลงเพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้หันมาใช้เครื่องยนต์ดีเซล เราจะเห็นค่ายรถยนต์ยุโรปต่างให้ความสนใจในเทคโนโลยีเครื่องยนต์ดีเซลมากกว่าค่ายรถยนต์ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา เทคโนโลยีของเทอร์โบชาร์จเจอร์ (turbocharger) และซูเปอร์ชาร์จเจอร์ (Supercharger) ถูกปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นและนำมาติดตั้งในรถยนต์ ระบบหัวฉีดที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งทำให้เกิดการฉีดน้ำมันที่ถูกต้องและแม่นยำถูกพัฒนาขึ้น โฟล์คสวาเกน บีเทิล (Volkswagen Beetle) และบีเอ็มดับเบิลยูของเยอรมนีเป็นต้นว่าการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องยนต์ให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นตามลำดับ ทางด้านโตโยต้า บริษัทยักษ์ใหญ่

ของญี่ปุ่นมีการพัฒนารถยนต์ไฮบริด (Hybrid) ซึ่งใช้ทั้งพลังงานจากเชื้อเพลิงผสมผสานไปกับระบบไฟฟ้า ทำให้โตโยต้าเป็นผู้นำรถยนต์ระบบไฮบริด ซึ่งค่ายยุโรปต่างก็ตามเทคโนโลยีไฮบริดของโตโยต้ามาติด ๆ อีกสิ่งทีค่ายรถยนต์ต่างให้ความสนใจคือ การพัฒนาวัสดุทดแทนที่สามารถทำให้น้ำหนักรถยนต์ลดลง เช่น เหล็กที่มีความแข็งแรงพิเศษเพื่อใช้กับช่วงล่างของรถยนต์เพื่อลดน้ำหนักเหล็กสูง (super strength steel) ที่มีการเสริมแรงด้วยไฟเบอร์ที่สามารถเข้ามาทดแทนชิ้นส่วนเหล็กอีกทั้งหันมาสนใจการใช้พอลิเมอร์ที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (recyclable polymer)

เรามาดูกันว่าเกิดอะไรขึ้นกับอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ เริ่มต้นจากพฤศจิกายน ค.ศ. 2012 สหภาพยุโรปเรียกร้องให้รถยนต์ทุกชนิดติดป้ายบ่งถึงคุณภาพของล้อยางรถยนต์แต่ละชนิด เพื่อให้ผู้ใช้รู้ถึงยางล้อรถยนต์ที่มีการลดความเสียดทานจากการเคลื่อนที่ (rolling resistance) ประสิทธิภาพการประหยัดน้ำมันความสามารถในการเกาะติดพื้นถนนที่เปียก (wet grip) ประสิทธิภาพการหยุดรถ (braking power) และเสียงที่เกิดขึ้นอันเกิดจากล้อยางรถยนต์ (noise emission) ทั้งนี้ เพราะสหภาพยุโรปต้องการลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์จากเครื่องยนต์ ถ้ายานยนต์ลดความสิ้นเปลืองในการใช้น้ำมันได้ก็สามารถลดการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย



อันที่จริงแล้วกฎข้อบังคับของสหภาพยุโรปกลับเป็นผลดีต่อผู้บริโภค กฎข้อบังคับนี้ทำให้ผู้บริโภคได้ยางล้อรถยนต์ที่มีความเสียดทานจากการเคลื่อนที่ต่ำ และลดเสียงจากการเสียดกับพื้นถนนลง อีกทั้งประหยัดน้ำมันในการขับเคลื่อน ความปลอดภัยในการขับเคลื่อนคืออีกปัจจัยหนึ่งที่สหภาพยุโรปให้ความสำคัญควบคู่กับยางล้อรถยนต์ โดยสหภาพยุโรปให้ยางมีป้ายบ่งบอกจาก Class A ถึง Class G เพื่อให้ผู้บริโภคเลือกยางล้อรถยนต์ที่ตัวเองต้องการ

ตามทฤษฎีการเคลื่อนที่ของล้อรถยนต์ไปบนพื้นถนนจะใช้พลังงานร้อยละ 20-30 ของพลังงานเผาไหม้จากเชื้อเพลิงจากเครื่องยนต์ ซึ่งแปลได้ความว่าหนึ่งในสี่ของพลังงานที่เสียไปในการขับเคลื่อนรถยนต์หายไปจากการเสียดทานของการเคลื่อนที่ นี่คือการมาของความตึงเครียดของยางล้อรถยนต์ที่มีความต้านทานการเคลื่อนที่ต่ำ อันทำให้เกิดการประหยัดน้ำมันและลดเสียงอันเกิดจากการเสียดทานของล้อยางกับถนน

ยางล้อรถยนต์ยังต้องมีคุณสมบัติการเกาะถนนที่ดี ทั้งสภาพถนนที่แห้งและเปียกชื้น การเกาะถนนที่เปียกชื้นมีความสำคัญอย่างมากสำหรับการขับเคลื่อนที่เป็นทางขึ้นลงภูเขา การขับเคลื่อนที่เสียเวลามากเกินไปของยางล้อรถยนต์นี้ยังบ่งบอกถึงประสิทธิภาพของยางในการหยุด โดยผู้ซื้อยาง Class A คาดหวังว่ารถที่วิ่งมาด้วยความเร็ว 80 กิโลเมตรต่อชั่วโมงสามารถหยุดได้ด้วยระยะทางเบรกสั้นกว่า 21 เมตร กว่ายาง Class F

เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณสมบัติของกรีนไทร์ดังกล่าว ผู้ผลิตยางล้อรถยนต์ต่างมุ่งเป้าหมายสู่การพัฒนาส่วนผสมของยางที่ใช้กับยางล้อรถยนต์และการออกแบบยางล้อรถยนต์เป็นสำคัญ การออกสูตรและแบบยางล้อรถยนต์ต้องมุ่งสู่ทฤษฎีการลดความร้อนสะสมในขณะที่ล้อรถยนต์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าและเสียดสีกับพื้นถนน ความร้อนสะสมที่เกิดขึ้นขณะที่ล้อรถยนต์วิ่งไปด้วยระยะทางยาวอาจสูงถึง 80 องศาเซลเซียส ความร้อนนี้จะกระจายไปทั่วทั้งผิวหน้าของยางล้อรถยนต์ พลังงานความร้อนสะสมนี้คือพลังงานที่สูญเสียไป ในยาง

ล้อยนต์กรีนไทร์ จะเกิดความร้อนขึ้นเฉพาะตรงที่เกิดความร้อนเบื้องต้น เพราะการเกาะพื้นถนนของยางล้อยนต์ โดยพยายามให้ความร้อนนี้กระจายออกไปเร็วที่สุด ขณะเดียวกันการเกาะพื้นของยางล้อยนต์มีความสำคัญมาก ในการออกรถ การเบรก และการเร่ง ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ต้องสามารถเย็นตัวได้อย่างรวดเร็ว นักวิจัยจึงมองไปที่ตัวซิลิกา (silica) อันจะเป็นส่วนผสมสำคัญของยางล้อยนต์ต่อไป ตามทฤษฎีนี้ถ้าเราสามารถลดความร้อนสะสมซึ่งเป็นหนึ่งในสาเหตุของการสูญเสียพลังงานจากการเคลื่อนที่ของล้อยนต์ลง เรา จะประหยัดพลังงานจากการเคลื่อนที่ของล้อยนต์ได้

ซิลิกาเป็นสารอนินทรีย์ที่เกิดขึ้นจากการเอาทรายผสมกับกรดซัลฟิวริก และตกผลึกเป็นอนุภาคเล็ก ๆ เนื่องจากซิลิกามีคุณสมบัติของอนินทรีย์ การผสมซิลิกากับยางกระทำได้อากกว่าการผสมผงถ่านคาร์บอนเข้าไปในเนื้อยาง เราจำต้องเติมสารปรุงแต่งที่เป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนของซิลิกา จำนวน 2-3 ส่วนในยาง 100 ส่วนในขณะที่ยางผสมกับซิลิกาที่อุณหภูมิสูงเกิน 100 องศาเซลเซียส สารปรุงแต่งนี้จะทำให้ซิลิกาเข้าไปในเนื้อยางได้ดีขึ้น การผสมสารต่างๆให้เข้ากันได้ดีเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการได้มาซึ่งคุณสมบัติของยางที่ดี กระนั้นก็ตาม การผสมกับซิลิกาให้เข้ากับยางธรรมชาติจำต้องปรับกระบวนการผสมใหม่ เครื่องผสมชนิดที่นิยมในการผสมยางในอุตสาหกรรมยางจะทำให้เกิดความร้อนสูงเฉพาะจุด ซิลิกาจะเข้ากับเนื้อยางได้ไม่ดี ฉะนั้น เราจะเห็นอุตสาหกรรมยางล้อยนต์ในยุโรปต่างหันมาใช้เครื่องผสมแบบ อินเทอร์มิกซ์ (Intermix) ซึ่งจะทำให้การผสมจะเป็นไปทั่วทั้งลูกกลิ้งบดยาง ภายในเครื่องผสม ในขณะเดียวกันส่วนผสมของยางที่ใช้ก็เปลี่ยนแปลงไป ต่างหันมาให้ความสนใจยาง S-SBR ซึ่งเข้ากับซิลิกาได้ง่ายขึ้น และมีการปรับปรุงสูตรยางล้อยนต์ S-SBR มากขึ้น

S-SBR คืออย่างไร

S-SBR คือยาง SBR ที่สังเคราะห์จากตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่องและปฏิกิริยาเกิดขึ้นในตัวทำละลายที่เป็นอินทรีย์ ซึ่งมักจะเป็น Toluene S-SBR ที่ได้มีโครงสร้างเป็น Cis มากกว่ายาง SBR ทั่วไป ฉะนั้น S-SBR มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แข็งแกร่งกว่า SBR และมีการสะสมความร้อน (heat build-up) ที่ต่ำอีกทั้งผสมเข้ากับซิลิกาได้ง่าย

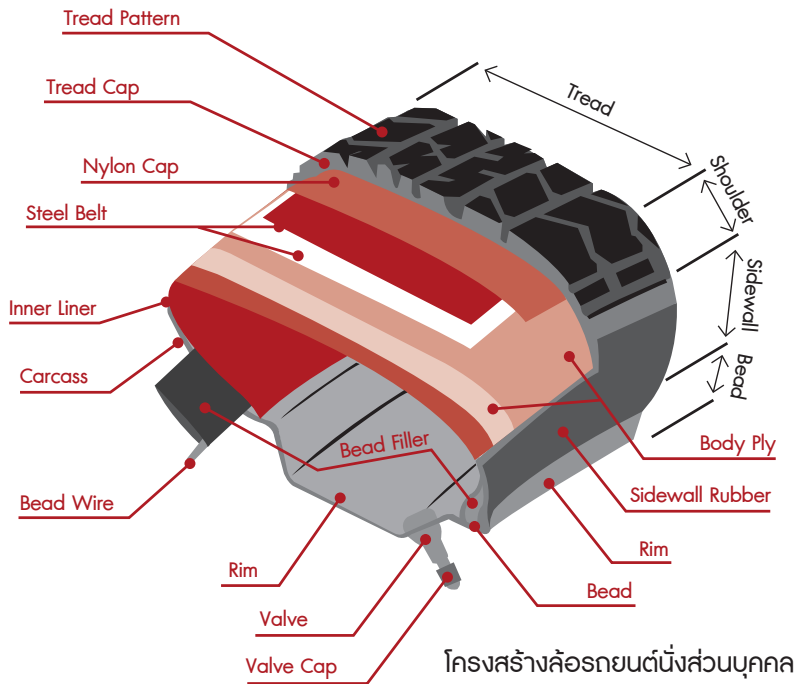
เพื่อให้เข้าใจเรื่องของกรีนไทร์มากขึ้น ผู้เขียนขออธิบายง่ายๆ เกี่ยวกับการผลิตล้อรถยนต์

11.1

กระบวนการผลิต ยางล้อรถยนต์

ในบริษัทผู้ผลิตรถยนต์ใหม่ๆ จะมีการผลิตวัสดุ
ขั้นต้นของตนเองภายในโรงงาน แต่กระบวนการทำ
ล้อรถยนต์ที่ครบวงจรจะมี 6 ขั้นตอน คือ

1. กระบวนการทำ (cord)
2. กระบวนการผลิตเส้นใยเหล็ก (steel belt)
3. กระบวนการผลิตเส้นลวด (steel bead)
4. กระบวนการผสมยาง (mixing)
5. กระบวนการขึ้นรูปยาง (build)
6. กระบวนการอบยางให้สุก



1. กระบวนการทำ cord และกระบวนการออกแผ่นยางยาวต่อเนื่อง (cord manufacturing and calendering process)

นี่เป็นกระบวนการเตรียมผ้าฝ้ายหรือ Tire Cord ซึ่งเป็นส่วนที่เสริมแรงและความแข็งแรงให้กับล้อยาง เริ่มต้นด้วยเอาเส้นใยสังเคราะห์ เช่น ไนลอน พอลิเอสเตอร์ หรือเคพลาร์มาตีเกลียว (twist) นำเส้นใยที่ตีเกลียวแล้วมาทอเป็นผืน (weave into cord fabric) นำผืน cord ที่ได้นี้มาผ่านกระบวนการอาบน้ำในน้ำยาอาบน้ำ (dipping solution) เพื่อให้สามารถนำยางมาเคลือบอยู่บนผืนผ้าฝ้ายนี้ได้ ในขั้นตอนนี้มีการเตรียมยางด้วย

ส่วนผสมพิเศษ โดยจะใช้ยางธรรมชาติเป็นยางตัวหลักเพราะยางธรรมชาติมีคุณสมบัติในการติดกับวัสดุอื่นได้ดี ทั้งยังมีความต้านความล้า (fatigue resistance) ผ้าฝ้ายที่มีการอาบผิวด้วยยางจะถูกนำมารีดเป็นแผ่นบางตามขนาดที่ต้องการเพื่อนำไปสู่กระบวนการผลิตขั้นต่อไป

2. กระบวนการผลิตเส้นใยเหล็ก (steel belt manufacturing process)

ล้อรถยนต์หลาย ๆ ชนิดต้องใช้เส้นใยเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับล้อรถ อีกทั้งยางเสริมใยเหล็กยังใช้ได้กับสภาพที่ต้องการความคงทนของล้อยางสูง กระบวนการนี้คือการนำเส้นใยเหล็กเล็กๆ มาถักทอเป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ นำมาอาบน้ำยาและเคลือบด้วยยางเช่นเดียวกับขั้นตอนที่หนึ่ง และนำไปตัดเป็นแผ่นเพื่อเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

3. กระบวนการผลิตเส้นลวด (steel bead)

เส้นลวดเหล็กนี้มีความสำคัญสำหรับล้อทุกชนิด ล้อรถยนต์จะจับกับกระทะล้อได้ดีต้องอาศัยเส้นลวดเหล็กที่แข็งแรง กระบวนการนี้คือการนำเส้นลวดเหล็กมารวมกันหลายๆ เส้นมัดให้แน่นและนำมาผ่านการอาบผิวด้วยยาง (coating with rubber) แล้วนำเส้นลวดเหล็กที่ได้มาขึ้นเป็นวงเส้นลวดเหล็กตามขนาดของล้อที่ต้องการ นำไปสู่กระบวนการต่อไป

4. กระบวนการผสมยาง (mixing process)

กระบวนการนี้เริ่มต้นตั้งแต่การออกสูตรยางที่ต้องการ ซึ่งในแต่ละส่วนและชั้นของยางในล้อรถยนต์ จะมีส่วนผสมของยางแต่ละชนิดและสารเคมี

ที่แตกต่างกันโดยขึ้นกับคุณสมบัติทางกายภาพและความต้องการทางด้านกลศาสตร์ของยางล้อที่ใช้ ดังที่กล่าวไว้ว่าร้อยละ 60 ของยางธรรมชาตินำมาใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์ แต่ยางธรรมชาติไม่ได้ถูกใช้ในทุกส่วนของล้อรถ ทั้งนี้ ขึ้นกับคุณสมบัติที่เด่นของยางแต่ละชนิดที่เหมาะสมกับชิ้นส่วนต่างๆ



ยางชนิดต่างๆที่ใช้ในยางล้อรถยนต์

1. ยางธรรมชาติ จากคุณสมบัติที่เด่นในกายภาพและไม่สะสมความร้อนอีกทั้งการยึดติดกับวัสดุอื่น (green tack) ได้ดี ยางธรรมชาติยังต้านทานความล้าได้ดีอีกด้วย ฉะนั้นยางธรรมชาติจึงถูกนำมาใช้ในช่วยางเคลือบเส้นใย (tire cord) ในส่วนแผ่นยางชั้นในสุด (inner liner) ยางธรรมชาติจะใช้มากในยางล้อรถซึ่งมีการเคลื่อนที่ไม่เร็วนัก (off road tire) แต่ยางล้อรถยนต์ที่วิ่งด้วยความเร็วสูง หน้ายางจะเป็นส่วนผสม

ของยางสังเคราะห์ SBR และ BR ซึ่งปัจจุบัน S-SBR มีบทบาทมากขึ้นในส่วนผสมยางตอนหน้ายาง (inner liner) ด้านข้าง เพราะคุณสมบัติที่ดีของ S-SBR ในกรีนไทร์

2. ยาง E-SBR หรือ (emulsion SBR) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีการพัฒนาจากไบเออร์ และนำมาต่อยอดการผลิตในสหรัฐอเมริกาในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 E-SBR ถูกนำไปใช้ทดแทนยางธรรมชาติในสหรัฐอเมริกาในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 และระยะแรกๆ หลังสงคราม ปัจจุบัน E-SBR มีการใช้มากในล้อรถยนต์ส่วนบุคคล (radial passenger tire) โดยเฉพาะในช่วงหน้ายางโดยผสมกับยาง BR เพราะ E-SBR มีคุณสมบัติการยึดเกาะถนนที่ดี

3. S-SBR มีการผลิตยาง SBR โดยตัวเร่งปฏิกิริยาใหม่ๆ ที่พัฒนาขึ้นเป็นลำดับขั้น ปฏิกิริยาการเกิดพอลิเมอโรเซชันนั้นเกิดในตัวละลายอินทรีย์ เราได้ยาง S-SBR ที่มีโครงสร้าง Cis มากกว่ายาง E-SBR ซึ่งทำให้ S-SBR ที่ได้เป็นยางที่มีความแข็งแรงกว่า E-SBR ยาง S-SBR ผสมกับซิลิกาได้ง่ายกว่า อีกทั้งมีการสะสมความร้อนที่ต่ำกว่ายาง E-SBR และยังมีคุณสมบัติการยึดติดที่ดีในสภาพถนนที่เปียกชื้น (wet traction grip) ฉะนั้นในล้อรถยนต์กรีนไทร์ จึงมีการปรับปรุงสูตรยางโดยใช้ S-SBR มากขึ้นทั้งหน้ายางและ inner liner แต่กระบวนการผลิตที่ใช้ยาง S-SBR ต้องมีความระมัดระวังเรื่องการติดไฟเพราะตัวละลายที่หลงเหลือใน S-SBR มีจุดติดไฟที่ต่ำ ถ้าไม่ระวังอาจทำให้เกิดอุบัติเหตุไฟลุกติดในช่วงการผลิต

4. ยางบิวตาไดอีน (butadiene rubber หรือ BR) เป็นยางสังเคราะห์ที่ให้ความต้านทานการสึกหรอ จึงเป็นส่วนผสมสำคัญสำหรับหน้ายางที่จะลดความสึกหรอของล้อยาง

5. ยางบิวทิล (butyl rubber) เป็นยางที่ให้การซึมผ่านของลมได้น้อย ฉะนั้น butyl rubber bromo-butyl rubber จึงเป็นยางสำคัญในยางในรถยนต์และเป็นยางสำหรับแก้มยางเพื่อไม่ให้ลมซึมผ่าน ได้มีการพัฒนายางบิวทิลให้เป็นส่วนผสมในหน้ายางเพราะคุณสมบัติที่ดีในการเกาะพื้นถนนที่เปียก ยางบิวทิลยังเป็นยางที่ทนต่อความร้อนได้สูงถึง 180 องศาเซลเซียสจึงใช้เป็นถุงลมร้อน (air bladder) ในการอบยางอีกด้วย

จากความรู้เรื่องยางชนิดต่าง ๆ ผู้ผลิตล้อรถยนต์จะออกสูตรยางของตัวเอง ซึ่งถือว่าเป็นความลับสุดยอดของยี่ห้อแต่ละยี่ห้อเพื่อให้ได้คุณภาพที่โดดเด่นตามสภาพการใช้ จากสูตรที่ออกมา ส่วนผสมเหล่านี้จะนำไปผสมด้วยเครื่องผสมยาง

ในกระบวนการผสมยาง ผงถ่านคาร์บอน น้ำมันและสารเคมีแต่ละชนิดจะถูกผสมในเครื่องผสมขนาดใหญ่ตามขั้นตอน และเวลาการผสมที่มีการกำหนดสูตรไว้แล้ว ทั้งนี้ สิ่งที่สำคัญที่สุดของการผสมคือการทำให้น้ำยาง (หลายชนิด) เข้ากันกับเขม่าดำ น้ำมัน และสารเคมีต่างๆ ได้อย่างทั่วถึง สม่ำเสมอ และเป็นเนื้อเดียวกันให้มากที่สุด จากการผสมในเครื่องผสมขนาดใหญ่ ยางที่ผสมแล้วจะตกลงมาสู่เครื่องผสมลูกกลิ้ง (2 roll-mill) ซึ่งมีลูกกลิ้งเหล็ก 2 ลูกหมุนชนเข้าหากัน ลูกกลิ้งเหล็กช่วยให้ยาง

ผสมเข้ากันได้ดียิ่งขึ้น จากนั้นยางจะถูกรีดออกมาเป็นแผ่นบางและขนาดที่ต้องการ ยางชนิดต่าง ๆ ถูกนำไปสู่เครื่องรีดแผ่นยาง (calendering) และถูกตัดเป็นชิ้นยางและขนาดที่ต้องการเพื่อนำไปสู่กระบวนการต่อไป

5. กระบวนการขึ้นรูปยางล้อรถยนต์ (building process)

กระบวนการนี้จะนำชิ้นยางจากขั้นตอนต่าง ๆ ดังกล่าวมาขึ้นรูปเป็นยางล้อรถยนต์ โดยเริ่มต้นจากการนำเส้นลวดเหล็ก (bead) ทั้ง 2 ด้านมาประกบติดกับแผ่นยางชั้นในสุด โดยมีเส้นลวดเหล็กนี้อยู่ทั้ง 2 ด้านของยางชั้นในสุด ขั้นตอนถัดไปคือการสร้างโครงยาง (body ply) ซึ่งเป็นแผ่นที่มาจากกระบวนการหนึ่ง ตามมาด้วยชั้นของการประกบชั้นยางกับเส้นใย (belt) ซึ่งมาจากกระบวนการสอง ส่วนแผ่นยางด้านข้างหรือแก้มยางจะถูกปะติดไว้ระหว่างแผ่นยางชั้นในสุด และโครงยางแก้มยางนี้ทำหน้าที่ให้ความยืดหยุ่นของยางล้อรถยนต์ (flex) และมีหน้าที่กันไม่ให้ลมรั่วออกจากยางล้อรถยนต์ (สำหรับยาง radial tire) ชั้นนอกสุดของยางล้อรถยนต์คือ tread หรือหน้ายางซึ่งจะเป็นส่วนของยางที่สัมผัสกับพื้นถนน ซึ่งยาง radial tire จะใช้ยางสังเคราะห์เป็นส่วนใหญ่คือยาง E-SBR S-SBR และ BR เป็นยางหลัก

6. กระบวนการอบยางให้สุก (vulcanization)

ยางที่สร้างเป็นรูปล้อรถยนต์จากกระบวนการที่ห้าจะถูกลำเลียงมาสู่กระบวนการอบยาง ยางถูกอบด้วยความร้อน 165 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมงสำหรับยางล้อรถยนต์นั่งส่วนบุคคล (และอาจใช้ถึง 3 ชั่วโมงสำหรับยางล้อขนาดใหญ่ แต่อุณหภูมิการอบจะใช้ต่ำกว่า 125

องศาเซลเซียส) ในขณะที่การอบยางโดยให้ความร้อนจากกระทะขอบเหล็กที่สัมผัสกับด้านนอกของตัวยางที่อบ ในขณะที่เดียวกันด้านในยางจะมีอุณหภูมิร้อนที่อัดจากด้านในยางที่อบอยู่ ในการอบยางภายในโดยใช้ถุงยางอบนั้น เขาให้ความร้อนโดยใช้แก๊สไนโตรเจนและไอน้ำภายใต้ความดันสูงทำให้ความร้อนสูงถึง 200 องศาเซลเซียสภายใต้ความดัน (ในกรณีล้อขนาดใหญ่ที่ใช้ยางธรรมชาติมาก จะใช้น้ำร้อนที่มีความร้อน 125 องศาเซลเซียสในถุงลมร้อนนี้) ยางที่ออกจากระบบจะถูกนำไปตากแห้งและไปสู่แผนกควบคุมคุณภาพเพื่อเตรียมจัดส่งไปจัดจำหน่ายต่อไป

“

รถยนต์ออกใหม่
จากโรงงานของยุโรป
ในปี ค.ศ. 2012
ต้องไม่ปล่อย
คาร์บอนไดออกไซด์
เกินกว่า 120 กรัมต่อกิโลเมตร
และคาดว่ามาตรฐานจะมีการปรับ
ให้เหลือ 90 กรัมต่อกิโลเมตร
ในปี ค.ศ. 2020 เป็นต้นไป

”

บทที่ 12

คุณสมบัติ
ของยางชนิดต่างๆ

“

ยางชนิดใดมีโครงสร้างที่มีพันธะคู่
ในแกนกลางของโครงสร้าง
ยางนั้นจะเสื่อมสลายได้ง่าย
ภายใต้แสงแดดและความร้อน

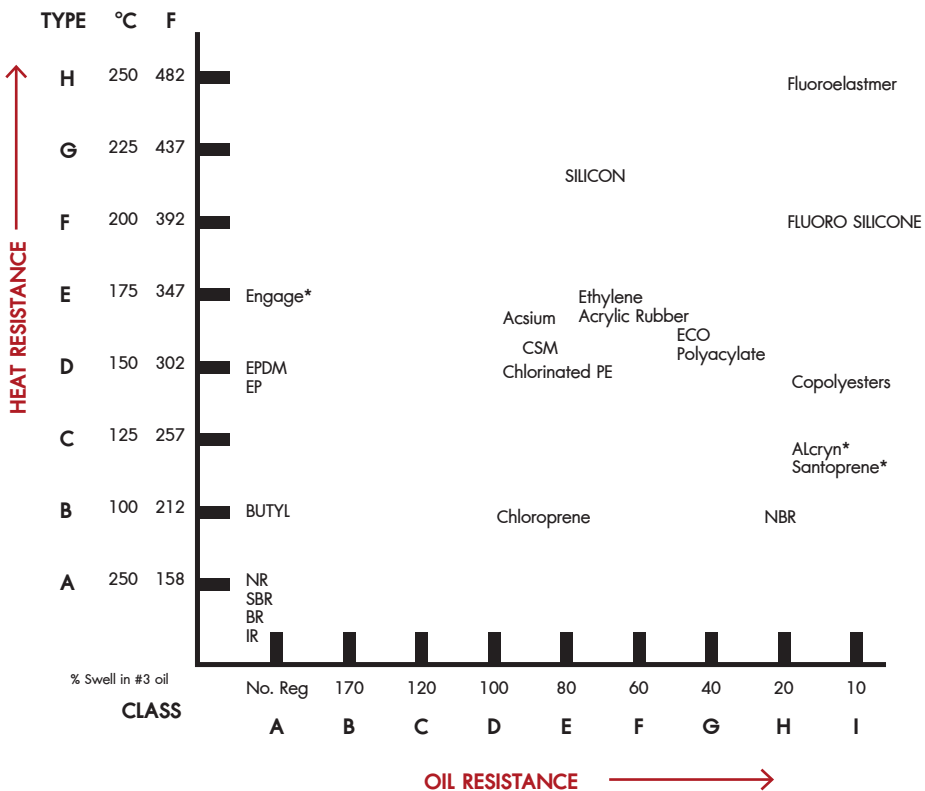
”



12.1

ยางธรรมชาติ และยางสังเคราะห์ชนิดต่างๆ

Heat and oil resistance of elastomers (based on ASTM D2000/SAE J200 specification system)



จากตารางมาตรฐานเปรียบเทียบยางชนิดต่างๆ ด้านการทนต่อน้ำมัน C และอุณหภูมิในการใช้งาน ตามมาตรฐานยาง ASTM D2000/SAE J200 (ตารางนี้เป็นตารางมาตรฐานที่ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์) โดยในแกนนอนแสดงถึงความทนต่อน้ำมัน C จากน้อยที่สุด (ซ้ายมือสุด) ไปหามากที่สุด (ทางด้านขวามือ) ส่วนแกนตั้งแสดงถึงความสามารถในการทนความร้อนของยางในการใช้งานในอุณหภูมินั้นๆ โดยมีหน่วยวัดเป็น องศาทั้งฟาเรนไฮต์และองศาเซลเซียส

น้ำมันที่ใช้ทดสอบคือน้ำมัน C ซึ่งเป็นน้ำมันมาตรฐานในการทดสอบชิ้นส่วนยานยนต์ เราต้องเข้าใจพื้นฐานของยางที่ทนต่อน้ำมันว่าน้ำมันคือส่วนที่ได้จากการกลั่นน้ำมัน น้ำมันเป็นสารไม่มีขั้วไฟฟ้า (non-polar) ตามทฤษฎี น้ำมัน C ซึ่งไม่มีขั้วจะเป็นตัวละลายยางที่ไม่มีขั้ว ส่วนยางที่มีขั้วจะมีความต้านทานการละลายของน้ำมันได้ดี ฉะนั้นการที่ยางจะละลายในน้ำมันอย่างน้อยแค่ไหนก็ขึ้นกับความมีขั้ว (polarity) ของยาง

ซึ่งขึ้นกับกลุ่มเคมีที่เกาะอยู่กับแกนกลางของพอลิเมอร์ว่ามีขี้ไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด ถ้ายางที่มีขี้ไฟฟ้ามากจะทนต่อน้ำมันได้มาก

ในขณะเดียวกันเราต้องเข้าใจพื้นฐานของความสามารถในการทนต่อความร้อนของยาง ยางใดที่มีโครงสร้างที่มีพันธะคู่ในแกนกลางของโครงสร้าง ยางนั้นจะเสื่อมสลายได้ง่ายภายใต้แสงแดดและความร้อน ฉะนั้นยางธรรมชาติและยางกลุ่มไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่จะจัดอยู่ในยางที่ไม่ควรใช้งานภายใต้แสงแดดและความร้อนที่สูง ขณะเดียวกันถ้ายางที่มีกลุ่มเคมีที่มีน้ำหนักโมเลกุลสูงเกาะอยู่ ยางกลุ่มนี้จะทนความร้อนได้สูง

จากคุณสมบัติดังกล่าว 2 ข้อ เราสามารถจัดยางออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ 3 กลุ่มคือ

1.

ยางกลุ่มไฮโดรคาร์บอน
ซึ่งอาจแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยคือ
ยางไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่
ในโครงสร้างและยางที่ไม่มี
พันธะคู่ในโครงสร้าง

2.

ยางกลุ่มประสิทธิภาพ
ปานกลาง
(mid-performance
rubber)

3.

ยางกลุ่มประสิทธิภาพสูง
(high-performance
rubber)

1.1 ยางกลุ่มไฮโดรคาร์บอนที่มีพันธะคู่ในโครงสร้าง

ยางธรรมชาติถูกจัดอยู่ในกลุ่มนี้ รวมทั้งยางไฮโดรคาร์บอนที่สังเคราะห์บางตัว เช่น ยาง SBR (ทั้ง E-SBR และ S-SBR) ยางบิวทิลีน (BR หรือยางพอลิบิวตาไดอีน polybutadiene rubber) และยางพอลิไอโซพรีน (IR) ยางกลุ่มนี้ถูกจัดอยู่ด้านมุมซ้ายสุดของตาราง ซึ่งแสดงถึงความสามารถในการทนต่อน้ำมันและทนต่อความร้อนที่สูง ยางกลุ่มนี้จะใช้ในงานที่ไม่ถูกแสงแดดและอุณหภูมิที่ใช้ต่อเนื่องไม่เกิน 60–80 องศาเซลเซียส จึงไม่ควรใช้โดยสัมผัสกับน้ำมัน แต่ยางกลุ่มนี้เป็นยางที่มีการใช้มากที่สุด เพราะถูกใช้เป็นยางในยางล้อยานยนต์ และสายพานลำเลียง การใช้งานยางกลุ่มนี้จะต้องมีส่วนผสมของสารเคมีอื่น เช่น เชม่าดำและสารกันความเสื่อมและอื่น ๆ เพื่อให้ยางเหล่านี้สามารถให้อยู่ในสภาวะทั่วไปได้ดี ไม่เสื่อมสลายง่าย ยางธรรมชาติ SBR และยาง BR เป็นองค์ประกอบสำคัญในยางล้อรถยนต์ แต่อัตราส่วนผสมในแต่ละส่วนของล้อรถยนต์จะแตกต่างกันไป เช่น ยาง BR ซึ่งเป็นยางที่มีคุณสมบัติโดดเด่นในการทนความสึกหรอ จะถูกผสมกับยางธรรมชาติหรือยาง SBR เพื่อใช้ในส่วนหน้ายางของล้อรถยนต์ การผสมยาง SBR ทั้ง emulsion SBR และ solution SBR (E-SBR และ S-SBR) ช่วยให้ยางล้อรถยนต์เกาะพื้นถนนได้ดีขึ้น ยาง S-SBR กำลังถูกใช้มากขึ้นในกรีนไทร์ เพราะคุณสมบัติในการลดการเสียดทานการเคลื่อนที่ที่ต่ำ

1.2 ยางในกลุ่มไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีพันธะคู่ ในโครงสร้างแกนกลาง

ยางในกลุ่มนี้ที่สำคัญคือ ethylene propylene diene rubber (EPDM) และยางบิวทิล (butyl rubber) ยางทั้งสองจะมีโครงสร้างแกนกลางที่ไม่มีพันธะคู่ เป็นยางที่ใช้ได้ที่อุณหภูมิสูงขึ้นและทนต่อแสงแดดได้ดี

ยาง EPDM เป็นยางที่ใช้มากที่สุดในยางชิ้นส่วนยานยนต์ ในบริเวณที่ไม่สัมผัสกับน้ำมันและอุณหภูมิการใช้งานไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส ยาง EPDM ใช้เป็นยางขอบกระจกรถยนต์และยางขอบประตู ยาง EPDM ยังใช้เป็นยางฉนวนกันความร้อน เช่น ฉนวนหุ้มท่อน้ำร้อนและท่อส่งความเย็นในอาคารสูง ยาง EPDM ยังใช้เป็นยางสายพานลำเลียงและยางปะเก็นที่ไม่สัมผัสกับน้ำมัน

ยางบิวทิล (รวมทั้งคลอโรบิวทิลและโบรโมบิวทิล รับเบอร์) เป็นยางที่มีคุณสมบัติโดดเด่นที่ด้านทานการซึมผ่านของแก๊สและน้ำได้ดีที่สุด ยางบิวทิลมีโครงสร้างภายในที่มีโมเลกุลจับกันแน่นทำให้ของเหลวและแก๊สซึ่งผ่านช่องว่างระหว่างโมเลกุลออกมาได้ยาก บริษัทเอ็กซอนโมบิล (ExxonMobil) และแลนเชสคือผู้กุมเทคโนโลยีการผลิตของยางตระกูลนี้ ยางเหล่านี้ใช้ในการผลิตยางล้อยานยนต์หรือใช้เป็นยางรองข้างในหรือแก้มยางของยางเรเดียล เพราะคุณสมบัติการเก็บกักลมได้ดี ยางบิวทิลยังใช้ทำหมากฝรั่งและลูกยางสำหรับขูดยา ยางบิวทิลนี้สามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิการใช้งานถึงระดับ 140 องศาเซลเซียส จึงถูกใช้เป็นยางแบลด์เดอร์ (bladder) ให้ความร้อนในการอบยางในการผลิตล้อยางรถยนต์

12.2

ยางกลุ่มที่มีประสิทธิภาพปานกลาง

ยางที่มีประสิทธิภาพปานกลางในที่นี้คือยางที่คุณสมบัติทนต่อน้ำมัน สารเคมีบางชนิดได้ในระดับดี และอุณหภูมิการใช้งานในระหว่าง 120–160 องศาเซลเซียส กลุ่มยางกลุ่มนี้คือกลุ่มยางที่อยู่กลางๆ ของตาราง ยางคลอโรพรีน ยางคลอริเนตพอลิเอทิลีน (chlorinated polyethylene (CPE)) ยางคลอโรซัลโฟเนตพอลิเอทิลีน (chlorosulphonated polyethylene (CSM)) ยางอะคริลิก (acrylic rubber) ยางเอทิลีนไวนิลแอสซิเตต (ethylene vinyl acetate rubber (EVM)) ยางเอทิลีนออกไซด์อีพิคลอโรไฮดริน (ethylene oxide epichlorohydrin rubber (ECO)) ยางอะครีโลไนไตรล์บิวตาไดอีน (acrylonitrile butadiene rubber (NBR)) ต่างจัดอยู่ในยางประสิทธิภาพปานกลาง

ยางคลอโรพรีน และยาง CPE เป็นยางกลุ่มที่มีสารคลอรีนในโครงสร้างเป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนได้ประมาณ 120 องศาเซลเซียส และทนน้ำมันและสารเคมีบางชนิดได้ดี แต่ยาง CPE เป็นยาง

ที่มีคุณสมบัติความเป็นยางที่ต่ำกว่ายางคลอโรพรีน ผลิตขึ้นโดยการนำยางไฮเดนซิติพอลิเอทิลีน (high-density polyethylene (HDPE)) ไปแช่อยู่ในน้ำคลอรีน ถ้า CPE ที่มีระดับคลอรีนต่ำจะใช้เป็นยางผสมในพอลิไวนิลคลอไรด์ polyvinyl chloride (PVC) เพื่อเพิ่มการต้านทานแรงกระแทกของผลิตภัณฑ์ PVC แต่ถ้ามีระดับคลอรีนสูงอีก จะใช้เป็นยางที่ทนสารเคมีได้ดี ส่วนยางคลอโรพรีนเป็นยางอเนกประสงค์ที่ถูกลำไ้ไปใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เช่น

1. ยางคลอโรพรีน ที่มีการตกผลึกได้เร็ว ถูกลำไ้มาใช้ทำ กาวติดไม้และวัสดุต่างๆ คลอโรพรีนใช้มากในกาวอุตสาหกรรม รองเท้า

2. ยางคลอโรพรีน ที่ตกผลึกช้าลงจะแสดงคุณสมบัติของยางมากขึ้น จะเป็นยางที่มีความคงทนต่อน้ำมันและสารเคมีระดับปานกลางถึงดี ฉะนั้น คลอโรพรีนจะใช้ทำเป็นชิ้นส่วน ยานยนต์ที่จะต้องสัมผัสกับน้ำมัน (แต่ไม่แช่อยู่ในน้ำมันตลอดเวลา) และอุณหภูมิที่ใช้ไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส

3. ยางคลอโรพรีน เป็นยางที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี (dynamic properties) และทนการกระแทก (dumping) ความล้า และการฉีกขาด จึงมีการนำมาใช้เป็นสายพานเครื่องยนต์ ใช้เป็นยางรองคอสพาน เป็นยางรองแท่นเครื่องยนต์ และใช้เป็นยางลดแรงสั่นสะเทือนแผ่นดินไหวในอาคารสูง

4. ยางคลอโรพรีน ชนิดพิเศษที่มีกำมะถันผสมอยู่ในเนื้อยางจากการสังเคราะห์ เป็นยางที่มีความเหนียวเป็นพิเศษ

และทนต่อการฉีกขาด มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีมาก ใช้เป็น
ยางสายพานรถยนต์ที่มีการหมุนรอบสูงๆ เป็นยางทำโฟม
สำหรับชุดกีฬาทางน้ำและชุดประดาน้ำ

5. คุณสมบัติโดดเด่นอีกอย่างหนึ่งของยางคลอ

โรพรีน คือเป็นยางด้านทานการเผาไหม้ เพราะเวลายาง
คลอโรพรีนถูกเผาไหม้ จะปล่อยแก๊สคลอรีนออกมา
แก๊สคลอรีนที่ปลดปล่อยจะคลุมพื้นที่ยางที่กำลังเผาไหม้อยู่
ทำให้ไฟดับได้ ด้วยคุณสมบัติดังกล่าว ยางคลอโรพรีน
ถูกนำไปใช้ในสายพานลำเลียงในเหมืองถ่านหินที่ต้องการ
คุณสมบัติป้องกันการติดไฟของสายพาน ยางคลอโรพรีน
ถูกนำไปทำเป็นที่นอนฟองน้ำในเรือดำน้ำและโรงพยาบาล
ในอาคารสูงต่างๆ

6. **น้ำยางคลอโรพรีน** เป็นน้ำยางที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายใน
อุตสาหกรรมถุงมือแพทย์

7. **ยางคลอโรพรีน** พิเศษสามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ยาง
ที่ถูกใช้ในสภาวะอุณหภูมิต่ำกว่า -40 องศาเซลเซียส

ยาง CSM เป็นยางที่ทนต่อกรดและด่างได้ดีเป็นพิเศษ เป็นยางที่ทนต่อ
สภาพดินฟ้าอากาศได้ดีมาก เป็นยางที่สามารถปรับแต่งสีให้สวยๆได้ ฉะนั้น
ยาง CSM จะใช้เป็นยางบุถังใส่กรดและด่าง เป็นยางแผ่นปูหลังคาและบ่อน้ำ
ยางทำฝายน้ำล้น และเรือยางชูชีพ

ยาง NBR หรือยางอะโครไนไตรล์บิวตาไดอีนที่เบเออร์สังเคราะห์ขึ้นก่อนสงครามโลกครั้งที่ 2 ภายใต้ชื่อ Buna N มีกลุ่มอะโครไนไตรล์เกาะอยู่แกนกลางของบิวตาไดอีน ยาง NBR มีประจุไฟฟ้า (polarity) สูงมากทำให้ยาง NBR ทนต่อน้ำมันได้ดี ยาง NBR คือยางที่ใช้มากในท่อน้ำมันและชิ้นส่วนเครื่องยนต์ต่างๆ เช่น ปะเก็นและซีล ยาง NBR ถูกผลิตออกจำหน่าย โดยแบ่งออกเป็น 3 ชนิดใหญ่ๆ ขึ้นอยู่กับจำนวนของอะโครไนไตรล์ในโครงสร้าง ยาง NBR ที่มีอะโครไนไตรล์ในโครงสร้างสูงจะทนน้ำมันได้ดี แต่มีความยืดหยุ่นและความเป็นยางน้อยลง ยางที่มีอะโครไนไตรล์ในโครงสร้างต่ำลงจะมีคุณสมบัติความเป็นยางมากขึ้นแต่คุณสมบัติการทนน้ำมันน้อยลง ฉะนั้นผู้ใช้จะเลือกตามความเหมาะสมในการใช้งาน ในขณะเดียวกันน้ำยาง NBR กำลังได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นในอุตสาหกรรมถุงมือแพทย์

ยาง EVM เป็นยางที่มีกลุ่มไวนิลเอซีเทตเกาะอยู่กับแกนกลางของเอทิลีน เป็นยางที่แลนเซสสังเคราะห์ให้มีเปอร์เซ็นต์ของไวนิลเอซีเทตสูงจาก 40 ถึง 90 ยาง EVM ผสมกับสารด้านการติดไฟ (AI(OH)₃) ทำให้ด้านการติดไฟได้ดีมาก และยาง EVM สามารถนำมาใช้งานได้ถึง 170 องศาเซลเซียสโดยใช้เป็นยางหุ้มสายไฟและผลิตภัณฑ์สำหรับรถโดยสารใต้ดินที่ต้องการยางที่ด้านการติดไฟ

ยางตระกูลอะคริลิกเป็นยางที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเป็นยางที่ต้องการการทนน้ำมันได้ดีในอุณหภูมิ 165–170 องศาเซลเซียส ถูกใช้มากในอุตสาหกรรมรถยนต์โดยใช้เป็นท่อ in-take hose ของระบบเทอร์โบชาร์จเจอร์ในรถยนต์รุ่นต่างๆ ยางอะคริลิกถูกใช้ในยางปะเก็นและซีลของเครื่องยนต์ที่ต้องการการทนน้ำมันและความร้อนสูง

ยาง ECO เป็นยางที่เกิดขึ้นจากการสังเคราะห์ของโมโนเมอร์ 3 ชนิดคือ อีพิคลอโรไฮดริน (epichlorohydrin) เอทิลีนออกไซด์ (ethylene oxide) และอัลลิลไกลซิไดลอีเทอร์ (ally glycidyl ether) เป็นยางที่มีขั้วไฟฟ้า

(polarity) สูง อีกทั้งมีคลอรีนในโครงสร้าง ยาง ECO ที่มีคลอรีนอยู่ถึง 38 เปอร์เซ็นต์ ใช้เป็นยางที่ทนน้ำมันและต้านทานการติดไฟ ยางตัวนี้ใช้มากในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าเพราะคุณสมบัติการต้านทานการติดไฟ ตัวอย่าง ECO ที่มีคลอรีนอยู่ต่ำกว่า 26 เปอร์เซ็นต์ ถูกใช้เป็นอย่างดีในการใช้งานที่อุณหภูมิ -39 องศาเซลเซียสได้

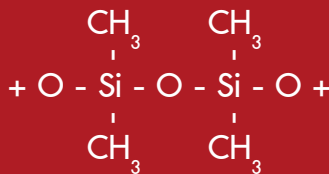
12.3

กลุ่มยางประสิทธิภาพสูง

ขอกล่าวถึงยาง 3 ตัวคือ ยางซิลิโคน (silicone)
ยาง HNBR และยาง FKM

3.1 ยางซิลิโคน (MQ)

เป็นยางที่มีสูตรโครงสร้างทางเคมีติดกับยางชนิดต่างๆ ทั่วไป แต่ยางซิลิโคนมีสารตั้งต้นจากทราย โครงสร้างแกนกลางของยางซิลิโคนประกอบด้วยซิลิกาเกาะกับออกซิเจนเป็นแกนกลางและมีหมู่เมทิลเกาะกับซิลิกาเป็นโครงสร้าง



ด้วยโครงสร้างนี้ทำให้ยาง ซิลิโคนมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้ดี กลุ่มเมทิลที่เกาะกับซิลิกาจะให้คุณสมบัติของความเป็นยางเกิดขึ้น ยางซิลิโคนถูกผลิตขึ้นในกลุ่มใหญ่ๆ 5 ชนิด คือ เมทิลซิลิโคน (methyl silicone (MQ)) เมทิลไวนิลซิลิโคน (methyl-vinyl silicone (VMQ)) เมทิลฟีนิลซิลิโคน (methyl-phenyl Silicone

(PMQ) เมทิลฟีนิลไวนิลซิลิโคน (Methyl-phenyl-vinyl silicone) และฟลูออโรไวนิลเมทิลซิลิโคน (fluoro-vinyl-methyl silicone (FVQM)) คุณสมบัติที่เด่น ๆ ของยางซิลิโคนคือที่ทนอุณหภูมิได้สูงถึง 300 องศาเซลเซียส ขณะเดียวกันก็ที่มีความยืดหยุ่นแม้ที่อุณหภูมิต่ำถึง -55 องศาเซลเซียส เป็นยางที่ติดไฟได้ยาก มีค่านำไฟฟ้าที่ต่ำ สรรพสิทธิ์การยืดตัว (elongation) สูงมาก แต่ทนต่อการฉีกขาดไม่ดี เป็นยางที่ใช้มากในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เป็นยางหุ้มสายไฟในหัวเทียนจุดประกายไฟให้กับเครื่องยนต์ ใช้ในชิ้นส่วนเครื่องเย็นและเครื่องทำความร้อน ชิ้นส่วนอากาศยานและใช้เป็นชิ้นส่วนสำหรับอุตสาหกรรมอาหารและยาของเล่นต่าง ๆ

3.2 ยาง HNBR (hydrogenated NBR)

เป็นยางประสิทธิภาพสูงอีกตัวหนึ่งที่แลนเซสได้ผลิตออกมาสำหรับอุตสาหกรรมที่ต้องการยางที่สามารถใช้ในอุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 150 องศาเซลเซียส โครงสร้างของยาง HNBR มีโครงสร้างของยาง NBR แลนเซสสังเคราะห์ยาง HNBR ขึ้นเพื่อปิดจุดอ่อนของยาง NBR โดยเติมไฮโดรเจนเข้าไปในโมเลกุลไปเติมเต็มในพันธะคู่ของ NBR ยาง HNBR จึงเป็นยางที่ใช้ได้ดีในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมและปิโตรเคมีต่าง ๆ โดยเฉพาะเป็นท่อขนส่งน้ำมันของการสำรวจและเจาะน้ำมันในขั้วโลกเหนือ ใช้เป็นฉนวนหุ้มสายไฟ ในเครื่องยนต์และยานยนต์ HNBR ใช้เป็นยางปะเก็นยางท่อส่งน้ำมัน และสายพานในเครื่องยนต์สมัยใหม่ ยาง HNBR เป็นยางประสิทธิภาพสูงแต่มีต้นทุนที่ค่อนข้างแพง

3.3 ยาง FKM หรือยางฟลูออโรอีลาสโตเมอร์ (fluoroelastomers)

เป็นยางที่มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในหมู่ยางสังเคราะห์ เป็นยางที่วิจัยและผลิตออกโดยดูปองท์ในปี ค.ศ. 1957 เป็นยางที่ทนสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง เช่น น้ำมันที่ผสมแอลกอฮอล์ น้ำมันเครื่อง สารละลายเคมีเกือบทุกชนิดที่อุณหภูมิตั้งแต่ -40 ถึง 220 องศาเซลเซียส โครงสร้างกลางของยาง FKM มีโครงสร้างของฟลูออรีนต่อกันเป็นสายโซ่ยาว ในโครงสร้างกลางเริ่มต้นด้วยคลอโรไตรฟลูออโรเอทิลีน (CTFE) จับกับหมู่เคมีอีก 2-3 กลุ่มที่มีโครงสร้างของฟลูออรีนทั้งสิ้น หมู่ฟลูออรีนจับอยู่กับโครงสร้างของ CTFE ทำให้ยาง FKM สามารถทนสารเคมีตัวทำละลายชนิดต่างๆ ได้ดี และทนต่อสภาวะและสิ่งแวดลอมที่เปลี่ยนแปลงอย่างรุนแรงได้ดี

ยาง FKM มีบทบาทมากขึ้นในอุตสาหกรรมรถยนต์ ทั้งนี้เพราะน้ำมันในเครื่องยนต์จะเป็นการผสมระหว่างน้ำมันผสมกับแอลกอฮอล์ ทำให้ยางที่ใช้ต้องทนต่อตัวทำละลายไฮโดรคาร์บอนและแอลกอฮอล์อย่างเดียวยังไม่สามารถทำหน้าที่ได้ดี ท่อน้ำมันในเครื่องยนต์จึงจำเป็นต้องใช้ยาง FKM ยาง FKM ใช้เป็นซีลปะเก็นต่างๆ ของเครื่องยนต์ ท่อส่งน้ำมัน และใช้ในอุตสาหกรรมการสำรวจและขุดเจาะน้ำมัน

เหล่านี้คือยางสังเคราะห์หลักๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม นอกจากนี้ ยังมียางพิเศษ เช่น ยางพอลิซัลไฟด์ (polysulfides) ที่มีความคงทนต่อสารละลายรุนแรง เช่น เบนซิน โทลูอีน และน้ำมันรถยนต์ชนิดต่างๆ ยางพอลิยูรีเทน (polyurethane) เป็นยางที่ทนต่อการฉีกขาด ทนต่อการสึกหรอและรับน้ำหนักได้มาก ยางพอลินอร์บอร์นีน (polynorbornene) สามารถทำเป็นยางนิ่มๆ แต่มีคุณภาพเชิงกลที่ดี

ตารางคุณสมบัติและการใช้งานของยางชนิดต่างๆ

ชนิดยาง	คุณสมบัติ	การใช้งาน
ยางธรรมชาติ	เป็นยางที่มีคุณสมบัติกายภาพและเชิงกลที่ดี สามารถยึดติดยางอื่นได้เมื่อยังไม่ผ่านกระบวนการทำให้ยางสุก ไม่เหมาะกับการใช้ที่ต้องถูกแสงแดด สารเคมี น้ำมัน เป็นยางที่ใช้ในอุณหภูมิต่ำ ไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส	ร้อยละ 60 ของยางธรรมชาติใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อยานยนต์ต่างๆ ถูมือ สายพานลำเลียง และยางรองคอคสะพาน
ยางสไตรีนบิวตาไดอีน (SBR)	เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับยางธรรมชาติ แต่ทนร้อนได้ดีกว่าและให้การเกาะพื้นถนนที่ดี S-SBR เป็นยางใช้ลดความเสียดทาน การเคลื่อนที่ของล้อยาง ใช้ได้ในอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส	ใช้ในอุตสาหกรรมล้อรถยนต์ โดยเฉพาะในหน้ายาง สายพานลำเลียงและชิ้นส่วนยางที่ไม่ต้องสัมผัสความร้อนสูงและน้ำมัน
ยางบิวทิล (IIR)	เป็นยางที่ใช้ได้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 140 องศาเซลเซียส ทนต่อกรด น้ำร้อน โอโซนและการซึมผ่านของแก๊สได้ดี	ใช้ผลิตเป็นยางล้อรถยนต์ และยางชั้นในล้อรถยนต์ ถูกลมสำหรับให้ความร้อน และยางรับการกระแทกหมากฝรั่ง ฝายาง และยางปิดขวดยาฉีด
ยางพอลิบิวตาไดอีน (BR)	ยางที่ใช้ได้ในอุณหภูมิ -80 ถึง 90 องศาเซลเซียส เป็นยางที่ทนต่อการขีดสีและป้องกันการแตก (crack resistance) ของยางล้อรถยนต์	ใช้ในยางรถยนต์ และพื้นรองเท้า เป็นส่วนผสมสำหรับยางที่ใช้สำหรับอุณหภูมิต่างๆ

ชนิดยาง	คุณสมบัติ	การใช้งาน
ยางเอทิลีนโพรพิลีนไดอีน	ยางที่ใช้ได้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 140 องศาเซลเซียส เป็นยางที่มีความคงทนในสภาพดินฟ้าอากาศและโอโซนได้ดี แต่ไม่คงทนต่อน้ำมัน	เป็นยางที่ใช้ในชิ้นส่วนรถยนต์ที่ไม่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน ใช้ทำปะเก็นท่อร้อยสายไฟในรถยนต์ ใช้ทำฉนวนกันความร้อน สายพานลำเลียงและลูกกลิ้ง
ยางอะครีโลไนไตรล์ บิวตาไดอีน	เป็นยางที่ทนน้ำมัน ใช้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 60 องศาเซลเซียส เป็นยางที่ไม่ค่อยทนต่อสภาวะอากาศและโอโซน	เป็นยางที่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน ท่อยางปะเก็น ซีลยางน้ำมันต่างๆ ใช้ในน้ำยาง NBR ในการทำถุงมือแพทย์
ยางคลอโรพรีน	ยางที่ใช้ได้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ยืดหยุ่น สามารถทนต่อสารเคมีและน้ำมันได้ปานกลาง เป็นยางที่ไม่ช่วยให้ติดไฟ	ใช้ทำกาว ใช้หุ้มสายไฟ และท่อน้ำมัน สายพาน เครื่องยนต์ ทำยางรองคอสพานและอาคาร ด้านแรงแผ่นดินไหว ทำสายพานลำเลียง และทำชุดกีฬาทางน้ำ
ยางคลอโรซัลไฟเนตพอลิเอทิลีน (CSM)	เป็นยางที่ใช้ในอุณหภูมิ -20 ถึง 130 องศาเซลเซียส ทนกรดและด่าง ทนโอโซน และสารเคมี	ใช้เป็นยางที่ต้องทนสารเคมี โดยเฉพาะกรดและด่าง เป็นยางในงานก่อสร้างต่างๆ เช่น ยางปูหลังคา บ่อน้ำฝายน้ำล้น และเรือยาง
ยางเอทิลีนออกไซด์อีพ็อกไซด์ไดอีน (ECO)	เป็นยางที่ใช้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 130 องศาเซลเซียส ทนต่อน้ำมัน โอโซน และไม่ช่วยให้ติดไฟ	ใช้เป็นยาง in-take hose ของเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จเจอร์ในรถยนต์ ปะเก็นและซีลที่ต้องทนน้ำมัน และอุณหภูมิสูง ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้า

ชนิดยาง	คุณสมบัติ	การใช้งาน
ยางพอลิอะครีเลต (ACM) และยางเอทิลีนอะครีลิก (AEM)	ใช้ในอุณหภูมิ -30 ถึง 160 องศาเซลเซียส ทนน้ำมัน และโอโซน	ใช้เป็นยาง in-take hose ของเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จเจอร์และยางสำหรับปะเก็นละซีลที่ต้องทนความร้อนและน้ำมัน
ยางเอทิลีนไวนิล แอซีเตต (EVM)	ใช้ในอุณหภูมิ -30 ถึง 170 องศาเซลเซียส ถ้าเติมสารป้องกันไฟ (flame resistance) จะเป็นยางที่ติดไฟยาก	ใช้ในสายพานที่ต้องทนความร้อนและการติดไฟ สายพานลำเลียงในเหมือง ถ่านหิน ใช้หุ้มสายไฟ และอุปกรณ์ยางในอุโมงค์ และรถไฟฟ้าใต้ดิน
ยางไฮโดรจิเนต ไนไตรล์ (HNBR)	ยางที่ใช้ในอุณหภูมิ -40 ถึง 150 องศาเซลเซียส มีคุณสมบัติทางกายภาพและเชิงกลที่ดี และทนต่อการเสียดสี ทนน้ำมัน ดีมาก	เป็นยางที่ใช้สำหรับสภาวะที่ยางอื่นทนการใช้งานไม่ได้ โดยเฉพาะการทนน้ำมัน ทำซีล ท่อน้ำมัน สายพานในเครื่องยนต์รถยนต์ ฉนวนหุ้มสายไฟในงานปิโตรเลียม โดยเฉพาะภายใต้อุณหภูมิหนาวจัด
ยางฟลูโอโรอีลาสโตเมอร์ (FKM)	ยางที่ใช้ในอุณหภูมิ -35 ถึง 200 องศาเซลเซียส ทนสารเคมี ตัวทำละลายต่างๆ ทนน้ำมัน ได้ยอดเยี่ยม	ใช้เป็นยางในยานยนต์ อากาศยานปิโตรเลียม ที่ต้องทนกับสารเคมี น้ำมัน และสภาพดินฟ้าอากาศ ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำจนถึง อุณหภูมิสูง ท่อน้ำมัน ปะเก็น และซีลชนิดต่างๆ

บทที่ 13

ยางและการพัฒนา
อุตสาหกรรม

“

อุตสาหกรรมทั่วโลก

ใช้ยาง 26.7 ล้านตัน เป็นยางธรรมชาติ 11.3 ล้านตัน
ที่เหลือ 15.4 ล้านตันคือยางสังเคราะห์

”



การนำยางที่ผสมกับกำมะถันและออกไซด์ของโลหะมาอบด้วยความร้อนของชาลท์ กู๊ดเยียร์ เป็นจุดเปลี่ยนของการใช้ยางในอุตสาหกรรม นอกจากคุณสมบัติของยางที่มีความอ่อนนุ่มขึ้นและขึ้นรูปได้ตามความต้องการแล้ว ยางยังมีคุณสมบัติที่ยืดหยุ่นได้ ยางจะยึดไปตามแรงที่กระทำต่อมัน แต่พอเอาแรงที่กระทำออกยางจะกลับสู่สภาพเดิม ยางจึงกลายเป็นวัสดุสำคัญในการพัฒนาอุตสาหกรรม เครื่องจักรจะทำงานไม่ได้ถ้าไม่มีสายพานยางส่งกำลังจากแหล่งกำเนิดพลังงานไปยังเครื่องจักร ยางยังมีคุณสมบัติสามารถเก็บกักของเหลวและแก๊สได้ ฉะนั้นจึงถูกพัฒนาขึ้นเป็นท่อส่งของเหลวและแก๊สชนิดต่างๆ ยางยังมีคุณสมบัติที่ด้านแรงกดทับ จึงถูกพัฒนาเป็นปะเก็นและซีลสำหรับเครื่องจักรและเป็นชิ้นส่วนสำคัญที่กันไม่ใ้ของเหลวและแก๊สรั่วไหลออกจากระบบ ด้วยคุณสมบัติเชิงกลที่ดี ยางถูกใช้เป็นชิ้นส่วนในสิ่งก่อสร้าง เช่น เป็นยางรองคอสพานเพื่อไม่ให้โครงสร้างสะพานพังทลายลงเพราะ

ยางสามารถรับแรงสั่นสะเทือนจากการเคลื่อนไหวของยานยนต์บนสะพานได้นอกจากนี้ ยางยังถูกใช้เป็นยางรองแทนเครื่องในตัวรถยนต์ เพื่อรองรับการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ไม่ให้เข้าไปในตัวถังรถยนต์ ยางถูกใช้เป็นส่วนสำคัญที่รองรับการสั่นไหวจึงถูกใช้สำหรับตึกสูงในประเทศที่มีแผ่นดินไหว ยางเป็นวัสดุสำคัญในการพัฒนาระบบขนส่งของยานยนต์ ยางถูกพัฒนาเป็นลิ่งรองรับการเคลื่อนที่ของยานยนต์ทุกชนิดแทนล้อไม้และล้อเหล็ก ยางแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติหลากหลาย ฉะนั้นเราต้องรู้จักคุณสมบัติกายภาพ เคมี และเชิงกลของยางแต่ละชนิดเพื่อนำมาพัฒนาเป็นวัสดุที่เหมาะสมกับงาน ยางมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมในประเทศ ยางธรรมชาติกว่าร้อยละ 91 อยู่ที่ประเทศแถบเอเชีย และกว่าร้อยละ 50 ของยางสังเคราะห์ผลิตในประเทศแถบเอเชีย

อุตสาหกรรมทั่วโลกใช้ยาง 26.7 ล้านตัน เป็นยางธรรมชาติ 11.3 ล้านตัน ที่เหลือ 15.4 ล้านตันคือยางสังเคราะห์ ความต้องการยางทั่วโลกเติบโตโดยเฉลี่ยร้อยละ 4 ต่อปี ในช่วงต้นปี ค.ศ. 1900-2000 ความต้องการยางธรรมชาติมีมากกว่ายางสังเคราะห์ ทั้งนี้ เพราะการเติบโตของอุตสาหกรรมยานยนต์ และอุตสาหกรรมล้อรถยนต์ ทั้ง 2 อุตสาหกรรมคือผู้ใช้ยางมากที่สุด ยางธรรมชาติร้อยละ 60 ถูกใช้ในอุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์เพราะคุณสมบัติเชิงกลที่ดีไม่สะสมความร้อน แต่เนื่องจากการเติบโตของอุตสาหกรรมมีมากขึ้นทำให้เกิดความต้องการยางสังเคราะห์มากขึ้น ปัจจุบันการเติบโตของยางสังเคราะห์จึงเพิ่มมากขึ้นกว่าการเติบโตของยางธรรมชาติ

13.1

ยางในระบบลำเลียงขนส่ง

เมื่อต้องการขนย้ายวัสดุไปข้างหน้า สายพานเป็นระบบขนส่งแบบเปิดที่นิยมแพร่หลาย สายพานลำเลียงช่วยทุ่นแรงงานมนุษย์ในการขนย้ายวัสดุจากที่หนึ่งไปอีกที่หนึ่ง สายพานในรูปแบบต่างๆ ถูกประดิษฐ์ขึ้น สายพาน v-belt หรือ ribbed belt เข้ามาแทนที่โซ่โลหะในการถ่ายเทพลังงานจากแหล่งกำเนิดพลังงานไปขับเคลื่อนเครื่องจักร เช่น สายพานที่ใช้ในรถยนต์ สายพานในระบบปั๊มและระบบความเย็น

ยางธรรมชาติถูกใช้ในสายพานลำเลียงวัสดุที่มีอัตราความเร็วไม่มากและไม่ต้องสัมผัสกับสารเคมีหรือน้ำมัน แต่ถ้าเป็นสายพานลำเลียงที่ต้องสัมผัสกับความร้อนสูงขึ้น ยางธรรมชาติถูกแทนด้วยยาง SBR และยาง EPDM แต่ถ้าเป็นสายพานในเหมืองถ่านหินหรืออุโมงค์ใต้ดิน ยางที่ใช้ต้องไม่ติดไฟหรือไม่ช่วยให้ไฟติด ยางคลอโรพรีน ยาง ECO และยาง EVM ถูกนำมาทดแทนยางธรรมชาติ ถ้าเป็นสายพานถ่ายเทพลังงานจากต้นกำเนิดไปยังเครื่องจักร และเครื่องยนต์

มีการหมุนสูงหลายพันรอบต่อนาที ยางที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติทนความร้อน และคุณสมบัติเชิงกลที่ดี ไม่สะสมความร้อนและทนต่อความล้า (fatigue) ยางที่เลือกใช้คือคลอโรพรีน และ HNBR ยางทั้ง 2 ชนิดถูกนำมาใช้เป็น v-belt และ timing belt ในรถยนต์ ถ้าเป็นสายพานลำเลียงที่ใช้ในอุณหภูมิ ต่ำๆ เช่น การเจาะน้ำมันในขั้วโลกเหนือ ยางที่ใช้ต้องมีจุดการแข็งตัว (Tg) ต่ำ เช่น HNBR แต่ถ้าเป็นสายพานลำเลียงขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมปูนซีเมนต์ ที่เผาจนร้อนและถูกลำเลียงไปจากจุดเผาไปเครื่องบด ยางธรรมชาติที่ผสมกับ ยางสังเคราะห์ที่ทนความร้อนสูงจะถูกนำมาใช้เป็นสายพานลำเลียงนี้

13.2

ยางในระบบการเคลื่อนที่

ยางล้อสำหรับยานยนต์ทุกชนิดคือสิ่งที่นำพาหะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่หน้าที่ของล้อไม่เพียงแค่นำพาหะเคลื่อนที่ไปข้างหน้าอย่างเดียว ยางล้อพาหะยังมีความสำคัญต่อผู้ขับขี่เพื่อตอบสนองด้านความปลอดภัย ความสะดวกสบายและประหยัดพลังงาน ยางธรรมชาติเป็นสิ่งแรกที่มนุษย์พัฒนาขึ้นมาเป็นยางล้อรถยนต์ เพื่อรองรับการกระแทกของพาหะที่เคลื่อนที่ไปตามถนนที่ขรุขระแทนล้อเหล็กหรือล้อไม้ ยางธรรมชาติมีคุณสมบัติกายภาพที่ดีและไม่เก็บกักความร้อน ยางสังเคราะห์ต่างๆ ถูกนำมาผสมกับยางธรรมชาติในการทำยางล้อรถยนต์ เช่น ยางบิวทิล ทั้งคลอโรบิวทิล (chloro-butyl) และโบรมบิวทิล (bromo-butyl) ที่มีคุณสมบัติการเก็บกักลมได้ดี ถูกนำมาใช้เป็นยางของยางล้อรถยนต์ หรือใช้ในส่วนของแก้มยางของยางล้อรถยนต์ (เพื่อให้ไม่มีลมหายไปจากยางล้อรถยนต์) ยาง SBR ที่มีคุณสมบัติการเกาะพื้นถนนได้ดีกว่ายางธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นหน้ายางล้อรถยนต์โดยผสมกับยาง BR ที่มีคุณสมบัติ



ที่ดีในการทนต่อการเสียดสี ยาง S-SBR ถูกพัฒนาขึ้นเป็นยางสำหรับหน้ายางโดยผสมกับยาง BR สำหรับยางล้อรถยนต์ที่ต้องการลดการเสียดทานจากการเคลื่อนที่และลดระยะของการหยุดรถยนต์ให้สั้นลง อุตสาหกรรมยางล้อรถยนต์คืออุตสาหกรรมที่ใช้ทั้งยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์มากที่สุด ผู้ผลิตยางล้อรถยนต์เคลื่อนย้ายฐานการผลิตมาใกล้กับแหล่งวัตถุดิบ (ยางธรรมชาติ) ประเทศไทยกำลังเป็นฐานการผลิตยางที่สำคัญของยี่ห้อใหญ่ๆ ของยางล้อรถยนต์

13.3

ยางเพื่อใช้รองรับการกระแทก และการสั่นสะเทือน

การเดินทางด้วยพาหนะจะไม่สะดวกสบาย ถ้าไม่มีระบบรับการกระแทกการสั่นสะเทือน การเคลื่อนที่ของพาหนะไปตามถนนที่ขรุขระจะเกิดแรงสั่นสะเทือนไปทั่วตัวรถยนต์ ยางล้อรถยนต์คือปัจจัยหนึ่งที่ช่วยลดแรงกระแทกของรถยนต์ไปตามถนนขรุขระ นอกจากนี้ยางรองแท่นเครื่องเป็นชิ้นส่วนที่ลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ไม่ให้มาถึงตัวถังรถยนต์และห้องผู้โดยสาร ยางคลอโรพรีนที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดีช่วยลดแรงสั่นสะเทือนจากเครื่องยนต์ไม่ให้ส่งผ่านไปยังตัวถังรถยนต์ แม้ยางธรรมชาติก็มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี แต่ยางธรรมชาติในกรณีนี้ไม่ได้ถูกเลือกใช้เพราะอุณหภูมิในห้องเครื่องสูงเกินกว่า 100 องศาเซลเซียส ยางคลอโรพรีนยังถูกพัฒนาเป็นยางรองฐานตึกสูงในอาคารก่อสร้างที่มีแผ่นดินไหว ทั้งยังใช้เป็นยางรองคอสะพานและยางกันการสั่นสะเทือนของรถไฟระบบราง ส่วนยางธรรมชาติอาจใช้เป็นยางรองคอสะพานได้ในพื้นที่ที่ไม่ได้รับน้ำหนักมากนักและประเทศที่ไม่หนาวจัด



ยาง HNBR ถูกประดิษฐ์ขึ้นเป็นถุงลมสปริงในยานยนต์ ยาง HNBR ที่ฉาบอยู่กับผ้าใบที่แข็งแรงถูกใช้ในระบบสปริงนิวมेटิกในรถบรรทุกใหญ่ๆ ปัจจุบันในรถยนต์หฺรุษทั้งหลายจะติดตั้งถุงลมสปริงนี้เพื่อความสะดวกสบายแก่ผู้ขับขี่ ถุงลมสปริงนี้เป็นถุงลมนิวมेटิกที่เป็นต้นฉบับของรถซีตรอง (Cetroën)

13.4

ยางในระบบป้องกันการรั่วซึม

ซีลและปะเก็นเป็นชิ้นส่วนเล็กๆ ในปั๊มและเครื่องยนต์ ท่อส่งของเหลวและแก๊สในอุตสาหกรรมปิโตรเลียม ปิโตรเคมี และในเครื่องจักรเกือบทุกประเภท ชิ้นส่วนเล็กๆ นี้แหละคือหัวใจหลักที่ทำให้เครื่องจักรใหญ่ๆ ทำงานได้โดยไม่ติดขัด และป้องกันไม่ให้น้ำมันและแก๊สรั่วซึมออกจากระบบ ความแม่นยำ ความถูกต้อง และการเลือกยางทนต่อสารเคมี ของเหลวหรือแก๊สและสภาพการทำงานเป็นปัจจัยสำคัญในการผลิตยางชิ้นส่วนเล็กๆ เหล่านี้ ยางสังเคราะห์แต่ละชนิดที่มีสมบัติทางกายภาพและเคมีที่เหมาะสมกับการใช้งานเท่านั้นจึงจะถูกเลือกใช้ ในการออกแบบและตรวจสอบชิ้นงาน ซีลและปะเก็นมีความสำคัญอย่างยิ่ง

ยาง NBR ถูกเลือกใช้เป็นซีลหรือปะเก็นยางในกรณีที่ต้องสัมผัสกับน้ำมัน ยาง NBR มีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันในอุณหภูมิการใช้งานช่วง -30 ถึง 100 องศาเซลเซียส ถ้าอุณหภูมิสูงกว่านั้นยางคลอโรพรีน คือตัวเลือกในอุณหภูมิที่ไม่เกิน 120 องศาเซลเซียส



ยาง ECO ยาง ACM จะถูกเลือกใช้ถ้าอุณหภูมิสูงถึง 170 องศาเซลเซียส ยาง HNBR หรือยางซิลิโคนจะถูกเลือกใช้ถ้าความร้อนสูงถึง 180 องศาเซลเซียส แต่ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 200 องศาเซลเซียส ยาง FKM หรือ FFKM จะเป็นตัวเลือก

ยาง EPDM คือตัวเลือกถ้าของเหลวที่สัมผัสเป็นสารเคมีอินทรีย์หรือน้ำ ยาง EPDM ถูกใช้ในงานที่สัมผัสกับอากาศหรือแสง UV ยาง EPDM กว่า 300,000 แสตันถูกใช้เป็นซีลโดยเฉพาะซีลกระจกรถยนต์ แต่ถ้าอยู่ในสภาพอุณหภูมิต่ำกว่า -40 องศาเซลเซียส ยางคลอโรพรีน ยางซิลิโคน ยาง HNBR และยาง FRM คือตัวเลือกที่ดี

ในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมหรือปิโตรเคมี ยางที่ทนต่อน้ำมันและความร้อนอย่างยาง HNBR ยาง FKM หรือยาง FFKM คือตัวเลือก

ยางคลอโรพรีนถูกใช้เป็นยางซีลกระจกในอาคารสูงที่ต้านแรงปะทะจากลม แต่ยางซิลิโคนถูกใช้เป็นซีลกระจกกันน้ำซึมสำหรับอาคารที่อยู่อาศัยที่ไม่สูงนัก

13.5

ยางในระบบตัวถวน

เนื่องจากคุณสมบัติการนำความร้อนที่ต่ำ โฟมยาง EPDM ถูกใช้เป็นยางฉนวนกันความร้อน โฟม EPDM ที่ใส่สารด้านการติดไฟ เข้ามาทดแทนโฟมพลาสติก polyethylene (PE) ในท่อหุ้มท่อแอร์ ท่อน้ำเย็น ท่อน้ำร้อน ในอุตสาหกรรมก่อสร้าง

ยางคลอโรพรีน หรือยาง HNBR ถูกใช้เป็นยางหุ้มสายไฟขนาดใหญ่ ยางทั้ง 2 ชนิดถ้าผสมดินเหนียว (clay) จะต้านทานการซึมผ่านของน้ำและความชื้นได้ดี เป็นยางหุ้มสายเคเบิลได้น้ำอย่างมีประสิทธิภาพ

13.6

ยางในอุปกรณ์กีฬา

มีการใช้ยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติกายภาพที่ดี ผสมกับยาง BR ที่ต้านทานความเสียดสีและยาง SBR ที่ช่วยในการเกาะพื้น บางครั้งอาจผสมกับยาง NBR เพื่อช่วยให้ยางผสมที่ได้เกาะติดกับวัสดุอื่นได้ดีขึ้น ทั้งหมดถูกพัฒนาเป็นยางพื้นรองเท้านักกีฬาหลากหลาย

ยาง EVA ที่มีอัตราส่วนของไวนิลเอซีเทตร้อยละ 18–20 ถูกพัฒนาให้มีความต้านทานการกดอัดที่ดี เป็นโฟมสำหรับชั้นกลางของรองเท้านักกีฬาที่ให้ความอ่อนนุ่มแก่ผู้สวมใส่ และให้การคืนตัวอย่างดีด้วย คุณสมบัติการต้านทานการกดอัดจะทำให้นักกีฬาลื่นกีฬาได้ดีขึ้น

เนื่องจากคุณสมบัติโดดเด่นของการต้านทานการฉีกขาดของยางคลอโรพรีน และทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศได้ดี ฟองน้ำคลอโรพรีนถูกพัฒนาเป็นฟองน้ำตัดเย็บเป็นชุดกีฬาทางน้ำ ชุดประดาน้ำ ชุดช่วยชีวิตทางน้ำ และโฟม นอกจากนี้ คลอโรพรีนยังใช้เป็นชุดกีฬาหน้าหนาวอีกด้วย



ยาง BR ที่มีปฏิกิริยาการเชื่อมโยงสายโซ่โดยใช้ซิงก์ไดอะคริเลต (zinc diacrylate) จำนวนมาก ใช้เป็นยางแกนกลางของลูกกอล์ฟ เพื่อให้ลูกกอล์ฟตีได้ไกล

ยางบิวทิลผสมกับยางธรรมชาติใช้เป็นยางสำหรับลูกบอลสีในกีฬาต่างๆ

13.6

ยางในอุตสาหกรรมอากาศยาน

อุปกรณ์ทุกชนิดที่ใช้กับอากาศยานต้องเป็น อุปกรณ์ที่คงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศที่เปลี่ยนแปลงไป อย่างเฉียบพลัน แม้แต่ยางล้อเครื่องบิน ในช่วงเร่งเครื่อง เพื่อบินขึ้นด้วยอัตราเร่งอย่างรวดเร็วทำให้ล้อยางเครื่องบิน มีอุณหภูมิสูงขึ้นเร็วตามไปด้วย แต่ภายในไม่กี่นาทีที่เครื่องบินจะอยู่ในบรรยากาศที่เย็นจัด ในขณะที่บินอยู่ในระดับสูงอากาศจะเย็นมาก แรงดันของยางล้อเครื่องบินจะลดต่ำลงเหลือหนึ่งในสามของแรงดันปกติ แต่ขณะที่เครื่องบิน ร่อนลง แรงดันในล้อเครื่องบินที่ลดลงเหลือ 1 ใน 3 จะลงมาสัมผัสกับพื้นลานบินด้วยความเร็ว ฉะนั้น ยางล้อเครื่องบินต้องมีการออกแบบพิเศษและใช้ยางที่ทนต่อสภาพการเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลันได้ดี

สำหรับซิลและปะเก็นก็เช่นกัน ยางที่ใช้ต้องรับประกันได้ว่าเป็นยางที่ทนในสภาวะความหนาวเย็นและอยู่อย่างคงทนภายใต้สภาวะที่เปลี่ยนแปลง ยางฟลูออโรซิลิโคน ยาง FKM ยาง HNBR เท่านั้นที่ถูกเลือกใช้ ในขณะที่ยางพอลิซัลไฟด์ ถูกเลือกเป็นยางขอบกระจกเครื่องบิน



ซิลและปะเก็น

บทที่ 14

การเมือง เศรษฐกิจ
และการพัฒนาของ
อุตสาหกรรมประเทศไทย

“

ผู้เขียนได้เรียนรู้ว่า
ผู้นำของประเทศคือผู้กำหนดระบบเศรษฐกิจ
รูปแบบของอุตสาหกรรม
และความเป็นอยู่ของประชาชน

”



14.1

ผู้นำเป็นผู้บอกความเจริญ ของประเทศ

ตลอดเวลา 80 ปีที่ผ่านมาประเทศจีนผ่านการปฏิวัติ เปลี่ยนผู้นำและระบอบการเมืองการบริหารมาหลายครั้ง จากการถูกปกครองด้วยชาวแมนจูเรียนำมาสู่การเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่โดย ดร.ซุนยัตเซนที่เป็นผู้นำในการล้มระบบปกครองแบบสมบูรณาญาสิทธิราชย์ของแมนจูเรียมารับระบบประชาธิปไตย แต่ ดร.ซุนยัตเซนดำรงตำแหน่งไม่นานจีนก็มีผู้นำคนใหม่คือนายพลเจียงไคเช็ค เจียงไคเช็คเป็นผู้นำที่เห็นแก่ความสุขส่วนตัว ปล่อยให้ขุนศึกตามหัวเมืองกุมกำลังทหารอยู่ในมือ ตั้งตัวเป็นผู้ทรงอิทธิพลชุดรีดราษฎรไปทุกหย่อมหญ้า ตามมาด้วยภัยแล้งหลายแห่งในประเทศจีน คนจีนหนีความทุกข์หาที่หลบภัยและหนีความอดอยากมายังต่างประเทศ โดยเฉพาะประเทศในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ที่อุดมสมบูรณ์ ในช่วงนั้น การปฏิวัติเกิดขึ้นในรัสเซียโดยพรรคคอมมิวนิสต์ เพื่อโค่นล้มราชวงศ์พระเจ้าซาร์ (Nicholas II of Russia) ได้แผ่อิทธิพลมายังประเทศจีน กองกำลังคอมมิวนิสต์จีน

ได้ลุกขึ้นต่อสู้กับกองทหารของนายพลเจียงไคเช็ค แม้มีอาวุธที่ด้อยกว่า แต่ได้รับแรงสนับสนุนจากประชาชน ทำให้ผู้นำเหมาเจ๋อตงสามารถขับไล่ นายพลเจียงไคเช็คออกจากผืนแผ่นดินใหญ่จีนไปตั้งพรรคก๊กมินตั๋ง ที่เกาะไต้หวัน ทั้งกองพล 93 ไว้ที่หูหนานและตอนเหนือประเทศไทย ประธานเหมาเจ๋อตงรวบรวมประเทศจีน นำประเทศเข้าสู่ระบบสังคมนิยม เต็มรูปแบบ ใช้ระบบเศรษฐกิจคอมมูน (การผลิตร่วมกันแบ่งปันผลประโยชน์ ทุกคนเท่าเทียมกัน) เชิดชูเกียรติชาวนาและกรรมกร จีนปิดประเทศตัวเอง กว่า 25 ปี จนกระทั่งประธานาธิบดีริชาร์ด นิกสันไปเยือนจีน จีนจึงเริ่ม เปิดประตูสู่โลกภายนอก แต่การปฏิวัติวัฒนธรรมครั้งใหญ่ของจีนโดย แก๊งออฟโฟร์ (Gang of Four) ทำให้การรับอารยธรรมจากตะวันตกหยุดชะงัก ลง มีผู้คนถูกจับกุม กล่าวโทษ จองจำ และเสียชีวิตมากมาย การเปลี่ยนแปลง ที่ยุ่งเหยิงของจีนเกิดขึ้นในช่วงนั้น จนเติ้งเสี่ยวผิงขึ้นมาเป็นผู้นำสูงสุด ผู้นำ ร้างเตี้ยผู้นี้มองเห็นถึงความจำเป็นที่ต้องนำจีนไปสู่ระบบเศรษฐกิจตะวันตก 20 ปีที่จีนเริ่มต้นเปลี่ยนแปลง จีนได้เติบโตขึ้นมาเป็นผู้นำเศรษฐกิจของโลก อันดับ 2 ในปัจจุบัน

มีนิสิตถามผู้เขียนในห้องเรียนว่า "อาจารย์คิดว่าระบอบคอมมิวนิสต์ดี หรือไม่ครับ" คำตอบที่ให้ในห้องเรียนคือ "ระบอบคอมมิวนิสต์ดีหรือไม่ขึ้นอยู่กับ ยุคสมัยและฐานะความเป็นอยู่ของประชาชนในขณะนั้น ระบอบคอมมิวนิสต์ เกิดจากแนวคิดของคาร์ล มากซ์ (Karl Marx) ที่ว่าทุกคนทำงานร่วมกัน ควรแบ่งปันสิ่งที่ได้เท่าเทียมกัน ระบบคอมมิวนิสต์เกิดขึ้นได้ที่รัสเซีย โดยวลาดีมีร์ เลนิน (Vladimir Lenin) ผู้นำพรรคคอมมิวนิสต์สหภาพโซเวียต (Russian Social Democratic Labor Party) นำระบอบคอมมิวนิสต์ขึ้นชี้นำ ประชาชน (โดยเฉพาะกรรมกร) และได้โค่นล้มระบบการปกครองของ พระเจ้าซาร์ลงในปี ค.ศ. 1917 ก่อนหน้านั้นประชาชนชาวรัสเซียอดอยาก มาก เพราะรัสเซียทำสงครามมาตลอด ราชวงศ์โรมานอฟ (Romanov)

และขุนนางทั้งหลายต่างร่ำรวย หลังการเปลี่ยนแปลงและนำระบอบคอมมิวนิสต์มาใช้ มีการแบ่งปันอย่างเท่าเทียมกันทำให้ประชาชนมีฐานะความเป็นอยู่ที่ดีขึ้น ถ้าเรามาดูประเทศจีนหลังจากขับไล่นายพลเจียงไคเช็คออกจากประเทศจีน ประธานเหมาเจ๋อตงได้นำระบอบมาร์กซิสต์ (Marxism) มาใช้ในประเทศจีน ช่วยให้ชาวจีนหลายล้านคนไม่อดตาย เวลาผ่านไป การแบ่งปันผลประโยชน์เท่าเทียมกันทำให้ผู้คนเฉื่อยชาลง ไม่มีความทะเยอทะยาน ประเทศรัสเซียและจีนที่กำลังแข่งขันกับสหรัฐอเมริกาต้องหันมาสำรวจตัวเองและเปลี่ยนแปลงระบบเศรษฐกิจของประเทศ โดยเริ่มให้บุคคลสามารถครอบครองสมบัติและกรรมสิทธิ์ของตนเองภายใต้การดูแลอย่างเข้มงวดของรัฐ รัฐเป็นผู้กำหนดทิศทางและนโยบายของการพัฒนาเศรษฐกิจ ทั้งนี้ ระบอบการปกครองในช่วงแรกๆ ต้องฟันฝ่าการคัดค้านของผู้ไม่เห็นด้วย เช่น จีนในยุคแก๊งออปโพร์ที่ลุกขึ้นมาจับกุมผู้คนจำนวนมาก แต่แล้วตั้งเสี่ยวผิงได้ดำเนินนโยบายเปิดประเทศจีนให้กว้างขึ้น ชักชวนต่างชาติเข้าไปลงทุนในประเทศ วันนี้นี่จีนมีระบบเศรษฐกิจที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลก จึงกล่าวได้ว่าระบอบคอมมิวนิสต์จะดีหรือไม่มันขึ้นอยู่กับสภาพความเป็นไปของสังคม ณ เวลานั้น"

ชาติต่างๆ ในเอเชียต่างพัฒนาประเทศจากประเทศเกษตรกรรมจากระบอบสมบูรณาญาสิทธิราชย์มาสู่ระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตย (หรือสังคมนิยม) ประเทศต่างๆ ผ่านการเปลี่ยนแปลง บ้างก็สร้างระบบเศรษฐกิจของประเทศขึ้นมาอย่างแข็งแกร่ง บ้างก็ยังดิ้นอยู่เอาตัวเองไม่ค่อยจะรอด ผู้นำแต่ละช่วงเวลาเป็นผู้ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างเห็นได้ชัด ช่วงปี พ.ศ. 2470-2490 ฟิลิปปินส์ ไทย มาเลเซีย และได้หวันต่างเป็นประเทศที่กำลังสร้างประเทศและพื้นฐานเศรษฐกิจ (developing countries) 40 ปีให้หลังเรามาเปรียบเทียบดูไต้หวันที่ถูกปกครองโดยเจียงไคเช็ค (จอมเผด็จการของไต้หวัน) ฟิลิปปินส์ในยุคเผด็จการประธานาธิบดีมาร์กอส ประเทศไทยภายใต้การปฏิวัติและกฏอัยการ

คือมาครั้งแล้วครั้งเล่า จะเห็นว่าผู้นำได้หันที่ใช้การปกครองเผด็จการทำให้รัฐบาลได้หันมุ่งเน้นการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยี อีกทั้งการพัฒนาอุตสาหกรรมและเศรษฐกิจภายในประเทศจนสามารถสร้างระบบเศรษฐกิจที่แข็งแกร่งให้เกิดขึ้น ขณะที่ฟิลิปปินส์มีปัญหามือเมือง ความวุ่นวายทางการเมืองและมีเศรษฐกิจที่ล้าหลัง ประเทศไทยเดินทางไปได้ระดับหนึ่งแต่ไม่สามารถตามได้ทันและมาเลเซียทัน ปัญหามือเมืองที่เกิดขึ้นนับครั้งไม่ถ้วน การเข้ามาแสวงหาผลประโยชน์ของนักการเมืองทำให้การพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และอุตสาหกรรมภายในประเทศถดถอยลงเรื่อยๆ อะไรคือสาเหตุที่แท้จริงของการพัฒนาในแต่ละประเทศ ทั้ง ๆ ที่ทุกประเทศอยู่ในระบบทุนนิยมด้วยกันทั้งนั้น

ผู้นำคือบุคคลสำคัญที่กำหนดความเป็นไปของประเทศ ผู้นำที่ดีแม้จะเผด็จการแต่ถ้ามองถึงความสุขความเจริญของประชาชนและประเทศเป็นที่ตั้ง ประเทศนั้นจะมีการพัฒนาระบบเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมที่แข็งแกร่งได้ ประเทศที่เห็นชัดที่สุดที่ใกล้ตัวเรามากที่สุดคือสิงคโปร์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2502-2533 กว่า 30 ปีที่ลีควงยู (Lee Kuan Yew) ปกครองสิงคโปร์อย่างเบ็ดเสร็จและไม่มีพรรคการเมืองอื่นเลย แต่รัฐบาลสิงคโปร์มุ่งเน้นความเป็นอยู่ของประชาชน ลดความเหลื่อมล้ำในรายได้ของประชาชนชาวสิงคโปร์ มุ่งเน้นการพัฒนาสังคม การศึกษา เทคโนโลยี และอุตสาหกรรมของสิงคโปร์ให้เข้มแข็งเขานำสิงคโปร์ขึ้นมาเป็น 1 ใน 5 เสือของเอเชีย ในช่วงปี พ.ศ. 2480-2490 (ประเทศไทยก็ติดเป็น 1 ใน 5 เสือในขณะนั้น) ปัจจุบันสิงคโปร์ซึ่งเป็นประเทศเกาะเล็กๆ ประชากร 6 ล้านกว่าคน และไม่มีทรัพยากรธรรมชาติภายในประเทศ แต่เป็นประเทศที่มีฐานเศรษฐกิจที่แข็งแกร่งที่สุดใน AEC ทั้งนี้ เพราะมีผู้นำที่สร้างประเทศบนความทุ่มเทและไม่เห็นแก่ตัว

ผู้นำที่ดีที่มีความรู้ความสามารถและไม่เห็นแก่ความสุขส่วนตัวและพวกพ้อง มุ่งสร้างความสุขแก่ประชาชนอย่างแท้จริง จึงจะนำพาเศรษฐกิจ

และอุตสาหกรรมของประเทศให้เจริญอย่างยั่งยืนได้

60 ปีที่ผ่านมา ตั้งแต่จำความได้ผู้เขียนเห็นการเปลี่ยนแปลงผู้นำในประเทศไทยมาหลายคนจนจำชื่อทุกคนไม่ได้หมด ตั้งแต่ผู้นำเผด็จการ ผู้นำประชาธิปไตยในหลายรูปแบบและรูปแบบประชานิยม อีกทั้งเห็นการเปลี่ยนแปลงระบบการเมืองในหลายรูปแบบ เศรษฐกิจทั้งขาขึ้น ขาลง ผู้เขียนได้เรียนรู้อย่างหนึ่งว่า ผู้นำของประเทศคือผู้กำหนดระบบเศรษฐกิจ รูปแบบของอุตสาหกรรมและความเป็นอยู่ของประชาชน

14.2

การพัฒนาการเมือง เศรษฐกิจ และอุตสาหกรรมของไทย

ประเทศไทยเติบโตจากประเทศเกษตรกรรม อุตสาหกรรมยุคโบราณจะเป็นหัตถกรรมแบบง่าย ๆ เช่น สิ่งทอ เครื่องปั้นดินเผา เครื่องเงิน เครื่องทอง สินค้า อุตสาหกรรมเกือบทั้งหมดต้องนำเข้าจากต่างประเทศ พ่อค้าชาวจีนเข้ามาเปิดโรงสีไฟ โรงเลื่อยไม้ และเหมือง ดีบุก หลังเปลี่ยนแปลงการปกครองปี พ.ศ. 2475 คณะราษฎรชูเศรษฐกิจแบบรัฐทุนนิยม (state capitalism) โดยจัดตั้งองค์การรัฐวิสาหกิจทางการค้าอุตสาหกรรม อันเป็นรัฐวิสาหกิจขึ้นมา

แต่หลังจากการเปลี่ยนแปลงโดยจอมพลผิน ชุณหะวัณ ในปี พ.ศ. 2490 คณะทหารนำระบบทุนแบบ เปิดเสรีโดยผู้นำทหารเข้ามาถือหุ้นในรัฐวิสาหกิจ เช่น อุตสาหกรรมกระดาษ น้ำตาล กระสอบ โรงกลั่นน้ำมัน โรงเหล็ก การค้าข้าว การค้าหมู การปฏิวัติของ จอมพล ป.พิบูลสงครามในปี พ.ศ. 2481 ในช่วง 10 ปี ของการปกครองโดยทหารจอมพล ป. พิบูลสงคราม ใช้ระบบชาตินิยมจำกัดอาชีพคนต่างด้าว พ่อค้าคนจีนเปลี่ยนชื่อแซ่เป็นชื่อและนามสกุล

ไทยและอาศัยเส้นสายทางทหารเพื่อเข้าทำธุรกิจผูกขาดต่าง ๆ ในช่วงนั้น
อุตสาหกรรมวิสาหกิจมีถึง 86 แห่ง รัฐบาลตั้งกำแพงภาษีเพื่อคุ้มครองรัฐวิสาหกิจ
เหล่านั้น แต่สัดส่วนอุตสาหกรรมต่อรายได้ประชาชาติขณะนั้นยังค่อนข้างเล็ก



ดร.ปวย อึ้งการณ

คิดเป็นร้อยละ 13 ของ GDP ในปี พ.ศ. 2503

จุดเปลี่ยนสำคัญในระบบเศรษฐกิจไทยอยู่ใน
ช่วงรัฐบาลจอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2500
รัฐบาลเข้ามาปรับโครงสร้างเศรษฐกิจโดยผ่านความ
ช่วยเหลือของธนาคารโลก จอมพล สฤษดิ์เชิญ
ดร.ปวย อึ้งการณมาเป็นผู้ว่าการธนาคารแห่ง
ประเทศไทย ดร.ปวยควบคุมและจัดระเบียบการเงิน
อย่างเข้มงวดตลอดเวลา รัฐบาลขายบริษัทและ

รัฐวิสาหกิจที่ไม่เกี่ยวข้องกับสาธารณูปโภคให้เอกชนและจัดตั้งหน่วยงาน
ที่เป็นพื้นฐานการเจริญเติบโตของเศรษฐกิจ เช่น สำนักงานงบประมาณ
สำนักงานคณะกรรมการการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ
คณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนประเทศไทย เปิดรับการลงทุนจากต่างชาติ
มากขึ้นโดยการปรับลดภาษีนำเข้าวัตถุดิบ ควบคุมค่าแรงงาน ทำให้ประเทศไทย
สามารถดึงดูดนักลงทุนต่างชาติมาลงทุนในประเทศไทยได้ถึง 16,000 ล้านบาท
ในช่วงปี พ.ศ. 2503-2525 การลงทุนส่วนใหญ่มาจากประเทศยุโรปและญี่ปุ่น
ทางด้านอุตสาหกรรมยาง บริษัทบริดจสโตนและกูดเยียร์เริ่มตั้งโรงงานผลิต
ยางล้อรถยนต์ในประเทศไทยในปี พ.ศ. 2510 และ 2512 ตามลำดับ บริษัท
อีโนเวิร์ฟเบอร์จากญี่ปุ่นได้เข้ามาตั้งโรงงานผลิตยางในและยางนอกของยางล้อ
จักรยานยนต์ในปี พ.ศ. 2512 บริษัทยางล้อรถยนต์ได้นำมาซึ่งความต้องการ
ยางธรรมชาติทำให้มีการพัฒนาอุตสาหกรรมยางพาราใน 14 จังหวัดภาคใต้
มากขึ้น

จุดเปลี่ยนที่สำคัญของเศรษฐกิจการลงทุนและอุตสาหกรรมในประเทศไทย
เกิดขึ้นอีกครั้งหลังนิกสันช็อก (Nixon shock) พ.ศ. 2513 ที่ริชาร์ด นิกสัน

ประกาศเพิ่มภาษีสำหรับสินค้านำเข้าสหรัฐอเมริกาเพิ่มขึ้นร้อยละ 10 และประกาศยกเลิกอัตราแลกเปลี่ยนคงตัว (Fixed Exchange Rate) เพื่อให้ประเทศต่างๆ ที่กำลังได้เปรียบทางการค้ากับสหรัฐอเมริกาปรับอัตราสกุลเงินของตนเองให้แข็งค่าขึ้นเมื่อเทียบกับสกุลดอลลาร์สหรัฐ ตามมาด้วยออยล์ช็อก (Oil Shock) (พ.ศ. 2516) เมื่อประเทศผู้ผลิตน้ำมันส่งออก (OPEC) ประกาศลดกำลังการผลิตลงร้อยละ 25 และขึ้นราคาน้ำมันจาก 3 ดอลลาร์ต่อบาเรลเป็น 12 ดอลลาร์ต่อบาเรล เศรษฐกิจทั่วโลกชะลอตัวลง เศรษฐกิจสหรัฐอเมริกาตกต่ำลง สหรัฐอเมริกาขาดดุลการค้ามากขึ้น และการใช้จ่ายทางการทหารในสงครามเวียดนามเป็นภาระหนัก นักศึกษาออกมาเคลื่อนไหวต่อต้านการส่งกำลังทหารไปสู้รบในเวียดนาม จนในที่สุดประธานาธิบดีเจอรัลด์ ฟอร์ด (Gerald Ford) ต้องประกาศถอนกำลังทหารทั้งหมดออกจากอินโดจีนในปี พ.ศ. 2518 ประเทศไทยและฟิลิปปินส์มีรายได้จากการเป็นฐานทัพให้สหรัฐอเมริกา ทำให้รัฐขาดรายได้ไปจำนวนหนึ่ง การเมืองในประเทศไทย พ.ศ. 2516-2519 เกิดความวุ่นวายหนัก นิสิตนักศึกษาออกมาต่อต้านระบบการปกครองเผด็จการของจอมพล ถนอม กิตติขจร 4 ปีของการต่อสู้อย่างรุนแรงระหว่างนิสิตนักศึกษาที่มีพรรคคอมมิวนิสต์แห่งประเทศไทยให้การสนับสนุนอยู่เบื้องหลังกับระบอบการปกครองของทหารและการปกครองแบบขวาจัดของนายกรัฐมนตรีนานาชาติธานินทร์ กรัยวิเชียร (ในช่วงรักษาการนายกรัฐมนตรี) นำมาซึ่งการนองเลือดถึง 2 ครั้ง เศรษฐกิจไทยหยุดชะงักลง

หลังปี พ.ศ. 2520 ในช่วงของพลเอก เปรม ติณสูลานนท์ต่อเนื่องพลเอกชาติชาย ชุณหะวัณ (พ.ศ. 2523-2534) เป็นระยะที่ต่างชาติเข้ามาลงทุนในประเทศไทยเพื่อการส่งออกมากขึ้น อาศัยค่าแรงงานที่ถูกและอัตราแลกเปลี่ยนที่คงตัว (เงินบาทผูกติดกับเงินสกุลดอลลาร์สหรัฐมาตลอดด้วยอัตราแลกเปลี่ยนประมาณ 24.50 บาทต่อหนึ่งดอลลาร์สหรัฐ) อุตสาหกรรมในญี่ปุ่นประสบกับปัญหาเพราะอัตราแลกเปลี่ยนของตัวเองที่แข็งค่าขึ้นอย่างต่อเนื่องจาก 360 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ (ก่อนนิกสันช็อก) มาที่ 120 เยนต่อดอลลาร์สหรัฐ

อีกทั้งญี่ปุ่นซึ่งเป็นผู้นำเข้าพลังงานจากประเทศในกลุ่มอาหรับ กำลังประสบปัญหาพลังงาน อุตสาหกรรมญี่ปุ่นจำเป็นต้องย้ายฐานการผลิตออกนอกประเทศ ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศที่สามารถดึงดูดการลงทุนจากอุตสาหกรรมจากญี่ปุ่น ตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2520-2524) และฉบับที่ 5 (พ.ศ. 2525-2529) มุ่งเน้นการปรับปรุงสาธารณูปโภคเพื่อส่งเสริมการลงทุนให้มีโครงสร้างผลิตเพื่อส่งออกและการเร่งพัฒนานิคมอุตสาหกรรมชายทะเลตะวันออก จนสามารถดึงดูดการลงทุนจากญี่ปุ่นเข้ามาได้มาก อุตสาหกรรมรถยนต์มีการพัฒนาไปสู่อีกระดับหนึ่งเพราะมีข้อบังคับให้รถยนต์ประกอบในประเทศไทยต้องมีชิ้นส่วนและวัตถุดิบภายในประเทศไม่ต่ำกว่าร้อยละ 50 นำมาซึ่งการพัฒนาอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ เคมี พลาสติก อุตสาหกรรมเหล็ก อุตสาหกรรมรองเท้าและสิ่งทอ ซึ่งเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานมากและมีการพัฒนาอย่างเต็มรูปแบบ ในประเทศไทย อุตสาหกรรมส่งออกของไทยในระยะ พ.ศ. 2520-2538 เติบโตขึ้นมาก รัฐบาลพลเอก เปรม ติณสูลานนท์สร้างความสัมพันธ์กับภาคธุรกิจมากขึ้น นักธุรกิจต่างตั้งสมาคมต่างๆ ที่มีอิทธิพลต่อนโยบายเศรษฐกิจของรัฐบาล เช่น สมาคมธนาคารแห่งประเทศไทย สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย หอการค้าแห่งประเทศไทย รวมทั้งมีการตั้งคณะกรรมการร่วมภาครัฐบาลและเอกชน (ก.ร.อ.) เพื่อเป็นเวทีอย่างเป็นทางการในการส่งข้อเสนอต่อรัฐบาลด้านปัญหาเศรษฐกิจ

ในช่วงปี พ.ศ. 2530-2538 สมัยพลเอก เปรม ติณสูลานนท์ต่อเนื่องถึงนายชวน หลีกภัยเป็นนายกรัฐมนตรี ถือเป็นยุคทองของเศรษฐกิจไทย ไทยได้รับประโยชน์อย่างมากจากการลงทุนของญี่ปุ่น (และไต้หวัน) ที่ใช้ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าส่งออก เศรษฐกิจไทยในปี พ.ศ. 2530-2538 มีตัวเลขการเติบโตของจีดีพีในระดับเฉลี่ย 9 ปี เกือบร้อยละ 9 สำหรับต่างชาติ ประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมที่เน้นการใช้แรงงานราคาถูก

ช่วงปลายของทศวรรษ เงินทุนที่ไหลเข้าสู่ไทยจำนวนมากทำให้เกิดสภาพคล่องทางการเงิน และด้วยอัตราดอกเบี้ยเงินกู้จากต่างประเทศที่ถูกลง

กว่าเงินกู้ยืมในประเทศ ทำให้มีการกู้ยืมเงินในสกุลเงินต่างประเทศอย่างมาก นักธุรกิจไทยมีการกู้เงินต่างประเทศเข้ามาขยายกิจการจนไทยมีหนี้เพิ่มขึ้นมากมาย และเงินกู้จากต่างประเทศเหล่านี้ไม่ได้ประกันความเสี่ยงจากอัตราแลกเปลี่ยน ขณะเดียวกันจากสภาพคล่องของตลาดเงินและต้นทุนการกู้ที่ถูกลงกว่าเงินกู้ (เป็นเงินบาท) มาก ทำให้เกิดกลุ่มทุนใหม่ กลุ่มทุนใหม่เหล่านี้สะสมความมั่งคั่งจากเงินทุนที่ไหลเข้ามาและสร้างความร่ำรวยจากอสังหาริมทรัพย์ โทรคมนาคม และตลาดเงิน มีบริษัทเงินทุนเกิดขึ้นเป็นดอกเห็ดในสมัยพลเอกชาติชาย ชุณหะวัณเป็นนายกรัฐมนตรี เศรษฐกิจไทยเติบโตอย่างร้อนแรงตั้งแต่ปี พ.ศ. 2530-2538 ราคาอสังหาริมทรัพย์และดัชนีหุ้นสูงเกินความเป็นจริง เศรษฐกิจไทยเข้าสู่ภาวะฟองสบู่ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2537

ในปี พ.ศ. 2538-2539 กลุ่มทุนใหม่ประสบปัญหาการเงิน บริษัทเงินทุนและหลักทรัพย์หลายแห่งต้องปิดกิจการ ทำให้ภาคการเงินในประเทศไทยเกิดความไม่แน่นอนและไม่มั่นคง อีกทั้งภาคส่งออกของประเทศเริ่มประสบปัญหาการส่งออกที่ลดลง หนี้ต่างประเทศในขณะนั้นคิดเป็นร้อยละ 40 ของจีดีพี ในวันที่ 2 กรกฎาคม พ.ศ. 2540 พลเอกชวลิต ยงใจยุทธประกาศลอยตัวค่าเงินบาททำให้เกิดการล่มสลายของเศรษฐกิจไทย กองทุนการเงินระหว่างประเทศ (IMF) ให้เงินกู้ประเทศไทยภายใต้เงื่อนไขชั่วคราวรัฐบาลไทยต้องอยู่ในการควบคุมอย่างเข้มงวดตามคำแนะนำของไอเอ็มเอฟ ช่วงนั้นนายกรัฐมนตรีชวน หลีกภัยและนายธารินทร์ นิมมานเหมินท์ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงการคลังเข้ามารับตำแหน่ง รัฐบาลไทยต้องใช้นโยบายเข้มงวดทางการเงินและรัดเข็มขัดมาตลอดเวลา 4 ปีที่เข้ามาบริหารประเทศ จนทำให้เศรษฐกิจไทยฟื้นตัวกลับมาเป็นบวกได้ในที่สุด

สมัยที่นายกรัฐมนตรีชวน หลีกภัยบริหารประเทศ เป็นช่วงที่เศรษฐกิจไทยย่ำแย่ แต่การถดถอยของเศรษฐกิจไทยเกิดขึ้นตั้งแต่สมัยพลเอกชวลิต ยงใจยุทธดำรงตำแหน่งนายกรัฐมนตรี นักธุรกิจมากมายผูกพันกับนักการเมือง รัฐขาดกฏระเบียบการเงินการธนาคาร เมื่อค่าเงินบาทถูกโจมตี

การธนาคารแห่งประเทศไทยจำเป็นต้องเข้าปกป้องเงินบาทจนเงินทุนสำรองระหว่างประเทศหดหายไปเกือบหมด อันเป็นสาเหตุหนึ่งของการประกาศลอยตัวค่าเงินบาท

ในปี พ.ศ. 2544 พรรคไทยรักไทยชนะการเลือกตั้ง พันตำรวจโท ดร.ทักษิณ ชินวัตร ขึ้นมาเป็นนายกรัฐมนตรีคนที่ 23 ตลอดเวลา 6 ปี รัฐบาลของทักษิณใช้นโยบายกระตุ้นเศรษฐกิจขยายการลงทุนภายในประเทศ เร่งส่งเสริมระบบคมนาคม การขนส่งและการค้าต่างประเทศ ตามมาด้วยนโยบายให้เกิดสภาพคล่องทางการเงิน และใช้ระบบประชานิยมโดยให้เงินช่วยเหลือมากมายในชุมชนคนรากหญ้า เช่น ดอกเบี้ยเงินกู้ในอัตราต่ำแก่เกษตรกร นโยบาย 1 ตำบล 1 ล้านบาท ตลอดจนค่ารักษาพยาบาล 30 บาทรักษาทุกคน

ตลอดเวลา 6 ปี ของการดำรงตำแหน่ง รายได้ต่อหัวของประชากรไทยเติบโตร้อยละ 38 ค่าจีดีพีเติบโตจาก 4.9 ล้านล้านบาทเป็น 7.1 ล้านล้านบาท แต่เพราะปัญหาคอร์รัปชันที่เกิดขึ้นในรัฐบาลทำให้เกิดความไม่สงบภายในประเทศ ตลอดระยะเวลา 2 ปีสุดท้ายที่ดำรงตำแหน่งมีความวุ่นวายมากมายจนต้องหนีคดีออกนอกประเทศ มีการเปลี่ยนแปลงตัวนายกรัฐมนตรีหลายครั้ง จนมาถึงนายอภิสิทธิ์ เวชชาชีวะขึ้นมาเป็นนายกรัฐมนตรีและอยู่ในตำแหน่งเกือบ 3 ปี ตลอดระยะเวลา 3 ปีที่นายอภิสิทธิ์ขึ้นมาเป็นรัฐมนตรีเกิดความวุ่นวาย จนเขาต้องประกาศยุบรัฐสภาและจัดให้มีการเลือกตั้งทั่วประเทศ พรรคเพื่อไทยชนะการเลือกตั้งนางสาวยิ่งลักษณ์ ชินวัตรขึ้นมาเป็นนายกรัฐมนตรีหญิงคนแรกและ คนที่ 28 ของประเทศไทย บ้านเมืองเข้าสู่ความสงบชั่วคราวอีกครั้ง แต่ปัญหาคอร์รัปชันที่เกิดขึ้นในรัฐบาลยุคหลังนี้ทวีความรุนแรงมากขึ้น อีกทั้ง 1 ปีหลังที่พรรคเพื่อไทยนำกฎหมายนิรโทษกรรมซึ่งไม่เป็นที่เห็นชอบของกลุ่มคนในเมืองและนักวิชาการเข้าสู่สภาผู้แทนราษฎร ทำให้เกิดการประท้วงครั้งใหญ่ทั่วทั้งกรุงเทพฯ และเมืองใหญ่ๆ

“

จำนวน Yang ที่ใช้ต่อปี
บ่งบอกถึงการพัฒนา
อุตสาหกรรมในประเทศ
ชนิดของ Yang ที่ใช้บ่งบอกถึง
ขีดความสามารถ
ในการพัฒนาอุตสาหกรรม
ของประเทศนั้นๆ

”

14.3

การพัฒนาอุตสาหกรรมยาง ของประเทศไทย

จำนวนยางที่ใช้ต่อปีบ่งบอกถึงการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศ ชนิดของยางที่ใช้บ่งบอกถึงขีดความสามารถในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศนั้นๆ

50 ปีก่อน ยางที่อุตสาหกรรมไทยรู้จักคือ ยางธรรมชาติและยาง SBR เพราะยางทั้ง 2 ชนิดนี้ถูกใช้เป็นยางล้อจักรยาน จักรยานยนต์ และรถยนต์ อีโนเวริบเบอร์ กู๊ดเยียร์ ไฟร์สโตน บริดจสโตน และมีชลิน เข้ามาตั้งโรงงานผลิตยางล้อจักรยาน จักรยานยนต์ และรถยนต์ 10 ปีถัดมาอุตสาหกรรมยางเริ่มรู้จักยาง NBR (ที่ทนน้ำมัน) และยาง EPDM (ที่ทนแสงแดด โอโซน และไอน้ำร้อน) เพราะยาง 2 ชนิดนี้เป็นยางสำคัญสำหรับผลิตอะไหล่รถยนต์ และจักรยานยนต์ ยางคลอโรพรีนเริ่มเข้ามาในอุตสาหกรรมไทยเพราะความต้องการผลิตกาวสำหรับรองเท้าและอุตสาหกรรมก่อสร้าง น้ำยางธรรมชาติ

เริ่มถูกพัฒนามาทำถุงมือยาง โรงงานแอนเซลล์ (Ansell) ผลิตถุงมือยางสำหรับแพทย์ ถุงมือยางสำหรับแม่บ้าน และอุตสาหกรรม แอนเซลล์ใช้ทั้งน้ำยางธรรมชาติ น้ำยางคลอโรพรีน และน้ำยาง NBR ในการผลิตถุงมือเพื่อส่งออกในช่วง 30 ปีก่อนชิ้นส่วนยางที่ใช้ในอุตสาหกรรมรถยนต์และจักรยานยนต์ (OEM) ยังคงต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ตลาดเริ่มรู้จักคลอโรซัลโฟเนตพอลิเอทิลีน (chlorosulfonated polyethylene (hypalon)) ของดูปองท์ว่าเป็นยางที่ทนกรด ทนสารเคมี ทนโอโซนและแสงแดด เพราะบริษัทได้หวั่น E.Chang Fa ผลิตแผ่นยาง hypalon สำหรับบุผนังถังบรรจุกรดและสารเคมีสำหรับอุตสาหกรรมเคมีออกจำหน่าย ยางคลอโรพรีนถูกนำมาผลิตเป็นโฟมสำหรับผลิตชุดประดาน้ำและกีฬาทางน้ำโดยบริษัทจากไต้หวันเซ็ก (ประเทศไทย) ซึ่งผลิตเพื่อส่งออกต่างประเทศ ในยุคของนายกรัฐมนตรีอานันท์ ปันยารชุนบังคับให้ผู้ประกอบการรถยนต์ปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยีและคุณภาพของรถยนต์ให้ทัดเทียมกับรถยนต์นำเข้าจากต่างประเทศ รัฐบาลสมัยนายกรัฐมนตรีอานันท์จะเน้นการผลิตรถยนต์เพื่อส่งออกพร้อมกับยกเลิกห้ามนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปจากต่างประเทศ อุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศต้องริบเร่งพัฒนาสินค้าและอุปกรณ์ต่างๆ ให้เกิดขึ้นในประเทศไทย บริษัทผู้ผลิตรถยนต์จากค่ายญี่ปุ่นขยายฐานการผลิตในประเทศไทยพร้อมทั้งขยายการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ภายในประเทศ ผู้ผลิตชิ้นส่วนจากต่างประเทศโดยเฉพาะญี่ปุ่นต่างเข้ามาขยายการลงทุนในประเทศไทยเพื่อผลิตชิ้นส่วนป้อนอุตสาหกรรมรถยนต์ในค่ายญี่ปุ่น เช่น ฮีโนะเวิร์ฟเบอร์ขยายการลงทุนร่วมกับผู้ประกอบการในประเทศไทยเพื่อผลิตชิ้นส่วนยางสำหรับรถยนต์และจักรยานยนต์ บริษัทพวงศพัราขยายการลงทุนโดยลงทุนร่วมกับบริษัทยุโรปและบริษัทจากญี่ปุ่นเพื่อผลิตอุปกรณ์และชิ้นส่วนยาง บริษัท NCR ร่วมลงทุนกับบริดจิสโตน (Bridgestone-NCR) ผลิตท่อยาง (hose) ชนิดต่างๆ และยางรองแท่นเครื่องยนต์สำหรับอุตสาหกรรม

รถยนต์ คูราชิกิร่วมลงทุนกับคนไทยผลิตชิ้นส่วนยางให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ ประเทศไทยกลายเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยางที่สำคัญ เพื่อป้อนให้อุตสาหกรรมรถยนต์ จักรยานยนต์ และการส่งออกไปประเทศต่างๆ ในอาเซียน ยางสังเคราะห์เกือบทุกชนิดถูกเลือกใช้เพื่อผลิตชิ้นส่วนชนิดต่างๆ สำหรับยานยนต์และอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เติบโตขึ้นในประเทศไทย ผู้ผลิตยางทั้งหลายต้องเรียนรู้ยางสังเคราะห์ใหม่ๆ มากขึ้นตามความต้องการของเทคโนโลยี

เมื่ออุตสาหกรรมของประเทศมีการพัฒนามากขึ้น เทคโนโลยีก็ต้องมีการพัฒนามากขึ้น วัสดุที่ใช้ก็ต้องมีการพัฒนาตามเทคโนโลยีให้สูงขึ้นตามไปด้วย ยางก็เช่นกัน ต้องมีการพัฒนาเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมที่มีการพัฒนาขึ้น ฉะนั้นชนิดของยางที่ใช้จึงบ่งบอกถึงความสามารถในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศนั้นๆ

ผู้เขียนและบริษัทกลุ่มอินโนเวชั่นหันเหความสนใจจากอุตสาหกรรมรองเท้ามาวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีเรื่องยางสำหรับยานยนต์มากขึ้น และขยายโรงงานจากผู้ผลิตคอมปาวด์ยางสำหรับรองเท้ามาบริการลูกค้าที่ทำชิ้นส่วนยานยนต์เหล่านี้ อีกทั้งขยายการลงทุนไปผลิตชิ้นส่วนยางสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ จักรยานยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า ปัมป์และวาล์ว เป็นต้น

ปัจจุบัน นอกจากยางธรรมชาติและยาง SBR แล้วยาง EPDM และยาง NBR เป็นยางสังเคราะห์ที่ถูกนำมาใช้เป็นอันดับ 3 และ 4 ตามหลังยางธรรมชาติและยาง SBR ยางทั้งสองเป็นยางที่ถูกใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมยานยนต์ด้วยจำนวนหลายหมื่นตันต่อปี เพื่อผลิตเป็นชิ้นส่วนยางสำหรับรถยนต์ จักรยานยนต์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะชิ้นส่วนยานยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นต้องการชิ้นส่วนยางที่มีคุณสมบัติที่ทนแสงแดด โอโซน ความร้อน น้ำร้อน และน้ำมัน (ในกรณีของยางสำหรับยานยนต์) ปัจจุบันยางอะคริลิก



ยางโอริง (o-ring) และซีล เป็นชิ้นส่วนที่ทำให้เครื่องยนต์ต่างๆ ทำงานได้
นุ่มและวาวลื่นเป็นชิ้นส่วนที่ใช้ในระบบลำเลียงของเหลวในอุตสาหกรรม

ยาง ECO ยาง FKM ซึ่งมีราคาแพงเริ่มถูกใช้อย่างแพร่หลายเพราะความต้องการคุณสมบัติด้านทนน้ำมัน ทนความร้อนที่สูงในระบบเครื่องยนต์เทอร์โบชาร์จเจอร์ และท่อส่งน้ำมันในไบโอฟิวเอล (biofuel)

ยางซิลิโคนถูกใช้อย่างแพร่หลาย เพราะการเติบโตของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ยางซิลิโคนถูกนำมาผลิตยางหุ้มนมเด็ก เพราะคุณสมบัติที่อ่อนนุ่มและความต้องการด้านอนามัยที่ดีกว่ายางธรรมชาติ



ชิ้นส่วนยางซิลิโคนที่ใช้ในอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในประเทศที่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมเข้าไปถึงเทคโนโลยีอีกขั้นหนึ่ง ยาง HNBR ยาง FKM ยางเพอร์ฟลูออโรอีลาสโตเมอร์ (perfluoro elastomer) ยางฟลูออโรซิลิโคน (fluoro-silicone) จะถูกใช้ในอุตสาหกรรมอากาศยาน น่าเสียดายที่ประเทศไทยไม่สามารถดึงกิจกรรมศูนย์ซ่อมเครื่องบินมาอยู่ที่ประเทศไทย มิฉะนั้นเทคโนโลยีการผลิตยางขั้นสูงจะเติบโตอยู่ในบ้านเรา

14.4

สู่ความเป็นเลิศในอุตสาหกรรม

จากบทความของไบรอัน เคฟ (Bryan Cave) เกี่ยวกับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน มีการแบ่งห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนออกเป็นกิจกรรม 3 ขั้นตอน คือ

1. อุตสาหกรรมต้นน้ำ ได้แก่ การวิจัย และการพัฒนา การออกแบบผลิตภัณฑ์ การผลิตชิ้นส่วนขั้นพื้นฐาน

2. อุตสาหกรรมกลางน้ำ ได้แก่ การผลิตชิ้นส่วนยานยนต์หรือระบบย่อย การผลิตชิ้นส่วนระบบหลักเพื่อป้อนโรงงานประกอบรถยนต์ และการประกอบรถยนต์

3. อุตสาหกรรมปลายน้ำ ได้แก่ การจัดจำหน่าย (ค้าปลีก) และการส่งออก

ในบทความนี้พูดถึงการวิจัย การพัฒนาและการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นจะเกิดขึ้นที่บริษัทแม่ที่เป็นเจ้าของเทคโนโลยีและบริษัทเหล่านั้นมีการทำวิจัยและพัฒนาตลอดจนการออกแบบ บริษัทในเมืองไทยไม่มีบทบาทในขั้นตอนนี้ แต่มีแนวโน้มที่จะเข้าไปมีส่วนในด้านการวิจัยและการพัฒนาเนื่องจากบริษัทประกอบรถยนต์และผู้ผลิตชิ้นส่วนเริ่มมีการตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาขึ้นในประเทศไทย

ส่วนของการผลิตชิ้นส่วนขั้นพื้นฐาน ไทยไม่มีแหล่งวัตถุดิบขั้นพื้นฐานในประเทศ ทำให้ต้องนำเข้าวัตถุดิบขั้นพื้นฐานเป็นส่วนใหญ่ ผู้ผลิตชิ้นส่วนขั้นพื้นฐานจะเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนขั้นที่ 3 (third-tier) โดยเป็นผู้ประกอบการที่มีขนาดเล็กและขนาดกลาง โดยมีลักษณะการดำเนินงานเป็นการนำเข้าวัตถุดิบขั้นพื้นฐานจากต่างประเทศมาแปรรูปเป็นชิ้นส่วนพื้นฐานสำหรับการประกอบยานยนต์และส่งต่อไปให้ผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมกลางน้ำ

ส่วนอุตสาหกรรมกลางน้ำที่เป็นชิ้นส่วนขั้นที่ 2 (second-tier) เช่น ชิ้นส่วนที่ไม่อาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต จะเป็นชิ้นส่วนที่ผลิตได้ในประเทศไทย การผลิตชิ้นส่วนกลางน้ำนี้ ลักษณะและมาตรฐานจะถูกกำหนดโดยบริษัทประกอบรถยนต์ ซึ่งผู้ประกอบการชาวไทยจะไม่มีบทบาทมากนักเพราะข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีและความเชื่อมั่นในการผลิตสินค้าให้ได้มาตรฐาน ทำให้ผู้ประกอบการที่เป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ขั้นที่ 1 (First-Tier) และขั้นที่ 2 (second-tier) เป็นผู้ประกอบการจากบริษัทข้ามชาติหรือเป็นบริษัทข้ามชาติที่มีการร่วมทุนกับคนไทย จะมีบริษัทที่คนไทยเป็นเจ้าของกิจการน้อยมาก

จากบทความนี้ทำให้ผู้เขียนต้องถามตัวเองและหน่วยงานที่เกี่ยวข้องว่ากระทรวงอุตสาหกรรม กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สำนักงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ สำนักงานวิจัยแห่งชาติ และสภาพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติทำอะไรกันอยู่ ทำไมไม่มีนโยบายที่เด่นชัดที่จะเร่งพัฒนาขีด

ความสามารถของผู้ผลิตชั้นตอนที่ 3 ขึ้นมาเป็นชั้นตอนที่ 2 หรือขึ้นมาเป็นผู้ผลิตชั้นตอนที่ 1 ด้วยขีดความสามารถในการพัฒนาเทคโนโลยีและขีดความสามารถในการควบคุมคุณภาพที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ตามที่บริษัทผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศต้องการ แม้อุตสาหกรรมรถยนต์จะเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักของประเทศไทย แต่ผู้ผลิตรถยนต์ทั้งหมดเป็นบริษัทต่างชาติ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ต้องอาศัยบริษัทต่างชาติที่อยู่ในเครือข่ายของผู้ผลิตรถยนต์เหล่านั้นเข้ามาลงทุนในประเทศไทย (first-tier) บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนของคนไทยส่วนใหญ่จะเป็นผู้ผลิตชั้นตอนที่ 3 มีผู้ผลิตจำนวนไม่มากที่เข้าไปอยู่ในชั้นตอนที่ 2 อย่างพอลิเมอร์ตะวันออก และกลุ่มซั้มีมิทที่สามารถสร้างตัวเองเข้าไปในชั้นตอนที่ 2 ผู้ผลิตอย่างเซินพงค์พาราร์บเบอร์ และอีโนเว็บบเบอร์ซึ่งร่วมลงทุนกับต่างชาติเข้าไปอยู่ในชั้นตอนที่ 2 และ 3 ถ้ามว่าทำไมเราจึงยังดิ้นรนอยู่ในการเป็นผู้รับจ้างการผลิตซึ่งไม่อาจขายคุณค่าของตัวเอง (value of product) เราไม่สามารถสร้างเทคโนโลยีการออกแบบ สร้างการวิจัยเพื่อให้เกิดคุณค่าขององค์กรเพื่อให้ผู้ผลิตยานยนต์หันมาสนใจที่จะพัฒนาเราเข้าไปเป็นผู้ผลิตชิ้นส่วนชั้นที่ 1 และ 2 ได้หรือ เราดิ้นรนอยู่กับการรับจ้างเป็นผู้ผลิตตามมาตรฐานที่เขากำหนดและแข่งขันกันเองด้วยการลดราคาเพื่อให้ได้การสั่งซื้อจากผู้ผลิตต่างชาติในชั้นตอนที่ 2 เราดิ้นรนอยู่กับค่าแรงที่เพิ่มขึ้น แต่ถูกบีบให้ลดราคาสินค้าลงทุกปี หน่วยงานของรัฐดังกล่าวข้างต้นต้องมีบทบาทที่ชัดเจนและผลักดันนโยบายของรัฐออกมาเพื่อเสริมสร้างขีดความสามารถของอุตสาหกรรมบ้านเรา อันจะนำมาซึ่งความสามารถในการแข่งขันในตลาดสากล (ไม่จำเพาะตลาดในประเทศไทยเท่านั้น)

ข้อจำกัดการพัฒนาอุตสาหกรรมไทย สู่ความเป็นเลิศ อาจมีสาเหตุใหญ่ๆ ดังนี้

1. รัฐบาลและผู้นำของประเทศไม่มีนโยบายที่ชัดเจน ที่ให้การส่งเสริมขีดความสามารถด้านการวิจัยเทคโนโลยีและการผลิต ในยุคนายกรัฐมนตรีอานันท์ ปันยารชุนที่ออกกระเปียบให้ใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศให้สูงขึ้น ให้นำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปเพื่อให้เกิดการแข่งขันและการพัฒนาอุตสาหกรรมภายในประเทศ มีการส่งเสริมการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างจริงจัง โดยเฉพาะอุตสาหกรรมรถยนต์ ทำให้การลงทุนด้านอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศไทยก้าวไปสู่อีกขั้นตอนหนึ่ง แต่จากนั้นเป็นต้นมาเราไม่เคยเห็นผู้นำที่สนใจในการเพิ่มขีดความสามารถของอุตสาหกรรมอย่างแท้จริง ต่างมุ่งที่จะใช้การชนะกันในการเลือกตั้งเพื่อจะได้เป็นผู้นำในรัฐบาล เมื่อเป็นรัฐบาลก็มุ่งเน้นผลประโยชน์พวกพ้อง และเพื่อจะเอาคะแนนเสียงในการเลือกตั้งครั้งต่อไป

2. นโยบายของหน่วยงานรัฐที่เกี่ยวข้อง ยังไม่มีหน่วยงานที่กล้าเสนอสิ่งที่เป็นนโยบายต่อรัฐบาลในการพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีและความได้เปรียบของอุตสาหกรรมในระยะยาวอย่างแท้จริง ผู้เขียนมีโอกาสเข้าร่วมเสนอความคิดเห็นกับหน่วยงานเหล่านี้ แต่คำตอบที่ได้คือ "ครับ เรากำลังดำเนินการอยู่" หรือ "ผมเห็นด้วยครับ การแก้ไขต้องผ่านขั้นตอนของระเบียบและวิธีการมากมาย คุณก็รู้ว่าการแก้ไขระเบียบทางราชการเป็นไปได้ช้ามาก"

อยากเห็นพระเอกขี่ม้าขาวในหน่วยงานรัฐเหล่านั้นที่กล้าออกมาเสนอนโยบายในการพัฒนาเทคโนโลยีและขีดความสามารถของอุตสาหกรรมประเทศไทยทั้งระยะสั้นและระยะยาวอย่างแท้จริง ทำนอกเหนือจากสิ่งที่หลายๆ คนที่ผู้ใหญ่ในหน่วยงานเหล่านี้คิดและกำลังทำอยู่

3. เรามีโอกาสแต่ไม่ทำ เรามีโครงการใหญ่ๆ ที่ลงทุนมากมาย สิ่งผู้ใหญ่ในรัฐบาลหรือหน่วยราชการทำคือจ้างผู้ชำนาญการจากต่างประเทศมาดำเนินการ เมกะโปรเจกต์เหล่านี้มักทำเป็น turn-key project เสร็จแล้วก็เสร็จเลย การพัฒนาขีดความสามารถในเทคโนโลยีที่เกิดจากเมกะโปรเจกต์ก็ไม่เกิดขึ้น turn-key project จะเกิดผลประโยชน์แก่ผู้คุมโครงการ ฉะนั้นโครงการใหม่ๆ ของประเทศไทยที่ลงทุนมากมายไม่ทำให้เกิดการเพิ่มศักยภาพทางเทคโนโลยีกับอุตสาหกรรมเลย น่าเสียดาย

ประเทศจีนสร้างรถไฟฟ้าความเร็วสูง เป็นโครงการลงทุนด้วยเงินจำนวนมาก แต่ปัจจุบันจีนกลายเป็นหนึ่งในผู้นำด้านเทคโนโลยีการผลิตรถไฟฟ้าความเร็วสูง รัฐบาลมาเลเซียดำริสร้างรถไฟฟ้าภายในเมือง รัฐบาลกำหนดว่าโครงการนี้ต้องมีชิ้นส่วนที่ผลิตภายในประเทศร้อยละ 30 เพื่อให้อุตสาหกรรมรถยนต์มีโอกาสและมีส่วนร่วมในการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการผลิตได้ รัฐบาลสิงคโปร์ต้องการให้ประเทศสิงคโปร์มีน้ำดื่มของตนเองโดยไม่ต้องนำเข้าจากมาเลเซีย รัฐบาลจึงได้ตั้งเป็นโครงการระยะยาวเพื่อให้สามารถพัฒนาแหล่งน้ำดื่มที่มีคุณภาพและต้นทุนที่ถูกลงโดยร่วมมือกับมหาวิทยาลัยของรัฐและ

เชื่อมโยงกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีชั้นนำของสหรัฐอเมริกา เพื่อให้เกิดการวิจัยร่วมกันอันนำไปสู่การพัฒนาเทคโนโลยีต้นน้ำในประเทศ

4. การกำหนดทุนการวิจัยของประเทศไทย มุ่งเน้นการวิจัยเพื่อให้เกิดความรู้และทิศทางเกิดจากผู้ใหญ่ที่ต้องการสร้างในสิ่งนั้น นักวิจัยของมหาวิทยาลัยจึงถูกกำหนดโดยนโยบายของรัฐที่ให้ทุนการวิจัยตามโครงการที่ผู้ใหญ่ที่ให้ทุนจะอนุมัติได้ง่าย ผู้เขียนเคยมีประสบการณ์เป็นกรรมการคัดเลือกโครงการของสำนักงานสนับสนุนการทำวิจัย (สกว.) อยู่หลายปีแต่ต้องลาออก เพราะโครงการที่เข้าขอเป็นโครงการซ้ำๆ อยู่กับยางธรรมชาติ พอถึงยุคที่กำลังเห่อนาโนเทคโนโลยี (nano technology) จะเห็นผู้นำเสนอวิจัยในนาโนเทคโนโลยีมากมาย ผู้เขียนพยายามเสนอผู้บริหาร สกว. ให้มองเห็นขีดความสามารถของการเป็นผู้นำด้านยาง เราไม่ควรเน้นเรื่องของยางธรรมชาติเพียงอย่างเดียว ยางในโลกนี้มีมากมาย นักวิจัยต้องเรียนรู้ทั้งศาสตร์และศิลป์ของการใช้ยางทุกชนิดให้ครบถ้วน เราจึงจะเป็นผู้นำด้านยาง การใช้อย่างธรรมชาติภายในประเทศก็จะเพิ่มขึ้นตามมาด้วย และการวิจัยทุกครั้งควรจะมีนักวิจัยจากภาคเอกชนมาร่วมด้วย จะทำให้มองเห็นการวิจัยที่จะนำไปสู่ความต้องการของอุตสาหกรรมที่แท้จริง

5. การเชื่อมโยงระหว่างนักวิจัยจากภาคมหาวิทยาลัยและภาครัฐกับเอกชน ในอุตสาหกรรมยังไม่เกิดประสิทธิภาพ

ที่แท้จริง การวิจัยก็คงอยู่ในระดับการวิจัยเพื่อความรู้ ไม่อาจพัฒนาเป็นเทคโนโลยีที่อุตสาหกรรมต้องการ ทำอย่างไรให้อาจารย์เก่งๆ มากมายเชื่อมโยงกับภาคอุตสาหกรรม มองเห็นถึงการวิจัยที่สนองความต้องการด้านเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมทั้งปัจจุบันและอนาคต ทำวิจัยร่วมกันเพื่อให้เกิดเป็นเทคโนโลยีอย่างแท้จริงในภาคอุตสาหกรรม

6. การวิจัยของภาคเอกชนมีน้อยเกินไป เพราะการวิจัยเป็นการลงทุนที่มีความเสี่ยง ผู้ลงทุนไม่รู้ว่าการลงทุนนั้นจะคุ้มค่าได้อย่างไรและเมื่อไร นอกจากเงินทุนที่ต้องลงทุนแล้ว การวิจัยยังต้องอาศัยผู้นำองค์กรที่มีวิสัยทัศน์การวิจัย มองเห็นถึงความต้องการของอุตสาหกรรมทั้งปัจจุบันและอนาคต เพื่อนำมาทำการวิจัยสนองความต้องการของอุตสาหกรรมนั้นๆ อีกทั้งการวิจัยเราต้องมีนักวิจัยที่มีความรู้และความสามารถ การวิจัยถ้าขาดความรู้ความสามารถของนักวิจัย วิสัยทัศน์ และความมุ่งมั่นของผู้นำองค์กรที่จะลงทุนการวิจัย การวิจัยที่แท้จริงก็ไม่อาจเกิดขึ้น อีกปัจจัยหนึ่งที่องค์กรที่มีการวิจัยต้องมีคือความรู้ในเรื่องการตลาดและแนวโน้มการตลาดและเทคโนโลยีเพื่อกำหนดทิศทางและสิ่งที่จะทำการวิจัยขององค์กร นี่คือหลายๆ ปัจจัยที่เรายังขาดการลงทุนการวิจัยจากภาคเอกชนไทย

การวิจัยและพัฒนาคือจุดแปรเปลี่ยนของการเป็นผู้ตามหรือผู้นำในอุตสาหกรรม เป็นแนวทางสู่ความเป็นเลิศในอุตสาหกรรม เรามาสร้างความรู้ความสามารถด้านการวิจัยเพื่อนำไปสู่เทคโนโลยีที่สอดคล้องกับความต้องการของอุตสาหกรรมทั้งปัจจุบันและอนาคตกันเถอะ

บทที่ 15

บริษัทกลุ่มอินโนเวชัน
กับการพัฒนา
อุตสาหกรรมรองเท้า
และการติดตามเทคโนโลยี

“

รองเท้ากีฬาที่โด่งดังในเบื้องต้น
คือรองเท้ากีฬาไทเกอร์ (Tiger) เป็นรองเท้า
สำหรับนักวิ่งที่โด่งดังในญี่ปุ่น ในปี ค.ศ. 1950

”



ชาลส์ ดาร์วินเคยกล่าวไว้ว่า "สิ่งมีชีวิตที่จะอยู่รอด ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งมีชีวิตที่แข็งแรงที่สุด แต่เป็นสิ่งมีชีวิตที่เหมาะสมและปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมได้ดีมากที่สุด"

ในโลกของธุรกิจนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ความต้องการของผู้บริโภคเปลี่ยน ทำให้เราต้องปรับเปลี่ยนเทคโนโลยีและสินค้าที่นำเสนอแก่ผู้บริโภค ผู้ที่เรียนรู้การเปลี่ยนแปลงล่วงหน้า พัฒนาเทคโนโลยี และปรับตัวให้ทันกับเหตุที่เกิดขึ้นเท่านั้นจึงจะอยู่รอด

การเข้าสู่แผนฟื้นฟูของโกดัก (Kodak) ในปี ค.ศ. 2011 เป็นเรื่องสะท้อนขวัญของธุรกิจเทคโนโลยีอย่างยิ่ง ตลอดเวลา 135 ปีโกดักสร้างชื่อเสียงอย่างมากด้วยการพัฒนาเทคโนโลยีและสร้างนวัตกรรม โกดักโด่งดังขึ้นพร้อมกับการเติบโตของฮอวลีวูดและฟิล์มภาพยนตร์

โกดักคือผู้ป้อนฟิล์มสำหรับภาพยนตร์ในฮอวลีวูด จากหนังขาวดำไม่มีเสียงมาเป็นหนังเสียงในฟิล์ม โกดักฟิล์ม โกดักโครม (Kodachrome) เป็นฟิล์มสีสดใสที่สร้าง



ชื่อเสียงให้กับโกดัก โดยเฉพาะภาพยนตร์จากฮอลลีวู้ดแต่กับนักเล่นกล้อง นักถ่ายภาพทุกรุ่นทุกวัย โกดักคือบริษัทขวัญใจที่ชาวอเมริกันอยากทำงาน ด้วย เพราะรายได้ของโกดักแต่ละปีทำให้พนักงานมีสวัสดิการดีเยี่ยม จนกระทั่งเทคโนโลยีดิจิทัลเข้ามา โกดักมองเห็นถึงอนาคตของการถ่ายภาพ ว่าต้องเป็นระบบดิจิทัล จึงได้พัฒนากล้องดิจิทัลขึ้น แต่น่าเสียดายที่โกดัก ไม่สานต่อเทคโนโลยีด้านนี้

บริษัทผู้ผลิตกล้องถ่ายภาพของญี่ปุ่นอย่างแคนนอน (Canon) และนิคอน (Nikon) ต่างเร่งพัฒนาเทคโนโลยีด้านดิจิทัลจนเป็นเจ้าของตลาดกล้องถ่ายภาพดิจิทัล โกดักแทรกแซงตลาดนี้ยากจึงหันมาพัฒนาเครื่องอัดภาพซึ่งมีคู่แข่งมากมาย บวกกับภาระหนักเรื่องสวัสดิการจำนวนมากที่ให้กับพนักงานจึงทำให้แข่งขันในธุรกิจได้ยากและต้องเข้าสู่แผนฟื้นฟูในที่สุด

น่าเสียดายและเสียใจอย่างยิ่งที่บริษัทซึ่งครั้งหนึ่งเคยเป็นบริษัทแม่บท ด้านการพัฒนาเทคโนโลยีและนวัตกรรมต้องจบลงด้วยแผนฟื้นฟู เพราะโกดัก ตามทิศทางและความต้องการด้านเทคโนโลยีในอนาคตไม่ทัน ทั้ง ๆ ที่เป็น

รายแรกที่พัฒนากล้องดิจิทัลแต่กลับไม่มีการพัฒนาต่อหรือเพราะจุดอ่อนของผู้บริหารที่มีวิสัยทัศน์ตามแบบฉบับของผู้บริหารวอลล์สตรีต (Wall Street) หรือเป็นเพราะการให้สวัสดิการจำนวนมากในภาวะที่บริษัทมีกำไรมากมายจนไม่อาจแบกรับได้ในภาวะการแข่งขันสูง

ในกรณีโกดักที่กล่าวมาข้างต้นเป็นตัวอย่างหนึ่งให้เห็นถึงความจำเป็นที่บริษัทต่างๆ ต้องปรับปรุงเทคโนโลยีและการผลิตของตนเอง เพื่อให้บริษัทสามารถดำรงอยู่ได้และคงไว้ซึ่งความสามารถในการแข่งขันในตลาดสากล อุตสาหกรรมรองเท้ากีฬาเป็นกรณีที่น่าสนใจในการเปลี่ยนแปลงของธุรกิจฐานการผลิตรองเท้าย้ายไปประเทศต่างๆ ที่มีต้นทุนและการผลิตที่ถูกกว่าอย่างรวดเร็ว บริษัทรองเท้าต้องปรับปรุงตัวเองด้านเทคโนโลยีและการออกแบบ และย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศต่างๆ ที่มีต้นทุนการผลิตที่ถูกกว่า ตลาดรองเท้า (และอุปกรณ์กีฬา) เป็นตลาดที่มีการเปลี่ยนแปลงรวดเร็วไม่แพ้ตลาดโทรศัพท์มือถือ การรักษาความเป็นผู้นำในตลาดอุปกรณ์กีฬาของไนกี้ (Nike) ต้องปรับตัวเทคโนโลยีการออกแบบและการตลาดอยู่ตลอดเวลา

รองเท้ากีฬาที่โด่งดังในเบื้องต้นคือรองเท้ากีฬาไทเกอร์ (Tiger) เป็นรองเท้าสำหรับนักวิ่งที่โด่งดังในญี่ปุ่นในปี ค.ศ. 1950 เมื่ออุตสาหกรรมญี่ปุ่นขยายไปสู่การผลิตรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า อุตสาหกรรมรองเท้าจึงย้ายฐานการผลิตไปยังประเทศเกาหลีและไต้หวัน ซึ่งขณะนั้นที่เพิ่งเข้าสู่ยุคการพัฒนาอุตสาหกรรม ทั้ง 2 ประเทศมีค่าจ้างแรงงานที่ถูกกว่าในประเทศญี่ปุ่น เกาหลีและไต้หวันจึงเป็นฐานการผลิตรองเท้ากีฬาของบริษัทรองเท้ายี่ห้อใหญ่ๆ จากยุโรปและสหรัฐอเมริกา ในช่วงปี ค.ศ. 1970-1985 ผู้เขียนมีโอกาสเข้าศึกษาธุรกิจรองเท้า



ที่เกาหลีหลายครั้งตั้งแต่สมัยเป็นผู้จัดการวางแผนธุรกิจภาคเอเชียแปซิฟิก ของดูปองท์ ดูปองท์ผลิตพอลิเมอร์หลายชนิดที่ต้องการนำเสนอในอุตสาหกรรม รองเท้า เช่น เอลแวกซ์ (EVA) ซึ่งเป็นพอลิเมอร์ สำหรับทำโฟมพื้นรองเท้า เซอลิน (ไอโอโนเมอร์เอทิลีนอะคริเลต (ionomer-ethylene acrylate)) สำหรับทำชั้นส่วนรองเท้าเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับรองเท้า ไนลอนสำหรับ ทำพื้นรองเท้าฟุตบอล เบสบอล และตาไก่สำหรับผูกเชือกรองเท้า เมื่อผู้เขียน ตั้งบริษัทเคมีอินโนเวชั่นและเป็นตัวแทนจำหน่ายสินค้าเหล่านี้ให้กับดูปองท์ ผู้ เขียนจึงได้เข้ามาสู่อุตสาหกรรมรองเท้าในประเทศไทย

หลายสิบปีที่ผ่านมา ดูปองท์คือผู้นำด้านนวัตกรรมและการพัฒนา เทคโนโลยีด้านพอลิเมอร์ ดูปองท์พัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ และทุกครั้งที่ นำเสนอสินค้าเหล่านี้ให้กับลูกค้าและผู้ใช้ ดูปองท์จะให้ความช่วยเหลือ ด้านเทคโนโลยีแก่ลูกค้าและเน้นในคุณค่าของสินค้าที่ตนเองนำเสนอ ก่อนที่ บริษัทเคมีอินโนเวชั่นจะนำสินค้าดูปองท์เข้าสู่อุตสาหกรรมรองเท้า เราต้อง ศึกษาผลิตภัณฑ์และเทคโนโลยีของสินค้าและการผลิตให้ดีที่สุดเพื่อพัฒนา ชั้นส่วนต่างๆของรองเท้าให้มีความโดดเด่นในการใช้งาน คำตอบแรกที่จะขาย สินค้าเหล่านี้ให้กับอุตสาหกรรมรองเท้าที่เพิ่งจะทยอยย้ายฐานการผลิตมายัง ประเทศไทย คือเราต้องมีห้องทดลองและวิจัยของตนเองเพื่อศึกษาพอลิเมอร์ ชนิดต่างๆให้เกิดความรู้อย่างถ่องแท้ อันจะนำมาซึ่งการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่มี คุณสมบัติใหม่ๆให้กับลูกค้าได้

“

สิ่งมีชีวิตที่จะอยู่รอด
ไม่จำเป็นต้องเป็นสิ่งมีชีวิต
ที่แข็งแรงที่สุด แต่เป็นสิ่งมีชีวิต
ที่เหมาะสมและปรับตัว
กับสิ่งแวดล้อมได้ดีมากที่สุด

”

ชาลส์ ดาร์วิน

15.1

ห้องทดลองและวิจัยคือจุดเริ่มต้น ของการสร้างความแตกต่าง

ผู้เขียนเป็นคนโชคดีที่มีเพื่อนดีๆ มากมาย ในช่วงที่อุตสาหกรรมรองเท้าเติบโตในประเทศไทยช่วง พ.ศ. 2520-2545 ผู้เขียนมีเพื่อนสนิทที่ชื่อคุณณรงค์ โชควัฒนา ที่คุมบังเหียนของกลุ่มรองเท้าบริษัทแพนเอเชีย (ก่อตั้งปี พ.ศ. 2522) และกลุ่มบริษัทบางกอกรับเบอร์ (ก่อตั้งปี พ.ศ. 2517) กลุ่มบริษัททั้งสองนี้ทำรองเท้าที่ห่อใหญ่ๆ เกือบทุกยี่ห้อที่เข้ามาผลิตในประเทศไทย ด้วยความสนิทสนมกับคุณณรงค์ ผู้เขียนจึงมีโอกาสได้รู้จักกับผู้จัดการบริษัทรองเท้าที่ห่อใหญ่ๆ เหล่านั้น เวลาคุณณรงค์ นำทีมเทคนิคและการตลาดไปศึกษาการผลิตรองเท้าและชิ้นส่วนที่เกาหลี ผู้เขียนมีโอกาสติดตามทีมงานไปศึกษาเทคโนโลยีการผลิตรองเท้าที่เกาหลีซึ่งมีความชำนาญกว่าเรา อีกทั้งการได้คุยกับผู้จัดการรองเท้าที่ห่อต่างๆ ทำให้ได้เรียนรู้ถึงปัญหาที่พวกเขาประสบในการผลิตรองเท้าที่บ้านเรา และเรียนรู้ถึงความต้องการรองเท้าในอนาคตของพวกเขา สิ่งเหล่านี้เป็นการเตรียมตัวเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีและผลิตภัณฑ์สำหรับชิ้นส่วนรองเท้าให้กับอุตสาหกรรมรองเท้าที่เรากำลังก้าวเข้าไป



ศูนย์วิจัยและพัฒนาของบริษัทกลุ่มอินโนเวชั่น

ในปี พ.ศ. 2528 ผู้เขียนชวนคุณณรงค์มาช่วยตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนา โดยเริ่มต้นด้วยทุน 5 ล้านบาท มีนักวิจัยและผู้ช่วย 1 คน ผู้เขียนให้ความสนใจ โฟมพ่นรองเท้าเป็นอันดับแรก ในขณะนั้นผู้ผลิตโฟมรองเท้าได้รับความรู้และวิธีการผลิตโฟมจากผู้ขายเครื่องจักรไต้หวัน ฉะนั้นโฟมที่ผลิตอยู่จึงไม่ได้มาตรฐานที่บริษัทรองเท้าชั้นนำอยากได้ โฟมที่ได้มีคุณภาพไม่สม่ำเสมอ นี่คือนเป้าหมายแรกที่ตั้งใจจะเข้ามาช่วยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตโฟมนี้ให้ได้

หลังจากศึกษาทฤษฎีและคุณสมบัติ และชนิดต่างๆ ของ EVA ผู้เขียนจึงเข้าไป หนึ่งคุยปัญหากับผู้ผลิตรองเท้าและผู้จัดการ ของบริษัทรองเท้า สิ่งที่พบคือสูตรต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตและได้รับคำแนะนำจาก ช่างได้หัววันซึ่งเหมาะสำหรับผลิตโฟม รองเท้าแตะ ฉะนั้นคุณภาพของเขาจึง ไม่เหมาะสมกับความต้องการของไนกี้ ทั้งผู้ผลิตเองก็ยังมีความเสี่ยงจากการ ผลิตโฟมแต่ละครั้งมากมาย

ทำอย่างไรจึงจะได้โฟมที่มีความเบา มีความคงทนต่อการฉีกขาดดีขึ้น มีความต้านทานแรงกดทับที่ดี นี่คือ โจทย์ที่ผู้เขียนต้องเข้าไปศึกษาคุณสมบัติทุกตัวของ EVA EVA ที่ใช้อยู่ ส่วนใหญ่นำเข้าจากแคนาดาและใช้ EVA (15%VA) ซึ่งบริษัทอีสต์เอเชียติก (East Asiatic) เป็นตัวแทนจำหน่าย ในขณะที่เดียวกันบริษัทไทยปิโตรเคมี (Thai Petrochemical Industry) ได้ผลิต EVA (15%VA) ออกสู่ตลาด เป็นครั้งแรกอยู่แล้ว ผู้เขียนจึงนำ EVA ชนิดต่างๆ และที่มี VA content ต่างกันมาทดสอบหาจุดดีและจุดด้อย และศึกษาร่วมกับสารเคมีชนิดต่างๆ ที่ใช้ เช่น สารเคมีที่ทำให้เกิดโฟมและสารเคมีที่ทำให้เกิดเชื่อมสายโซ่โมเลกุล และตัวเติม (filler) เพื่อทำให้เกิดโฟมที่ดีที่สุดจากการทดลอง

ในห้องวิจัยเราทำโฟมนับสิบๆ ครั้ง นำผลที่ได้มาวิเคราะห์และพบว่า EVA ที่มี VA content สูงขึ้นจะทำให้โฟมทนการฉีกขาดได้ดีกว่าโฟม ที่ใช้อยู่ในขณะนั้น EVA (15%Va) จึงถูกทดแทนด้วย Elvax460 (18% VA) และจากการทดลองพบว่า การทดแทนแคลเซียมคาร์บอเนต (calcium



นักวิจัยกำลังผสม EVA และสารเคมีบนลูกกลิ้งในห้องวิจัย

carbonate (CaCO_3) จำนวน 15–20% ที่นิยมทำโฟมในขณะนั้น ด้วยซิลิกาไดออกไซด์ (silica dioxide (SiO_2)) จำนวนเล็กน้อย (เพื่อเป็นแกนกลางของการเกิดโฟม) สามารถทำให้โฟมเบาลงและให้เนื้อโฟมที่ละเอียดขึ้น บวกกับการใช้สารเคมีตัวเร่งควบคู่กับสารเคมีที่ทำให้เกิดโฟมที่ถูกต้อง ทำให้โฟมที่ได้มีเนื้อละเอียดสม่ำเสมอ อีกทั้งการใช้สารเคมีเป็นตัวช่วย เพื่อให้เกิดปฏิกิริยาเชื่อมโยงสายโซ่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพของโฟมดีขึ้น จากนั้นผู้เขียนก็นำโฟมที่ได้จากห้องทดลองไปเสนอแก่บริษัทรองเท้าไนกี้ และรีบ็อก และรับการสนับสนุนและผลักดันให้ผู้ผลิตรองเท้าทั้งหลายหันมาใช้ Elvax 460 สูตรที่พัฒนาใหม่ขึ้น สูตรการทำโฟมรองเท้าที่พัฒนายังได้ถูกแนะนำให้กับโรงงานผลิตรองเท้าทุกโรงของกลุ่มแพนและบางกอก รับเบอร์ รวมทั้งโรงงานยูเนียนพุดแวร์ โรงงานวงไพฑูรย์ที่ผลิตรองเท้าไนกี้และรีบ็อก นอกจากนี้ ผู้เขียนและทีมงานเทคนิคได้เข้าไปในแต่ละโรงงาน เพื่อช่วยปรับปรุงกระบวนการผลิต กระบวนการควบคุมคุณภาพ ผลที่ได้คือทั้งอุตสาหกรรมเปลี่ยนมาใช้ Elvax 460 ของดูปองท์ ทำให้ Elvax 460 มีส่วนแบ่งตลาด EVA ถึงร้อยละ 80 ของ EVA ที่จำหน่ายในประเทศไทย

เทคโนโลยีการผลิตโฟมรองเท้าเปลี่ยนแปลงไปตลอดเวลา 15 ปีแห่งการเติบโตอุตสาหกรรมรองเท้าในประเทศไทย มีการออกแบบรองเท้ากีฬาที่มีคุณภาพดีขึ้นและมีรูปแบบที่ทันสมัยขึ้น ทำให้ชนิดของโฟมเปลี่ยนจากโฟมชนิด die-cut มาเป็นรูปแบบ phylon และมาเป็น direct injection (เพื่อลดการสูญเสียจากการผลิตลง 50%) ศูนย์วิจัยของเราต้องเร่งศึกษาและพัฒนาเทคนิคการผลิตให้ก้าวทันความต้องการของบริษัทรองเท้าอยู่ตลอดเวลา เป็นความสนุกและท้าทายในช่วง 15 ปี ที่อยู่ในวงการอุตสาหกรรมรองเท้า เราครองตลาดร้อยละ 80 ของ EVA ที่ขายอยู่ตลอดเวลาเกือบ 15 ปี

ในขณะที่กำลังพัฒนาโฟมผู้เขียนได้มีโอกาสสนทนากับพอล จี. มีนส์ (Paul G. Means) ซึ่งเป็นผู้จัดการฝ่ายเทคนิคของรีบ็อก เขาถามผู้เขียนว่า

นอกจากโฟมแล้ว เราสามารถปรับปรุงคุณสมบัติของพื้นรองเท้าให้เหมาะสมกับกีฬาที่เล่นแต่ละชนิดได้ไหม ผู้เขียนแจ้งว่าจะพยายาม ผู้เขียนและทีมเทคนิคเลยต้องมาศึกษาถึงคุณสมบัติที่ต้องการของรองเท้ากีฬาแต่ละชนิด เช่น รองเท้าเทนนิสในสนามปู เขาต้องการพื้นรองเท้าที่ทน ลึกหรือน้อย รองเท้าวิ่งต้องเบา กระชับ และต้องมีคุณสมบัติเกาะพื้นทั้งพื้นที่แห้งและเปียก รองเท้าสำหรับนักวิ่งที่ขึ้นที่สูงชันต้องสามารถเกาะพื้นได้ดีในทุกสภาวะ สำหรับรองเท้าบาสเกตบอล ผู้เล่นต้องการการเกาะพื้นและเบรกที่ดี

พอลย้ายที่ทำงานจากสำนักงานรีบ็อกมาร่วมทำงานในห้องวิจัยของอินโนเวชั่นสปีดอาลท์ 2 วัน พวกเราทุกคนเริ่มต้นศึกษาคุณสมบัติของยางแต่ละชนิดอย่างถ่องแท้ ศึกษาสารเคมีที่จะใช้ในการผสมยาง นำยางหลายๆ ชนิดมาผสมกันให้ได้คุณสมบัติที่ต้องการ เราเริ่มจากยางธรรมชาติที่มีคุณสมบัติเชิงกลที่ดี นำมาผสมกับยาง BR ที่มีคุณสมบัติต้านทานการสึกผสมกับยาง SBR และยาง NBR จากนั้นเรานำพื้นรองเท้าที่ได้แต่ละชนิดไปทำรองเท้าทดสอบในศูนย์ทดสอบของรีบ็อก

เรามีสูตรยางที่ผ่านการเห็นชอบจากรีบ็อก 14 สูตร หลังจากนั้นไปขึ้นตัวอย่างรองเท้าทดสอบ 14 สูตรนี้ถูกบรรจุเป็นสูตรในการผลิตของรองเท้ารีบ็อก จากนั้นพอลขอให้ผู้เขียนตั้งโรงงานผลิตยางคอมปาวด์สำหรับการผลิตพื้นรองเท้าให้กับรีบ็อกทุกคู่ทั่วโลก นี่คือการมาของโรงงานพี ไอ อินดัสทรี เพื่อผลิตยางรับเบอร์คอมปาวด์สำหรับรีบ็อกทั่วโลก ด้วยจำนวนคอมปาวด์ยาง 300-400 ต้นต่อเดือน

ในธุรกิจมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา รีบ็อกถูกซื้อโดยอาดิดาส (Adidas) ในปี พ.ศ. 2549 ด้วยเงิน 3.8 พันล้านเหรียญดอลลาร์สหรัฐ ธุรกิจยางคอมปาวด์สำหรับรองเท้ารีบ็อกหยุดลง โชคดีที่เมืองไทยยังมีบริษัทรองเท้าเอกโค (ECCO) เอกโคขอให้เราเป็นศูนย์วิจัยพื้นรองเท้าสำหรับเอกโคและเป็นผู้ผลิตยางคอมปาวด์สำหรับรองเท้าเอกโคที่ผลิตที่ไทย จีน และอินโดนีเซีย

สัญญาณบ่งบอกของการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมรองเท้าที่เริ่มถอยหนีจากประเทศไทยเริ่มส่อเค้าตั้งแต่ปี พ.ศ. 2548 จากสัญญาณบอกเหตุ กลุ่มบริษัทอินโนเวชั่นเบนเข็มการวิจัยและพัฒนาไปสู่การผลิตยางคอมปาวด์สำหรับอุตสาหกรรมใหม่ที่กำลังเติบโตขึ้นในประเทศไทย นั่นคืออุตสาหกรรมรถยนต์และเครื่องใช้ไฟฟ้า และแล้วกลุ่มผลิตรองเท้าใหญ่ๆ ของไทยต่างก็ปิดตัวลง ล่าสุดกลุ่มแพน เอเชียก็ลดกิจการลง ผลิตไม่เกิน 20,000 คู่ต่อเดือน ตลอดเวลา 15-20 ปีที่อุตสาหกรรมรองเท้าเติบโตและเป็นอุตสาหกรรมส่งออกที่สำคัญของประเทศไทย ได้สร้างความเห็นดีเห็นงามแก่ผู้เข้ามาในอุตสาหกรรมนี้ แต่หลาย ๆ บริษัทต้องปิดกิจการลง อุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมที่ผู้ผลิตต้องสร้างอุตสาหกรรมสนับสนุนต่อเนื่องมากมาย เช่น โรงงานฟองหนัง โรงงานทำโฟม โรงงานประกบผ้า โรงงานทำเชือก รองเท้า โรงงานฉีดขึ้นส่วนพลาสติก โรงงานทำโมลเหล็กสำหรับอัดพื้น รองเท้า โรงงานตัดเย็บและโรงงานประกอบเป็นรูรองเท้า กลุ่มบริษัทแพน และบางกอกรับเบอร์ของคุณณรงค์มีโรงงาน 50-60 โรงงานเพื่อผลิตและส่งออกรองเท้าเกือบทุกยี่ห้อ อุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมที่ต้องใช้แรงงานมาก ในอุตสาหกรรมนี้เจ้าของรองเท้าไม่ได้เป็นผู้ผลิตแต่เป็นผู้คุมเทคโนโลยีและการออกแบบ และว่าจ้างผู้ผลิตในประเทศต่างๆ ผลิตรองเท้าแต่ละรุ่นที่ออกใหม่จะผ่านการเสนอราคาจากผู้ผลิตหลายโรงงาน โรงงานที่มีราคาถูกและคุณภาพการผลิตที่น่าไว้วางใจจะได้รับการว่าจ้างให้ผลิตรองเท้ารุ่นนั้นไป ผู้ผลิตคือผู้ถูกว่าจ้าง ราคารองเท้าต่อคู่ที่ออกจากโรงงานราคา คู่ละ 5-8 เหรียญดอลลาร์สหรัฐ แต่รองเท้าเหล่านี้ขายในตลาดสหรัฐอเมริกา ด้วยราคา 40-50 เหรียญดอลลาร์สหรัฐต่อคู่ ผู้ผลิตคือผู้ถูกว่าจ้าง เขาว่าจ้างโดยอาศัยค่าแรงที่ถูกของผู้ผลิตในประเทศนั้นๆ ถ้าต้นทุนการผลิตสูงขึ้น โดยเฉพาะการขึ้นค่าแรงขั้นต่ำ 300 บาทต่อวันคือดาบสุดท้ายที่รัฐบาลฟันลงสู่อุตสาหกรรมรองเท้า โรงงานกว่า 100 โรงในอุตสาหกรรมรองเท้าไทยต้องปิด



ผลิตภัณฑ์ที่ต้องผ่านการทดสอบด้วยนักเคมีอย่างเข้มงวดก่อนส่งให้ลูกค้า

กิจการหมดเกือบทุกโรง

นี่คือประวัติที่เลวร้ายสำหรับผู้ผลิตรองเท้าในประเทศไทย แต่นี่คือจุดเริ่มต้นขององค์กรอินโนเวชั่นกรุ๊ปที่จะก้าวสู่อุตสาหกรรมใหม่ที่เข้ามาในประเทศไทย นั่นคือ "อุตสาหกรรมยานยนต์"



โครงการนำนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยมาทำวิจัยในศูนย์วิจัยของกลุ่มบริษัทอินโนเวชั่นช่วยเชื่อมโยงการวิจัยของมหาวิทยาลัยกับภาคอุตสาหกรรม

15.2

อุตสาหกรรมยานยนต์ และบริษัทกลุ่มอินโนเวชัน

ด้วยเงินลงทุน 5 ล้านบาทที่ลงทุนร่วมกับ คุณณรงค์ โชควัฒนาในการสร้างห้องทดลองเล็กๆ บนหลังคาตึกของสำนักงาน 4 ชั้นบนซอย 30 ถนนรามคำแหง การศึกษาคุณสมบัติต่างๆ ของยาง ออกสูตร ยางและเทคนิคการผลิตยางที่เริ่มจากที่นี่ จุดประสงค์แรกสุดเพื่อช่วยพัฒนาโฟมและพื้นรองเท้าให้แก่ อุตสาหกรรมรองเท้า ด้วยคำเชิญชวนและทำทนาย จากพอล จี. มินส์ ของรีบ็อก ที่ให้บริษัทพีไอ อินดัสทรี ผลิตคอมปาวด์ยางเพื่อใช้กับรองเท้าของ รีบ็อกทุกรุ่นที่ผลิตในเอเชีย พีไอ อินดัสทรีจึงขยายกิจการการวิจัยเข้าสู่การผลิตคอมปาวด์ยาง โรงงาน แห่งแรกก่อตั้งที่นิคมอุตสาหกรรมแพนธานี ซึ่งเป็น นิคมอุตสาหกรรมของคุณณรงค์ที่จังหวัดระยอง เริ่มต้น จากเครื่องจักร 3 เครื่องที่สั่งซื้อจากไต้หวันเพื่อผลิต ยางสีดำ 2 เครื่อง (สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์) และยางคอมปาวด์ที่ไม่มีสี (สำหรับพื้นรองเท้ารีบ็อก) บริษัท JSR ขอเข้าร่วมลงทุนโดยจุดประสงค์ของ

JSR เพื่อผลิตคอมปาวด์ยางป้อนอุตสาหกรรมยานยนต์ที่เริ่มเข้ามาขยายกำลังการผลิตในประเทศไทย

ในขณะที่ JSR ลงผู้เชี่ยวชาญเข้ามาช่วยการผลิตและทำตลาดกับลูกค้าญี่ปุ่น การพัฒนาคอมปาวด์พื้นรองเท้ากับรีบ็อกยังคงดำเนินต่อเนื่องไปเรื่อยๆ และแล้ววิกฤตต้มยำกุ้งก็เกิดขึ้นในประเทศไทยและหลายๆ ประเทศในเอเชียในปี พ.ศ. 2540 ธุรกิจยานยนต์หยุดชะงักลง ธุรกิจของกลุ่มบริษัทอินโนเวชั่นประสบกับปัญหาเช่นเดียวกับบริษัทต่างๆ ในประเทศไทย ในท่ามกลางวิกฤตที่เกิดขึ้น อุตสาหกรรมรองเท้ากลับดำเนินไปได้ดีด้วยอัตราแลกเปลี่ยนบาทต่อดอลลาร์สหรัฐลงมาถึง 65 บาทต่อดอลลาร์สหรัฐ ทำให้การส่งออกของอุตสาหกรรมรองเท้าของไทยได้เปรียบมากเมื่อเทียบกับตอนก่อนเกิดวิกฤตเศรษฐกิจ รีบ็อกเริ่มสั่งซื้อคอมปาวด์ยางจากพีไอ อินดัสทรีไปใช้ในโรงงานรองเท้ารีบ็อก โดยเริ่มต้นที่ 50 ตันต่อเดือน จนถึง 100 ตันต่อเดือนในปีถัดมาในราคาสกุลดอลลาร์ตามที่ได้ตกลงกันไว้ก่อนเกิดวิกฤต ด้วยคำสั่งซื้อจากรีบ็อก นำรายได้ที่ดีมาสู่พีไอ อินดัสทรี

ด้วยนโยบายของนายชวน หลีกภัย นายกรัฐมนตรีในยุคนั้น เพื่อกระตุ้นการลงทุนในประเทศและให้ความสำคัญกับการขยายการลงทุนของอุตสาหกรรมยานยนต์ และผู้ประกอบการขึ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ในปี พ.ศ. 2542 ผู้ผลิตชิ้นส่วนทยอยย้ายฐานการผลิตจากญี่ปุ่นมาลงทุนในประเทศไทย สายการผลิตคอมปาวด์ยางสำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์เริ่มมีการผลิตที่มากขึ้นๆ ในขณะที่กำลังการผลิตคอมปาวด์ยาง 2 เครื่องสำหรับชิ้นส่วนยานยนต์ลูกค้าญี่ปุ่นกำลังจะเต็มกำลังการผลิต JSR ประกาศถอนตัวจากการร่วมลงทุนจากพีไอ อินดัสทรี ไปตั้งโรงงานคอมปาวด์ยางของตัวเองคือ บริษัทอีลาสโตมิคซ์ (Elastomix company limited)

เมื่อเผชิญกับเหตุการณ์ที่มีตรกลายเป็นศัตรูและเป็นศัตรูที่มีเทคโนโลยีที่ดีกว่า มีความสัมพันธ์กับลูกค้าญี่ปุ่นที่ดีกว่า พีไอ อินดัสทรีจึงต้องสำรวจ

ตัวเองว่าจะแข่งขันในตลาดคอมพิวเตอร์ในอุตสาหกรรมยานยนต์ได้อย่างไร ด้วยแรงสนับสนุนจากพนักงานทุกคน พี ไอ อินดัสทรี ตั้งเป้าหมายแรงกล้าที่จะเป็นผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ที่ดีที่สุดในประเทศไทยด้วยการเสริมสร้างเทคโนโลยีการผลิตและความสามารถในการวิจัย การออกสูตรและการบริการลูกค้าที่ดี

ณ ปัจจุบัน พี ไอ อินดัสทรีเป็นบริษัทคอมพิวเตอร์อย่างที่มีกำลังการผลิตกว่า 80,000 ตันด้วยสายการผลิต 27 สายการผลิต ด้วยขนาดเครื่องจักรหลายๆขนาดและเทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัย พี ไอ อินดัสทรีได้พัฒนาตัวเองขึ้นเป็นผู้ผลิตคอมพิวเตอร์ระดับแถวหน้าในเอเชียทั้งกำลังการผลิตและเทคโนโลยีการผลิต การวิจัยและการออกสูตรสำหรับลูกค้านานาชาติ

Inspiration of technology คือสิ่งปลุกเร้าให้เราเย็นขึ้นมาเป็นผู้ผลิตด้านคอมพิวเตอร์และความรู้ความสามารถด้านยางได้อย่างภาคภูมิใจ

15.3

เทคโนโลยีสู่ความเป็นเลิศด้านยาง

ฮัลลิเบอร์ตัน (Halliburton) เป็นบริษัทที่เชี่ยวชาญ การขุดเจาะน้ำมัน ฮัลลิเบอร์ตันพัฒนาเทคโนโลยี การเจาะน้ำมันไปในแนวราบ (horizontal drilling) ทำให้การขุดเจาะปิโตรเลียมก้าวไปอีกขั้นหนึ่ง โดยเฉพาะ การเจาะน้ำมันจากหินน้ำมันในสหรัฐอเมริกา

ผู้เขียนมีโอกาสไปงานเปิดตัวโรงงานผลิตเครื่องจักร และชิ้นส่วนการเจาะและสำรวจน้ำมันของฮัลลิเบอร์ตัน ที่สิงคโปร์ในฐานะผู้ผลิตคอมพิวเตอร์สำหรับฮัลลิเบอร์ตันเพื่อใช้กับเครื่องมือขุดเจาะเหล่านี้ โรงงานนี้ที่ใช้เครื่องจักรทันสมัยในการผลิต เครื่องมือเหล่านั้นมีความแม่นยำในการผลิตชิ้นส่วน ภูมิใจมากที่ห่างจากกลุ่มบริษัทอินโนเวชั่นเป็นย่างที่ฮัลลิเบอร์ตันเลือกใช้และเลือกที่จะพัฒนาวิจัยร่วมกันตั้งแต่ต้น พนักงานประจำเครื่องจักรต่างยืนต้อนรับผู้มาเยือนพร้อมทั้งคำอธิบาย ในกระบวนการทำงาน นับคร่าวๆ ว่ากว่าครึ่งของพนักงาน ฮัลลิเบอร์ตันที่ยืนประจำเครื่องจักรเป็นชาวอินเดีย อีกร้อยละ 30-40 เป็นช่างชาวจีน (ทั้งชายและหญิง)

ในส่วนของยางจะเป็นชาวอินเดียเกือบทั้งหมด ที่นี้ใช้ช่างชาวอินเดียเยอะมาก ยังมีลูกค้าที่มาเลเซียที่ใช้ช่างชาวอินเดีย บริษัทที่กล่าวถึงเป็นบริษัท ออสเตรเลีย ผลิตยางส่งน้ำมัน (hydraulic hose) ที่ตั้งโรงงานที่มาเลเซีย ลูกค้านี้ ใช้คอมปาวด์ยางจากเราเกือบทั้งหมดเพื่อผลิตยางส่งน้ำมันเพื่อจำหน่าย ไปตลาดอื่น ๆ ทั่วโลก แปลกใจที่แม้แต่ผู้จัดการโรงงาน ผู้จัดการผลิต เทคนิค และผู้เชี่ยวชาญของโรงงานนี้ใช้ชาวอินเดียเกือบทั้งหมด

ทำไมผู้เชี่ยวชาญยางเหล่านี้ต้องเป็นชาวอินเดีย ทำไมไม่เป็นผู้เชี่ยวชาญ ยางคนไทยทั้ง ๆ ที่เราเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติที่ใหญ่ที่สุด เรามีศูนย์วิจัยยาง สถาบันวัสดุศาสตร์และมหาวิทยาลัยอีก 3-4 แห่งที่สอนเรื่องของยาง อาจารย์ผู้สอนก็จบจากมหาวิทยาลัยดัง ๆ เรื่องยางมาทั้งสิ้น

จากการทำงานอย่างใกล้ชิดกับผู้ชำนาญยางชาวอินเดียเหล่านี้ อยาก บอกพวกเราว่าที่เขามายืนที่จุดนี้ได้เพราะพวกเขาเรียนรู้ความรู้พื้นฐานทั้งหมด ของยาง พวกเขาไม่จำเพาะว่าจะเรียนรู้ยางพาราอย่างเดียว พวกเขาเรียนรู้ คุณสมบัติเชิงกลและกายภาพของยางแต่ละชนิด เรียนรู้สารเคมีปรุงแต่ง ทุกชนิด เรียนรู้กระบวนการผลิตและพฤติกรรมของยางในขณะที่อยู่ในกระบวนการ ผลิต เขาดีนรนจากความยากจนเพื่อให้ประสบความสำเร็จ จริง ๆ แล้ว ผู้เชี่ยวชาญเหล่านี้ไม่ได้เก่งกว่าพวกเราแต่เขาไม่ปิดกั้นที่จะเรียนรู้และพยายาม เรียนรู้ให้มากที่สุดเพื่อพวกเขาจะเก่งกว่าคนอื่น เพื่อสามารถมีตำแหน่งงาน ที่ดีกว่า เพื่อโอกาสที่ออกมาทำงานต่างประเทศ

อยากบอกว่ามุมมองของผู้นำในหน่วยงานรัฐ ทำให้นักวิจัยไทยเรามุ่งเน้น ยางธรรมชาติ ปิดกั้นโอกาสที่จะเติบโตมาสู่โลกของยางอย่างแท้จริง ส่วนภาค เอกชนก็หวังรอความช่วยเหลือจากหน่วยงานของรัฐในการพัฒนาเทคโนโลยี ยาง การลงทุนการวิจัยและศึกษาความรู้ยางในภาคเอกชนยังมีน้อยทั้ง ๆ ที่เรา มียางธรรมชาติ มีสารเคมีปรุงแต่งสำหรับการผลิตยางได้ดีในประเทศ

ตลอดระยะเวลาเกือบ 30 ปีบริษัทกลุ่มอินโนเวชั่นเติบโตจากการเป็นผู้จำหน่ายยางสังเคราะห์และพลาสติกของดูปองท์ และดาวเคมีคอล (Dow chemical) ตลอดเวลาเราเรียนรู้คุณสมบัติของยางและพลาสติกเกือบทุกชนิด รวมทั้งสารเคมีและเคมีปรุงแต่งที่เกี่ยวข้องกับยาง เรียนรู้กรรมวิธีการผสมยาง เพื่อได้ยางและสารเคมีและสิ่งปรุงแต่งที่ถูกต้องและให้เข้ากันมากที่สุด เราค้นคว้าหาเทคโนโลยีการผลิตที่ดีขึ้นตามลำดับ เราติดตั้งอุปกรณ์การผลิตให้ทำงานทุกอย่างด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติเพื่อหลีกเลี่ยงความผิดพลาดจากพนักงานผู้ผลิตของเรา เราเรียนรู้ถึงสภาพแวดล้อม ความร้อน ความชื้น ระบบถ่ายเทความร้อนและรายละเอียดทุกอย่างด้าน เพื่อให้เราผลิตคอมพิวเตอร์ยางที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ เราเรียนรู้การออกสูตรยางตามเครื่องจักรที่ใช้ผลิตของลูกค้าที่แตกต่างกัน การที่เรามีโอกาสเข้าทำงานร่วมกับลูกค้าในโรงงานของลูกค้า ทำให้เราเรียนรู้ว่าเราต้องออกสูตรยางให้แตกต่างกันไปตามชนิดของเครื่องจักรที่ลูกค้าใช้ เราเรียนรู้ทุกขั้นตอนของการทำยางแต่ละชนิด นี่คือข้อได้เปรียบของกลุ่มบริษัทอินโนเวชั่นที่เราเรียนรู้กรรมวิธีการทำยางทุกขั้นตอนและทุกรูปแบบ อันจะนำมาสู่เทคโนโลยีการออกสูตรยางและการทำชิ้นส่วนยางสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ เราจัดส่งยางไปสหรัฐอเมริกา ยุโรป ญี่ปุ่น มาเลเซีย เวียดนาม แต่หนทางที่เรามุ่งมั่นสู่ความเป็นเลิศด้านยางยังอีกไกล เรายังต้องทำงานอย่างมุ่งมั่น ตั้งใจ และให้ความเอาใจใส่กับเทคโนโลยีใหม่ๆ และสิ่งที่ต้องการในอนาคตในโลกของยาง ทำงานอย่างมีระบบเพื่อเราจะได้ไปสู่ความเป็นเลิศด้านยาง

บทที่ 16

อุตสาหกรรมยานยนต์
และชิ้นส่วนในประเทศไทย

“

ในตลาดรถยนต์ประเทศไทย

ผู้ผลิตรถยนต์ญี่ปุ่นมีส่วนแบ่งตลาดเกือบร้อยละ 80

นำโดยโตโยต้า ฮีลัค นิสสัน มิตซูบิชิ ฮอนด้า

และมาสด้าตามลำดับ

”



อุตสาหกรรมยานยนต์ในประเทศไทยจากอดีตจนถึงปัจจุบัน (พ.ศ. 2504-2555) เติบโตจากแผนพัฒนาเศรษฐกิจแห่งชาติฉบับแรก รัฐบาลยุคนายกรัฐมนตรีจอมพล สฤษดิ์ ธนะรัชต์ เลือกอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมหลักที่รัฐให้การส่งเสริมและพัฒนา อุตสาหกรรมรถยนต์นำมาซึ่งอุตสาหกรรมต่อเนื่องและการพัฒนาระบบการคมนาคม การขนส่งและเศรษฐกิจของประเทศ

ในช่วงแรกอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศไทยคือโรงงานประกอบรถยนต์ โดยผู้ผลิตนำชิ้นส่วนต่างๆ จากต่างประเทศมาประกอบในประเทศไทยภายใต้นโยบายส่งเสริมการลงทุน รัฐบาลตั้งภาษีนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปในอัตราที่สูงเพื่อให้อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ในประเทศสามารถเติบโตได้ ภาษีนำเข้าขณะนั้นคือร้อยละ 60 สำหรับรถยนต์นั่งส่วนบุคคล ร้อยละ 40 สำหรับรถบรรทุกขนาดเล็ก และร้อยละ 20 สำหรับรถบรรทุกขนาดใหญ่ โรงงานประกอบรถยนต์เริ่มต้นด้วยบริษัท

ไทย มอเตอร์ อินดัสทรี ที่ร่วมทุนกับบริษัทแองโกล-ไทย มอเตอร์และบริษัทอังกฤษประกอบรถยนต์ ตามมาด้วยโรงประกอบรถยนต์เพียตและนิสสัน ในปี พ.ศ. 2504 มีรถยนต์ผลิติดอกมาปีแรกจำนวน 525 คัน ขณะที่อุตสาหกรรมรถยนต์ทั้ง 3 แห่งต้องเผชิญกับการแข่งขันจากผู้นำเข้ารถยนต์ ซึ่งมีส่วนแบ่งการตลาดร้อยละ 80

ปี พ.ศ. 2511-2520 เป็นระยะเวลาที่อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ไทยเริ่มเติบโตขึ้น มีการผลิตชิ้นส่วนง่ายๆ ขึ้นในประเทศเพื่อทดแทนชิ้นส่วนที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ รัฐบาลตั้งนโยบายให้ผู้ประกอบรถยนต์ต้องใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศร้อยละ 25 ของมูลค่ารถยนต์และปรับภีษีนำเข้ารถยนต์นี้่่งส่วนบุคคลขึ้นมาเป็นร้อยละ 80 รถบรรทุกเล็กร้อยละ 60 รถบรรทุกขนาดใหญ่ร้อยละ 40 บริษัทผู้ผลิตชิ้นส่วนจากประเทศญี่ปุ่นและยุโรปทยอยเข้ามาตั้งโรงงานเพื่อผลิตชิ้นส่วนป้อนผู้ประกอบรถยนต์ ขณะที่บริษัท เหล็กสยาม (Siam Iron & Steel) ของคนไทยเริ่มผลิตชิ้นส่วนเหล็กให้ผู้ประกอบรถยนต์เหล่านั้น

ปี พ.ศ. 2521-2529 ถือว่าอุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ของไทยได้เจริญเติบโตขึ้นถึงระดับหนึ่ง มีการปรับสัดส่วนชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศขึ้นมาร้อยละ 50 สำหรับรถยนต์นี้่่งส่วนบุคคลและร้อยละ 40 สำหรับรถบรรทุกขนาดเล็กและใหญ่ ขณะเดียวกันรัฐบาลห้ามนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูป จากต่างประเทศ และให้ผู้ประกอบรถยนต์ลดจำนวนรุ่นของรถยนต์ลงจาก 84 รุ่น เหลือแค่ 42 รุ่น ด้วยนโยบายเหล่านี้ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศเติบโตและเพิ่มจำนวนขึ้น รัฐบาลได้กำหนดรายการชิ้นส่วนยานยนต์ที่ผลิตได้ในประเทศ

ปี พ.ศ. 2537 นายกรัฐมนตรีอานันท์ ปันยารชุน เป็นผู้พัฒนาอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยไปอีกขั้นหนึ่ง ด้วยประกาศรณด้านธุรกิจและอดีตเป็นประธานสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย นายกรัฐมนตรีอานันท์เล็งเห็นว่าอุตสาหกรรม

ผู้ประกอบการยนต์ได้รับการปกป้องด้านการแข่งขันจากรถยนต์นำเข้ามาตลอดเวลา 20 ปี ทำให้อุตสาหกรรมนี้ไม่มีการพัฒนาขีดความสามารถ ผู้ประกอบการยนต์เหล่านี้จึงถูกบังคับให้ปรับปรุงประสิทธิภาพเทคโนโลยีและคุณภาพของรถยนต์ให้ทัดเทียมกับรถยนต์นำเข้า รัฐบาลสมัยนายกรัฐมนตรีอานันท์เน้นการผลิตเพื่อส่งออก พร้อมกับยกเลิกการห้ามนำเข้ารถยนต์สำเร็จรูปจากต่างประเทศ

ในช่วงวิกฤตเศรษฐกิจในปี พ.ศ. 2542 รัฐบาลนายกรัฐมนตรีชวน หลีกภัย โดยสำนักงานส่งเสริมการลงทุนออกนโยบายเร่งกระตุ้นการลงทุนในประเทศ และให้ความสำคัญกับการขยายการลงทุนของอุตสาหกรรมยานยนต์และผู้ประกอบชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ ทำให้ผู้ผลิตชิ้นส่วนย้ายฐานการผลิตจากญี่ปุ่นมาลงทุนในประเทศไทยมากยิ่งขึ้น

ผู้ผลิตชิ้นส่วน tier 1 (ผู้ส่งสินค้าถึงโรงงานรถยนต์โดยตรง) ส่วนใหญ่เป็นบริษัทต่างชาติที่ขยายฐานการผลิตมาประเทศไทยตามการเคลื่อนย้ายของผู้ผลิตรถยนต์ ผู้ผลิตชิ้นส่วน tier 2 (ผู้ผลิตวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนให้กับผู้ประกอบชิ้นส่วนที่ส่งให้ผู้ผลิตรถยนต์โดยตรง) อาจจะเป็นการลงทุนร่วมระหว่างบริษัทต่างชาติกับนักธุรกิจไทย หรืออาจจะเป็นผู้ประกอบการที่เติบโตขึ้นมาจากโรงงานผลิตชิ้นส่วนเล็กๆ สำหรับผู้ผลิตชิ้นส่วน Tier 3 ส่วนใหญ่ยังเป็นนักธุรกิจไทย ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานประกอบธุรกิจขนาดกลางและเล็ก

อุตสาหกรรมรถยนต์ไทยได้เติบโตอย่างมีประสิทธิภาพโดยเน้นคุณภาพเพื่อการส่งออก ในปี พ.ศ. 2554 ยอดผลิตรถยนต์ได้โตถึง 1.65 ล้านคันและมียอดส่งออกประมาณ 1 ล้านคัน

“

แม้อุตสาหกรรมรถยนต์ไทย
จะนำรายได้สู่ประเทศมากมาย
แต่ผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศไทย
เป็นบริษัทต่างชาติ
นี่คือจุดอ่อนของอุตสาหกรรม
รถยนต์ไทยในการพัฒนา
ไปอีกขั้นหนึ่ง

”

ตารางแสดงยอดการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยตั้งแต่

	พ.ศ. 2528	พ.ศ. 2532	พ.ศ. 2537
โตโยต้า	40,800	54,805	135,000
มิตซูบิชิ	n.a.	54,00	126,600
ฮิซุซุ	30,000	27,400	27,400
เจนเนอรัล มอเตอร์ส	-	-	-
อโตอัลคายแอนซ์	-	7,200	8,400
นิสสัน	-	23,520	96,500
ฮอนด้า	-	8,220	39,000
ฮิโน	9,600	19,200	24,000
เดมเลอร์ ไครสเลอร์	-	2,340	4,600
บริษัท ไทยยานยนต์ จำกัด	6,000	12,000	14,000
วอลโว่	3,000	6,000	7,000
บีเอ็มดับเบิลยู	-	-	-
ทาทา มอเตอร์ส	-	-	-
รวม	89,400	214,685	538,300

ปี พ.ศ. 2528-2553

พ.ศ. 2542	พ.ศ. 2546	พ.ศ. 2548	พ.ศ. 2550	พ.ศ. 2553
200,000	240,000	350,000	550,000	600,000
174,400	190,200	170,200	200,000	200,000
27,400	189,600	200,000	220,000	220,000
40,000	40,000	100,000	160,000	160,000
135,000	135,000	135,000	155,000	275,000
113,100	124,000	102,000	134,000	200,000
70,000	80,000	120,000	120,000	240,000
9,600	28,800	28,800	28,800	28,800
14,900	18,100	16,300	16,300	16,300
12,000	12,000	12,000	12,000	12,000
6,000	6,000	10,000	10,000	10,000
-	-	10,000	10,000	10,000
-	-	-	35,000	35,000
915,600	1,063,700	1,254,300	1,651,500	2,007,100

แหล่งข้อมูล: อุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในประเทศไทย โดยเกรียงไกร เตชกานนท์

16.1

อุตสาหกรรมรถยนต์ไทยและ ASEAN Economic Community (AEC)

เพื่อกระตุ้นเศรษฐกิจในช่วงวิกฤตต้มยำกุ้ง (พ.ศ. 2540-2542) นายกรัฐมนตรีชวน หลีกภัยออกนโยบายกระตุ้นการลงทุนในประเทศไทยครั้งใหญ่โดยมุ่งเน้นที่อุตสาหกรรมรถยนต์และผู้ประกอบชิ้นส่วน จำนวนรถยนต์ที่ผลิตได้ภายในประเทศเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจาก 100,000 คันในปี พ.ศ. 2527 มาเป็น 1.1 ล้านคันในปี พ.ศ. 2548 ประเทศไทยเริ่มส่งออกรถยนต์ในปี พ.ศ. 2541 ด้วยจำนวน 14,966 คัน และในปี พ.ศ. 2553 ไทยส่งออกรถยนต์เกือบ 900,000 คัน ขณะที่มูลค่าการส่งออกของเครื่องยนต์และชิ้นส่วนรถยนต์ทำรายได้ให้ประเทศสูงถึง 39,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2553

ในตลาดรถยนต์ประเทศไทย ผู้ผลิตรถยนต์ญี่ปุ่นมีส่วนแบ่งตลาดเกือบร้อยละ 80 นำโดย โตโยต้า อีซูซุ นิสสัน มิตซูบิชิ ฮอนด้า และมาสด้า ด้วยความพร้อมของบุคลากรด้านการผลิต วิศวกร และผู้ผลิตชิ้นส่วนในห่วงโซ่อุปทานครบวงจร ทำให้อุตสาหกรรมรถยนต์เติบโตและผลิตจำนวน 1.65 ล้านคัน

ในปี พ.ศ. 2554 ทั้งนี้ มีการพยากรณ์ว่าจำนวนรถยนต์ที่ผลิตในปี พ.ศ. 2555 จะสูงถึง 2.2 ล้านคัน และอาจเจริญเติบโตถึง 3 ล้านคันในอีก 18 เดือนข้างหน้า

อุตสาหกรรมรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ก่อเกิดรายได้ 330,000 ล้านบาทในปี พ.ศ. 2554 หรือคิดเป็นร้อยละ 12 ของมูลค่าเพิ่มของอุตสาหกรรมประเทศไทย (โตขึ้นจากร้อยละ 6.4 ในปี พ.ศ. 2546) อุตสาหกรรมรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่ใหญ่เป็นอันดับที่ 2 รองลงมาจากอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม โดยอุตสาหกรรมรถยนต์ (ตลอดห่วงโซ่อุปทาน) มีการจ้างงานกว่า 400,000 คนและมีการส่งออกถึงร้อยละ 60 นอกจากนี้ ประเทศไทยยังเป็นแหล่งผลิตรถมอเตอร์ไซด์ โดยในปี พ.ศ. 2554 มียอดผลิตรวม 2 ล้านคัน โดยส่งออกไปประเทศเพื่อนบ้าน 200,000 คัน

รถบรรทุกเล็กขนาด 1 ตันคือรถยนต์ยอดนิยม บริษัทผู้ผลิตรถบรรทุกให้ความสำคัญในการพัฒนารถยนต์บรรทุกเล็กในประเทศไทย จนปัจจุบันประเทศไทยเป็นผู้ผลิตรถบรรทุกเล็กที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลกรองลงมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา (เครื่องยนต์รถบรรทุกเล็กของสหรัฐอเมริกาจะใหญ่กว่า) รถบรรทุกเล็กมีจำนวนการผลิตเกือบครึ่งหนึ่งของรถยนต์ที่ผลิตในประเทศไทย นอกจากนี้ ยังมีตลาดเล็กที่มีลักษณะจำเพาะอยู่กลุ่มหนึ่งคือผู้ประกอบการ巴士 และรถแทรกเตอร์เกษตร ซึ่งผู้ประกอบการจะเป็นผู้ประกอบการไทย สินค้าที่ผลิตได้จำหน่ายเฉพาะในประเทศ

แม้อุตสาหกรรมรถยนต์ไทยจะนำรายได้สู่ประเทศมากมาย แต่ผู้ผลิตรถยนต์ในประเทศไทยเป็นบริษัทต่างชาติ ผู้ผลิตชิ้นส่วนยังต้องอาศัยเทคโนโลยีจากต่างชาติและผู้ร่วมลงทุนต่างชาติ ประเทศไทยยังไม่สามารถสร้างขีดความสามารถในการออกแบบและผลิตรถยนต์เอง นี่คือจุดอ่อนของอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยในการพัฒนาไปอีกขั้นหนึ่ง

สำหรับอุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ของประเทศไทยซึ่งได้เจริญตามอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยนั้น ชิ้นส่วนเหล่านี้มีการส่งออกมากกว่าร้อยละ 50

ของจำนวนที่ผลิตได้ภายในประเทศ โดยมีผู้ผลิตชั้นส่วน tier 1 จำนวน 700 บริษัทสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นบริษัทต่างชาติหรือบริษัทที่มีการร่วมลงทุนกับต่างชาติ กลุ่มบริษัทซัมมิตเป็นกลุ่มบริษัทใหญ่ที่ผลิตชิ้นส่วนส่งอุตสาหกรรมรถยนต์ทั้งภายในและภายนอก เรายังมี 330 บริษัทที่ส่งชิ้นส่วนให้อุตสาหกรรมมอเตอร์ไซค์ สำหรับ Tier 2 และ Tier 3 มีผู้ประกอบการเกินกว่า 1,000 บริษัท

16.2

อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยและ ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC)

ในกลุ่มประเทศอาเซียนทั้ง 10 ประเทศ ไทย นับเป็นผู้นำในอุตสาหกรรมยานยนต์ ประเทศอาเซียน มีการผลิตรถยนต์รวมจำนวน 3 ล้านคัน ในปี พ.ศ. 2554 ประเทศไทยมีการผลิตรถยนต์สูงถึง 1.6 ล้านคันและส่งออกจำนวน 1 ล้านคัน ขณะที่ประเทศอินโดนีเซียมีจำนวนการผลิตเกือบ 900,000 คัน และส่วนใหญ่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ภายในประเทศ โดยโตโยต้าและเดอฮัทสึ (ผลิตในกลุ่มโตโยต้า) มีส่วนแบ่งตลาดเกินร้อยละ 60 ประเทศมาเลเซีย มียอดการผลิตประมาณ 500,000 คัน ประเทศฟิลิปปินส์ มีการผลิตรถยนต์จำนวนเล็กน้อย (ปัจจุบันโรงงานฟอร์ด มอเตอร์ในฟิลิปปินส์ประกาศปิดกิจการไปแล้ว)

การเปิดการค้าเสรีใน พ.ศ. 2558 จะเป็นโอกาสที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมรถยนต์ไทยและชิ้นส่วนยานยนต์ เพราะในจำนวนเพื่อนบ้านทั้ง 9 ประเทศ นอกจากประเทศ 3 ประเทศที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ยังไม่มีอุตสาหกรรมยานยนต์ภายในประเทศเลย ด้วยจำนวนประชากร 600 ล้านคน และรายได้ต่อหัวของประชากร

เอเชียที่เติบโตในอัตราที่สูงและการค้าเสรีที่จะเกิดขึ้นในประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนในปี พ.ศ. 2558 ย่อมเป็นโอกาสที่ดีสำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์ไทยที่จะเติบโตไปอีกขั้นหนึ่ง

จำนวนรถยนต์และชิ้นส่วนส่งออก

พ.ศ.	มูลค่ารวม	จำนวนรถยนต์ (คัน)
2554	365,474	700,581
2553	440,720	896,065
2552	277,141	535,596
2551	357,844	775,652
2550	354,952	690,000

ปี พ.ศ. 2550-2554

มูลค่า	มูลค่าเครื่องยนต์	มูลค่าชิ้นส่วน
326,335	24,360	14,778
404,659	21,610	14,451
251,342	13,266	12,531
351,383	21,757	11,007
355,079	21,757	8,115

มูลค่า: ล้านบาท

แหล่งข้อมูล:

สมาคมอุตสาหกรรมยานยนต์ไทย กลุ่มอุตสาหกรรมยานยนต์ สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย (ส.อ.ท.)

16.3

ประวัติความเป็นมาของอาเซียน (ASEAN)

พ.ศ. 2510

ประเทศเวียดนาม กัมพูชา และลาว ในช่วงสงครามปลดปล่อยประเทศ ถูกมองว่ากำลังแผ่อิทธิพลเข้ามาในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ขึ้นเรื่อยๆ ทำให้เกิดความหวั่นวิตกถึงความมั่นคงของประเทศไทย มาเลเซีย และสิงคโปร์ ในเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2510 รัฐมนตรีต่างประเทศ 5 ประเทศคือ ไทย มาเลเซีย สิงคโปร์ อินโดนีเซีย และฟิลิปปินส์ ได้ประกาศปฏิญญากรุงเทพฯ (Bangkok Declaration) ร่วมเป็นพันธมิตรด้านเศรษฐกิจและความมั่นคง

พ.ศ. 2527

ประเทศบรูไนเข้ามาร่วมเป็นประเทศที่ 6 ในกลุ่มประเทศอาเซียน จากนั้นปี พ.ศ. 2538 ประเทศเวียดนามเข้ามาร่วมเป็นประเทศที่ 7 ตามมาด้วยประเทศลาว พม่า และประเทศกัมพูชาเข้ามาร่วมเป็นประเทศที่ 10 ในปี

พ.ศ. 2543 โดยวัตถุประสงค์หลักของอาเซียนคือ เร่งพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และวัฒนธรรมให้เกิดขึ้นในประเทศทั้ง 10 ประเทศและปกป้องให้ภูมิภาคนี้เกิดความสงบ

หากนับรวมกันแล้วประเทศในประชาคมอาเซียนรวมกันมีเนื้อที่ 4.46 ล้านตารางกิโลเมตร มีประชากรเกือบ 600 ล้านคนซึ่งเป็นจำนวนเกือบร้อยละ 9 ของประชากรโลก มีผลิตภัณฑ์มวลรวมในประเทศของทั้ง 10 ประเทศรวมกันเกือบ 1.8 ล้านล้านดอลลาร์สหรัฐ การที่อาเซียนเป็นกลุ่มเศรษฐกิจที่มีอัตราการเจริญเติบโตสูง ทำให้เป็นที่หมายปองของประเทศพัฒนาแล้วที่จะเข้าร่วมเป็นหนึ่งในเดียวกับประชาคมอาเซียน

ปี พ.ศ. 2540 ประเทศเกาหลีใต้ จีน และญี่ปุ่นขอเข้าร่วมเป็นพันธมิตรและทำข้อตกลงร่วมกับประชาคมอาเซียนในที่ประชุมที่เชียงใหม่ เพื่อให้เกิดความร่วมมือด้านเศรษฐกิจร่วมกัน ซึ่งรู้จักในนาม "อาเซียน+3 (ASEAN Plus Three)" ส่วนอีก 3 ประเทศ ได้แก่ อินเดีย นิวซีแลนด์ และออสเตรเลียได้มีการทำสนธิสัญญาการค้าเสรีระหว่างประเทศพันธมิตรกับสมาชิกประชาคมอาเซียนทั้งสิบ อันเป็นที่มาของ "อาเซียน+6 (ASEAN+6)"

พ.ศ. 2535

เกิดข้อตกลงร่วมกันภายใต้สนธิสัญญาการค้าเสรีอาเซียน (ASEAN Free Trade Area: AFTA) ได้มีการลงนามร่วมกันที่ประเทศสิงคโปร์ ในวันที่ 28 มกราคม พ.ศ. 2535 ระหว่างสมาชิก 7 ประเทศคือ ไทย บรูไน อินโดนีเซีย มาเลเซีย ฟิลิปปินส์ และสิงคโปร์ ประเทศเวียดนามเข้าร่วมลงนามใน AFTA ในปี พ.ศ. 2538 ลาวและกัมพูชาเข้าร่วมลงนามในปี พ.ศ. 2540 และ พ.ศ. 2542 ตามลำดับ ภายใต้สนธิสัญญาเขตการค้าเสรีอาเซียนที่กำหนดขึ้น สิ่งที่ต้องกระทำคือการลดภาษีสินค้าที่ซื้อขายระหว่างประเทศภายในภูมิภาคลงให้เป็นศูนย์ (ยกเว้นสินค้าบางชนิด

ที่ที่ประชุมเห็นด้วยว่าเป็นสินค้าอ่อนไหวของประเทศให้คงยกเว้นไว้) ซึ่ง
สนธิสัญญานี้จะถูกนำมาใช้อย่างสมบูรณ์แบบภายในปี พ.ศ. 2558

ในปี พ.ศ. 2558 สิ่งที 10 ประเทศกำลังก้าวไปสู่คือ การเป็นประชาคม
เศรษฐกิจอาเซียน (ASEAN Economic Community หรือ AEC) โดยมี
เป้าหมายคือ

1. ภูมิภาคนี้เป็นเขตเศรษฐกิจที่มีตลาดเดียว
และภาคการผลิตเดียว (one market and
one production base)

2. เป็นภูมิภาคที่เศรษฐกิจสามารถแข่งขันได้
ในตลาดโลก

3. เป็นภูมิภาคที่มีความเสมอภาคในการ
พัฒนาเศรษฐกิจ

4. เป็นภูมิภาคที่สามารถพัฒนาขึ้นมาเป็น
ภูมิภาคที่สำคัญ ภายใต้ความสามารถที่
แตกต่างกันในการพัฒนาของประเทศ
อาเซียน 10 ประเทศ

อาเซียนได้ทำสนธิสัญญาการค้าเสรี (Free Trade Agreement) กับ
ประเทศจีน เกาหลี ญี่ปุ่น ออสเตรเลีย และอินเดีย และกำลังเจรจาการค้าเสรี
กับประเทศในประชาคมยุโรปและไต้หวัน ซึ่งจะเพิ่มศักยภาพในการเป็นเขต
เศรษฐกิจการค้าที่สำคัญ

แต่ภายใต้ศักยภาพที่เกิดขึ้นนี้ นำมาซึ่งข้อน่าเป็นห่วงสำหรับเศรษฐกิจและอุตสาหกรรมของไทยที่ยังไม่พร้อมทั้งด้านความสามารถด้านเทคโนโลยีและขนาดของกำลังการผลิตที่เสียเปรียบ ธุรกิจและอุตสาหกรรมที่อ่อนด้อยเหล่านี้จะเผชิญกับปัญหาที่รุนแรงยิ่งขึ้น แต่สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ไทยเป็นอุตสาหกรรมที่มีความมั่นคงประเทศหนึ่งในอาเซียน ด้วยกำลังการผลิตและความพร้อมของห่วงโซ่อุปทาน ประเทศไทยได้เปรียบกว่าประเทศต่างๆอีก 9 ประเทศ แต่ถ้าดูสนธิสัญญาการค้า "อาเซียน+6" เราจะเห็นว่า จีน เกาหลีใต้ และอินเดีย ซึ่งเป็น 3 ประเทศในอาเซียน+6 มีกำลังการผลิตที่มากกว่าประเทศไทยและต้นทุนที่ถูกกว่า อุตสาหกรรมยานยนต์ไทยต้องรีบพัฒนาให้พร้อมที่จะรับการแข่งขันด้วยการพัฒนารถยนต์รุ่นใหม่เพื่อเข้าสู่ตลาดสากลให้ได้

16.4

ความท้าทายอุตสาหกรรมรถยนต์ และชิ้นส่วนยานยนต์ในประชาคม เศรษฐกิจอาเซียน

ปัจจุบันอุตสาหกรรมรถยนต์และชิ้นส่วนยานยนต์มีบทบาทและความสำคัญที่ช่วยกำหนดทิศทางการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศไทยไปอีกระดับหนึ่ง เรามีประวัติการพัฒนายานยนต์มากกว่า 50 ปี โดยเริ่มจากโรงงานประกอบรถยนต์แบบนำชิ้นส่วนจากต่างประเทศมาประกอบ

หลังจากวิกฤตเศรษฐกิจต้มยำกุ้งในประเทศไทย ผู้ผลิตรถยนต์หันมาผลิตรถยนต์ที่ใช้ชิ้นส่วนภายในประเทศมากขึ้น รถบรรทุกขนาดเล็กขนาด 1 ตันเป็นรถยนต์นิยมของประเทศไทย จนประเทศไทยกลายเป็นฐานผลิตรถยนต์อันดับ 1 (ยกเว้นสหรัฐอเมริกาที่ใช้รถปิกอัปกำลังสูงกว่าของเรา)

อีโคคาร์เป็นนโยบายที่สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมการลงทุนเน้นให้เป็นรถยนต์รุ่นใหม่ตัวถัดไป ด้วยประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนที่จะเกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2558

จะเป็นแรงผลักดันให้อุตสาหกรรมยานยนต์ประเทศไทยยิ่งแข็งแกร่งขึ้น มีการคาดคะเนว่า ปริมาณรถยนต์ของประเทศไทยจะไปถึง 4 ล้านคันในอีก 3 ปีข้างหน้า

อุตสาหกรรมยานยนต์สร้างอุตสาหกรรมต่อเนื่องให้กับอุตสาหกรรมไทยอย่างมากมาย แม้อุตสาหกรรมยานยนต์ประเทศไทยจะอยู่ในมือของบริษัทต่างชาติทั้งสิ้น แต่ตามสถิติผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ปัจจุบันมีกว่า 2,300 ราย ซึ่งเป็นทั้งผู้ประกอบการไทยและต่างชาติที่ลงทุนเพื่อรองรับความต้องการของอุตสาหกรรมนี้ (และกำลังจะลงทุนเพิ่มขึ้น) นี่คือห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์ที่สร้างมูลค่ามากกว่า 2 ล้านล้านบาทต่อปี

แม้ผู้ประกอบการรถยนต์คือบริษัทต่างชาติ แต่บริษัทเหล่านี้ต่างต้องสร้างพันธมิตรทางการค้าในตลาดห่วงโซ่อุปทานนี้ เราพร้อมหรือยังที่จะเป็นพันธมิตรที่มีคุณค่าในห่วงโซ่อุปทานของอุตสาหกรรมยานยนต์นี้

การจะเข้าไปเป็นหนึ่งในห่วงโซ่อุปทานนี้ ผู้ประกอบการชิ้นส่วนยานยนต์ทั้งหลายต้องเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง และพัฒนาตัวเองตลอดเวลา เพื่อให้พร้อมที่จะรองรับกับความต้องการของอุตสาหกรรมยานยนต์นี้ซึ่งเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา เราต้องเรียนรู้การเปลี่ยนแปลงและสามารถปรับตัวให้สอดคล้องกับความต้องการทั้งปัจจุบันและอนาคต

16.5

สิ่งที่พวกเราต้องเตรียมตัว และเรียนรู้เพื่อเป็นหนึ่ง ในห่วงโซ่อุปทานที่มีคุณค่า

1. สร้างความรู้และความสามารถในการผลิตภัณฑ์ วัสดุใหม่ๆ เพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา

2. มีความสามารถในเทคโนโลยีการผลิตในที่นี้ไม่ได้จำกัดจำเพาะเครื่องจักรการผลิตที่มีประสิทธิภาพสูงเท่านั้น แต่โรงงานทุกแห่งในห่วงโซ่ของอุตสาหกรรมยานยนต์ต้องมีเทคโนโลยีในการควบคุมกระบวนการผลิต มาตรฐานการทำงาน และมาตรฐานของผลิตภัณฑ์เพื่อสอดคล้องกับความต้องการทั้งปัจจุบันและอนาคตของรถยนต์ที่แข่งขันในตลาดสากล

3.

พัฒนาความรู้ความสามารถของพนักงาน
ภายในองค์กร ความรู้วิศวกรรมและ
การออกแบบ

4.

สร้างเครือข่ายและพันธมิตรทางธุรกิจ
ตลอดห่วงโซ่อุปทานของยานยนต์ สร้าง
ความสามารถที่จะเข้าถึงห่วงโซ่อุปทาน
ของอุตสาหกรรมนี้ ซึ่งเป็นต่างชาติเกือบ
ทั้งหมด

5.

จากความรู้ความสามารถและการเชื่อม
เป็นพันธมิตรกับผู้ผลิตรถยนต์เหล่านี้
อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์ต้อง
สามารถเข้าสู่การแข่งขันในตลาดสากล
อื่นๆได้

6.

มีต้นทุนการผลิตที่แข่งขันได้

เรากำลังได้เปรียบประเทศต่างๆในอาเซียน โดยอาศัยฐานการผลิต
ที่เราได้เปรียบมาสร้างอุตสาหกรรมยานยนต์ประเทศไทยให้เป็นหนึ่งใน
ฐานการผลิตยานยนต์ที่สำคัญของโลก

“

อุตสาหกรรมยานยนต์
สร้างอุตสาหกรรมต่อเนื่อง
ให้กับอุตสาหกรรมไทย
อย่างมากมาย ตามสถิติ
ผู้ผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ปัจจุบัน
มีกว่า 2,300 ราย
นี่คือห่วงโซ่อุปทานของ
อุตสาหกรรมยานยนต์ที่สร้าง
มูลค่ามากกว่า 2 ล้านล้านบาท
ต่อปี

”

เกี่ยวกับ ผู้เขียน



ดร.บัญชา ชุณหสวัสติกุล

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2507-2512 วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาเคมี
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2514-2515 วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาอินทรีย์เคมี
มหาวิทยาลัย Texas, Austin, USA.

พ.ศ. 2519-2520 บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต สาขาจัดการ
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

พ.ศ. 2554 ปริญญาดุษฎีบัณฑิต Doctor of Philosophy
สาขา Technology Management มหาวิทยาลัย Rushmore, USA.

ประวัติการทำงาน

พ.ศ. 2516-2522 บริษัท เซลล์ (ประเทศไทย) จำกัด

พ.ศ. 2522-2524 บริษัท ดูปองท์ (ประเทศไทย) จำกัด และ
บริษัท ดูปองท์ เอเชียแปซิฟิก จำกัด (ฮ่องกง)

ตำแหน่งปัจจุบัน

- ประธานกรรมการบริหาร กลุ่มบริษัทในเครืออินโนเวชั่น
- ศาสตราจารย์ประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิจกรรมเพื่อสังคมและบริการ

- กรรมการบริหารโปรแกรมเทคโนโลยีฐาน ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
- รองประธานกลุ่มอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ยาง สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- กรรมการบริหารสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
- อาจารย์พิเศษประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- อาจารย์พิเศษประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
- โครงการ "Technology Summer Camp" สำหรับนักศึกษาทั่วประเทศ เพื่อฝึกอบรมและให้ความรู้เกี่ยวกับพอลิเมอร์

รางวัลเกียรติคุณ

- พ.ศ. 2543 รางวัลนิตินิตเก๋าคดีเด่น ประจำปี พ.ศ. 2543 จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ศ. 2549-ปัจจุบัน ได้รับแต่งตั้งจากสภามหาวิทยาลัย ให้ดำรงตำแหน่งศาสตราจารย์พิเศษประจำภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ศ. 2550 รางวัล Outstanding Science Alumni of the Year 2007 "นิตินิตเก๋าคดีเด่น ผู้มีคุณูปการต่อภาควิชาเคมี" จากภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พ.ศ. 2554 รางวัลประกาศเกียรติคุณ "บุคคลคุณภาพแห่งปี 2011" จากมูลนิธิสภามหาวิทยาลัยและเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย (มสวท.)