

ฉบับที่ 125

มกราคม 2534

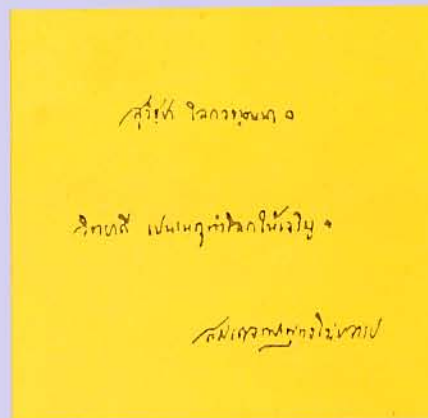
ISSN. 7684-7543



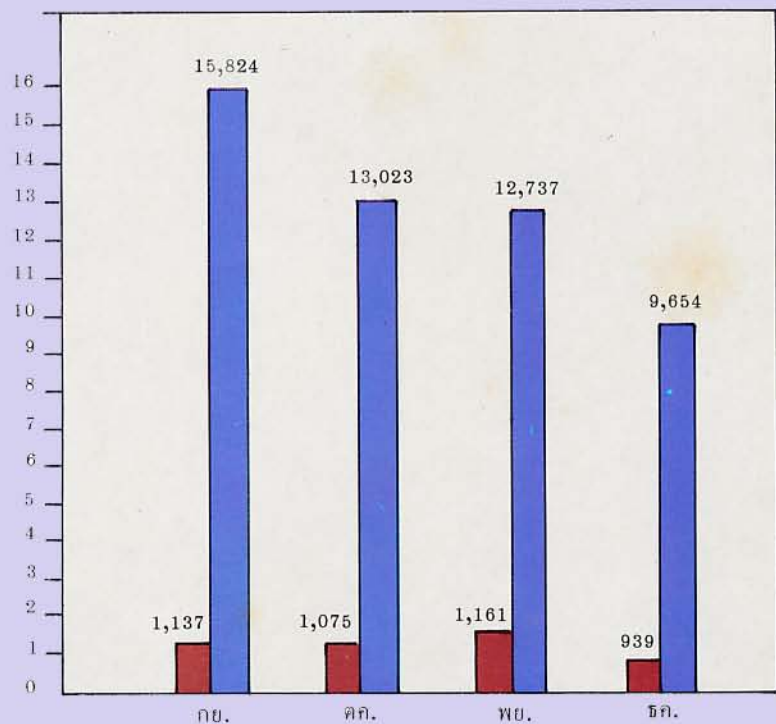


จัดทำและเผยแพร่โดย
ฝ่ายเผยแพร่และประชาสัมพันธ์
สำนักงานเลขานุการกรม
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

ถนนพระราม 6/โยธี พญาไท กท. 10400
โทร. 2455523



สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการวิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนกันยายน ถึง เดือนธันวาคม 2533



■ จำนวนตัวอย่าง
■ จำนวนรายการ

เทคโนโลยีเพื่อชาวอีสาน : อุตสาหกรรม

ดร.วรุณี ธีรมงคล

ในระยะ 4-5 ปีที่ผ่านมา ประเทศไทยได้มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษฐกิจจากประเทศที่พึ่งพาภาคเกษตรเป็นหลักมาเป็นประเทศที่พึ่งพาภาคอุตสาหกรรม ได้รับการพัฒนาและขยายตัวเติบโตมาเป็นลำดับ ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบภาคเกษตรกรรมกับภาคอุตสาหกรรมในช่วงเวลาต่าง ๆ ในเชิงของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) มูลค่าการส่งออกและสัดส่วนการจ้างแรงงานแล้ว จะเห็นได้ว่าแนวโน้มการเจริญเติบโตของภาคอุตสาหกรรมจะเพิ่มสูงขึ้น ในขณะที่ภาคเกษตรกรรมจะลดลงดังนี้

1. ผลผลิตภาคเกษตรกรรมในระยะสิ้นสุดแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 1 (พ.ศ. 2509-2513) มีสัดส่วนสูงถึงร้อยละ 33.7 ของผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ (GDP) และมีแนวโน้มสัดส่วนลดลงมาเป็นลำดับ จนถึงร้อยละ 17.6 ของ GDP ในแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530) ในขณะที่ผลผลิตภาคอุตสาหกรรมซึ่งมีบทบาทในทางเศรษฐกิจเป็นอันดับสามรองจากสาขาการผลิต การค้าปลีกและการค้าส่ง มีสัดส่วนเพียงร้อยละ 13.6 ของ (GDP) ตามแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 กลับมีแนวโน้มเพิ่มขขึ้นเรื่อย ๆ จนมีสัดส่วนเฉลี่ยหน้าภาคการเกษตร โดยมีสัดส่วนสูงขึ้นเป็นร้อยละ 22.2 ของ GDP ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (2530) (รายละเอียดในแผนภูมิที่ 1)¹

2. การส่งออกผลผลิตเกษตรซึ่งเคยเป็นสินค้าหลักมีสัดส่วนมูลค่าส่งออกลดลงจากร้อยละ 76.9 ของมูลค่าการส่งออกทั้งหมด ในช่วงระยะสิ้นสุดแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1 เหลือเพียงร้อยละ 27.8 ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530) ซึ่งเป็นลักษณะที่สวนทางกับการส่งออกผลผลิตอุตสาหกรรม ที่เคยมีสัดส่วนมูลค่าการส่งออกเพียงร้อยละ 3.8 ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 1



กลับมีแนวโน้มสูงขึ้นเป็นลำดับจนเลยหน้าการส่งออกผลผลิตเกษตร ในช่วงแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (พ.ศ. 2530) เป็นร้อยละ 62.7 (รายละเอียดในแผนภูมิที่ 2)

3. การจ้างงานในภาคเกษตรกรรม ซึ่งคิดเป็นร้อยละ 71.7 ในช่วงของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 3 ได้ลดลงเป็นร้อยละ 65.4 ในช่วงของแผนพัฒนาฯ ฉบับที่ 6 (2 ปีแรก, 2530-2531)

จากข้อมูลเบื้องต้นจะเห็นได้ว่าในอนาคตบทบาทของภาคอุตสาหกรรมจะมีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศเหนือกว่าภาคเกษตรกรรม เนื่องจากผลประโยชน์ที่ได้รับจากการลงทุนในการผลิตสินค้าอุตสาหกรรมจะสูงกว่าการผลิตสินค้าเกษตรกรรม การขยายตัวของภาคอุตสาหกรรมมีแนวโน้มที่จะเพิ่มมากขึ้นจนประเทศไทยจะเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ (New Industrialized Country) ต่อไป

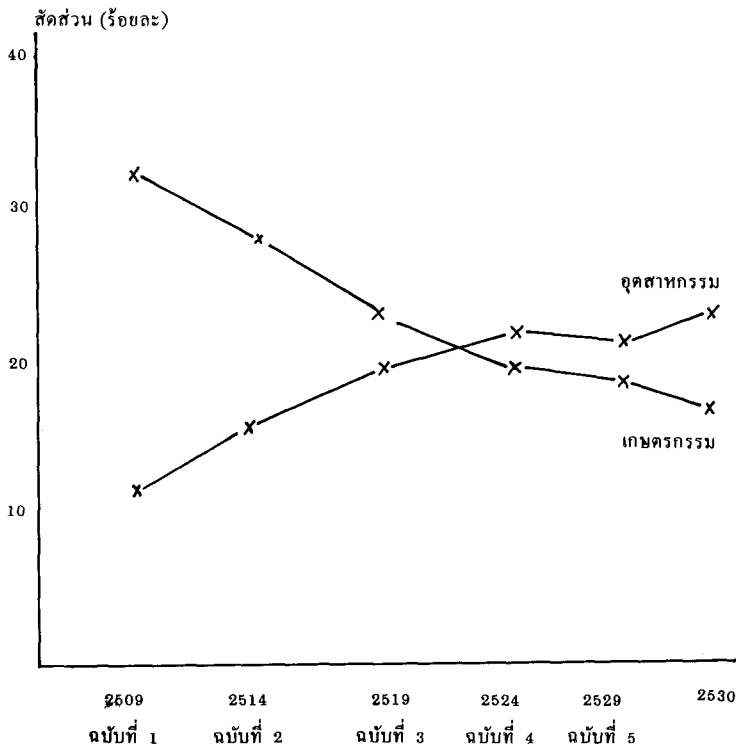
สำหรับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ มีดังนี้

1. อุตสาหกรรมเพื่อการส่งออก โดยการพัฒนาอุตสาหกรรมการเกษตรที่มีสู่ทางส่งออกสูง สามารถทดแทนการนำเข้า รวมทั้งขยายฐานการผลิตไปสู่สินค้าใหม่ ได้แก่ อุตสาหกรรมเกษตร อุตสาหกรรมไม้และผลิตภัณฑ์ อุตสาหกรรมยางและผลิตภัณฑ์ และอุตสาหกรรมสิ่งทอ โดยเน้นการปรับปรุงคุณภาพและมาตรฐานให้สอดคล้องกับความต้องการของตลาดซึ่งจะมีส่วนช่วยสร้างงานและบรรเทาปัญหาการว่างงานตามฤดูกาล

2. อุตสาหกรรมวิศวกรรม โดยเน้นการพัฒนาอุตสาหกรรมวิศวกรรม เพื่อเป็นอุตสาหกรรมอื่นในระยะยาว ให้มีความสำคัญแก่อุตสาหกรรมวิศวกรรมระดับกลางและประเภทที่ใช้ในการเกษตร โดยเฉพาะงานโลหะ และอุตสาหกรรมประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์สื่อสารคมนาคม กิจกรรมเหล่านี้จะสามารถรองรับแรงงานในระดับอาชีวศึกษาในภาคตะวันออกเฉียงเหนือได้รวมทั้งจะบรรเทาปัญหาการว่างงานโดยเปิดเผยได้อีกส่วนหนึ่งด้วย

1. เอกสารประกอบการบรรยาย “การพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศไทย” โดยนายคิวงศ์ จังคศิริ ณ สถาบันจิตวิทยาความมั่นคง, 2 มกราคม 2533

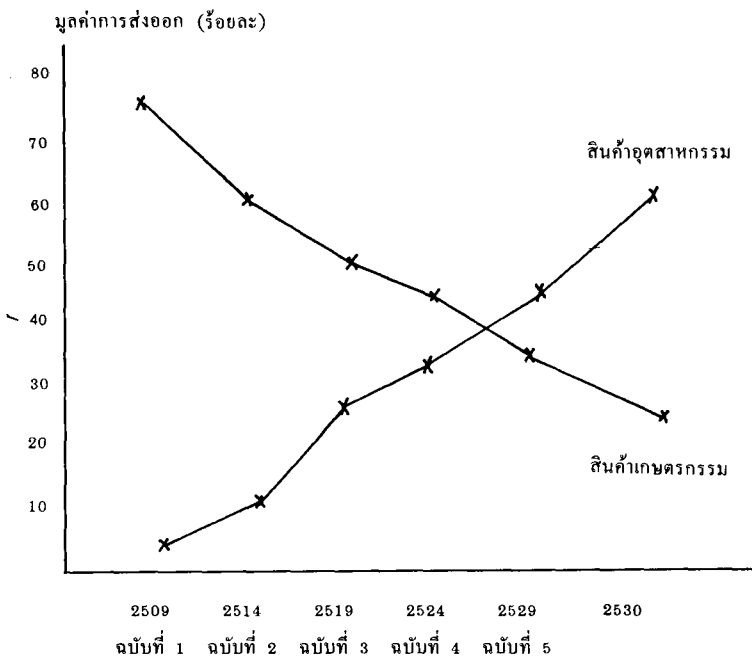
แผนภูมิที่ 1
ผลผลิตภาคเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม ต่อผลิตภัณฑ์มวลรวมประชาชาติ



แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ที่มา: กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม.

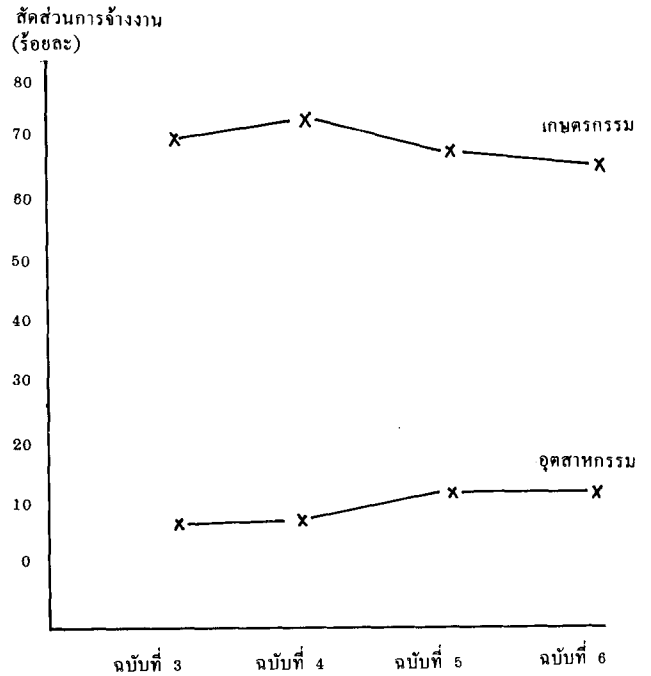
แผนภูมิที่ 2 มูลค่าการส่งออกสินค้าเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม



แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ที่มา: กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

แผนภูมิที่ 3 การจ้างงานในภาคเกษตรกรรมและภาคอุตสาหกรรม



แผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

ที่มา: กองเศรษฐกิจอุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม

3. อุตสาหกรรมขนาดย่อมและอุตสาหกรรมในภูมิภาคตะวันออกเฉียงเหนือ โดยกระจายประเภทสินค้าและพัฒนาผู้ประกอบการ รวมทั้งส่งเสริมเทคโนโลยีถึงหมู่บ้าน ซึ่งจะมีส่วนในการสร้างงานเพิ่มขึ้น คู่กันไปกับการแก้ไขปัญหาการว่างงานตามฤดูกาลได้อีกด้วย

นโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมดังกล่าวข้างต้นได้รับการเน้นอย่างชัดเจน ในการแถลงนโยบายของ พหณฯ นายกรัฐมนตรีต่อรัฐสภา เมื่อวันที่ 25 สิงหาคม 2531 โดยได้กำหนดนโยบายการพัฒนาอุตสาหกรรมไว้ 3 ประการคือ

1. ส่งเสริมการกระจายอุตสาหกรรมออกสู่ต่างจังหวัด โดยจัดให้มีสิ่งอำนวยความสะดวก ความปลอดภัย และสิทธิประโยชน์ที่เพียงพอ ตลอดจนให้การสนับสนุนด้วยมาตรการด้านการเงิน การคลัง ที่เหมาะสม

2. ให้ความสำคัญลำดับสูงแก่อุตสาหกรรมที่ใช้แรงงานและใช้วัตถุดิบ ซึ่งมาจากทรัพยากรธรรมชาติภายในประเทศ และอุตสาหกรรมที่อาศัยเทคโนโลยี โดยใช้ความแน่นอนด้านการตลาดเป็นตัวนำและมุ่งสู่พื้นที่ที่เหมาะสม

3. มุ่งสนับสนุนอุตสาหกรรม ขนาดกลาง ขนาดเล็ก และอุตสาหกรรมเพื่อการส่งออกให้เป็นพื้นฐานสำคัญของระบบอุตสาหกรรมของประเทศ

ความต้องการเทคโนโลยีในภาคอีสานนั้นมีอยู่ในระดับสูง เนื่องจากอีสานมีพื้นที่กว้างขวาง แต่แห้งแล้งขาดแคลนน้ำ ทรัพยากรธรรมชาติที่สำรวจพบมีจำกัด แต่มีประชากรเป็นจำนวนมากที่มีความขยัน อดทน มีความรู้ในระดับประถมศึกษาและมีความชำนาญด้านการเกษตร ดังนั้นถ้าจะดำเนินการเพื่อให้อีสานเขียวแล้ว เทคโนโลยีที่ใช้ในการปรับปรุงและพัฒนาปัจจัยทั้งสามที่กล่าวมาข้างต้นจำเป็นจะต้องนำเข้าไปอย่างเร่งด่วน เช่น เทคโนโลยีการพัฒนาแหล่งน้ำ เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร เทคโนโลยีในการผลิต และการใช้อุปกรณ์หรือเครื่องทุ่นแรงที่เหมาะสมเพื่อลดระยะเวลาและแรงงานในการผลิต และเน้นด้านการตลาด โดยดำเนินการในระดับที่เหมาะสม เข้าสู่ระบบตลาดที่แท้จริง ผู้ประกอบการจะต้องมีความรู้ทางการจัดการและการบริหารเบื้องต้น เช่น การจัดการด้านการตลาด การบริหารการเงิน เป็นต้น เพื่อช่วยให้การประกอบอาชีพในระยะยาวดำเนินไปได้อย่างราบรื่น ทั้งนี้รัฐบาลควรส่งเสริมให้ธุรกิจของภาคเอกชนเข้ามามีบทบาทในด้านการพัฒนาอุตสาหกรรมในภาคอีสานด้วย

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร

สำหรับอุตสาหกรรมเกษตร เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหารประเภทต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ไม้แปรรูปและผลิตภัณฑ์ยาง ได้มีการคาดการณ์ว่า อุตสาหกรรมกลุ่มนี้จะมีบทบาทต่อภาคเศรษฐกิจน้อยลง อัตราการขยายตัวจะค่อนข้างต่ำ เนื่องจากเป็นกลุ่มที่ขยายตัวจนถึงจุดอิ่มตัวแล้ว และจะเริ่มเข้าสู่ช่วงถดถอย แต่ยังคงเป็นกลุ่มที่มีสัดส่วนสูงทั้งในด้านการส่งออกและต่อ GNP ของประเทศไทย และเนื่องจากมีปริมาณการผลิตสูงอยู่แล้ว โอกาสที่จะขยายตัวไปมากกว่านี้จึงยาก การขยายตัวได้อย่างต่อเนื่องจำเป็นต้องมีการยกระดับคุณภาพผลิตภัณฑ์และการขยายการผลิตไปสู่สินค้าใหม่ ๆ ซึ่งจะต้องใช้เทคโนโลยีใน

ระดับที่สูงและทันสมัยขึ้นมากกว่าเดิม โดยเฉพาะสำหรับผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุภัณฑ์ ซึ่งจะเข้ามามีบทบาทต่อการขยายตลาดและเพิ่มมูลค่าเพิ่มให้แก่อุตสาหกรรมนี้

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งเหมาะแก่การพัฒนาในภาคอีสานนี้ได้มีผู้รวบรวมแล้ว และคงจะได้นำเสนอในวารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการต่อไป

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมไม้และผลิตภัณฑ์ไม้

ในที่นี้จะกล่าวถึงโรงเลื่อยและอุปกรณ์การก่อสร้างที่ทำด้วยไม้ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ไม้และอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีระบบ ในกระบวนการผลิตมีขั้นตอนชัดเจนและมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนั้นยังมีวัตถุดิบที่สามารถเพาะปลูกได้ในภาคอีสาน

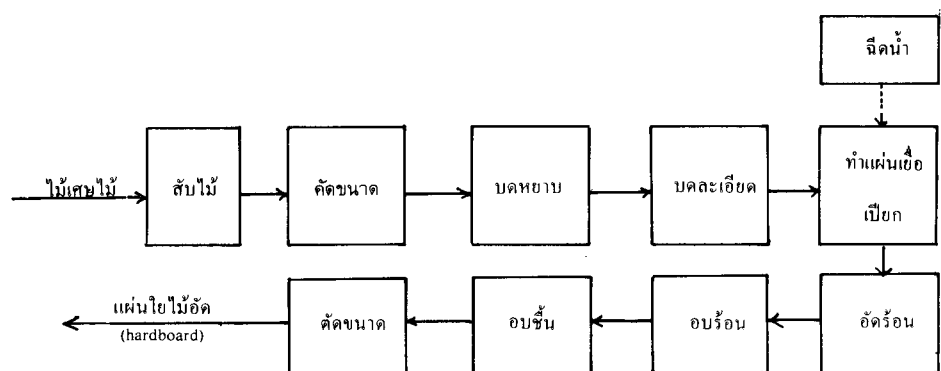
อุตสาหกรรมโรงเลื่อยและอุปกรณ์การก่อสร้างที่ทำด้วยไม้ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์หลายชนิด เช่น ไม้ท่อน กรอบประตู โครงสร้างไม้สำเร็จรูป ไม้บาง (veneer) ไม้อัด (plywood) แผ่นใยไม้อัด (fiberboard) แผ่นชิ้นไม้อัด (particle board) เป็นต้น²

เทคโนโลยีการผลิตไม้บางและไม้อัด ใช้ไม้ซุงมาตัดและผ่าซีก โดยเลื่อยธรรมดาแล้วนำมาดำเนินการต้ม/นึ่งไม้ซุง แล้วจึงผานให้บางนำมาประกบหากวตามกรรมวิธี ซึ่งไม่เหมาะแก่การนำเข้ามาใช้ในภาคอีสาน เนื่องจากทำให้มีการตัดไม้ทำลายป่า เพิ่มความแห้งแล้งให้มากขึ้น

เทคโนโลยีการผลิตแผ่นใยไม้อัด เป็นเทคโนโลยีที่ใช้วัตถุดิบประเภทไม้โตเร็วขนาดเล็ก และเศษไม้จากโรงงานใช้ไม้ขนาดต่าง ๆ นอกจากนี้อาจใช้พืชหรือเศษพืชเป็นวัตถุดิบอีกด้วย เช่น ปอป่าน ชานอ้อย ฟางข้าว ซึ่งผลิตในภาคอีสานอยู่แล้ว

ขบวนการผลิตขั้นแรก นำเศษไม้หรือไม้เข้าเครื่องสับ โดยมีสายพานลำเลียงเข้าไปในเครื่องสับ ซึ่งใช้ใบมีดที่เป็นเหล็กเหนียวทำหน้าที่สับให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ มีขนาดต่างกัน จากนั้นลำเลียงชิ้นไม้เข้าไปในเครื่องแยก ซึ่งใช้ลมเป่าและตะแกรงร่อน ชิ้นไม้ที่โตเกินขนาดจะถูกลำเลียงกลับไปสับให้มีความเล็กลงอีกครั้งหนึ่ง เมื่อได้ชิ้นไม้ที่ได้ขนาดแล้ว จึงลำเลียงเข้าสู่การบด (ดูแผนภูมิที่ 4) โดยเครื่องบดหยาบบดละเอียด หลังจากบดชิ้นไม้ละเอียดแล้ว นำไปทำแผ่นเยื่อเปียกโดยฉีดน้ำเข้าไปผสม แล้วจึงรีดน้ำออกจากแผ่นเยื่อเปียกด้วยแผ่นโลหะ (plates) แผ่นเยื่อที่ถูกรีดน้ำออกแล้วจะถูกลำเลียงเข้าเครื่องอัดร้อน อัดให้เป็นแผ่นบางลงด้วยแรงกดที่สูงแล้วจึงเข้าเครื่องอบร้อนเพื่อให้แผ่นใยไม้อัดแห้งสนิท หลังจากนั้นลำเลียงสู่เครื่องอบชื้นเพื่อปรับสภาพความชื้นของแผ่นใยไม้อัดตามความชื้นในบรรยากาศ จากนั้นจึงนำไปตัดขนาดตามความต้องการใช้งาน

เทคโนโลยีการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด ใช้ไม้โตเร็วขนาดเล็กและเศษไม้จากโรงงานอุตสาหกรรม



แผนภูมิที่ 4 แสดงกระบวนการผลิตแผ่นใยไม้อัดโดยกรรมวิธีเปียก

ที่มา: รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย” สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529

กรรมใช้ไม้ต่าง ๆ เป็นวัตถุดิบ โดยการนำมาตัดหรือย่อยให้เป็นชิ้นไม้ (chip) ด้วยเครื่องตัดชิ้นไม้ ซึ่งเป็นเครื่องตัดแบบกลม ตัดใบมีดโดยรอบ ใบมีดทำหน้าที่ตัดชิ้นไม้ออกเป็นแผ่นชิ้นไม้บางเล็ก จากนั้นจึงนำไปย่อยขนาดให้พอเหมาะแล้วลำเลียงเข้าอบ (ดูแผนภูมิที่ 5) ในเครื่องอบแบบทรงกลม จะหมุนได้รอบ เมื่อชิ้นไม้ถูกอบให้แห้งแล้ว จะถูกนำไปแยกขนาดชิ้นไม้โดยใช้ลมเป่าและตะแกรงร่อน ชิ้นไม้ที่ไม่ได้ขนาดจะถูกคัดออก เพื่อนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงในเตาเผาสำหรับใช้ในการอบไม้ หลังจากนั้นฉีดกาวที่ผสมตามสูตรแล้วเข้าไปเคลือบกับแผ่นชิ้นไม้ กาวที่ใช้มี 2 ประเภทคือ กาวสำหรับทำแผ่นไส้ (core layer) และแผ่นผิว (surface layer) เมื่อผสมกาวกับชิ้นไม้ทั้งสองแบบแล้ว ชิ้นไม้เหล่านี้จะถูกโรยลงบนแท่นทำแผ่นชิ้นไม้โดยโรยแผ่นผิวเป็นอันดับแรก ตามด้วยแผ่นไส้ แล้วจึงปิดทับด้วยแผ่นผิวอีกครั้งหนึ่ง จนได้กองชิ้นไม้ที่ยังไม่อัดแน่น นำไปผ่านการแยกเศษโลหะด้วยแผ่นแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นลำเลียงไปเข้าเครื่องอัดร้อนด้วยความร้อนสูงมาก ซึ่งเป็นเครื่องไฮโดรลิกขนาดใหญ่จนได้แผ่นชิ้นไม้อัด แล้วลำเลียงเข้าสู่ที่พักเพื่อปรับสภาวะความชื้นตามบรรยากาศ โดยการพักและหมุนแผ่นชิ้นไม้อัดให้เย็นลง จากนั้นนำไปขัดผิวด้วยเครื่องขัดกระดาษทราย สุดท้ายนำไปปิดทับหน้าด้วยกระดาษเมลามีน ซึ่งเป็นเครื่องอัดโนมิตี แยกส่วนไปต่างหากกับการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

เทคโนโลยีทำเฟอร์นิเจอร์

เนื่องจากอีสานมีการปลูกต้นยางพาราเพิ่มมากขึ้น การทำเฟอร์นิเจอร์ไม้จากยางพาราจึงเป็นเทคโนโลยีที่น่าจะได้มีการพัฒนาขึ้นมารองรับ เนื่องจากประเทศไทยมีขีดความสามารถในการพึ่งตนเองเกี่ยวกับเทคโนโลยีการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ในระดับสูง โดยมีการพัฒนาจากอุตสาหกรรมในครอบครัวเป็นอุตสาหกรรมการผลิตขนาดใหญ่ ขณะเดียวกันก็ได้มีการตื่นตัวในด้านการปรับปรุงระดับฝีมือการผลิตให้ดีขึ้น รวมทั้งการออกแบบผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิตยังผลิตได้ภายในประเทศเป็นส่วนใหญ่ สำหรับเทคโนโลยีการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้สำหรับส่งออกต่างประเทศนั้น ๆ ใช้วิธีถอดออกเป็นชิ้น ๆ และผู้ซื้อสามารถประกอบเองได้ ที่เรียกว่า knock down furniture เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ซื้อ ลดพื้นที่และค่าใช้จ่ายในการขนส่ง

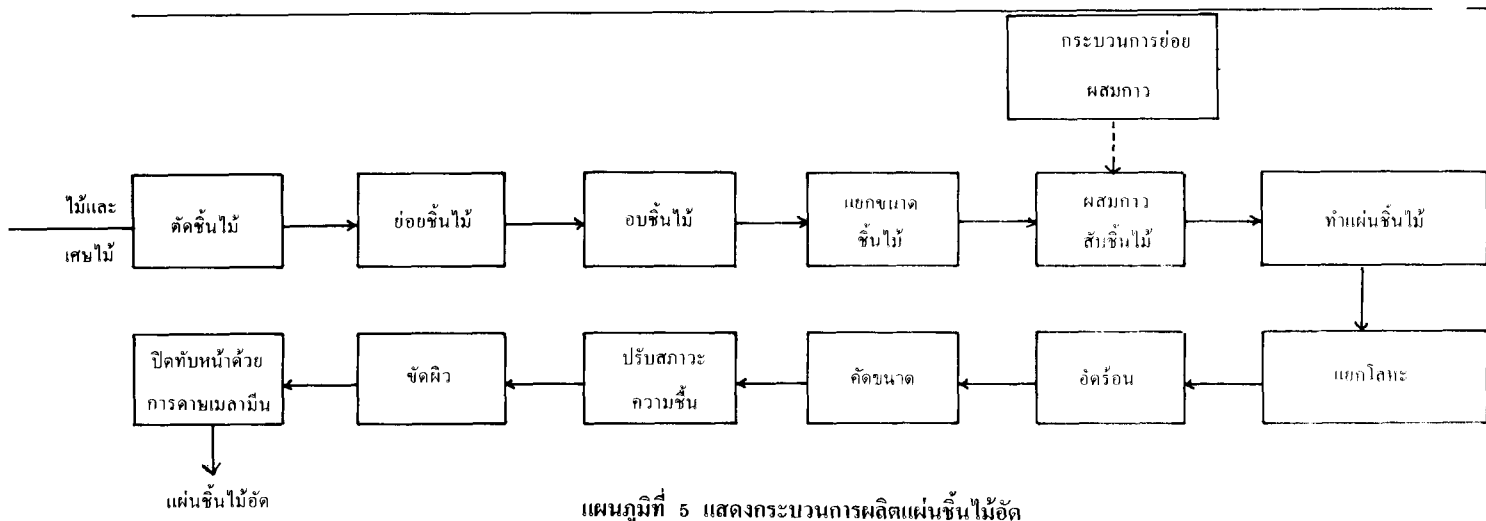
กระบวนการผลิตรวม

วัตถุดิบที่สำคัญที่ใช้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้ ซึ่งใช้ทั้งไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อน ตะปู กาว ดินสอพอง แล็กเกอร์ สี ฯลฯ และอุปกรณ์ที่ใช้ตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ประเภทต่าง ๆ เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิตที่สำคัญ เช่น เครื่องเลื่อย เครื่องเจาะ เครื่องกลึง เครื่องไส เตอบไม้ ฯลฯ กระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์นั้น มีความสลับซับซ้อนในกรรมวิธีการผลิตค่อนข้างน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับ

กับอุตสาหกรรมประเภทอื่น กระบวนการผลิตรวมอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์มีดังต่อไปนี้ (ดูแผนภูมิที่ 6 ประกอบ)

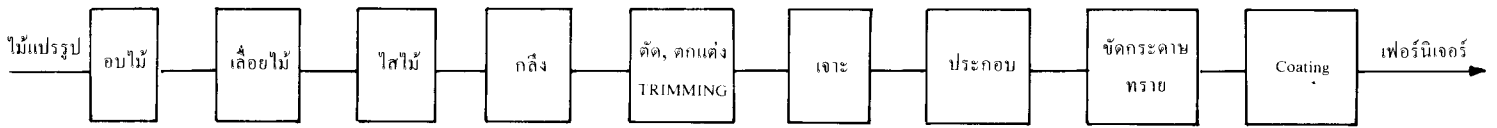
นำไม้แปรรูปที่ได้มาจากโรงเลื่อยในขนาดต่าง ๆ มาทำการอบ เพื่อให้เหลือความชื้นในเนื้อไม้ประมาณ 8-12% การที่มีความชื้นในเนื้อไม้ในปริมาณที่มากกว่านี้ จะทำให้คุณสมบัติของการใช้สอยของไม้ลดลง เช่น มีการบิดตัว แตกกร้าว ยึดหรือหดตัว เมื่อนำไปประกอบเป็นเฟอร์นิเจอร์ก็จะทำให้ขาดความสวยงาม ขาดความแข็งแรงทนทาน รอยต่อต่าง ๆ จะไม่มีความมั่นคง ทำให้อายุการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ต่ำไปด้วย นอกจากนี้การอบไม้ให้เหลือความชื้นในระดับดังกล่าวข้างต้นยังเป็นการช่วยป้องกันเห็ดราได้ด้วย เพราะการที่เห็ดราเกิดขึ้นกับไม้ได้นั้น ต้องอาศัยความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อไม้เป็นปัจจัยสำคัญ ระยะเวลาของไม้แต่ละชนิดที่ต้องผ่านกระบวนการอบไม้จะมากน้อยต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของไม้ ปริมาณของน้ำและยางไม้ ความสดหรือความแห้ง ตลอดจนอัตราการยืดหดตัวของไม้แต่ละชนิด เครื่องจักรกล และอุปกรณ์การผลิตในกระบวนการนี้คือ เตอบไม้

ต่อมา นำไม้ที่ได้ผ่านการอบให้เหลือความชื้นตามที่ต้องการแล้ว มาผ่านเครื่องเลื่อยเลื่อยไม้ให้ได้ขนาดสั้น ยาว หนา บาง ตามลักษณะของชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ในกระบวนการนี้ไม้ที่ผ่านออกมานั้น สามารถแบ่งตามลักษณะของความหนาออกเป็น 2 ลักษณะ ได้แก่ ไม้ที่เป็นท่อนและไม้ที่เป็นแผ่น เครื่องจักรกลและ



แผนภูมิที่ 5 แสดงกระบวนการผลิตแผ่นชิ้นไม้อัด

ที่มา: รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย”
สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529



แผนภูมิที่ 6 แสดงกระบวนการผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้

ที่มา: รายงานการวิจัยเรื่อง “การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย”

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529

อุปกรณ์การผลิตที่สำคัญในกระบวนการนี้คือ เครื่องเลื่อยไม้ เครื่องซอยไม้

หลังจากนั้นนำแผ่นไม้ที่มีขนาดต่าง ๆ กัน ตามลักษณะของการใช้เป็นชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ นำเข้าเครื่องไสไม้เพื่อให้ได้ความเรียบ ความหนาบางตามที่ต้องการ

นำไม้ที่มีลักษณะเป็นท่อนเข้าเครื่องกลึง เพื่อให้ได้ขนาดและรูปทรงตามที่ต้องการ รวมทั้งการคว้านเนื้อไม้ให้ได้รูปร่างโค้งเว้าตามแบบของเฟอร์นิเจอร์ด้วย เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิตที่ใช้ในขั้นตอนนี้คือ เครื่องกลึง เครื่องคว้านไม้

ต่อมานำไม้มา trimming การตัดตกแต่ง ไม้ที่ผ่านกระบวนการการไส การกลึงเรียบร้อยแล้ว และนำชิ้นส่วนที่ผ่านการตัด ตกแต่ง ใน เข้าเครื่องจักรเพื่อรอการประกอบ ในช่วงนี้เครื่องจักรกลและอุปกรณ์การผลิตที่สำคัญคือ เครื่องเจาะ เครื่องเซาะร่อง

นำส่วนต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ที่ได้รับการตกแต่ง เจาะเรียบร้อยแล้วมาประกอบเป็นรูปร่าง และมีการทำเดือย (dowel) ซึ่งจะช่วยในการเข้าไม้ (joinery) การเข้าไม้แบบใช้ผลิตเฟอร์นิเจอร์ไม้ของไทยมีเพียงกระบวนการประกอบเพียงกระบวนการเดียวเท่านั้น ที่มีความสามารถในระดับดัดแปลงกระบวนการผลิตได้ ซึ่งได้แก่ การประกอบรูปทรงหรือแบบของเฟอร์นิเจอร์ ส่วนกระบวนการหลักอื่น ๆ เช่น ความรู้ในการอบไม้ การกลึง การตัด การตกแต่ง มีความสามารถอยู่ในระดับสามารถแก้ปัญหาในกระบวนการผลิต โดยอาศัยความรู้จากชาวไทยทั้งหมดเท่านั้น

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ

อีสานมีพื้นที่ที่แห้งแล้งติดต่อกันเป็นจำนวนมากและบางแห่งมีเกลือสินเธาว์อยู่ ดังนั้นการเกษตรกรรมในบริเวณนี้จึงได้ผลผลิตน้อย การที่จะปลูกส่วนป่ายุคาลิปตัสเพื่อนำเอามาใช้ประโยชน์ในด้านทำอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษจึงเหมาะสมมากกว่าบริเวณภาคกลางของประเทศซึ่งเป็นพื้นที่อุดมสมบูรณ์

อุตสาหกรรมเยื่อกระดาษเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้วัตถุดิบจากไม้ หรือพืชเศรษฐกิจเป็นพื้นฐานสำหรับการผลิต เช่น ไม้สน ไม้ไผ่ ไม้รวก ยูคาลิปตัส ปอแก้ว และหญ้าจระจบ เป็นต้น นับแต่ประเทศไทยได้มีการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจและสังคมในช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เป็นผลให้ความต้องการใช้เยื่อกระดาษเพื่อผลิตเป็นกระดาษชนิดต่าง ๆ เช่น กระดาษพิมพ์เขียน กระดาษกราฟ กระดาษกล่อง กระดาษที่ใช้ประโยชน์ทางการศึกษาและติดต่อสื่อสาร ธุรกิจ รวมทั้งกระดาษอนามัย มีเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก ประมาณว่า การใช้กระดาษในช่วง 10 ปี (พ.ศ. 2517-2527) มีปริมาณเพิ่มขึ้นกว่า 2 เท่าตัวคือ จาก 260,000 ตันต่อปี หรือ 6.4 กิโลกรัมต่อประชากร 1 คน เป็น 600,000 ตันต่อปี หรือ 12.4 กิโลกรัมต่อประชากร 1 คน

เทคโนโลยีการผลิต

การผลิตเยื่อกระดาษในประเทศไทยจะใช้พืชประเภทต่าง ๆ และกระดาษที่เสียหรือทิ้งแล้ว ซึ่งอาจแบ่งชนิดของพืชเส้นใยเซลลูโลสที่ใช้เป็นวัตถุดิบอย่างกว้าง ๆ เป็น 3 ประเภทคือ

— ไม้เนื้ออ่อน (softwood) ได้แก่ ไม้

ใบแคบจำพวกสน (coniferous หรือ gymnosperm) มีใบเป็นรูปเข็มไม่ผลัดใบ ตัวอย่างเช่น Pine spruce และ Fir เส้นใยมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 3 มิลลิเมตร เยื่อกระดาษจากไม้เนื้ออ่อนให้กระดาษที่มีความแข็งแรงสูงกว่าวัตถุดิบอื่น โดยทั่วไปประเทศไทยมีไม้เนื้ออ่อนที่ใช้เป็นวัตถุดิบได้เพียง 2 ชนิดคือ สนสองใบและสนสามใบ

— ไม้เนื้อแข็ง (hardwood) ได้แก่ ไม้จากต้นไม้จำพวก angiosperm โดยทั่วไปมีใบกว้าง (broadleaved) ยกเว้นไม้บางชนิด เช่น สนทะเล และสนปฏิพัทธ์ ในเขตอบอุ่นไม้พวกนี้จะผลัดใบ (deciduous) เส้นใยมีความยาวเฉลี่ยประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ตัวอย่างเช่น ไม้ใบกว้างชนิดต่าง ๆ ในประเทศไทย สำหรับต่างประเทศจะใช้ยูคาลิปตัสบางพันธุ์ birch และ aspen ซึ่งในประเทศไทยยังไม่มีมีการนำมาใช้ทำเยื่อกระดาษอย่างจริงจัง

ปัจจุบันมีกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษอยู่หลายแบบ ซึ่งแต่ละกระบวนการผลิตที่ใช้จะขึ้นกับคุณสมบัติของเยื่อกระดาษที่ต้องการ ราคาของกระดาษ ประเภทของวัตถุดิบ เส้นใยที่ใช้และข้อพิจารณาทางเศรษฐศาสตร์อื่น ๆ โดยเฉพาะของแต่ละโรงงาน การขาดแคลนวัตถุดิบและปัญหามลภาวะที่เกิดขึ้นจากอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ มีผลกระทบให้เกิดการพัฒนากระบวนการผลิตที่มีมลภาวน้อยลง ได้ผลผลิตเยื่อมากขึ้น และสามารถใช้กับวัตถุดิบอื่น ๆ ได้มากขึ้นกว่าเดิม

การผลิตเยื่อกระดาษโดยทั่ว ๆ ไปอาจแบ่งกระบวนการผลิตได้สามแนวทาง คือ

(1) แบบต่อเนื่อง (continuous pulping) คือ จะทำการผลิตโดยต่อเนื่องเป็นขั้นตอนตลอดเวลา เช่น การผลิตเยื่อกระดาษของบริษัทเยื่อกระดาษสยาม จำกัด และบริษัทฟีนิกซ์ แอนด์เปเปอร์ จำกัด

(2) แบบไม่ต่อเนื่อง (discontinuous or batch pulping) คือ การผลิตโดยกระบวนการผลิตไม่ต่อเนื่อง วัตถุดิบที่ได้จากกระบวนการหนึ่งอาจถูกเก็บรอไว้ก่อนจะนำไปผลิตในกระบวนการต่อไป เช่น การผลิตเยื่อกระดาษของโรงงานกระดาษบางปะอิน

การผลิตเยื่อกระดาษโดยทำให้เส้นใยแตกตัวออกจากกัน (mode of fibre separation) ประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ หลายกระบวนการ ได้แก่

- (1) กระบวนการเชิงกล (Mechanical process)
- (2) กระบวนการเชิงกลที่ใช้ความร้อนและ/หรือสารเคมี (Thermomechanical chemimechanical and chemithermomechanical)
- (3) กระบวนการกึ่งเคมี (semichemical)
- (4) กระบวนการเคมี (chemical)

การฟอกเยื่อ กระดาษพิมพ์เขียนและกระดาษอีกหลายประเภทต้องการความขาว

เป็นคุณสมบัติที่สำคัญ จึงจำเป็นต้องมีการฟอกเยื่อ โดยหลักการอาจแบ่งกรรมวิธีฟอกเยื่อเป็น 2 ประเภท คือ

(1) การฟอกให้ขาวโดยไม่ละลายสารในเยื่อออก (yield preserving or lignin bleaching) เป็นการฟอกขาวโดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารที่ทำให้เกิดสีในเยื่อให้เป็นโครงสร้างที่ดูดกลืนแสงน้อยลง ได้แก่ การฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และไดไฮโดรไนท์ ส่วนใหญ่ใช้ในการฟอกเยื่อจากกระบวนการเชิงกล ขณะนี้ยังไม่มีการใช้วิธีฟอกแบบนี้ในประเทศไทย

(2) การฟอกให้ขาวโดยละลายสารที่ทำให้เกิดสีจากเยื่อ (lignin removal) การฟอกเยื่อแบบนี้เหมาะสมสำหรับการฟอกเยื่อเคมี ซึ่งมีสีคล้ำกว่าเยื่อจากกระบวนการอื่น แต่มีลิกนินซึ่งเป็นสารที่เป็นต้นเหตุของสีในเยื่ออยู่ในปริมาณต่ำ เมื่อแยกลิกนินออกมาผลผลิตเยื่อจะลดลงเล็กน้อย การฟอกแบบนี้ใช้คลอรีนและสารประกอบของคลอรีนเป็นพื้นฐาน และส่วนใหญ่เป็นการฟอกแบบหลายขั้นตอน (multi-stages) โดยเริ่มต้นจากการใช้คลอรีนเป็นอันดับแรก

กระบวนการผลิตเยื่อกระดาษหลักประกอบด้วย

- (1) การเตรียมวัตถุดิบ (raw material

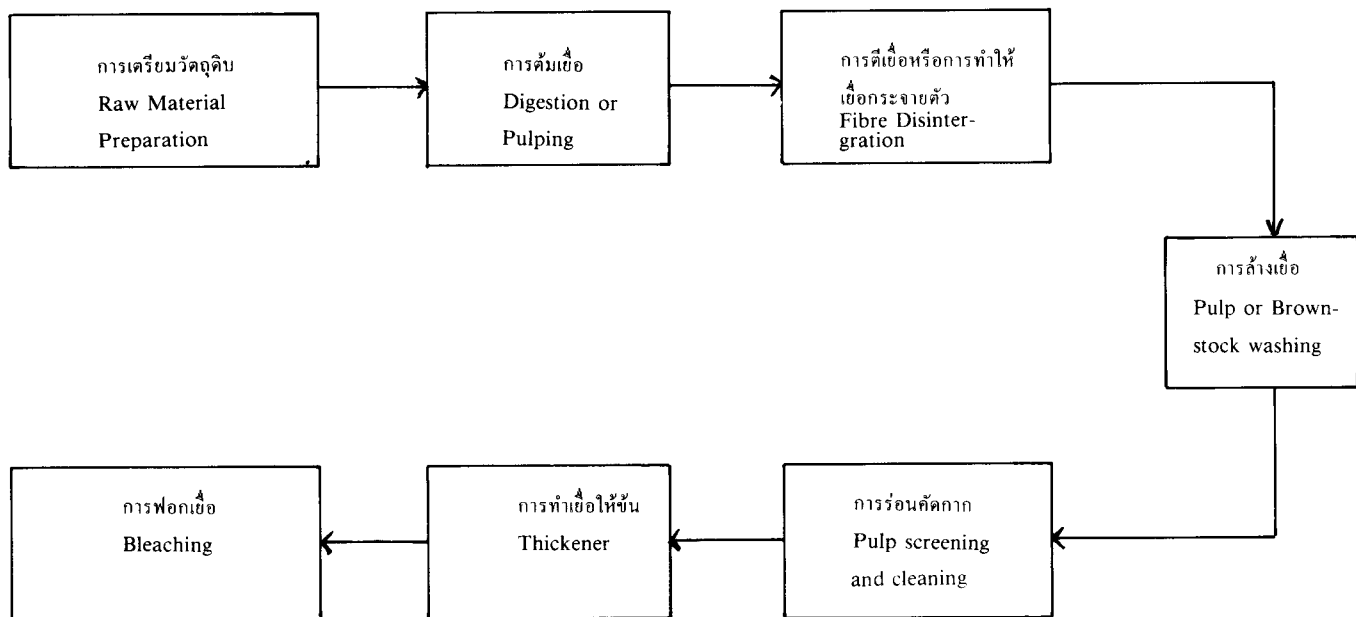
preparation)

- (2) การต้มเยื่อ (pulping)
- (3) การทำให้เยื่อกระจายตัว หรือการตีเยื่อ (fibre disintegration)
- (4) การล้างเยื่อ (pulp or brown-stock washing)
- (5) การร่อนคัดกาก (pulp screening and cleaning)
- (6) การทำเยื่อให้ข้น (thickening)
- (7) การฟอกเยื่อ (bleaching)

ซึ่งสามารถเขียนแผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของการผลิตได้ดังแผนภูมิที่ 7

เทคโนโลยีอุตสาหกรรมขนาดเล็กและกึ่งเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์เซรามิก

ดินในภาคอีสานส่วนใหญ่เป็นดินปนทรายที่มีปริมาณเหล็กสูง เมื่อนำมาเผาจะได้สีแดงเจดต่าง ๆ เช่น แดงสด แดงคล้ำ แดงดำ เป็นต้น สำหรับดินขาวนั้นพบบ้างแต่มื่อนำมาทดลองทำผลิตภัณฑ์เซรามิกแล้วจะได้ผลิตภัณฑ์สีแดงเช่นเดียวกัน ดินเหนียวในภาคอีสานเป็นดินที่เหนียวและทนไฟแต่มีเหล็กปน ดังนั้นเมื่อเผาแล้วจะให้สีแดง ชาวบ้านในภาคอีสานรู้จักการนำดินเหนียวมาใช้ทำผลิตภัณฑ์เซรามิกหรือที่เรานิยม



แผนภูมิที่ 7 แสดงกระบวนการผลิตเยื่อกระดาษ

ที่มา : รายงานการวิจัยเรื่อง "การศึกษาขีดความสามารถทางเทคโนโลยีของอุตสาหกรรมไทย"

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, 2529

เรียกกันว่าเครื่องปั้นดินเผา เช่น โถงสีแดงชนิดไม่เคลือบ ไหปลาร้า เป็นต้น ใช้กันทั่วไปในครัวเรือน สำหรับกรรมวิธีการผลิตนั้นยังไม่ได้รับการพัฒนา บางแห่งสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวได้ดีเฉพาะจนแกร่ง เช่นที่ท่าอุเทน จังหวัดนครพนม และบ้านด่านเกวียน อำเภอโคกชัย จังหวัดนครราชสีมา เป็นต้น แต่บางแห่งคุณภาพดีพอประมาณ เช่นที่กุมภวาปี และบ้านคำอ้อ จังหวัดอุดรธานี บ้านเชียงเครือ จังหวัดสกลนคร เป็นต้น

สำหรับดินเหนียวที่มีคุณภาพดีนั้นพบว่า บ้านเชียงเครือ จังหวัดสกลนคร และบ้านคำอ้อ จังหวัดอุดรธานี มีค่า Modulus of rupture สูง คือประมาณ 600 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว การหดตัวอยู่ในเกณฑ์ต่ำคือประมาณร้อยละ 10 - 13 และมีปริมาณอะลูมินาสูงคือร้อยละ 23-27 สามารถนำมาผลิตกระถาง, ภาชนะที่ใช้ในครัวเรือน, โถง และท่อดินได้

ตัวอย่างของดินในภาคอีสานที่สามารถนำมาทำผลิตภัณฑ์เซรามิกชนิดเนื้อสีแดงคือ ดินดำจากจังหวัดมหาสารคาม นำมาทำผลิตภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ เช่น อิฐก่อสร้าง กระถาง หม้อใส่ น้ำได้ โดยเผาในอุณหภูมิระหว่าง 800-1,050 องศาเซลเซียส แต่ถ้าต้องการผลิตภัณฑ์เนื้อแกร่งกว่านี้ควรผสมกับดินทรายรียมน้ำมูลซึ่งใช้ผสมทำผลิตภัณฑ์บ้านด่านเกวียนในปริมาณร้อยละ 35-50 โดยน้ำหนัก จะสามารถเผาได้ อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ทำผลิตภัณฑ์ประดับบ้านและสวน กระเบื้องปูพื้น เป็นต้น

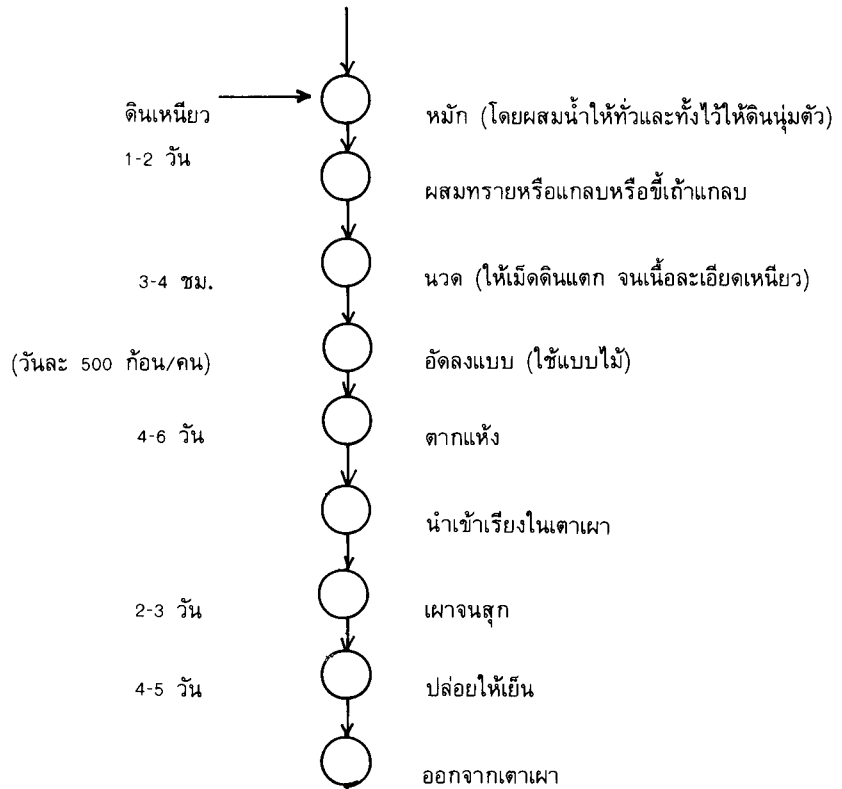
สำหรับเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกในภาคอีสานนั้นควรอยู่ในระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน ใช้วัตถุดิบในท้องถิ่น เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้เป็นงานหัตถกรรม เป็นเอกลักษณ์ในแต่ละท้องถิ่นกำลังการผลิตอยู่ในขนาดเล็ก การผลิตทำตามคำสั่งของลูกค้า เครื่องจักรอุปกรณ์ต่าง ๆ ผลิตและประกอบได้ภายในประเทศ

เทคโนโลยีการผลิตอิฐก่อสร้าง³

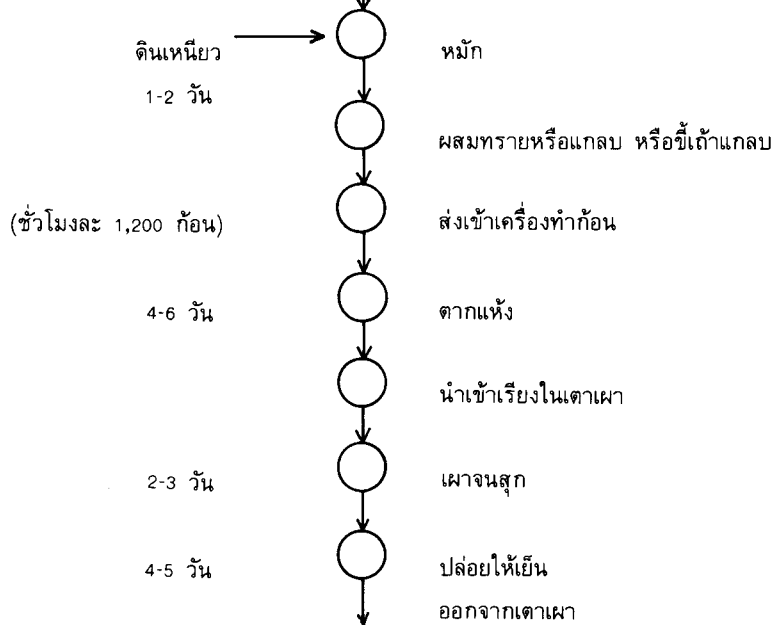
วิธีทำ

1. การทำด้วยมือ ใช้ดินเหนียวผสมกับทรายหรือเกลบหรือใช้ดินโคลนผสมกับเกลบ

แผนภูมิกรรมวิธีการผลิตอิฐที่ทำด้วยมือ



แผนภูมิกรรมวิธีการผลิตด้วยเครื่องจักร



ย่ำผสมน้ำอัดลงในแบบพิมพ์ได้ซึ่งวางอยู่บนลานดินที่เรียบ โดยโรยเถ้ากลบบนลานดิน และภายในพิมพ์เพื่อกันไม่ให้ดินผสมติดแบบพิมพ์ ปาดให้เรียบ ยกแบบพิมพ์ไม่ออกฝั่งไว้กลาง

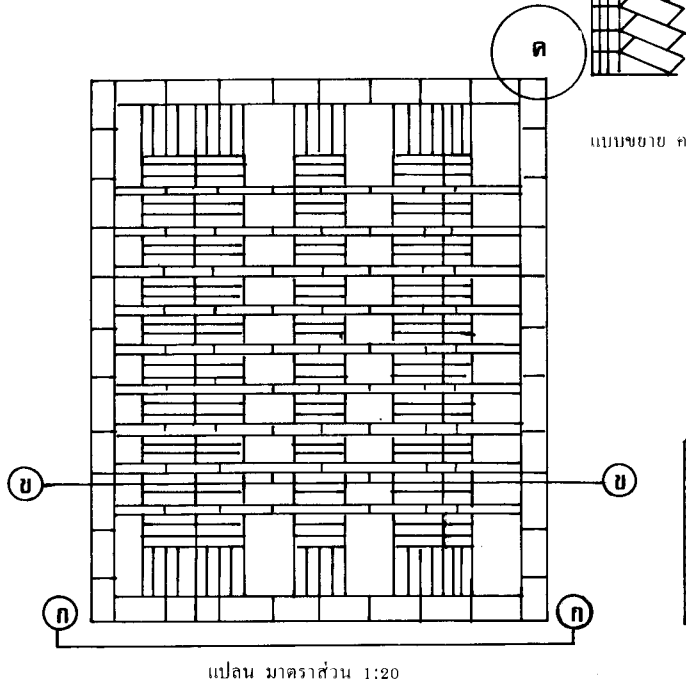
ลานดินให้แห้ง แล้วจึงนำเข้าเตาเผา

2. การทำด้วยเครื่องจักร ใช้ดินเหนียวผสมกับทรายหรือเกลบและน้ำ นำเข้าเครื่องนวดอัด รีดออกมาเป็นทางยาวตัดด้วยลวดเป็นแผ่นอิฐ

3 เอกสารทางวิชาการเรื่อง "อิฐก่อสร้าง" ศูนย์วิจัยและ พัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

รูปที่ 1 การเผาอิฐ ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

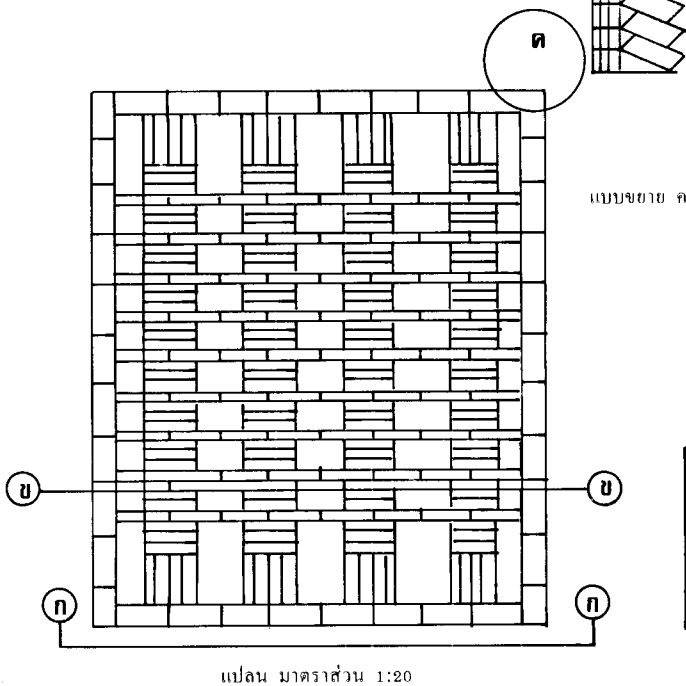
แสดงการเรียงอิฐ แบบที่ 1



ที่มา : เอกสารทางวิชาการเรื่อง "อิฐก่อสร้าง" ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

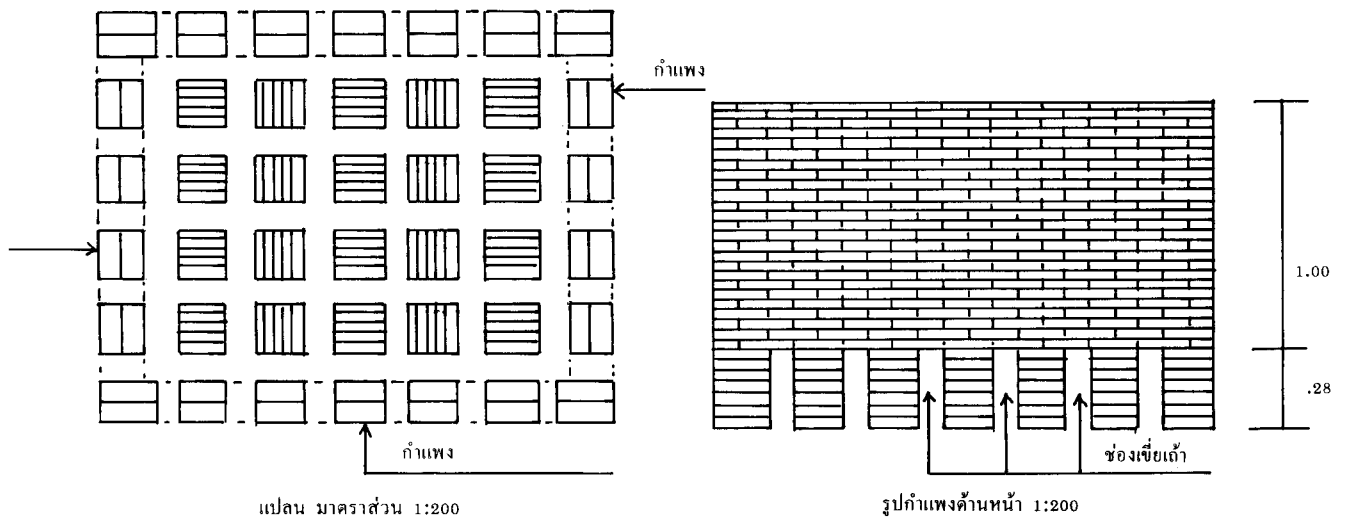
รูปที่ 2 การเผาอิฐ ใช้แกลบเป็นเชื้อเพลิง

แสดงการเรียงอิฐ แบบที่ 2



ที่มา : เอกสารทางวิชาการเรื่อง "อิฐก่อสร้าง" ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

รูปที่ 8 การเผาอิฐ ใช้กลบเป็นเชื้อเพลิง
แสดงการเรียงอิฐ แบบที่ 8



แปลน มาตราส่วน 1:200

รูปกำแพงด้านหน้า 1:200

ที่มา : เอกสารทางวิชาการเรื่อง "อิฐก่อสร้าง" ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเครื่องปั้นดินเผา

ผึ่งให้แห้งแล้วจึงนำเข้าเตาเผา

การตากแห้ง อิฐก่อสร้างที่ทำการผลิตเป็นก้อนแล้ว ต้องตากแห้งก่อนที่จะทำการเผา การตากแห้งในระยะแรกควรผึ่งไว้ในที่อับ ลมโกรกไม่ได้ ให้น้ำในอิฐระเหยไปทีละน้อย โดยเอาก่อนอิฐดินวางให้มีช่องโปร่ง ให้อากาศผ่านได้ พอดินหมาดแล้วเอาไปตั้งเรียงซ้อนกันเป็นชั้นๆ ในระยะต่อไปจึงผึ่งแดด ถ้ามีตาอบได้ก็ยิ่งดี การตากแห้งจะใช้เวลาประมาณ 7-10 วัน

การเผา การเผาด้วยอิฐมี 2 แบบ คือ

1. เผาด้วยเตาเผาชั่วคราว
2. เผาด้วยเตาเผาถาวร

การเผาด้วยเตาเผาแบบชั่วคราว

เผาอิฐดิบซึ่งผึ่งจนแห้งสนิทและตากแห้งเรียบร้อยแล้วไปวางเรียงซ้อนกันเป็นชั้น โดยเรียงตั้งเอาสันส่วนกว้างขึ้น ชั้นล่างเรียงโปร่ง บางแบบจะต้องเว้นช่องสำหรับใส่ฟืน (ถ้าเผาด้วยฟืน) ส่วนชั้นบนขึ้นมารีบบนติดกันแต่เว้นช่องระหว่างแผ่นไว้เพื่อให้ความร้อนอบได้ทั่วแผ่น การวางเรียงอิฐแบบนี้จะวางถี่ขึ้น และกว้างยาวเท่าใดก็ได้ตามแต่ปริมาณที่ต้องการ เท่าที่

ทำกันโดยมากเตาชั่วคราวนี้จะเผารั้งหนึ่งประมาณ 30,000-60,000 ก้อนสำหรับเตาที่เผาด้วยกลบมักจะให้กองอิฐสูงประมาณ 1.0-1.9 เมตร ทั้งนี้เพราะต้องการให้สะดวกเวลาเติมกลบเป็นเชื้อเพลิง ส่วนเตาที่เผาด้วยไม้ฟืนนั้นอาจต่อได้สูงถึง 2.0 เมตร

หลังจากเรียงอิฐดิบที่ต้องการเผาแล้ว จึงก่อผนังเตาโดยรอบโดยใช้อิฐดิบที่ไม่ได้ขนาดมาก่อโดยเรียงอิฐตั้งส่วนแบนขึ้น และให้มีระยะห่างจากกองอิฐที่จะเผาประมาณ 10-15 ซม. และต้องเว้นช่องไฟเอาไว้ให้ตรงกัน เมื่อก่อเสร็จแล้วก็ฉาบด้วยดินโคลนเพื่อให้เกาะตัวกันแน่นและกันไม่ให้ความร้อนระเหยออกได้เร็ว ด้านบนของเตาเผาแบบชั่วคราวนี้ถ้าเป็นเตาที่เผาด้วยกลบก็ปล่อยว่างไว้สำหรับเติมกลบไป ถ้าเป็นเตาแบบใช้ฟืนก็มักจะใช้อิฐดิบวางเรียงเปิดช่องโหว่ด้านบนด้วยวิธีเรียงอิฐที่นิยมใช้กันอยู่ตามตัวอย่างแสดงการเรียงอิฐตามรูปที่ 1 - 3

การเผาอิฐด้วยเตาเผาแบบถาวร

เตาเผาถาวรที่ใช้กันอยู่ตามโรงงานอุตสาหกรรมเป็นเตาเผาแบบทางระบายความ

ร้อนขึ้น และแบบทางระบายความร้อนลง มีรูปร่างต่าง ๆ กัน กลม สี่เหลี่ยม หรือเป็นเตายาว แบ่งออกเป็นห้อง ๆ ติดต่อกันไป เผาให้สุกทีละห้อง เมื่อห้องแรกสุกแล้วความร้อนที่ได้จากห้องแรกไปทำการอบอิฐในห้องที่สอง เมื่อเผาห้องที่สามความร้อนจากห้องที่สองก็ไปทำการอบอิฐในห้องที่สามติดต่อกันไปเรื่อย เมื่ออิฐที่เผาแล้วในห้องที่หนึ่งเย็นก็เอาออกจากเตาและบรรจุอิฐที่ยังไม่ได้เผาเข้าไปใหม่ เรียงกันอยู่เช่นนี้

การเผาความร้อนที่ใช้สูงสุดอยู่ระหว่าง 860° - $1,180^{\circ}$ ซ. การเผาเริ่มด้วยจุดไฟให้ฟืนหรือกลบไหม้คูลแล้วค่อยเร่งไฟโดยเติมฟืนหรือกลบให้ลุกไหม้ต่อเนื่องกันไปจนความร้อนอบเผาอิฐดิบเป็นอิฐสุก

(อ่านต่อฉบับหน้า)

การทำนํายางข้น จากนํายางธรรมชาติ

(The concentration of natural rubber latex)

พยับ นามประเสริฐ

นํายางข้นจากนํายางธรรมชาติ (concentrated natural rubber latex) ซึ่งในที่นี้จะเรียกว่า นํายางข้น หมายถึงนํายางที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้ง (dry rubber content, DRC) ประมาณ 60% ซึ่งทำได้โดยการนำนํายางธรรมชาติจากต้นยางพารา ที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งประมาณ 30% มาผ่านกระบวนการต่าง ๆ โดยอาจใช้ความร้อน ไฟฟ้า สารเคมีหรือพลังงานกล ทำให้มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งเพิ่มขึ้นเป็นประมาณ 60%

นํายางข้นนอกจากจะมีเนื้อยางแห้งสูงกว่านํายางธรรมชาติประมาณหนึ่งเท่าตัวแล้ว ยังมีคุณสมบัติอื่น ๆ ที่ดีกว่า คือนํายางข้นจะมีคุณภาพค่อนข้างแน่นอน เนื่องจากองค์ประกอบที่ไม่ใช่ยางที่มีอยู่ในนํายางธรรมชาติ จะถูกกำจัดออกไปในระหว่างกระบวนการทำนํายางข้น และนํายางข้นยังสามารถเกาะยึดกับแบบพิมพ์ได้ง่ายกว่า และแน่นกว่านํายางธรรมชาติด้วย นอกจากนี้เนื้อสุทศกรรมที่ใช้นํายางเป็นวัตถุดิบมีความ

ต้องการใช้นํายางที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้งประมาณ 60% มากกว่านํายางที่มีความเข้มข้นของเนื้อยางแห้ง 30% เช่น อุตสาหกรรมการทำยางฟองน้ำ (latex foam rubber) และถ้าพิจารณาในแง่เศรษฐศาสตร์การขนส่งนํายางข้น จะช่วยประหยัดค่าขนส่งได้ครึ่งหนึ่งของนํายางธรรมชาติอีกด้วย

วิธีการทำนํายางข้นมี 4 วิธีคือ 1) การระเหยนํายาง (Evaporation) 2) การทำให้เกิดครีม (Creaming) 3) การใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuging) 4) การใช้กระแสไฟฟ้า (Electrodecentration) ซึ่งวิธีการระเหยนํายางเป็น การใช้ความร้อนระเหยนํายางออกไปเท่านั้น ดังนั้นองค์ประกอบที่ไม่ใช่ยางจะไม่เปลี่ยนแปลง และการกระจายของขนาดเม็ดยาง (particle size distribution) ก็ไม่เปลี่ยนแปลงด้วย ส่วนที่เหลืออีก 3 วิธีนั้น องค์ประกอบที่ไม่ใช่ยางบางส่วนจะถูกกำจัดออกไป และการกระจายของขนาดเม็ดยางก็จะแตกต่างกันไปจากนํายางธรรมชาติที่นำ

มาผลิต เพราะขณะทำการผลิต องค์ประกอบที่มีขนาดเล็กจะถูกกำจัดออกไปด้วย

1. การระเหยนํายาง (Evaporation)

เป็นการใช้พลังงานความร้อนทำให้นํายางระเหยไป เพื่อให้นํายางมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้น ดังนั้นองค์ประกอบต่าง ๆ ของนํายางจะไม่เปลี่ยนแปลง และการกระจายของขนาดเม็ดยางก็ไม่เปลี่ยนแปลงด้วย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำนํายางข้นวิธีนี้มีหลายแบบ แบบที่แสดงในรูปที่ 1 ถึงใส่นํายางมีลักษณะเป็นทรงกระบอกนอน มีผนัง 2 ชั้น และมีแกนหมุนได้รอบตามแนวนอน ในถังใส่แท่งเหล็กกลางยาวไปตามความยาวของถัง เมื่อถังหมุนรอบแกนแท่งเหล็กนี้ก็จะหมุนไปด้วย ซึ่งจะช่วยให้กวนนํายางให้มีความเข้มข้นสม่ำเสมอ ไม่ตกตะกอน และช่วยเพิ่มพื้นที่ผิวของนํายางให้เกิดการระเหยได้เร็วขึ้น เมื่อนํายางได้รับความร้อนจากนําร้อนที่ผ่านไประหว่างผนังของถัง น้ำในนํายางจะระเหยกลายเป็นไอ ขณะเดียวกันลมเย็นที่เป่าผ่านไปในถังจะพาเอาไอนํายางออกไป

นอกจากนี้ยังมีแบบอื่นอีก เช่น แบบของ Metallgesellschaft Aktiengesellschaft โดยนำนํายางที่ผสมสารป้องกันการตกตะกอนและสารป้องกันการจับตัวกันแล้วมาทำให้ร้อนที่ 90°C. แล้วฉีดผ่านหัวฉีดให้เป็นฝอยเข้าไปในห้องระเหยที่ลดความดันลงเหลือเพียง $\frac{1}{10}$ ของความดันบรรยากาศ น้ำในนํายางจะระเหยกลายเป็น

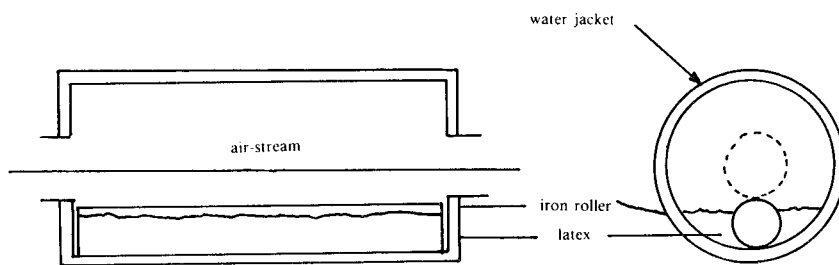


FIG. 1 Typical apparatus for concentrating natural rubber latex by evaporation, as envisaged by B.Pat. 244, 727

เป็นไอออกไป ซึ่งใน 1 ครั้งจะระเหยน้ำออกไปได้ประมาณ 7% ดังนั้นจะต้องทำซ้ำหลายครั้งเพื่อให้ น้ำยางมีความเข้มข้นตามที่ต้องการ (ถ้าต้องการ ทำให้น้ำยางมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นจาก 35% เป็น 75% ต้องทำซ้ำถึง 11 ครั้ง)

ปัจจุบันแบบที่นิยมใช้กันคือ Luwa thin-layer หรือ Luwa turbulent-film evaporator ดังรูปที่ 2

โดยน้ำจะระเหยออกจากแผ่นฟิล์มบาง ๆ ของน้ำยางที่กำลังเคลื่อนไหวยาวรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้อุณหภูมิสูงมากนัก เครื่องทำให้น้ำยางข้นนี้เรียก concentrator ซึ่งประกอบด้วยถังขึ้นรูปทรงกระบอกที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน โดยส่วนหนึ่งจะอยู่บนอีกส่วนหนึ่ง และทางเข้าของน้ำยางจะอยู่ระหว่าง 2 ส่วนนี้ ส่วนบนเรียก separator ส่วนล่างเรียก evaporator ส่วนล่างจะทำหน้าที่ระเหยน้ำและส่วนบนจะทำหน้าที่แยกเอาไอน้ำออกไปที่โรเตอร์ (rotor) ทั้งสองส่วนจะมีครีบริบติดอยู่โดยรอบขอบของครีบริบส่วนล่างจะอยู่ห่างจากผนังของถัง ซึ่งเป็นตัวถ่ายเทความร้อนให้กับน้ำยางเพียง 0.03 ถึง 0.06 นิ้วเท่านั้น สำหรับถังส่วนบนซึ่งเริ่มตั้งแต่ทางเข้าของน้ำยางขึ้นไปนั้น ผนังด้านในจะทำเป็นครีบริบไว้ด้วย เมื่อน้ำยางเข้าไปในถังส่วนล่าง โรเตอร์จะหมุนและครีบริบของโรเตอร์จะกว่นให้น้ำยางหมุนไปรอบ ๆ ผนังที่ร้อน น้ำยางซึ่งมีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ ที่กำลังเคลื่อนไหวยาวรวดเร็วจะได้รับความร้อนจากผนังทำให้น้ำระเหยออกไปและไหลเป็นเกลียวลงไปตามผนังที่ร้อนสู่ทางออกด้านล่าง ส่วนน้ำจะระเหยขึ้นไปตามแนวแกนของโรเตอร์ สู่ถังส่วนบนและแยกออกไปได้ ขณะเดียวกันน้ำยางบางส่วนที่อาจถูกเหวี่ยงขึ้นไปอยู่ในส่วนของ se-

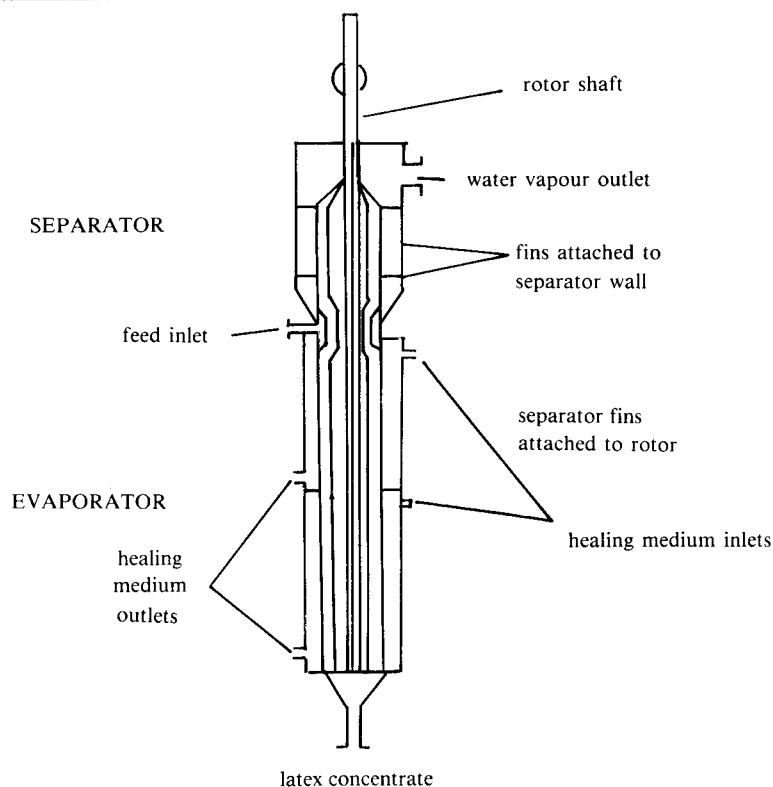


FIG. 2 Luwa thin-layer evaporator

parator จะไปกระทบกับครีบริบที่ผนังของถัง แล้วรวมตัวกันไหลลงมาในส่วน evaporator ข้อดีของ concentrator คือ น้ำยางจะถูกทำให้หมุนไปบนผนังของ evaporator เพียง 20 วินาทีเท่านั้น ก็จะไหลออกทางด้านล่าง ทำให้น้ำยางได้รับความร้อนไม่มากนัก

2. การทำให้เกิดครีม (Creaming)

การทำน้ำยางให้เกิดเป็นครีม ทำโดยการเติมสารช่วยให้เกิดครีม (creaming agent) ซึ่งเป็นสารพวก hydrocolloids ที่ละลายน้ำได้ ปริมาณเล็กน้อยลงไปให้น้ำยาง นอกจากสาร hydrocolloids เช่น ammonium alginate แล้ว ถ้าเติมสบูกลงไปเล็กน้อยด้วยจะช่วยเร่งให้ครีม

เกิดเร็วขึ้น ถ้าเริ่มจากน้ำยางซึ่งมี ammonia ประมาณ 1% โดยน้ำหนัก เมื่อเติมสารช่วยให้เกิดครีมที่ละลายอยู่ในน้ำลงไป 0.1% กวนเป็นเวลา 1 ชม. แล้วทิ้งไว้อีกประมาณ 40 ชม. ครีมก็จะเกิดจนเต็ม ที่ แยกเอาหางน้ำยาง (skim) ออก ส่วนน้ำยางข้นที่ได้ให้นำมาปรับปริมาณ ammonia เป็น 0.8% นำไปเก็บรวมไว้ในถังขนาดใหญ่อีกหลาย ๆ วัน เพื่อให้การเกิดครีมสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และการนำเอาน้ำยางข้นหลาย ๆ รุ่น (batch) มารวมกัน จะช่วยให้น้ำยางข้นมีคุณสมบัติสม่ำเสมอ หลังจากนั้นแยกเอาหางน้ำยางออกอีกครั้งหนึ่ง แล้วกวนน้ำยางข้นต่อไปอีก 1-2 วัน เพื่อให้น้ำยางข้นเป็นเนื้อเดียวกัน

จึงส่งออกจำหน่ายต่อไป

การทำนํ้ายางชั้นโดยวิธีทำให้เกิดครีม มีข้อดีคือ อุปกรณ์ที่ใช้เป็นอุปกรณ์ง่าย ๆ และวิธีทำก็ง่าย ใช้แรงงานและพลังงานน้อย เนื้อยางที่สูญเสียไปกับทางนํ้ายางค่อนข้างน้อย ข้อเสียคือเป็นวิธีการที่ช้าต้องใช้เวลามาก และการเกิดครีมจะเร็วหรือช้าขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของนํ้ายางที่นำมาผลิตด้วย คุณสมบัติของนํ้ายางชั้นเกิดการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลาระหว่างการเก็บและการขนส่ง นอกจากนั้นตลาดมีความต้องการใช้นํ้ายางชั้นที่ผลิตโดยวิธีใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (centrifuging) มากกว่า

สารที่ช่วยให้เกิดครีมและปริมาณที่ใช้

ชื่อสาร	ปริมาณที่ใช้, %
sodium alginate	0.211
methyl cellulose	0.292
locus bean gum	0.135
gum tragacanth	0.1
carageenin	0.091

3. การใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง (Centrifuging)

วิธีใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในการผลิตนํ้ายางชั้น เป็นวิธีการทำให้เกิดครีมโดยไม่ต้องใช้สารเคมี เครื่องหมุนเหวี่ยงที่ใช้ทำนํ้ายางชั้นมีหลายแบบ แต่แบบที่นิยมใช้กันมากเป็นแบบของ de Laval ดังรูปที่ 3 (a) และ (b)

นํ้ายางก่อนเข้าเครื่องต้องปรับปริมาณ ammonia เสียก่อน ปริมาณ ammonia นี้ขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการเก็บนํ้ายางหลังจากนำมาจากสวน ถ้านำนํ้ายางจากสวนมาเข้าเครื่องทันที ใช้ปริมาณ ammonia เพียง 0.25% แต่ถ้าำนํ้ายางมาเก็บไว้ 2 วัน แล้วจึงนำเข้าเครื่อง ควรใช้ปริมาณ ammonia 0.8% นํ้ายางจะถูกส่งผ่านตัวควบคุมปริมาณ เพื่อควบคุมให้นํ้ายางเข้าสู่ถังเครื่องหมุนเหวี่ยงอย่างสม่ำเสมอ แล้วนํ้ายางจะไปอยู่ที่หัวจ่าย (distributor) เพื่อจ่ายนํ้ายางไปสู่ถังส่วนล่าง นํ้ายางจะถูกหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็วสูงผ่านรูเล็ก ๆ ไปตามชั้นโลหะจำนวนมากที่เรียงกันอยู่เป็นชั้น ๆ มีลักษณะคล้ายกรวย (separator discs) ชั้นโลหะนี้จะแยกนํ้ายางชั้นและหางนํ้ายางออกจากกัน โดยนํ้ายางชั้นจะไหลขึ้นด้านบนเข้าหาจุดศูนย์กลางของการหมุนและไหลออกจากถังที่ช่องทางออกไปตามทางออกของนํ้ายางชั้น (cream gulley) ส่วนหางนํ้ายางจะถูกหมุนเหวี่ยงออกจากจุดหมุนไปตามชั้นโลหะ ลงสู่ด้านล่างของถัง และไหลออกที่ช่องทางออก (orifices) ซึ่งมีสกรู (regulating screws) เป็นตัวควบคุมออกไปตามทางออกหางนํ้ายาง (skim gulley) ถังเครื่องหมุนเหวี่ยงนี้จะหมุนด้วยความเร็วประมาณ 6,000 รอบต่อนาที ซึ่งความเร็วนี้จะทำให้เกิดอัตราเร่งหนีศูนย์กลางในระยะ 6 นิ้วจากจุดศูนย์กลางประมาณ 6,160 กรัม

ขณะเครื่องหมุนเหวี่ยงทำงานนั้น ความเข้มข้นของนํ้ายางภายในเครื่องจะเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยปริมาณเนื้อยางแห้งในนํ้ายางจะมากที่สุดที่จุดศูนย์กลางของการหมุนและจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อห่างออกไปจนถึงขอบถัง ดังนั้นในการออกแบบเครื่อง จะต้องให้นํ้ายางที่ใส่เข้าไปในเครื่อง เริ่มถูกหมุนเหวี่ยงในถึงบริเวณที่มีความเข้มข้นเท่ากับความเข้มข้นของนํ้ายางที่ต้องการจะผลิต เพราะกระบวนการแยกนํ้ายางชั้นออกจากหางนํ้ายางจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และได้นํ้ายางที่มีความเข้มข้นตามความต้องการทันที ดังนั้นจึงต้องรับนํ้ายางชั้นออกไปอย่างรวดเร็ว มิฉะนั้นนํ้ายางจะมีความเข้มข้นมากเกินไปจนเกิดความเค็ม นํ้ายางชั้นที่เกิดขึ้นจะต้องรีบเคลื่อนต่อไปยังบริเวณที่มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางน้อยและออกไปจากเครื่อง ส่วนหางนํ้ายางที่ไหลผ่านเครื่องค่อนข้างยากจะผ่านไปบริเวณที่มีแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ สำหรับวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องนั้น ชิ้นส่วนที่จะต้องสัมผัสกับนํ้ายางอยู่เสมอ ควรทำจากวัสดุที่สามารถทนการกัดกร่อนของ ammonia อย่างอ่อนได้ และจะต้องไม่ปนเปื้อนกับนํ้ายางด้วย เช่น ตัวถัง หัวจ่ายนํ้ายาง ทางเดินของนํ้ายางควรทำจากเหล็กเคลือบดีบุก ส่วนชั้นโลหะที่ทำหน้าที่แยกนํ้ายางชั้นออกจากหางนํ้ายาง (separator discs) และช่องทางออก (orifices) ของหางนํ้ายางควรทำด้วยสแตนเลสสตีล

สิ่งสำคัญที่ควรคำนึงในการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง

1. อัตราการไหลของนํ้ายาง ถ้านํ้ายางไหลเข้าเครื่องช้า จะทำให้เครื่องมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น นํ้ายางชั้นที่ได้จะมีความเข้มข้นมากขึ้น และนํ้ายางชั้นที่มีความเข้มข้นมากเกินไป อาจจะไปเกาะติดกับเครื่องได้
2. ความเร็วเชิงมุมของเครื่อง ถ้าเครื่องหมุนเร็วขึ้น ความเร็วเชิงมุมของเครื่องก็จะเพิ่มขึ้น ทำให้ประสิทธิภาพของเครื่องเพิ่มขึ้นด้วย
3. ความยาวของสกรูควบคุม (regulating screws) การเลือกใช้สกรูควบคุมความยาวขนาดต่าง ๆ กัน ใส่ที่ช่องทางออกของหางนํ้ายาง ทำให้สามารถควบคุมความหนาแน่นที่แตกต่างกันของนํ้ายางชั้นกับหางนํ้ายางให้สมดุลได้

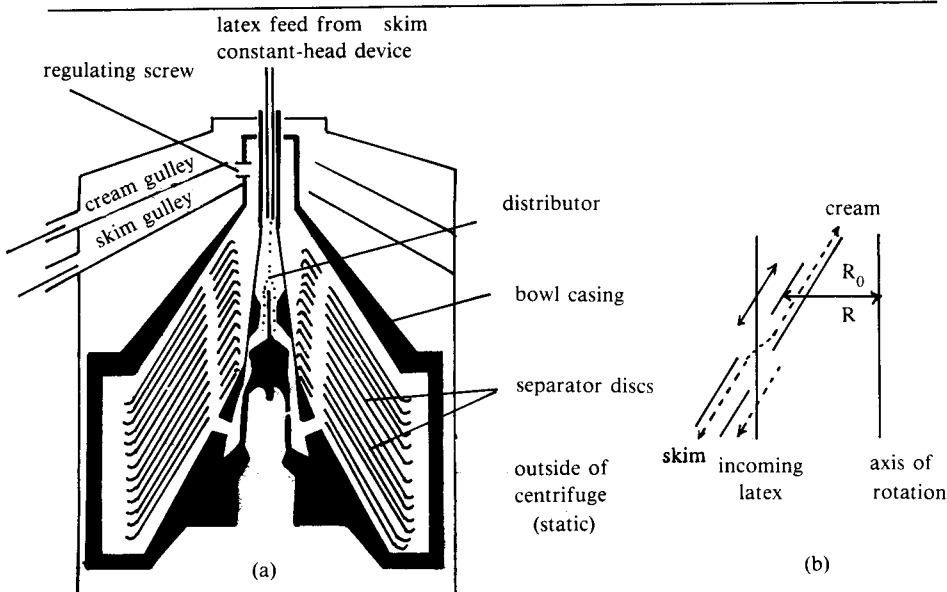


FIG. 3 (a) Diagrammatic section through bowl of de Laval centrifuge, illustrating path of latex (b) illustrating effect of separator discs

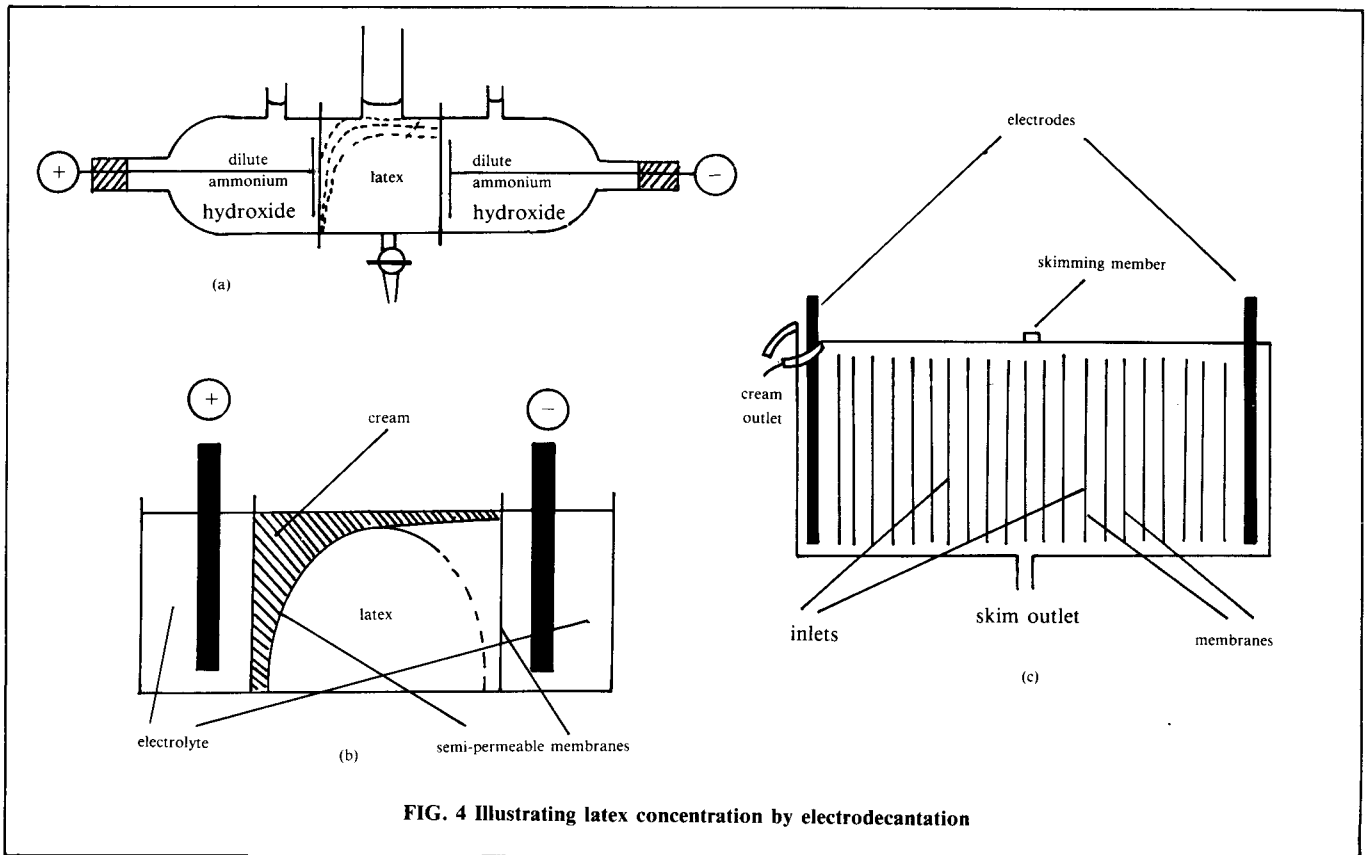


FIG. 4 Illustrating latex concentration by electrodecentration

คือสามารถควบคุมปริมาณยางแห้งในน้ำยางชั้นให้สัมพันธ์กับทางน้ำยางได้นั่นเอง ถ้าสมมติว่าน้ำยางภายในเครื่องหมุนเหวี่ยงมีลักษณะคล้ายทรงกระบอก เนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีค่าน้อยมาก เมื่อเทียบกับความแรงเนื่องจากแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ในสภาวะที่คงที่ (steady state) ความดันที่ช่องทางออกของน้ำยางชั้นและทางน้ำยางจะมีค่าเท่ากัน แต่ช่องทางออกของน้ำยางชั้นถูกกำหนดมาแล้วแน่นอนแล้ว ส่วนทางออกของทางน้ำยางสามารถปรับได้โดยการปรับความยาวของสกรูควบคุม ดังรูป 3(a) ถ้าใช้สกรูควบคุมขนาดสั้นทำให้ช่องทางออกของทางน้ำยางตามแนวราบเพิ่มขึ้น ซึ่งจะทำให้ น้ำยางชั้นและทางน้ำยางมีความหนาแน่นแตกต่างกันมากขึ้น โดยน้ำยางชั้นจะมีเนื้อยางแห้งมากขึ้น และปริมาณทางน้ำยางก็มากขึ้นด้วย

ประสิทธิภาพของเครื่องหมุนเหวี่ยงพิจารณาได้จากอัตราส่วนของปริมาณน้ำยางที่เข้าเครื่องและปริมาณน้ำยางชั้นที่ได้จากเครื่อง ดังนั้นถ้ากำหนดให้ c เป็นน้ำหนักของน้ำยางชั้นที่มีเนื้อยางแห้ง $C\%$ ที่ได้จากเครื่องและ f เป็น

น้ำหนักของน้ำยางที่มีเนื้อยางแห้ง $F\%$ ที่เข้าสู่เครื่อง ดังนั้นประสิทธิภาพของเครื่อง (E) จะเขียนได้ดังนี้

$$E = \frac{C \cdot c}{F \cdot f}$$

$$E = \frac{C(F-S)}{F(C-S)}$$

เมื่อ S = เปอร์เซนต์เนื้อยางแห้งในทางน้ำยางที่ออกจากเครื่อง ดังนั้นถ้าใช้ตัวเลขทั่ว ๆ ไปคือ

$$E = 30\%$$

$$C = 60\%$$

$$S = 5\%$$

$$\text{จะได้ } E \approx 0.90 \text{ และ } \frac{c}{f} \approx 0.5$$

ดังนั้นถ้าใช้น้ำยางธรรมชาติที่มีความเข้มข้น 30% และกระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ 90% แล้ว จะได้น้ำยางชั้น 60% และทางน้ำยาง 5% ในปริมาณที่ใกล้เคียงกัน แต่ในอุตสาหกรรมจริง ๆ แล้วพบว่า ประสิทธิภาพของเครื่องมือจะน้อยกว่า 90% คือจะอยู่ที่ 85% เท่านั้น

4. การใช้กระแสไฟฟ้า (Electro-decantation)

วิธีทำน้ำยางชั้นโดยใช้กระแสไฟฟ้า เป็นวิธีที่ได้มาจากการสังเกตพบของนายพอลลี (Pauli) ว่า เมื่อทำให้สารละลาย เช่น สารละลายกรดซิลิซิค (silicic acid) บริสุทธิ์ โดยวิธีแยกด้วยกระแสไฟฟ้า (electrodialysis) ระหว่าง semi-permeable membranes ที่วางอยู่ในแนวตั้ง บางครั้งเกิดการแยกของสารละลายออกเป็นชั้น ๆ ตามความเข้มข้น โดยชั้นที่มีความเข้มข้นมากจะอยู่ด้านล่างสุด ถ้าสารที่ถูกกระจาย (dispersed material) มีความหนาแน่นน้อยกว่าตัวทำกระจาย (dispersion medium) และในทางตรงกันข้ามชั้นที่มีความเข้มข้นมากจะอยู่ด้านล่างสุด ถ้าสารที่ถูกกระจายมีความหนาแน่นมากกว่าตัวทำกระจาย ซึ่งปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นเนื่องจากอิทธิพลของกระแสไฟฟ้าและแรงดึงดูดของโลก ที่กระทำต่อสารที่ถูกกระจาย ดังรูปที่ 4 (a)

หลักการทำน้ำยางชั้นโดยใช้กระแสไฟฟ้า แสดงได้ดังรูป 4 (b) ความแตกต่างของพลังงาน

จากขั้วไฟฟ้าทั้งสอง ทำให้เม็ดขนาดเล็ก ๆ ซึ่งมีประจุเป็นลบเคลื่อนที่เข้าหาขั้วไฟฟ้าบวก แต่เนื่องจากถูก semi-permeable membrane กันเอาไว้ และความแตกต่างของพลังงาน (potential gradient) ไม่มากนัก เม็ดจึงไปเกาะกันเป็นกลุ่มก้อน (agglomerates) อย่างหลวม ๆ เกิดเป็นครีมอยู่ที่ผิวของ membrane และขณะเดียวกันก็เกิดเป็นชั้นของครีมขึ้นที่ผิวของภาชนะด้วย ดังนั้นจึงต้องสลับขั้วไฟฟ้าเป็นระยะ ๆ เพื่อให้เม็ดย้ายไปเกาะที่ผิวของ membrane สลับข้างกันไปเป็นการป้องกันไม่ให้ semi-permeable membrane เกิดการอุดตัน ซึ่งจะทำให้การเกิดครีมเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ยิ่งถ้าใช้พลังงานมาก ความแตกต่างของพลังงานก็จะมาก การสลับขั้วไฟฟ้าก็ต้องกระทำมากขึ้น ในทางปฏิบัติพบว่า การสลับขั้วไฟฟ้าควรกระทำทุก 2 ถึง 10 นาที และเนื่องจากระบบมีความเฉื่อยสูง จึงไม่สามารถใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ จำเป็นต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องมือสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมทำนํ้ายางชั้นโดยใช้กระแสไฟฟ้าของนายเมอร์ฟี (Murphy) ดังรูป 4 (c) อัตราเร็วในการแยกนํ้ายางให้เป็นนํ้ายางชั้นและหางนํ้ายาง จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนของ semi-permeable membrane ที่อยู่ระหว่างขั้วไฟฟ้าทั้งสอง โดยกระแสไฟฟ้า

จะทำให้นํ้ายางชั้นและหางนํ้ายางแยกออกจากกันที่ผิวของ semi-permeable membrane แต่ละอัน เครื่องมือที่สร้างโดยนายแมดจ์ (Madge) มีการใช้แผ่น membrane ทั้งหมดถึง 150 แผ่น นอกจากนั้น ถ้าควบคุมให้นํ้ายางเข้าสู่ถึงอย่างสม่ำเสมอ และนำเอานํ้ายางชั้นและหางนํ้ายางที่เกิดขึ้นออกไปอย่างสม่ำเสมอแล้ว การแยกโดยวิธีนี้จะกระทำต่อเนื่องได้หลาย ๆ วัน โดยไม่ต้องหยุดเครื่องเลย การนำเอานํ้ายางชั้นออกไปอย่างสม่ำเสมอ จะทำให้คุณภาพนํ้ายางชั้นสม่ำเสมอ ในการป้อนนํ้ายางเข้าสู่เครื่อง ต้องระมัดระวังไม่ให้เกิดกระแสคลื่นของนํ้ายางภายในเครื่อง ตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับป้อนนํ้ายางเข้าสู่เครื่องมือจะต้องผ่านทางรูด้านข้างซึ่งสูงจากกันถึงขึ้นมา $\frac{1}{3}$ ของความสูงแผ่น membrane ส่วนระดับของนํ้ายางชั้นควรควบคุมให้อยู่สูงกว่าแผ่น membrane ประมาณ 1 นิ้ว และมีพายคอยกวาดนํ้ายางชั้นออกไปทางขอบถึง ส่วนหางนํ้ายางจะผ่านที่ควบคุมปริมาณออกทางด้านล่างของถัง ขั้วไฟฟ้าควรทำจากสแตนเลสและอยู่ที่บริเวณขอบถึงทั้งสองข้าง มีที่ต่อสายไฟฟ้าและที่ระบายแก๊สที่เกิดขึ้นด้วย แผ่น membrane ใช้ cellophane โดยมีที่ยึดภายในถังและมีแท่งแก้วช่วยพยุงให้ตั้งตรง ตัวถังทำด้วยไม้ฉาบด้วยขี้ผึ้งหรือไข (wax) ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้น้อย

มาก นายสตีเวนส์ (Stevens) กล่าวว่าใช้ประมาณ 20-60 วัตต์ ต่อชั่วโมงต่อการผลิตนํ้ายางชั้น 1 ปอนด์ ถ้าสมมติว่าใช้นํ้ายางที่มีความเข้มข้น 35% และความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้า (voltage gradients) เท่ากับ 1 โวลต์ต่อ 1 เซนติเมตร ดังนั้นถ้าใช้เครื่องของ Murphy โดยคิดเพียงหน่วยเล็ก ๆ ของเครื่อง 1 หน่วย และให้มีพื้นที่ของ membrane เท่ากับ 100 ตารางฟุต ก็จะได้นํ้ายางชั้นประมาณ 2 แกลลอนต่อชั่วโมง แต่ นายสตีเวนส์กล่าวว่าเขาเคยทำได้มากกว่า 7 แกลลอนต่อชั่วโมง

การควบคุมอุณหภูมิของถังก็นํ้ายางเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะพลังงานไฟฟ้าจะทำให้อุณหภูมิของถังก็นํ้ายางเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การนำไฟฟ้าของถังก็นํ้ายางเพิ่มขึ้น เป็นผลให้สิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้า และทำให้ผิวของ membrane เกิดการอุดตันได้ ดังนั้นถ้าอุณหภูมิห้องสูง ควรจะให้นํ้ายางเย็นก่อนที่จะปล่อยเข้าสู่ถัง ในถังอาจเติมสารช่วยประจุลบ พวก anionic surface-active ลงไปเล็กน้อย เพื่อไปช่วยเพิ่มประจุลบให้กับนํ้ายางซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพดีขึ้น

การทำนํ้ายางชั้นโดยใช้กระแสไฟฟ้านี้ หางนํ้ายางจะมีเนื้อยางน้อยมาก ปกติจะไม่เกิน 1.5% เมื่อเปรียบเทียบกับวิธี centrifuge ซึ่งในหางนํ้ายางจะมีเนื้อยางประมาณ 7% นอกจากนั้นวิธีนี้เหมาะสำหรับทำนํ้ายางชั้นที่ต้องการให้มีองค์ประกอบที่ไม่ใช่ยางต่ำ โดยการนำนํ้ายางชั้นที่ได้ไปทำให้เจือจาง และทำให้เข้มข้นใหม่ซ้ำหลาย ๆ ครั้ง นํ้ายางชั้นที่ได้เหมาะสำหรับใช้เคลือบเส้นลวดที่ต้องการให้มีความเป็นฉนวนไฟฟ้าสูง เนื่องจากหางนํ้ายางมีปริมาณเนื้อยางเหลืออยู่น้อยมาก ดังนั้นการกระจายของขนาดเม็ดยางในนํ้ายางชั้น จะใกล้เคียงกับการกระจายของขนาดเม็ดยางในนํ้ายางธรรมชาติมากกว่า นํ้ายางชั้นที่ได้จากการ centrifuge ข้อยเสียของนํ้ายางชั้นที่ผลิตโดยใช้กระแสไฟฟ้า คือ

1. ขบวนการเกิดขึ้นช้า
2. นํ้ายางชั้นที่ได้ไม่เหมาะที่จะนำไปทำ

ฟองน้ำเหมือนกับนํ้ายางชั้นที่ได้จากการ centrifuge

เอกสารอ้างอิง

Blackley, D.C., High Polymer Latices, Vol. 1, London ; MacLaren and Sons Ltd., 1966.



นายเกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา อธิบดี
กรมวิทยาศาสตร์บริการ มอบของที่ระลึกให้แก่
ข้าราชการและลูกจ้างของกรมวิทยาศาสตร์ฯ ที่
ครบเกษียณอายุพร้อมทั้งจัดเลี้ยงเป็นการอำลา



กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับสถาบัน
วิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
และสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์
และเทคโนโลยี จัดสัมมนาเรื่องมาตรฐานวิทยา
และห้องปฏิบัติการมาตรฐานวิทยา โดยมีนายเกษม
สนิทวงศ์ ณ อยุธยา อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์
บริการ เป็นประธานเปิดงาน ณ ห้องราชเทวี
โรงแรมเอเชีย





Mrs.Nu Yuru, Mr.Lin Kun บรรณารักษ์
จากสาธารณรัฐประชาชนจีน และเจ้าหน้าที่
กรมป่าไม้และสิ่งแวดล้อม กระทรวงกลาโหม
และป่าไม้ สาธารณรัฐประชาชนลาว เข้าเยี่ยม
ชมกิจการห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ฯ





นายเกษม สนิทวงศ์ ณ อยุธยา ให้การต้อนรับ Mr.Prider Koenz และ Mr.Lee Yuke Chin จาก WIPO ซึ่งเข้าพบเพื่อปรึกษางานทางด้านข้อเสนอทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี พร้อมทั้งชมกิจการห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์ฯ



กรมวิทยาศาสตร์บริการ อบรมปฐมนิเทศข้าราชการและลูกจ้างที่เข้าปฏิบัติงานใหม่ ณ ห้องประชุมชั้น 6 อาคาร ดร.ตัว ลพานุกรม

นางอนามัย สิงห์พันธุ์ ผู้อำนวยการกองฟิลิกส์และวิศวกรรม แลกเปลี่ยนความคิดเห็นเรื่องมาตรฐานวิชาการกับการพัฒนาอุตสาหกรรม อุปกรณ์เสียง ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ





นางวรุณี ติรมงคล ผู้อำนวยการกองการ
วิจัย แลกข่าวแก่สื่อมวลชน เรื่องการปรับปรุง
คุณภาพผ้าฝ้ายสู่ชนบท ณ ห้องประชุมกระทรวง
วิทยาศาสตร์ฯ

การฝึกอบรมทางวิชาการ

อบรมและแนะนำงานต่าง ๆ ของกรม
วิทยาศาสตร์บริการให้แก่ข้าราชการที่เข้าใหม่
อบรมการวิเคราะห์เชื้อเพลิง หล่อลื่น
การใช้เครื่องหาความชื้นและวิเคราะห์เคมีวิเคราะห์
(ภาคปฏิบัติการ) เคมีวิเคราะห์ขั้นสูง 2 หัวข้อ
NMR ให้แก่ อาจารย์สถาบันเทคโนโลยีพระ
จอมเกล้าลาดกระบัง นักศึกษาและนิสิตมหา
วิทยาลัยมหิดลและจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
อบรมการใช้เครื่อง GC การทำน้ำผลไม้
ชนิดเม็ดและงานด้านวิทยาศาสตร์ชีวภาพให้แก่

นักศึกษามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหา
วิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี
ราชมงคล วิทยาเขตลาดกระบัง และเจ้าหน้าที่
เคหกิจการเกษตร จ.ปทุมธานี
อบรมการวิเคราะห์น้ำทิ้งให้แก่เจ้าหน้าที่
บริษัทเกียรติฟ้า จำกัด
อบรมการผลิตและทดสอบคุณสมบัติของ
กระดาษ การฟอกย้อมสีเชือกกล้วย ให้แก่
พนักงานโรงงานกระดาษและชาวบ้าน ต.ศรีถ้ำ
อ.แม่จัน จ.เชียงราย
ถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์

โบนไซนา ให้แก่โรงงานสมาชิกเครื่องปั้นดินเผา
จ.ลำปาง

อบรมการออกแบบ การปั้นอิสระ การ
ทำแบบพิมพ์ การเขียนลวดลาย ให้แก่นักเรียน
ศิลปาชีพบางไทร นักศึกษามหาวิทยาลัยศิลปากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้า

อบรมและติดตามผลการฝึกอบรมสมาชิก
ศูนย์ศิลปาชีพ พระตำหนักทักษิณราชินีเวศน์
จ.นราธิวาส และบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

- นางสาวสุจินดา โชติพานิช ข้าราชการ
การกองการวิจัย ไปฝึกอบรมหลักสูตร
High Technology Materials Appli-
cation ด้วยทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ที่ประเทศ
ญี่ปุ่น
- นางเทพวรรณ จิตรวัชรโกมล ข้าราชการ
การกองการวิจัยไปฝึกอบรมหลัก

สูตร Advanced Industrial Techno-
logy ด้วยทุนรัฐบาลญี่ปุ่น ที่ประเทศ
ญี่ปุ่น
3. นายวินัย นุตมากุล ข้าราชการกอง
พิธีการและวิศวกรรมไปประชุมเชิง
ปฏิบัติการหลักสูตร National Stan-
dard System and Precision Mea-
surement ด้วยทุนรัฐบาลสาธารณรัฐ

- เกาหลี ที่สาธารณรัฐเกาหลี
- นายทรงศักดิ์ ลิ้มไพบูลย์และนางวรรณ
ปานนพภา ข้าราชการกองวิทยา-
ศาสตร์ชีวภาพ ไปฝึกการใช้เครื่องมือ
วิทยาศาสตร์ ICP ของ Leeman
Labs ด้วยทุนบริษัททิพรแอสโซ-
ซิเอต จำกัด ที่สหรัฐอเมริกา

เซรามิกเนื้ออะลูมินา

กับคุณค่าที่น่าจับตามอง

ลดา พันธุ์สุขุมธนา

อะลูมินาเป็นองค์ประกอบของผิวโลกที่มีอยู่เป็นปริมาณมากในอันดับสองรองจากซิลิกา อะลูมินานอกจากนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดอื่น ๆ แล้วยังนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเซรามิกทั้งในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกแบบดั้งเดิม (Con-tional Ceramic) ที่มีอยู่ และผลิตภัณฑ์เซรามิกสมัยใหม่ (New Ceramic)

โดยทั่วไปเซรามิกเนื้อพอร์ซเลน จะมีอะลูมินาที่ปนมากับวัตถุดิบต่าง ๆ เป็นองค์ประกอบอยู่แล้ว เช่น ดิน แร่ฟันม้า ซึ่งเมื่อเผาจนเนื้อแกร่งเป็นพอร์ซเลน อะลูมินาจะรวมตัวกับซิลิกาเกิดเป็นมัลไลต์ ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) ให้ความแข็งแกร่งกว่าเนื้อพอร์ซเลน การเพิ่มปริมาณอะลูมินาในเนื้อโดยการเติมผงอะลูมินาบริสุทธิ์ซึ่งสกัดจากแร่ในธรรมชาติ จนเกินอัตราส่วนที่จะเกิดเป็นมัลไลต์จะทำให้เหลือเป็นคอร์รันดัมอิสระ (Al_2O_3) ในเนื้อ ทำให้คุณสมบัติทางด้านความทนไฟ และความแข็งแรงดีขึ้น และเมื่อปริมาณของอะลูมินาในเนื้อมัลไลต์ถึง 95% หรือมากกว่าจะได้เซรามิกเนื้ออะลูมินา ซึ่งจัดเป็นออกไซด์เซรามิกประเภทหนึ่ง ที่มีโครงสร้างของผลึกรวมต่อเนื่องกัน (polycrystal) มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับผลึกเดี่ยว คือแสดงคุณสมบัติเด่นของผลึกอะลูมินาออกมา ทำให้เซรามิกเนื้ออะลูมินามีคุณสมบัติเหนือกว่าพอร์ซเลน หรือเซรามิกแบบดั้งเดิมทั่วไป ดังตัวอย่างเปรียบเทียบคุณสมบัติที่แสดงในตารางที่ 1

จากคุณสมบัติเด่นดังกล่าว จึงได้มีการพัฒนานำเซรามิกเนื้ออะลูมินามาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรม เริ่มแรกจากความต้องการของอุตสาหกรรมรถยนต์ เนื่องจากประสิทธิภาพของเครื่องยนต์ที่เพิ่มขึ้น ทำให้มีความต้องการใช้น้ำมันประเภทหัวเทียน ที่มีคุณภาพของวัสดุดีกว่าเนื้อพอร์ซเลนหรือเนื้อไมกาสเตาไทท์ที่มีอยู่เดิม หัวเทียนที่ทำด้วยเซรามิกเนื้ออะลูมินา

ตารางที่ 1 แสดงคุณสมบัติเปรียบเทียบระหว่างเซรามิกเนื้อพอร์ซเลน และเซรามิกเนื้ออะลูมินา

คุณสมบัติ	พอร์ซเลน	พอร์ซเลน	75-100% อะลูมินา
คุณสมบัติทั่วไป			
- ความถ่วงจำเพาะ (Specific gravity)	กร./ซม. ³	2.50-2.58	3.90-3.95
- เปอร์เซ็นต์การดูดซึมน้ำ (water absorption)	%	0-2.0	0.0
คุณสมบัติเชิงกล			
- ความแข็ง (hardness)	มอส์	7-8	8.5-9.0
- ความต้านแรงดึง (tensile strength)	กก./ซม. ²	175-425	562-3515
- ความต้านแรงกด (compressive strength)	กก./ซม. ²	2000-4000	2600-40000
- ความสามารถในการรับพลังงานก่อนเริ่มร้าวจนแตกหัก (modulus of rupture)	กก./ซม.	111-200	1265-4500
คุณสมบัติทางด้านความร้อน			
- สัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อร้อนขึ้น (coefficient of linear thermal expansion)	1/°C/ซม.	5.5-7.0	5.0-6.0
- การนำความร้อน (thermal conductivity)	วัตต์/ซม.°C/ซม.	0.0020-0.0030	0.03-0.056
คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้า			
- ความแรงไดอิเล็กตริก (dielectric strength)	โวลต์/มิล	90-200	400-1000
- สภาพต้านทาน (resistivity)	โอห์ม/ซม. ³	1.8×10^{11}	$10^{14}-10^{15}$
- ตัวประกอบกำลัง (power factor value)	10 ⁻³ วัตต์	0.0005	0.0010-0.0020
- ค่าคงตัวไดอิเล็กตริก (dielectric constant)		6.0-7.5	8-10

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติที่ต้องการสำหรับการใช้ในงานต่าง ๆ

คุณสมบัติ	วิศวกรรมเชิงกล (Mechanical Engineering)	อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics)	การแพทย์ (Medicine)	อาวุธ (Armor)
- ความแข็งแรงเชิงกล (mechanical strength)	✓	✓	✓	✓
- ความทนทานต่อการสึกกร่อน (wear resistance)	✓	×	✓	×
- ความทนทานต่อการกัดกร่อน (corrosion resistance)	✓	✓	×	×
- ความต้านทานไฟฟ้า (electrical resistance)	×	✓	×	×
- ความทนทานต่ออุณหภูมิสูง (high temperature endurance)	✓	✓	×	×

สัญลักษณ์ : ✓ ต้องการ × ไม่ต้องการ (✓) บางครั้ง ขึ้นอยู่กับการใช้งาน

สามารถนำมาใช้ได้ดีเพราะมีคุณสมบัติทนต่อกระแสไฟฟ้าแรงสูงที่อุณหภูมิสูงได้ดีพอ ๆ กับที่อุณหภูมิห้อง ทนต่อการเปลี่ยนแปลงความร้อนได้ดี มีความแข็งแรงดี มีการนำความร้อนดี ทนต่อสารเคมีดีเมื่อเทียบกับเนื้อพอร์ซเลน และสามารถผลิตได้ในเวลาและราคาพอสมควร จากนั้นมา ก็ได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนานำเนื้อนี้มาใช้ประโยชน์ในวงกว้างขึ้น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ มีความต้องการวัสดุที่มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2 และเซรามิกเนื้ออะลูมินามีข้อดีที่ว่า เป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติเด่นหลายด้านปนกัน กล่าวคือ คุณสมบัติทางด้านเชิงกล ความ

ร้อน ไฟฟ้า และเคมี จึงทำให้สามารถพัฒนานำเนื้อนี้มาใช้ประโยชน์ในวงการอุตสาหกรรมแขนงต่าง ๆ เพิ่มขึ้นได้เรื่อย ๆ ดังรูปที่ 1 แสดงความก้าวหน้าของการนำเซรามิกเนื้ออะลูมินามาใช้ประโยชน์ในงานแขนงต่าง ๆ ดังนั้นในปัจจุบันหากจัดความสำคัญของออกไซด์เซรามิกที่มีอยู่ตามประเภทและปริมาณการใช้งาน จะพบว่าเซรามิกเนื้ออะลูมินาตามที่กล่าวมามีความสำคัญมากที่สุด

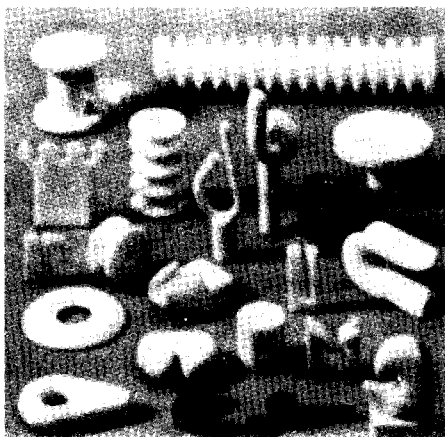
การใช้งานด้านวิศวกรรมเชิงกล

ปัญหาใหญ่ปัญหาหนึ่งที่เคยเป็นอุปสรรคต่อความเจริญของเทคโนโลยีด้านวิศวกรรมเชิง

รูปที่ 1 แสดงความก้าวหน้าของการใช้ประโยชน์จากแร่เบ็กเม็ลล์อะลูมินาในงานแขนงต่าง ๆ

ปี พ.ศ.	2473	2483	2493	2503	2513	2523
หัวเทียนและเครื่องมือในห้องทดลอง						
วิศวกรรมเชิงกล						
อุปกรณ์นำร่องเส้นด้าย (thread guides)						
เครื่องมือที่ใช้ในการดึงสาย (wire drawing equipment)						
เครื่องจักรทำกระดาษ (paper machinery)						
อุปกรณ์รองรับน้ำหนัก (bearing)						
อุปกรณ์ที่ใช้ในการตัด (cutting tools)						
อิเล็กทรอนิกส์						
การใช้งานทางการแพทย์						
การใช้งานทางด้านอาวุธ						

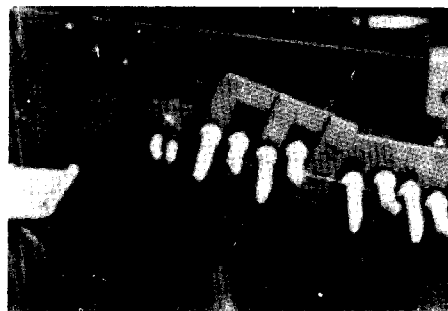
ก็คือ ปัญหาทางด้านวัสดุ เนื่องจากในขณะนั้น ยังไม่มีวัสดุที่สามารถนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคที่เกิดขึ้นได้ วัสดุที่ต้องการนั้นควรเป็น วัสดุที่สามารถทนทานต่อการสึกกร่อน มีความแข็งแรงแม้ที่อุณหภูมิสูง ทนทานต่อการกัดกร่อน และมีขนาดคงที่ จนกระทั่งได้พบเซรามิกเนื้อ อะลูมินา ซึ่งมีคุณสมบัติตามที่ต้องการ จึงได้มีการพัฒนานำเนื้อนี้มาใช้ทำผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ผลิตภัณฑ์ที่มีการผลิตเป็นจำนวนมากเพื่อนำมาใช้งานเป็นครั้งแรกได้แก่ อุปกรณ์นำร่องเส้นด้ายที่ใช้ในเครื่องทอผ้า (thread guides for textile machine) ดังแสดงในรูปที่ 2 ขณะใช้งาน อุปกรณ์นี้จะเสียดสีกับเส้นด้ายตลอดเวลา ดังนั้นวัสดุที่ใช้ต้องมีคุณสมบัติแข็งแรง ทนต่อการสึกกร่อนและกัดกร่อน มีขนาดคงที่ มีความผิดที่เกิดขึ้นกับเส้นด้ายคงที่ และต้องไม่ทำลาย



รูปที่ 2 แสดงอุปกรณ์นำร่องเส้นด้ายที่ใช้ในเครื่องทอผ้า

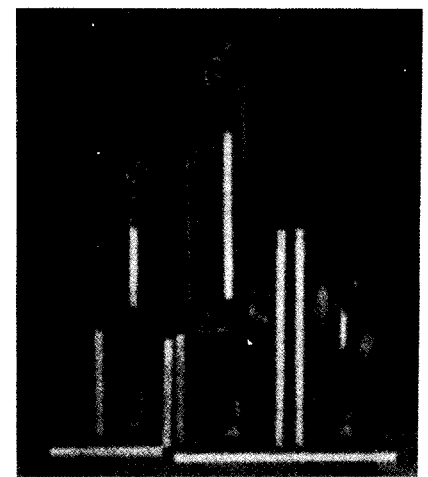
เส้นด้าย เดิมทีแต่ยวัสดุที่ใช้ได้แก่ โลหะ แก้ว หรือเซรามิกเนื้อพอร์ซเลน การนำเซรามิกเนื้อ อะลูมินามาทำอุปกรณ์เหล่านี้แทน ทำให้สามารถยืดอายุการใช้งานจากชั่วโมงหรือวันเป็นมากกว่าปีขึ้นไป

นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์อื่นในงานด้านนี้ที่ทำจากเซรามิกเนื้ออะลูมินา ได้แก่ อุปกรณ์ที่ใช้ในการดึงลวดโลหะ (wire drawing step cone) อุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องจักรทำกระดาษ (paper machine cover) อุปกรณ์รองรับน้ำหนัก และอุปกรณ์ที่ใช้ในการตัดโลหะ ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวล้วนใช้งานภายใต้สภาวะที่มีการสึกกร่อนสูง และบางชนิดยังต้องสัมผัสกับอุณหภูมิการใช้งานสูงอีกด้วย การนำเซรามิกเนื้ออะลูมินามาใช้ทำเป็นผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทำให้สามารถใช้งานได้ อย่างมีประสิทธิภาพ มีอายุการใช้งานนานเป็น ผลให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของ เครื่องจักรได้ รวมถึงการเพิ่มคุณภาพของ ผลิตภัณฑ์ได้ออกมาด้วย



รูปที่ 3

แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ภายในหลอดอิเล็กทรอนิกส์



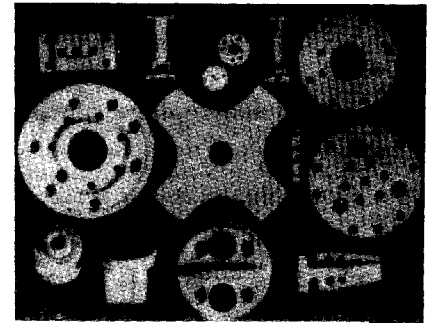
รูปที่ 4 แสดงหลอดไฟระบบการปล่อยประจุ

การใช้งานในด้านอิเล็กทรอนิกส์

ผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานด้านนี้ต้องการวัสดุที่มี คุณสมบัติต่าง ๆ กัน ขึ้นกับวัตถุประสงค์การใช้งานของผลิตภัณฑ์แต่ละประเภท ตัวอย่างที่สำคัญได้แก่

ส่วนประกอบและปลอกสำหรับหลอด อิเลคตรอน ประเภทอุปกรณ์ที่ใช้ภายในหลอด อิเลคตรอนดังแสดงในรูปที่ 3 ต้องมีคุณสมบัติ สามารถทนต่อกระแสไฟฟ้าแรงสูง เมื่ออุณหภูมิ สูงขึ้นได้ และจากการที่สภาวะการใช้งานเป็น สูญญากาศ วัสดุจึงต้องไม่เกิดการแตกตัวเป็น แก๊สขณะใช้งาน หรืออุปกรณ์ประเภทปลอก ครอบที่ใช้ในเครื่องทำกระแสไฟฟ้าสลับ (rectifier housing) หากมีส่วนที่ต้องประกอบเข้ากับ โลหะต้องมีคุณสมบัติสามารถทำให้เชื่อมต่อจับ กันได้อย่างแข็งแรง

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก (microelectronic) ต้องมีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่เกิดขึ้นได้ดี และต้องสามารถขัดผิวเรียบ เพื่อฉาบผิวด้วยโลหะได้อย่างสม่ำเสมอ



หลอดไฟระบบการปล่อยประจุ (discharge lamp) ดังแสดงในรูปที่ 4 วัสดุต้องมีลักษณะโปร่งแสงและมีคุณสมบัติสามารถทนต่อการกัดกร่อนของไอโซเดียมที่อุณหภูมิสูงได้ถึง 1500°C.

อุปกรณ์ดังกล่าวที่ทำจากเนื้ออะลูมินาสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีอายุการใช้งานคงทน

การใช้งานทางการแพทย์

จากคุณสมบัติของเซรามิกเนื้ออะลูมินา ดังกล่าว ทำให้มีการนำเนื้อนี้มาศึกษาเพื่อพัฒนาใช้ในการแพทย์โดยมุ่งในด้านกระดูก และข้อต่อเทียมเป็นอันดับแรก ซึ่งต่อมาการนำเซรามิกเนื้ออะลูมินามาใช้ในด้านนี้ได้เพิ่มความสำคัญขึ้นเรื่อย ๆ โดยในปัจจุบันใช้ทำเป็นข้อต่อเทียมพื้นเทียม รวมไปถึงการนำมาใช้ในงานด้านศัลยกรรมต่าง ๆ

คุณสมบัติของวัสดุที่สำคัญสำหรับการใช้งานด้านนี้คือ ความทนทานต่อการสึกกร่อน เช่นเดียวกับวัสดุในหมวดวิศวกรรมเชิงกล ตัวอย่างเช่น ข้อต่อเทียม ดังแสดงในรูปที่ 5 ต้องสามารถรับน้ำหนักของร่างกายได้ ทนต่อการสึกกร่อนที่เกิดขึ้นขณะเคลื่อนไหว และเมื่อผ่านการใช้งานมาแล้วความผิดระหว่างเนื้อวัสดุควรมีค่าคงที่หรือลดลง ที่สำคัญเมื่อนำวัสดุนี้เข้ามาใช้ภายในร่างกายของมนุษย์แล้วต้องคงสภาพ (body stability) และสามารถเข้ากับเนื้อเยื่อของร่างกายได้ (biocompatibility) ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมีอยู่ในเซรามิกเนื้ออะลูมินาที่มีความบริสุทธิ์สูง

การใช้งานทางด้านอาวุธ

คุณสมบัติของเซรามิกเนื้ออะลูมินาที่น่าสนใจสำหรับการใช้งานด้านนี้ได้แก่ คุณสมบัติ



รูปที่ 5 แสดงข้อต่อเทียม

ทางด้านความแข็งแรงซึ่งในเชิงทฤษฎีมีค่าสูงได้ถึง $100,000 \times 10^3$ นิวตัน/เมตร² และค่าความถ่วงจำเพาะที่ต่ำ เหมาะที่จะนำมาพัฒนาทำเป็นเครื่องมือป้องกันอาวุธเพื่อป้องกันตัว ประเภทเกราะกันกระสุน ที่มีประสิทธิภาพสูงและน้ำหนักเบา เมื่อเทียบการใช้งานระหว่างเกราะเซรามิกและเกราะโลหะที่มีอยู่เดิมพบว่า การใช้เกราะที่ทำด้วยวัสดุเซรามิกเนื้ออะลูมินาสามารถลดน้ำหนักของเกราะลงได้ถึง 28-43% เมื่อเทียบกับเกราะที่ทำด้วยโลหะและยังสามารถรับแรงกระแทกจากกระสุนได้สูงกว่า ทำให้สามารถป้องกันอันตรายที่เกิดเมื่อเกราะถูกกระสุนได้ดีกว่า

การใช้งานอื่นในด้านนี้ได้แก่ การใช้งานในวงการทหาร โดยนำมาใช้ในอุปกรณ์ที่ต้องการลดน้ำหนักของวัสดุ เช่น เป็นส่วนประกอบของเครื่องบิน และขณะนี้ยังได้มีการศึกษาเพื่อพัฒนานำเนื้อนี้มาใช้ทำยานหรือพาหนะกันกระสุนต่อไป

การใช้งานด้านอื่น

นอกจากการใช้งานข้างต้นแล้ว ยังมีการใช้งานที่เกี่ยวกับความร้อนและเคมีเป็นหลักโดยไม่คำนึงถึงความแข็งแรง หรือความทนทานต่อการสึกกร่อนของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการคุณสมบัติทนต่อความร้อนและสารเคมี ได้แก่ ผลิตภัณฑ์พวกวัสดุทนไฟ เช่น ท่อ (tube) ที่ใช้ในเตาเผาอุณหภูมิ ท่อหุ้มลวดวัดอุณหภูมิ (thermocouple) อุปกรณ์ที่ใช้ในเตาเผาและภาชนะที่ใช้ในห้องทดลองต่าง ๆ เป็นต้น นอกจากนี้ยังรวมถึงผลิตภัณฑ์เพื่อจุดประสงค์การใช้งานอื่น เช่น

เครื่องมือที่ใช้ในการบดพวกลูกบดและกระเจกนาฬิกาที่ทนต่อการขีดขูด เป็นต้น

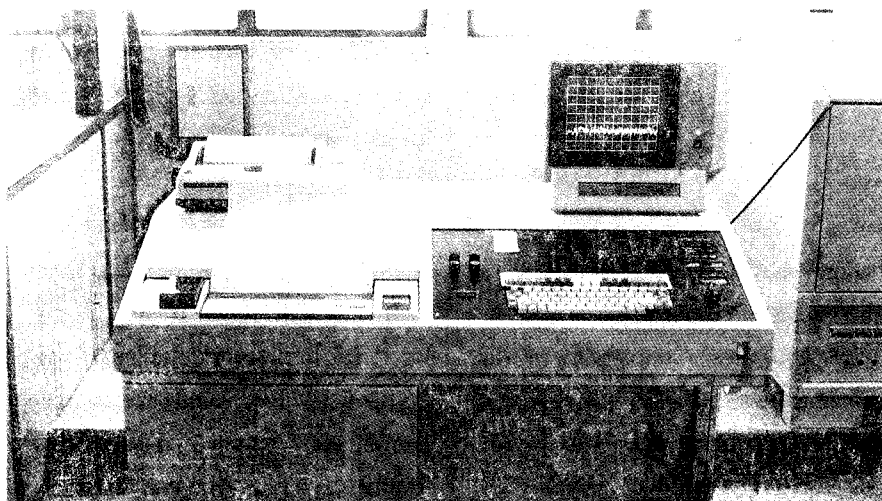
ประโยชน์ของเซรามิกเนื้ออะลูมินาดังที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นถึงคุณค่าของเซรามิกเนื้อนี้ที่มีผลต่อความก้าวหน้าของเทคโนโลยีในงานด้านต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมเชิงกล อิเล็กทรอนิกส์ พื้นเทียม กระดูกเทียม อาวุธ และอื่น ๆ ทั้งนี้เป็นผลสืบเนื่องจากการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเซรามิกเนื้ออะลูมินา โดยการขจัดปัญหาและอุปสรรคต่าง ๆ ที่เคยมีในอดีต อาทิ เช่น การปรับปรุงคุณภาพของวัตถุดิบอะลูมินาที่ใช้ในแง่ของควมบริสุทธิ์ อุณหภูมิของการใช้งาน รวมทั้งการพัฒนาเตาเผา อุณหภูมิสูงที่มีอุณหภูมิสม่ำเสมอ เพื่อให้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกเนื้ออะลูมินาชนิดต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาข้างต้นและที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

เอกสารอ้างอิง

1. Dorre E. and Hübner. H., Alumina, Berlin: Springer-Verlag, 1984
2. Reckzügel A. and Heimake G., Oxide Ceramic : ceramic monograph handbook of ceramic. Germany : Verlag Schmid GmbH Freiburg : Brg., 1981
3. Allen C. Alfred, Alumina. Ceramic Industry. 1966 Vol. 89 No. 1, pp. 45-50, 66(1967)
4. Singer F. and Singer SS. Industrial Ceramic. London : Chapman and Hall, 1963

พัฒนาการของนิวเคลียร์ แมกเนติกเรโซแนนซ์ สเปกโตรสโคปี

ดร.มาริสา อรัญชัยยะ



นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโตรสโคปี (Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy) หรือเป็นที่รู้จักกันในชื่อ NMR เป็นเทคนิคที่สำคัญอย่างหนึ่งในบรรดาเทคนิคทางสเปกโตรสโคปี ข้อมูลที่ได้จากการแปรผลบันทึกของเครื่อง (NMR spectrum) นำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาหาโครงสร้างของโมเลกุลของสาร ปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคนิคนี้และประยุกต์ใช้ได้อย่างกว้างขวางทั้งทางเคมี ชีววิทยา และทางการแพทย์

หลักการโดยย่อของเทคนิคนี้ คือ เมื่อโมเลกุลของสารอยู่ในสนามแม่เหล็ก ระดับพลังงานของนิวเคลียสของธาตุซึ่งมีคุณสมบัติทางแม่เหล็กจะเปลี่ยนจากเดิมที่เท่า ๆ กันเป็นไม่เท่ากัน เมื่อมีการให้พลังงานที่ความถี่ของคลื่นวิทยุ แต่ละนิวเคลียสจะดูดกลืนพลังงานที่ความถี่ค่าหนึ่งโดยเฉพาะ สามารถบันทึกสเปกตรัมของการดูดกลืนพลังงานที่ความถี่ต่าง ๆ กันของนิวเคลียสเหล่านั้นได้

ประวัติความเป็นมาของเทคนิคนี้ เริ่มจากเมื่อปี ค.ศ. 1946 นักฟิสิกส์ได้พบสัญญาณของไฮโดรเจนเป็นครั้งแรก ต่อมาในปี ค.ศ. 1949 มีรายงานว่า ความถี่ของพลังงานที่ดูดกลืนขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมของนิวเคลียสของไฮ-

โดรเจน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้นักวิทยาศาสตร์นำไปศึกษาหาโครงสร้างของโมเลกุลได้ เทคนิคนี้จึงเริ่มเป็นที่สนใจของนักเคมี

เนื่องจากในระยะแรกเริ่มใช้เทคนิคนี้เป็นแบบ continuous wave (CW) การนำมาประยุกต์ใช้ทางเคมีจึงยังอยู่ในวงค่อนข้างจำกัด continuous wave คือ การให้พลังงานแก่สารเพื่อให้นิวเคลียสดูดกลืนพลังงานที่เหมาะสมซึ่งมี 2 วิธีวิธีแรกในรูปลสนามแม่เหล็กโดยค่อย ๆ เปลี่ยนค่าสนามแม่เหล็ก (field sweep) และวิธีที่สองให้ในรูปความถี่โดยปรับเปลี่ยนค่าความถี่ของคลื่นวิทยุ (frequency sweep) ที่ละน้อย จนกระทั่งเกิดการดูดกลืนพลังงานของนิวเคลียสต่าง ๆ ในโมเลกุลที่มีความถี่ที่เหมาะสมซึ่งเป็นค่าเฉพาะ แล้วบันทึกออกมาเป็นสเปกตรัมของการดูดกลืนพลังงานของนิวเคลียสที่ความถี่ต่างกันไป

ในช่วงต่อมาเมื่อวิทยาการก้าวหน้าไปอย่างไม่หยุดยั้ง นักวิทยาศาสตร์ได้นำเทคนิคแบบ pulsed Fourier transform (FT) กล่าวคือ เมื่อสารที่จะศึกษาอยู่ในสนามแม่เหล็กที่คงที่แล้ว มีการให้พลังงานเพื่อให้นิวเคลียสดูดกลืนพลังงานที่เหมาะสมโดยมีการให้พลังงานที่ความถี่มากมายหลายความถี่ให้พร้อม ๆ กันในช่วงเวลาสั้น ๆ (pulse) นิวเคลียสจะเลือกดูดกลืนพลังงานที่

ความถี่ที่เหมาะสมเท่านั้น ความถี่ที่เหลือถูกกรองออกไป ข้อมูลที่ได้ในขั้นต้นเป็นการบันทึกระหว่างความเข้มของสัญญาณซึ่งแต่ละนิวเคลียสดูดกลืน และสัญญาณมีความเข้มลดลงตามเวลาที่ผ่านไป (Free Induction Decay, FID) สัญญาณจากแต่ละนิวเคลียสซ้อนกันหมด เนื่องจากให้ดูดกลืนพลังงานพร้อมกัน จึงต้องมีการแปลงสัญญาณ (Fourier transform) โดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการคำนวณ จะได้รับข้อมูลซึ่งบันทึกเป็นสเปกตรัมของการดูดกลืนพลังงานของนิวเคลียสที่ความถี่ต่าง ๆ กัน เช่นเดียวกับของ CW หลังปี ค.ศ. 1970 เป็นต้นมา การค้นพบเทคนิคแบบ pulsed NMR ผสมกับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ทำให้เทคนิคของ NMR ได้รับการพัฒนาให้เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วและมีการประยุกต์ใช้อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น ดังจะกล่าวต่อไปนี้

1. มีการศึกษากับนิวเคลียสของธาตุชนิดต่าง ๆ มากชนิดขึ้น (multinuclear studies) เทคนิค NMR นั้นมีขีดความไว (sensitivity) ค่อนข้างต่ำ เมื่อเทียบกับเทคนิคอื่นในจำนวนสเปกโตรสโคปี แม้ว่าในทางทฤษฎีนิวเคลียสของธาตุใดก็ตามที่มีคุณสมบัติทางแม่เหล็ก กล่าวคือ มีค่า spin quantum number (I) มากกว่าหรือเท่ากับ $\frac{1}{2}$ ย่อมตอบสนองต่อเทคนิค NMR แต่ในทางปฏิบัติแล้ว แต่เดิมสำหรับ CW NMR มีเพียงไม่กี่นิวเคลียสเท่านั้นที่สามารถศึกษาได้ เช่น ^1H , ^{19}F , ^{31}P เพราะนิวเคลียสอื่น ๆ ถูกจำกัดด้วยเรื่องสภาพธรรมชาติ (natural abundance) ซึ่งพบน้อยหรือความไวในการตอบสนองต่ำ ดังแสดงเปรียบเทียบในตารางที่ 1

ปัจจุบันนักวิทยาศาสตร์อาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์เข้าช่วยในการเก็บสะสมข้อมูล สามารถเก็บสะสมข้อมูลหลาย ๆ ครั้ง ทำให้ได้สัญญาณมากขึ้นเนื่องจาก pulsed NMR ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลต่อครั้งรวดเร็วมากเพราะให้ความถี่พร้อมกันหลาย ๆ ความถี่แก่นิวเคลียส จึงเกิดการดูดกลืนพลังงานพร้อมกันที่แต่ละความถี่ที่แตกต่างกันสำหรับแต่ละนิวเคลียส สามารถเก็บสะสมข้อมูลหลายครั้ง แล้วจึงแปลงสัญญาณ (Fourier transform) ดังนั้น pulsed FT NMR จึงขยายขอบเขตความสามารถของเทคนิคนี้ให้กว้างขวางขึ้น ส่งประโยชน์ให้ศึกษาได้กับ

ตารางที่ 1 ตารางแสดงคุณสมบัติของนิวเคลียสที่ตอบสนองต่อเทคนิค NMR

Isotope	Natural abundance	Spin (I)	Relative sensitivity (สำหรับนิวเคลียสจำนวนเท่ากัน ที่สนามแม่เหล็กคงที่)
¹ H	99.9844	½	1.0
² H	1.56 × 10 ⁻²	1	9.64 × 10 ⁻³
¹⁰ B	18.83	3	1.99 × 10 ⁻²
¹¹ B	81.17	½	0.165
¹³ C	1.108	½	1.59 × 10 ⁻²
¹⁴ N	99.635	1	1.01 × 10 ⁻³
¹⁵ N	0.365	½	1.04 × 10 ⁻³
¹⁹ F	100.0	½	0.834
³¹ P	100.0	½	6.64 × 10 ⁻²

นิวเคลียสของธาตุต่าง ๆ ได้มากขึ้น ส่วน CW NMR ใช้เวลาในการเก็บข้อมูลต่อครั้งนานกว่า pulsed NMR มาก เนื่องจากต้องค่อย ๆ เปลี่ยนสนามแม่เหล็กหรือความถี่อย่างช้า ๆ เพื่อให้เกิดการดูดกลืนพลังงานทีละความถี่สำหรับแต่ละนิวเคลียส ในทางปฏิบัติงานที่ต้องการทราบผลรวดเร็วจึงไม่เหมาะที่จะเก็บข้อมูลหลาย ๆ ครั้ง และความนิยมใช้กันลดน้อยลง

2. การศึกษาโดยใช้สนามแม่เหล็กความเข้มสูง (high-field operation) แต่เดิมการศึกษาโดยเทคนิค NMR นั้น สนามแม่เหล็กได้จากแม่เหล็กถาวร (permanent magnet) หรือแม่เหล็กไฟฟ้า (electromagnet) ความเข้มของสนามแม่เหล็กที่ได้อยู่ในช่วงเพียงระหว่าง 14,092 Gauss (1.41 tesla) เทียบเท่ากับ NMR frequency 60 MHz ถึง 23,487 Gauss (2.35 tesla) เทียบเท่ากับ NMR frequency 100 MHz เท่านั้น การค้นพบใหม่ทางด้านวัสดุศาสตร์ทำให้สามารถผลิตสนามแม่เหล็กความเข้มสูงขึ้นคือจากแม่เหล็กตัวนำยิ่งยวด (superconducting magnet) เป็นผลให้สามารถศึกษานิวเคลียสในช่วงความถี่สูงขึ้น เช่น ความถี่ของโปรตอนเป็น 200 MHz, 360 MHz, 400 MHz, 500 MHz ปัจจุบันได้ถึง 600 MHz แต่ก็ทำให้ระบบมีราคาแพงขึ้นเพราะต้องใช้ฮีเลียมเหลวเป็นตัวทำความเย็น

การศึกษาที่ความเข้มสนามแม่เหล็กที่สูงขึ้น ช่วยเพิ่มขีดความไว (sensitivity) ของนิวเคลียสที่ศึกษาให้ดีขึ้นและการแยกของความถี่ของพลังงานที่นิวเคลียสดูดกลืนก็ดีขึ้นด้วย สามารถ

วิเคราะห์ข้อมูลได้ดีขึ้น จนสามารถศึกษาโมเลกุลที่มีโครงสร้างซับซ้อนขึ้นเกิดประโยชน์ทั้งด้านสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และชีวเคมีซึ่งมักเป็นสารที่มีขนาดโมเลกุลใหญ่

3. การศึกษาทาง NMR สองมิติ (two-dimensional NMR) ปกติข้อมูล NMR spectrum ที่บันทึกได้จากเครื่อง NMR เป็นมิติเดียวคือเป็นข้อมูลของความเข้มของสัญญาณแปรกับเวลา เครื่องคอมพิวเตอร์คำนวณแล้วแปลงสัญญาณ (Fourier transform) ให้เป็นการบันทึกระหว่างความเข้มของสัญญาณกับความถี่ของพลังงานที่ดูดกลืน (chemical shift) ในกรณีที่ข้อมูลซับซ้อนมาก ยากในการวิเคราะห์ว่าการดูดกลืนพลังงานที่ความถี่ใดเป็นของนิวเคลียสใด วิธีที่จะได้ประโยชน์จากข้อมูลที่มีอยู่ให้มากขึ้น โดยการเพิ่มตัวแปรของเวลาอีกค่าหนึ่ง แล้วจัดหาความสัมพันธ์หลังจากแปลงสัญญาณได้ NMR spectrum สองมิติ ซึ่งให้ข้อมูลเพิ่มเติมจากความสัมพันธ์ที่ได้นี้ ข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์อย่างมากต่อการศึกษาด้านโครงสร้างที่ซับซ้อนของโมเลกุล พัฒนาการด้านเทคนิคของ NMR จึงยิ่งทวีเพิ่มขึ้นเมื่อมีการใช้ NMR สองมิติ ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคต่าง ๆ มากมาย ตัวอย่างเช่น

- H, H-COSY (homonuclear shift correlation) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง chemical shift ของนิวเคลียสประเภทเดียวกัน เช่น ไฮโดรเจนกับไฮโดรเจน หรือ คาร์บอนกับคาร์บอน จะได้ข้อมูลเกี่ยวกับแรงกระทำต่อกันของนิวเคลียสประเภทเดียวกันที่ติดติดกัน

- H, X-COSY (heteronuclear chemical shift correlation) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง chemical shift ของนิวเคลียสประเภทต่างกัน เช่น ไฮโดรเจนกับคาร์บอน ได้ข้อมูลเกี่ยวกับแรงกระทำต่อกันของนิวเคลียสต่างประเภทซึ่งติดติดกัน

- H...H NOESY (homonuclear nuclear overhauser and exchange spectroscopy) เป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง chemical shift ของนิวเคลียสประเภทเดียวกัน ได้ข้อมูลเกี่ยวกับนิวเคลียสที่อยู่ใกล้กันแต่ไม่ติดติดกันด้วย bond ทางเคมี

4. การศึกษาทาง NMR ประยุกต์ใช้ในทางการแพทย์ (whole body imaging) จากการค้นพบสัญญาณของไฮโดรเจนครั้งแรกโดยนักฟิสิกส์แล้วมีการประยุกต์ใช้เทคนิคนี้ในทางเคมี ชีววิทยา จนมาสู่ทางการแพทย์ โดยอาศัยหลักการที่ว่าในร่างกายประกอบด้วยโปรตอนที่แลกเปลี่ยนได้ (mobile protons) ซึ่งให้สัญญาณของ NMR ความเข้มข้นของโปรตอนขึ้นกับชนิดของเนื้อเยื่อของร่างกาย เมื่อมีการตรวจสัญญาณของโปรตอนจะปรากฏภาพซึ่งแสดงความหนาแน่นของโปรตอน มีหลักฐานพิสูจน์ว่าเนื้อเยื่อที่เป็นมะเร็ง จะมีเวลาที่นิวเคลียสเมื่อดูดกลืนพลังงานแล้วกลับตกสู่ระดับพลังงานต่ำกว่า (relaxation time) แตกต่างไปจาก relaxation time ของนิวเคลียสในเนื้อเยื่อปกติ ความแตกต่างนี้จะปรากฏที่ภาพเช่นกัน ปัจจุบันมีการพัฒนาวิธีการเก็บข้อมูลให้รวดเร็วขึ้นโดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่เข้าช่วยในการทำงาน การสามารถนำเทคนิคนี้มาประยุกต์ใช้ในการทางการแพทย์จึงเป็นประโยชน์มากในการเสริมข้อมูลจากฟิล์ม X-ray NMR เก็บสัญญาณจากเนื้อเยื่อส่วนที่อ่อนนุ่มกว่าของร่างกาย และไม่เป็นอันตรายต่อร่างกายเนื่องจากใช้ความเข้มของสนามแม่เหล็กต่ำ

พัฒนาการด้านเทคนิคของ NMR ยังมีอีกมากและยังคงพัฒนาต่อไปไม่หยุดยั้ง ได้แก่ การศึกษาตัวอย่างในสภาพที่เป็นของแข็งโดยเทคนิคนี้ (solid-state NMR) มีการศึกษาเทคนิคนี้ในสามมิติ (three-dimensional NMR) ฯลฯ ซึ่งเทคนิคเหล่านี้ประเทศของเรายังไม่ถึง ส่วนพัฒนาการสี่ประการแรกที่กล่าวในข้างต้น ประเทศของเรามีแล้วบางส่วนและบางส่วนกำลังจะมีในอนาคตอันใกล้นี้ และกำลังพัฒนาตามมาเรื่อย ๆ.

ความปลอดภัยในการใช้เตาอบไมโครเวฟประกอบอาหาร

สุมาลี ทั้งพิริยกุล

ดร. วินัย นุตมากุล

ในปัจจุบันมีการใช้เตาอบไมโครเวฟอย่างกว้างขวาง เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ทำอาหารให้สุกพร้อมรับประทานได้อย่างรวดเร็ว ประหยัดเวลาและพลังงาน ประกอบกับสภาพสังคมในขณะนี้เสริมให้เตาอบไมโครเวฟไม่ใช่ของฟุ่มเฟือย แต่เป็นเครื่องอำนวยความสะดวกสำหรับครอบครัวชั้นกลางที่แม้บ้านไม่มีเวลาในการประกอบอาหาร

ไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้รับการนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ มานานแล้ว เช่น ใช้ตรวจจับความเร็วของรถยนต์ ใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม ใช้ในทางการแพทย์และอุตสาหกรรม เป็นต้น ในระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 ประมาณปี พ.ศ. 2488 ดอกเตอร์เพอร์ซี สเปนเซอร์ ได้ผลิตเตาอบไมโครเวฟขึ้นในระยะแรกผลิตเพื่อเตรียมอาหารและละลายอาหารแช่แข็งสำหรับกองทัพเรือ ต่อมาในปี พ.ศ. 2498 ได้มีการผลิตเตาอบไมโครเวฟเพื่อใช้เตรียมอาหารในภัตตาคาร โรงแรมและโรงพยาบาล และผลิตเพื่อจำหน่ายอย่างแพร่หลายในปี 2499-2500 ทั้งในสหรัฐอเมริกา ยุโรป และญี่ปุ่น ในปี 2514 องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้ประกาศให้เตาอบไมโครเวฟเป็นสินค้าควบคุม ภายใต้กฎหมายความปลอดภัยและสุขภาพของการควบคุมการแผ่รังสีสูงสำหรับเครื่องมือและสุขภาพที่เกี่ยวกับการแผ่รังสีขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาประกันว่าเตาอบไมโครเวฟที่ผลิตหลังจากปี 2514 จนถึงปัจจุบันมีระบบการป้องกันอันตรายจากการแผ่รังสีที่เชื่อถือได้ โดยจะต้องมี

(1) ระบบล๊อคการทำงานของเตาอบที่เป็นอิสระกัน 2 ระบบ เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องเมื่อระบบล๊อคถูกปลดหรือเมื่อมีการเปิดประตู

(2) มีระบบเตือน หยุดการทำงานของเตาอบ เมื่อระบบล๊อคประตูเตาเกิดขัดข้อง

ไมโครเวฟสามารถทำให้ร้อนได้เช่นเดียวกับแหล่งให้ความร้อนอื่น ๆ ดังนั้นถ้าคนได้รับพลังงานไมโครเวฟในปริมาณมาก ๆ จะทำให้เจ็บปวดหรือไหม้ได้ โดยเฉพาะเลนส์ตา ทำให้

เป็นต้อกระจก ทำให้ระบบพังเสียงของหูเสื่อมหรืออาจทำให้เป็นหมันชั่วคราวได้ถ้าร่างกายได้รับปริมาณมากพอ แต่ไมโครเวฟที่รั่วจากเตาอบมีปริมาณน้อยมากไม่สามารถทำให้เกิดอันตรายได้ องค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกาได้ทดสอบแล้วพบว่าเตาอบไมโครเวฟแผ่รังสีต่ำกว่า 2 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร จากข้อมูลทางการแพทย์กล่าวว่าระดับรังสีแม่สูงถึง 1,000 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ยังไม่พบการเจ็บป่วยหรือทำให้เป็นอัมพาตได้ ตามมาตรฐานขององค์การอาหารและยาของสหรัฐอเมริกายอมให้รังสีแผ่ออกจากเตาอบในระยะ 2 นิ้ว ไม่เกิน 5 มิลลิวัตต์ต่อตารางเซนติเมตร ในประเทศไทยขณะนี้กำลังอยู่ในระหว่างร่างมาตรฐาน

หลักการทำงานของเตาอบไมโครเวฟ

เตาอบไมโครเวฟเป็นตู้สี่เหลี่ยมภายในมีหลอดแมกนีตรอน ทำหน้าที่ผลิตไมโครเวฟ แผ่พลังงานในรูปของรังสีแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่ออาหารดูดซับไมโครเวฟเข้าไป จะทำให้อนุภาคบวกและลบของน้ำในอาหารสั่นสะเทือนเป็นผลให้พันธะไฮโดรเจนถูกทำลาย โมเลกุลเกิดการเคลื่อนที่เสียดสีกัน ทำให้เกิดความร้อนขึ้น อาหารจะสุกอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะอาหารที่มีน้ำมากจะสุกและร้อนเร็วยิ่งขึ้น อาหารที่ทำให้อุ่นโดยวิธีนี้จะกินเวลารวดเร็วกว่าการใช้ความร้อนธรรมดา 10-20 เท่า ดังนั้นคุณค่าของอาหารจะคงอยู่ไม่สูญเสียไป

การทดสอบเตาอบไมโครเวฟ

โดยทั่ว ๆ ไปจะทำการทดสอบเตาอบไมโครเวฟใน 2 ลักษณะ คือ

1. ทดสอบตามข้อกำหนด (compliance laboratory testing)

2. ทดสอบความทนทาน (endurance laboratory testing)

1. การทดสอบตามข้อกำหนด ประกอบด้วย

1.1 ฉลาก (labeling) ต้องมีฉลากซึ่งมีรายละเอียดเกี่ยวกับ

ละเอียดเกี่ยวกับ

- การเตือนให้ระมัดระวังขณะใช้งาน
- วัน เดือน ปี และรุ่นที่ผลิต
- อื่น ๆ ตามที่ได้กำหนดไว้

ทั้งนี้ฉลากจะต้องมองเห็นได้ง่าย เข้าใจง่ายและไม่ใช้คำย่อ

1.2 ทดสอบการทำงาน (performance tests)

เป็นการทดสอบเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้ โดยมีรายละเอียดโดยสังเขปดังนี้

- เตาอบต้องไม่ทำงานเมื่อประตูเปิด
- การรั่วของการแผ่รังสีไมโครเวฟโดยรอบเตาอบในขณะที่ใช้งานปกติและในขณะที่ระบบล๊อคการทำงานของเตาอบจะเริ่มล๊อคการทำงาน จะต้องไม่เกิน 5 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร
- เตาอบต้องมีระบบล๊อคการทำงานอย่างน้อย 2 ระบบ และทำงานเป็นอิสระกัน
- ระบบล๊อคการทำงานของเตาอบมีการออกแบบที่เหมาะสม ใช้งานได้ดีและทนทาน
- อื่น ๆ ตามที่กำหนดไว้

1.3 หนังสือคู่มือ (manuals) ทั้งหนังสือคู่มือ

การใช้งานและหนังสือคู่มือการซ่อม จะต้องมียละเอียดตามที่กำหนดไว้

2. การทดสอบความทนทาน เตาอบไมโครเวฟต้องไม่ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ตลอดอายุการใช้งานของเตาจึงต้องมีการทดสอบความทนทานในการทำงาน โดยทำการทดสอบการทำงานของเตาอบอย่างน้อย 100,000 รอบสำหรับเตาอบที่ใช้ในบ้าน และอย่างน้อย 200,000 รอบสำหรับเตาอบที่ใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยที่ 1 รอบของการทดสอบประกอบด้วยการปิดประตูเตาอบ เปิดเครื่องให้เตาอบทำงาน ปิดเตาอบโดยการเปิดประตูเตาอบ (ระบบล๊อคการทำงานของเตาอบจะหยุดการทำงานของเตาอบเมื่อประตูเปิด) ปิดประตูเตาอบเพื่อเริ่มต้นรอบใหม่และทุก ๆ 10,000 รอบ ต้องนำเตาอบไมโครเวฟไปทดสอบการรั่วของการแผ่รังสีไมโครเวฟ ซึ่งจะต้องไม่เกิน 5 มิลลิวัตต์/ตารางเซนติเมตร

เมื่อทำการทดสอบครบจำนวนรอบที่กำหนดแล้ว ถ้าเตาอบยังคงทำงานเป็นปกติถือว่าผ่านการทดสอบ

ข้อแนะนำในการใช้เตาอบไมโครเวฟประกอบอาหาร

1) การปรุงอาหารประเภทเนื้อสัตว์ ในเนื้อไก่สดอาจมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดเชื้อโรคได้ เช่น ซัลโมเนลลา (salmonella) ในเนื้อหมูอาจพบพยาธิตัวกลม (Trichinella spiralis) ในเนื้อปลาดิบอาจพบตัวอ่อนของ anisakis ซึ่งเป็นพยาธิตัวกลมพบในปลาน้ำกร่อย ดังนั้นการปรุงอาหารประเภทเนื้อต่าง ๆ ด้วยเตาอบไมโครเวฟต้องระมัดระวังอุณหภูมิของเนื้อทั้งก้อนให้ถึง 77°C. และความหนาของชิ้นเนื้อไม่ควรเกิน 1 นิ้ว เพราะไมโครเวฟทำให้เกิดความร้อนกับอาหารที่เป็นชิ้นเนื้อในระดับความหนา 1 นิ้วเท่านั้น โดยความร้อนจะค่อย ๆ ถูกนำพาเข้าไปข้างใน และควรตัดชิ้นเนื้อที่จะปรุงให้เป็นระเบียบไม่ซ้อนกัน เนื้อที่มีกระดูกควรพลิกกลับไปกลับมามากมาย ๆ ครั้งระหว่างการปรุงและควรห่อหรือปิดด้วยผ้าหรือแผ่นพลาสติกที่ใช้สำหรับเตาอบไมโครเวฟเพื่อไม่ให้น้ำที่ก่อกวนเป็นไอน้ำรั่วออกมาเพราะความร้อนจากไอน้ำนี้จะช่วยฆ่าเชื้อโรคอีกด้วย ควรปล่อยอาหารทิ้งไว้สักครู่หนึ่งหลังจากปรุงอาหาร เพื่อว่าอุณหภูมิของเนื้อทั้งก้อนสม่ำเสมอเพียงพอที่จะทำลายเชื้อโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์และพยาธิได้ สำหรับอาหารประเภทสัตว์ปีกควรใช้อุณหภูมิสูงถึง 83°C. อาหารสัตว์ปีกชนิดมีสอใส่ใช้ปรุงทั้งตัว ควรแยกใส่และเครื่องปรุงออกต่างหาก อาหารที่เป็นน้ำควรคนให้สม่ำเสมอ

2) ไม่ควรใช้เตาอบไมโครเวฟปรุงอาหารประเภททอดในน้ำมันปริมาณมาก เพราะจะไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำมันซึ่งจะทำให้เกิดอันตรายได้

3) การใช้เตาอบไมโครเวฟทำข้าวโพดคั่วต้องระมัดระวัง มิฉะนั้นความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้เกิดไฟไหม้ได้

4) อาหารที่หลอมเหลวแล้วอุณหภูมิสูง เช่น มาการีนควรใช้ภาชนะที่เหมาะสม ไม่ควรใช้ภาชนะพลาสติกชนิดที่ไม่ทนความร้อนและไขมัน เช่น โพลีเอทิลีน ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้พลาสติกหลอมละลายได้

การเลือกใช้ภาชนะบรรจุอาหารในการปรุงอาหารด้วยเตาอบไมโครเวฟ

ไมโครเวฟถูกดูดกลืนโดยอาหาร ทำให้ใช้ปรุงอาหารให้สุกได้ ไมโครเวฟจะทะลุผ่านแก้ว กระดาษ ไม้ พลาสติก หรือวัสดุอื่นที่คล้ายคลึงกันได้ อาหารจะดูดซับไมโครเวฟทำให้อาหารร้อน ซึ่งจะทำให้ภาชนะบรรจุอาหารนั้นร้อน เนื่องจากความร้อนของอาหาร ภาชนะบรรจุอาหารที่เหมาะสมกับเตาอบไมโครเวฟ คือ แก้ว และเซรามิก ถ้าเป็นอาหารที่มีไขมันสูงควรใช้ภาชนะที่เป็นแก้ว แต่ภาชนะแก้วหรือเซรามิกอาจจะไม่ปลอดภัยเสมอไป ควรทดสอบโดยนำภาชนะที่ต้องใช้ใส่ในเตาอบไมโครเวฟ แล้วเปิดเครื่องทิ้งไว้ 1 นาที ถ้าภาชนะนั้นร้อนแสดงว่าไม่ปลอดภัย การใช้ภาชนะพลาสติกควรเลือกภาชนะที่ทำด้วยพลาสติกที่ทนความร้อนและไขมัน เช่น โพลีเอทิลีน เทอริทาลเลต พลาสติกลามิเนต ที่ประกอบด้วยโพลีคาร์บอนเอตกับโพลีเอทิลีน พลาสติกที่ทำด้วยเมทิลเมทีนโคโพลีเมอร์ อย่างไรก็ตามไม่ควรใช้ภาชนะพลาสติกที่อุณหภูมิสูงกว่า 150°C. เพราะยังไม่มีการประเมินความปลอดภัยของการใช้ที่อุณหภูมินี้ โดยเฉพาะภาชนะพลาสติกที่ทำด้วยโพลีเอทิลีน ไม่ควรใช้กับเตาอบไมโครเวฟเลยเพราะไม่ทนความร้อนและไขมัน ภาชนะที่ต้องห้ามชนิดหนึ่งคือ ภาชนะโลหะกล่าวคือไมโครเวฟจะสะท้อนกลับถ้ากระทบกับภาชนะที่เป็นโลหะหรือภาชนะที่มีส่วนผสมของโลหะ เพราะไม่สามารถทะลุผ่านได้ ทำให้อาหารได้รับความร้อนไม่สม่ำเสมอและจะทำให้เตาเสียหายได้ ดังนั้นจึงไม่ควรใช้ภาชนะโลหะประกอบอาหารในเตาอบไมโครเวฟ

สถิติไมโครเวฟรั่วและข้อควรระวังทั่วไป

สมาคมคุ้มครองผู้บริโภคของสหรัฐอเมริกา รายงานว่ามีผู้ร้องทุกข์เกี่ยวกับการใช้เตาอบไมโครเวฟปีละ 2-20 คนเท่านั้น และปัญหาล้วนใหญ่เกิดจากระบบสัญญาณเตือนขัดข้องเพื่อให้แน่ใจว่าระดับการแผ่รังสีจากเตาอบไมโครเวฟอยู่ในระดับต่ำเท่าที่จะเป็นไปได้ ผู้บริโภคควรระมัดระวังดังนี้

1) อย่าใช้เตาอบไมโครเวฟในกรณีที่ประตูปิดไม่สนิท โดยมีอะไรมาวางกั้นประตูหรือประตูเสีย เตาอบไมโครเวฟที่ใช้มานานควร

ทำความสะอาดที่ขอบประตู

2) อย่าเปิดสวิตช์หรือทดลองเตาอบในขณะที่ไม่มีอะไรอยู่ในเตา เพราะหลอดแมกนีตรอนอาจจะเสื่อมได้ ถ้าคลื่นหรือพลังงานถูกดูดซึม

3) อย่าปล่อยให้มีส่วนเกินเกิดขึ้นในเตา

4) ทำความสะอาดภายในเตาและนอกขอบเตาด้วยน้ำและน้ำยาล้างที่เหมาะสม อย่าใช้แผ่นขัดชนิดหยาบทำความสะอาดเตาอบ และไม่ควรรใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการฆ่าเชื้อโรคในผ้า ขวดนมเด็กหรือสิ่งอื่น ๆ ในเตาอบไมโครเวฟ อาจมีอันตรายจากไฟไหม้ได้

5) ต้องแน่ใจว่าเด็กในบ้านสามารถเข้าถึงเตาอบไมโครเวฟตามลำพังได้อย่างปลอดภัย

6) ศึกษาคู่มือการใช้อย่างละเอียดให้เข้าใจและปฏิบัติตาม

จะเห็นว่าเตาอบไมโครเวฟเป็นอุปกรณ์ใช้ประกอบอาหารได้อย่างรวดเร็วสามารถรักษาคคุณค่าอาหารโดยเฉพาวิตามินและเกลือแร่เนื่องจากใช้ระยะเวลาสั้น แต่มีข้อควรระวังต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมา ดังนั้น ก่อนจะประกอบอาหารด้วยเตาอบไมโครเวฟควรศึกษาคู่มือการใช้ เลือกภาชนะบรรจุที่เหมาะสม ควบคุมอุณหภูมิสุดท้ายของอาหารให้สูงถึงระดับหนึ่งที่จะทำให้ปลอดภัยจากจุลินทรีย์และพยาธิ จะทำให้ได้รับโภชนาการที่มีคุณค่าตามต้องการ

เอกสารอ้างอิง

1. Mudgett, R.E. Microwave Food Processing. Food Technology Vol. 43 No. 1, 1989, pp. 117-120
2. Copsun, D.A. Microwave Heating. Westport : Connecticut ; Avi Publishing, 1975 pp. 262-270
3. Microwave oven Radiation An FDA Consumer Memo Washington D.C. : U.S. Department of Health Education and Welfare, 1979
4. Keeping Up with the Microwave Revolution. FDA Consumer Washington D.C. : U.S. Department of Health Education and Welfare, 1990
5. Food and Drug Administration, Winchester Engineering and Analytical Center, Procedures for Laboratory Testing of Microwave Ovens, October, 1981

ศูนย์สนเทศสิทธิบัตร

รดาพรรณ ศิลปโกชากุล



กรมวิทยาศาสตร์บริการตระหนักในคุณค่าของเนื้อหาสาระในเอกสารสิทธิบัตร และเล็งเห็นถึงความสำคัญของสารดังกล่าวในการศึกษาค้นคว้าและวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี 2521 กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงจัดตั้งศูนย์สนเทศสิทธิบัตรขึ้นในกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเพื่อเป็นแหล่งรวบรวมและให้บริการข้อมูลสิทธิบัตร ซึ่งเป็นประโยชน์แก่การพัฒนาอุตสาหกรรม อันจะส่งผลให้เศรษฐกิจของชาติเจริญรุ่งเรืองโดยเร็ว

เอกสารสิทธิบัตรมีประโยชน์ต่อการศึกษา ค้นคว้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพราะการยื่นขอรับสิทธิบัตรมีเงื่อนไขสากล คือ ผู้ยื่นขอสิทธิต้องเปิดเผยรายละเอียดการประดิษฐ์ที่คิดค้นขึ้นใหม่ในโลกลงในเอกสารสิทธิบัตรที่ต้องแนบต่อกรมในขอรับสิทธิบัตร และสาระที่เปิดเผยนี้บุคคลทั่วไปที่มีความรู้พื้นฐานในเรื่องนั้น สามารถศึกษาทำความเข้าใจและทำตามนั้นได้ การกำหนดเงื่อนไขนี้มีจุดประสงค์เพื่อให้มีการนำความรู้ที่เปิดเผยนี้มาใช้ประโยชน์ทางการศึกษาและวิจัยพัฒนา ดังนั้นเอกสาร

สิทธิบัตรจึงเป็นแหล่งสารนิเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่สำคัญมาก

กองสนเทศวิทยาศาสตร์ฯ ซึ่งเป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจำนวนมากแห่งหนึ่งในประเทศ ได้เห็นความสำคัญของเอกสารสิทธิบัตรจึงได้รวบรวมเอกสารและข้อมูลสิทธิบัตรไว้ เพื่อให้ผู้ใช้ห้องสมุดได้รับประโยชน์สูงสุดในการศึกษาค้นคว้าสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากเอกสารครบทุกประเภท ข้อมูลสารสนเทศจากเอกสารสิทธิบัตรสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ ได้เช่น การผลิตผลิตภัณฑ์ด้วยเทคโนโลยีและกรรมวิธีต่าง ๆ แก้ปัญหาทางการผลิตหรือข้อบกพร่องของประดิษฐ์กรรม การติดตามและประเมินความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี ข่าวเกี่ยวกับเทคโนโลยีใหม่ ๆ การประเมินศักยภาพทางเทคโนโลยีของคู่แข่งทางการค้า การพิจารณาความเป็นไปได้ของเทคโนโลยีการผลิตเพื่อการซื้อ know-how จากเจ้าของสิทธิ การตลาดของผลิตภัณฑ์ เช่น ประเทศใดบ้างที่จำกัดสิทธิในการผลิตเพื่อขาย เพราะมีผู้ยื่นขอ

เหลือผู้ใช้ห้องสมุดค้นหาข้อสนเทศสิทธิบัตรได้ และเนื่องจากการพัฒนาและเปลี่ยนแปลงทาง วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเป็นไปอย่างรวดเร็ว จึงต้องมีการติดตามข่าวสารความเคลื่อนไหว เกี่ยวกับสิทธิบัตรอย่างต่อเนื่องและสม่ำเสมอ โดยผู้ให้บริการที่มีพื้นความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี

ศูนย์สนเทศสิทธิบัตร กองสนเทศวิทยาศาสตร์ฯ มีเอกสารสิทธิบัตรคู่มือและสิ่งพิมพ์ ต่าง ๆ สำหรับค้นหาข้อสนเทศสิทธิบัตร ไว้ บริการมากมาย ได้แก่ เอกสารสิทธิบัตรฉบับ สมบูรณ์ (Patent Specification) ของประเทศ ต่าง ๆ 29 ประเทศ และองค์การสิทธิบัตร ระหว่างประเทศอีก 2 องค์การ คือ องค์การ ทรัพย์สินทางปัญญาแห่งโลก และ องค์การ สิทธิบัตรยุโรป เอกสารสิทธิบัตรฉบับย่อซึ่งจัด พิมพ์โดยสำนักงานสิทธิบัตร องค์การทรัพย์สิน ทางปัญญาแห่งโลกและหน่วยงานเอกชน สิ่งพิมพ์ สำหรับค้นหาข้อสนเทศสิทธิบัตรที่สำคัญ เช่น Patent Classification Service (PCS) ของ International Patent Documentation Center (INPADOC) ศูนย์สนเทศสิทธิบัตรมีไว้ใช้ค้นหา ข้อสนเทศสิทธิบัตรของประเทศต่าง ๆ ได้ถึง 55 ประเทศและองค์การสิทธิบัตรระหว่างประเทศ 2 องค์การ ซึ่งตีพิมพ์ในช่วงปี 1968-1987 นอกจากนี้ ศูนย์ฯ ยังมี Index to the US Patent Classification Subclass List เพื่อใช้ค้นหาข้อสนเทศ สิทธิบัตรของสหรัฐอเมริกา Chemical Abstracts เป็นวารสารสาระสังเขปที่มีสาระสังเขปของสิทธิ- บัตรการประดิษฐ์ทางเคมีและวิศวกรรมเคมีของ หลายประเทศ สำหรับเอกสารสิทธิบัตรเฉพาะ เรื่องที่มีผู้รวบรวมและจัดพิมพ์ขึ้น ศูนย์ฯ มีไว้ บริการมากกว่า 300 เล่ม และยังมีเอกสารแนะนำ เกี่ยวกับสิทธิบัตร กฎหมาย สิทธิบัตรของ ประเทศต่าง ๆ ให้ผู้ใช้ห้องสมุดได้ค้นคว้าหาความรู้ อีกด้วย

เพื่อให้ผู้ใช้ห้องสมุดสามารถค้นหาข้อ- เสนอสิทธิบัตรได้ตามความต้องการ และเป็น การส่งเสริมการใช้เอกสารสิทธิบัตร ศูนย์ฯ จึงมี เจ้าหน้าที่ที่มีความรู้สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่ผ่านการอบรม ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ ระบบสิทธิบัตรจากองค์การทรัพย์สินทางปัญญา แห่งโลก คอยให้บริการข้อสนเทศสิทธิบัตรและ

จัดหาเอกสารสิทธิบัตรตามความเหมาะสมและ ความต้องการของผู้ใช้ห้องสมุด รวบรวมและ จัดจำแนกเพื่อทำบัตรตรวจขึ้นเพื่อให้ผู้ใช้สามารถค้น เรื่องได้สะดวก รวดเร็ว นอกจากนี้ศูนย์ฯ ยัง ช่วยผู้ใช้ห้องสมุดในการติดต่อประสานงานกับ องค์การสิทธิบัตรระหว่างประเทศและสำนักงาน สิทธิบัตรประเทศต่าง ๆ เพื่อขอความช่วยเหลือ ในการค้นหาข้อสนเทศสิทธิบัตรเพิ่มเติมจากการ ช่วยค้นหาด้วยคู่มือต่าง ๆ ที่มีในศูนย์ฯ สารนิเทศ สิทธิบัตรที่ผู้ใช้ห้องสมุดสามารถขอให้ศูนย์ฯ ช่วย ค้นหาหลายอย่าง เช่น บัญชีเลขที่ของเอกสาร สิทธิบัตรในเรื่องเดียวกันของผู้ประดิษฐ์คนเดียว (Patent Family) ชื่อผู้ทรงสิทธิ สิทธิปัจจุบัน ของสิทธิบัตรเลขที่ใดเลขที่หนึ่ง รวบรวมสิทธิบัตร ของเรื่องใดเรื่องหนึ่งเพื่อประเมินและคาดคะเน ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีเรื่องนั้น ๆ

เพื่อให้มีการใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการผลิตและพัฒนาผลผลิตอย่างกว้างขวาง ศูนย์ฯ จึงจัดการแนะนำและฝึกอบรมวิธีการค้น ข้อสนเทศสิทธิบัตร แก่นิสิต นักศึกษา และผู้ สนใจเป็นหมู่คณะ ติดตามและเผยแพร่ข่าวสาร การประดิษฐ์ใหม่ที่น่าสนใจให้ประชาชนได้ทราบ อีกด้วย

การบริการข้อสนเทศจากเอกสารสิทธิ- บัตรของศูนย์สนเทศสิทธิบัตร ช่วยให้ผู้ประกอบ การอุตสาหกรรมของไทยหลายราย ประสบผล สำเร็จเป็นอย่างดี เช่น บริษัท อุทุมพร เคมีคอล จำกัด ผู้ผลิตถ่านกัมมันต์จากกะลามะพร้าว บริษัท สแตนดาร์ด พอร์ซุลา จำกัด ผู้ผลิต นํ้ายาทำความสะอาดชนิดต่าง ๆ และบริษัท อัล- ไลย์ อินดัสเตรียล เคมีเคิล จำกัด ผู้ผลิตเคมีภัณฑ์ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมฟอกหนัง เป็นต้น

ปัจจุบันการใช้สารนิเทศจากเอกสาร สิทธิบัตร ยังไม่แพร่หลาย แม้ในวงการศึกษา- วิทยาศาสตร์และอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นเรื่องที่น่าเสียดาย เพราะสาระของเอกสารสิทธิบัตรเป็นเรื่องที่เป็น ประโยชน์แก่การพัฒนาอุตสาหกรรมเป็นอย่างยิ่ง หากท่านสนใจโปรดติดต่อขอรับบริการสารนิเทศ สิทธิบัตรได้ที่ศูนย์สนเทศสิทธิบัตรฯ กองสนเทศ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์ บริการ ศูนย์ฯ มีบริการให้คำแนะนำ ปรัชษา อบรมและช่วยค้น ตลอดจนจัดหารวบรวมและ จัดทำระบบเพื่อให้ผู้สนใจค้นหาข้อสนเทศสิทธิ- บัตรได้โดยสะดวกและรวดเร็ว.

จดสิทธิบัตรในประเทศนั้น ๆ

การค้นหาข้อสนเทศสิทธิบัตรจะทำได้ โดยสะดวกรวดเร็วจำเป็นต้องอาศัยระบบการ จัดการเอกสารที่ดี และบุคลากรที่มีความรู้ใน เรื่องระบบสิทธิบัตรและมีความรู้ทางวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีควบคู่กันไป เนื่องจากข้อสนเทศ จากเอกสารสิทธิบัตรมีอยู่กระจัดกระจาย เพราะ มีการอ้างอิงในเอกสารต่าง ๆ มากมาย ทำให้ การรวบรวมและติดตามเรื่องเพื่อให้บริการก่อน ข้างยากและใช้เวลา นอกจากนี้เอกสารสิทธิบัตร มีเป็นจำนวนมากและแต่ละฉบับมีสาระเฉพาะเรื่อง เฉพาะประเด็น ทำให้หลายประเทศมีระบบการ จัดการเอกสารสิทธิบัตรของตนเองด้วย แทนที่ จะใช้ระบบการจัดจำแนกเอกสารสิทธิบัตรสากล อย่างเดียว ดังนั้นการค้นหาข้อสนเทศจากเอกสาร สิทธิบัตรจึงเป็นเรื่องค่อนข้างยุ่งยากและซับซ้อน มีวิธีการเฉพาะตัว ผู้ให้บริการข้อสนเทศทาง สิทธิบัตรต้องมีความรู้ความเข้าใจในระบบสิทธิ- บัตรและการจัดการเอกสาร และต้องศึกษา ติดตามวิธีการค้นเรื่องซึ่งมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เพื่อให้สามารถแนะนำและช่วย-

จากประสบการณ์ต่าง ๆ ของการนำขวดพลาสติกเปล่าที่ใช้แล้วกลับมาผลิตใหม่โดยมีการคิดค้นวิธีการต่าง ๆ เพื่อให้การแก้ปัญหาขยะประสบความสำเร็จ ประเทศเบลเยียมก็ได้มีส่วนร่วมในการคิดค้นวิธีการนำขวดพลาสติกเก่าที่ใช้แล้วนำกลับมาผลิตใหม่ โดยมีการประชาสัมพันธ์ตามสถานที่สาธารณะเพื่อเสริมสร้างความรู้ความเข้าใจให้แก่ประชาชนและขอความร่วมมือในการเข้ามามีส่วนร่วมกับกิจกรรมดังกล่าว

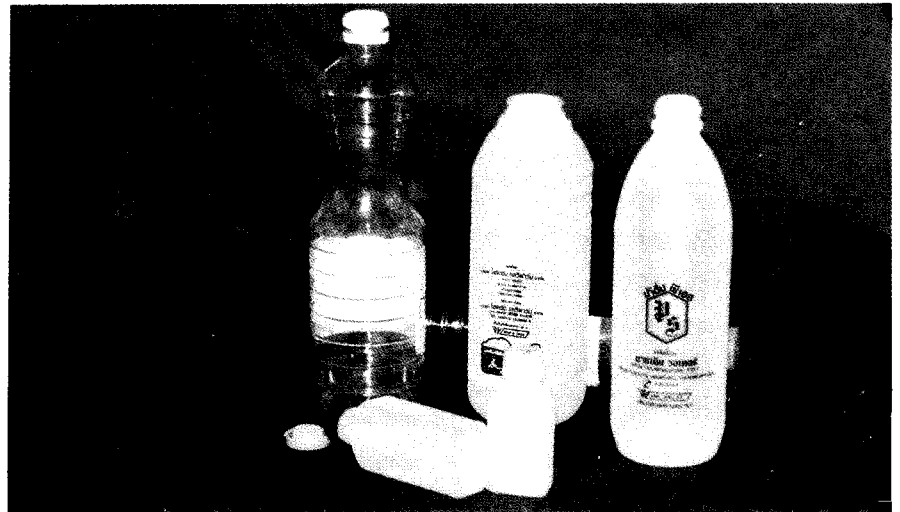
ที่บริเวณทางเข้าซูเปอร์มาเก็ตใหญ่ GB MAXI Auderghem มีบรรดาถุงและกล่องที่บรรจุขวดพลาสติกเปล่าที่ใช้แล้ววางอยู่เต็มไปหมด ซึ่งเป็นความพยายามของผู้บริหารที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี โดยมีผู้นำขวดพลาสติกเปล่ามาทั้งสิ้นถึงวันละ 1,250 ใบ ในช่วงวันธรรมดา และ 2,500 ใบในช่วงวันสุดสัปดาห์ การดำเนินงานดังกล่าวเป็นผลมาจากมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม ซึ่งคิดค้นวิธีการนำพลาสติกเก่ากลับมาผลิตใหม่โดยบริษัท Solvay ผู้ผลิต PVC ที่ใหญ่เป็นอันดับสองของยุโรป

นาย Robert Liberton ที่ปรึกษาด้านสิ่งแวดล้อมของบริษัท กล่าวว่าทางบริษัทฯ ต้องประสบกับปัญหาต่าง ๆ หลายด้าน การดำเนินโครงการเริ่มจากการวิจัยสินค้าและบรรจุภัณฑ์ในท้องตลาด เพื่อศึกษาถึงลักษณะของ PVC ที่จะได้กลับคืนมา และจากการที่ท่อน้ำทิ้งในเมืองใหญ่ ๆ ในยุโรปจะต้องได้รับการปรับปรุงวางท่อใหม่ บริษัทฯ จึงตัดสินใจที่จะผลิตท่อน้ำทิ้ง PVC ที่ใช้วัสดุ PVC เก่า ๆ นำกลับมาผลิตใหม่

ปัญหาอุปสรรคที่ประสบในขั้นแรกคือการหากรรมวิธีที่จะได้ PVC ชนิดนี้ โดยบริษัท Solvay ได้ทำความตกลงร่วมกับบริษัท Cabot-ecoplast ที่เมือง Herstal ในการค้นคว้าวิจัย ปัญหาประการต่อมาคือการแยกประเภทของขวด ซึ่งมีทั้งขวด PVC แบบใสสีฟ้าอ่อนที่ใช้ในการบรรจุน้ำแร่ ขวดบรรจุน้ำอัดลมที่มีแก๊สที่มีลักษณะเป็น PVC ชนิดหนา และขวดบรรจุนมสดที่เป็นพลาสติกชนิดขุน โดยอาศัยเครื่องมือที่ใช้ในการแยกที่ผลิตจากประเทศอิตาลี และปัญหาใหญ่อีกประการหนึ่งก็คือการรวบรวมขวดเก่าโดยพิจารณาจากประสบการณ์ที่ได้รับใน 3 รูปแบบคือ

- การแยกขวดพลาสติกเปล่าที่ใช้แล้วจากบริเวณสถานที่ทิ้งขยะหลังจากการจัดเก็บ

การใช้ประโยชน์จากขวดพลาสติกเปล่าใช้แล้ว



แต่ไม่ได้ผลเนื่องจากขยะจะปะปนกันมากทำให้เกิดความสกปรกและไม่สะดวกในการจัดเก็บ

- การออกไปขอรับตามบ้านเรือน ที่พักอาศัยโดยตรงจากผู้อยู่อาศัย ซึ่งจะต้องเสียค่าใช้จ่ายที่สูงมาก ไม่คุ้มกับผลที่ได้รับตอบแทน

- การเก็บจากโรงพยาบาล โรงเรียน สถานพักฟื้นคนชรา หรือให้กลุ่มกิจกรรมต่าง ๆ เข้าร่วมในการจัดเก็บ อาทิ กลุ่มลูกเสือ กลุ่มทางการกีฬา เป็นต้น

- การตั้งตู้รองรับตามสถานที่สาธารณะ หรือจัดทำเป็นลักษณะปาร์คที่วางเฉพาะตู้คอนเทนเนอร์ เพื่อรองรับบรรดาขยะโดยแยกเป็นประเภทต่าง ๆ เช่น กระดาษ ขวดพลาสติก ขวดแก้ว เสื้อผ้า ยางรถยนต์ น้ำมันเก่า โลหะเก่า โดยอาจจะจัดให้มีคนเฝ้าเพื่อทำการคัดแยกประเภทหรือปล่อยให้ผู้ที่มาทิ้งทำการแยกประเภทด้วยตนเอง ซึ่งการจัดทำปาร์คในลักษณะดังกล่าวได้จัดทำขึ้นแล้วที่เมืองอันท์เวิร์ปถึง 3 แห่ง ซึ่งประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี และกำลังจะมีการจัดทำเพิ่มขึ้นในอีกหลายพื้นที่ โดยกระทรวงด้านสิ่งแวดล้อมได้จัดตั้งงบประมาณไว้ประมาณ 200 ล้านเบลเยียมแฟรงค์ เพื่อการนี้โดยเฉพาะ และจัดเตรียมงบประมาณอีก 1,400 ล้านเบลเยียมแฟรงค์เพื่อจัดทำโครงการต่อไปให้สามารถดำเนินการด้าน Recycling ทั่วทั้งประเทศ

ปัญหาอีกประการหนึ่งที่พบคือการแยกประเภทพลาสติก PET เพราะไม่สามารถนำ

กลับมาผลิตใหม่ได้ในประเทศเบลเยียม และผู้ผลิตก็บดความรับผิดชอบที่จะช่วยดำเนินการหาทางแก้ไขปัญหา แต่อย่างไรก็ตาม ในประเทศเนเธอร์แลนด์ได้มีการนำพลาสติกชนิด PET กลับมาผลิตใหม่โดยทำเป็นพลาสติกใสสำหรับห่อหุ้มของ ที่เมือง Maastricht จึงทำให้พลาสติกประเภทดังกล่าวที่คัดแยกออกมาแล้วต้องส่งไปยังประเทศเนเธอร์แลนด์

การให้การศึกษาแก่บรรดาเยาวชน และประชาชนทั่วไป เพื่อให้เกิดความรู้ความเข้าใจในการนำขวดพลาสติกเก่าที่ใช้แล้วกลับมาผลิตใหม่ จะเป็นการกระตุ้นให้พวกเขามีความสนใจที่จะเข้ามามีส่วนร่วมกิจกรรม และอาจจะจัดให้มีรางวัลตอบแทนแก่พวกเขาบ้าง โดยอาจจะจัดในรูปแบบของการแข่งขัน เป็นต้น จะเป็นการช่วยแก้ปัญหาขยะ ปกป้องสิ่งแวดล้อม โดยที่ทุกคนในสังคมมีส่วนร่วมเพียงแต่ตระหนักไว้เสมอว่าการทิ้งของลงในถังขยะว่า ถังขยะจะไม่ใช้ที่ที่เราจะทิ้งอะไรก็ได้อีกต่อไปแล้ว แต่เราก็จะคัดแยกประเภทขยะก่อนที่จะทิ้ง เพื่อประโยชน์ในการนำกลับมาผลิตใช้ใหม่

จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำกรุงบรัสเซลส์ ประเทศเบลเยียม
กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

ฉบับวันที่ 15 กันยายน 2533.

อุตสาหกรรมกลูโคสซีรัป (Glucose syrup)

สุวัฒน์ ลิ้มสุวรรณ

การบริโภคอาหารนั้นมิใช่เพียงเพื่อต้องการคุณค่าทางอาหารเท่านั้น แต่รสชาติที่ได้รับยังสนองความต้องการบางประการของเราอีกด้วย ดังนั้นความเปรี้ยว หวาน เค็ม มัน จึงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการปรุงแต่งรสชาติของอาหาร สารให้ความหวานที่เราใช้อยู่มากมายหลายชนิดที่ใช้กันอยู่เป็นประจำคือ น้ำตาลทราย (sucrose) นอกจากนี้ยังมีสารให้ความหวานที่ใช้กันมากในเชิงอุตสาหกรรม เพื่อคุณภาพสินค้าและลดต้นทุนการผลิต นั่นคือ กลูโคสซีรัป

กลูโคสซีรัป ผลิตขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1811 โดยนักเคมีชาวเยอรมัน ด้วยการนำแป้งมาต้มกับสารละลายเอนไซม์ของกรดซัลฟูริก จะได้สารละลายเข้มข้นที่มีรสหวาน

องค์การตลาดร่วมยุโรป ให้คำจำกัดความของกลูโคสซีรัปว่า คือ สารละลายเข้มข้นของกลูโคส (glucose) มอลโตส (maltose) และโพลิเมอร์ (polymers) ชนิดต่าง ๆ ของกลูโคสที่ได้จากการนำแป้งมาทำการย่อยสลายแบบย่อยสลายบางส่วน (partial hydrolysis)

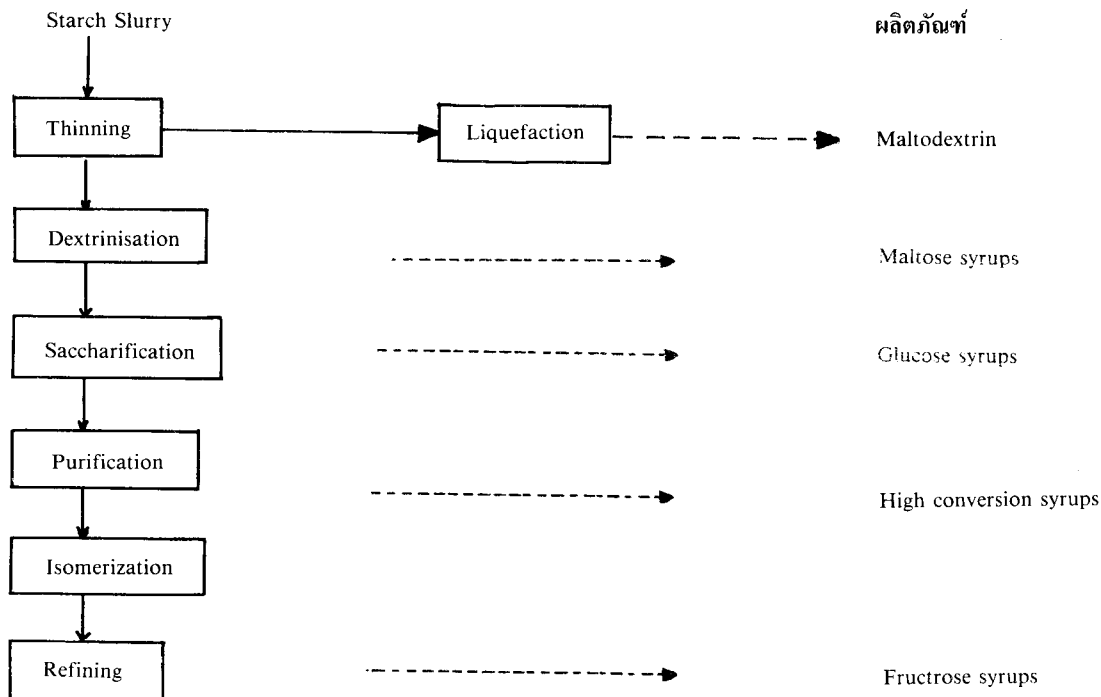
Codex ให้คำจำกัดความว่า เป็นสารละลายเข้มข้นของน้ำตาลที่มีคุณค่าทางอาหาร (nutritive saccharides) ที่ได้จากแป้ง

ในคริสต์ศตวรรษที่ 19 เริ่มมีการผลิตกลูโคสซีรัป ในเชิงอุตสาหกรรมขึ้น ด้วยการไฮโดรไลซิสแห้งด้วยกรดอินทรีย์ เช่น กรดไฮโดรคลอริก หรือ กรดซัลฟูริก กรดอินทรีย์ เช่น กรดออกซาลิก (oxalic acid) แต่ที่นิยม

ใช้มากที่สุดคือ กรดไฮโดรคลอริก อุตสาหกรรมนี้แพร่หลายมากในอเมริกา เนื่องจากมีวัตถุดิบคือ แป้งข้าวโพดมาก สำหรับประเทศไทยมีการผลิตในเชิงอุตสาหกรรมมาประมาณ 30 ปี โดยใช้วัตถุดิบคือแป้งมันสำปะหลัง

สำหรับการทำ partial hydrolysis นั้น ความมากน้อยของการถูกย่อยสลายจะติดตามได้ด้วยการวัดค่าสมมูลยวดยูนิตร (Dextrose equivalent, DE) ซึ่งก็คือ ค่าปริมาณของน้ำตาลรีดิวซิง (คิดในรูปของเดกโตรส) ที่มีอยู่ในผลิตภัณฑ์ ต่อ ปริมาณสารที่แห้ง (dry matter basis) ซึ่งค่า DE สูง แสดงว่าแป้งถูกย่อยสลายไปมาก (มีน้ำตาลรีดิวซิงมาก) แต่ไม่ได้หมายความว่า มี glucose มากเสมอไป

ขบวนการผลิตกลูโคสซีรัปในอุตสาหกรรม มีแผนภูมิคร่าว ๆ ดังนี้



พิจารณาแผนภูมิข้างต้น จะเห็นว่าในอุตสาหกรรมกลูโคสซีรัปจริง ๆ อาจแบ่งชนิดของผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิดตามตารางที่ 1 ซึ่งแสดงองค์ประกอบชนิดของคาร์โบไฮเดรตที่มีอยู่ในแต่ละผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 1

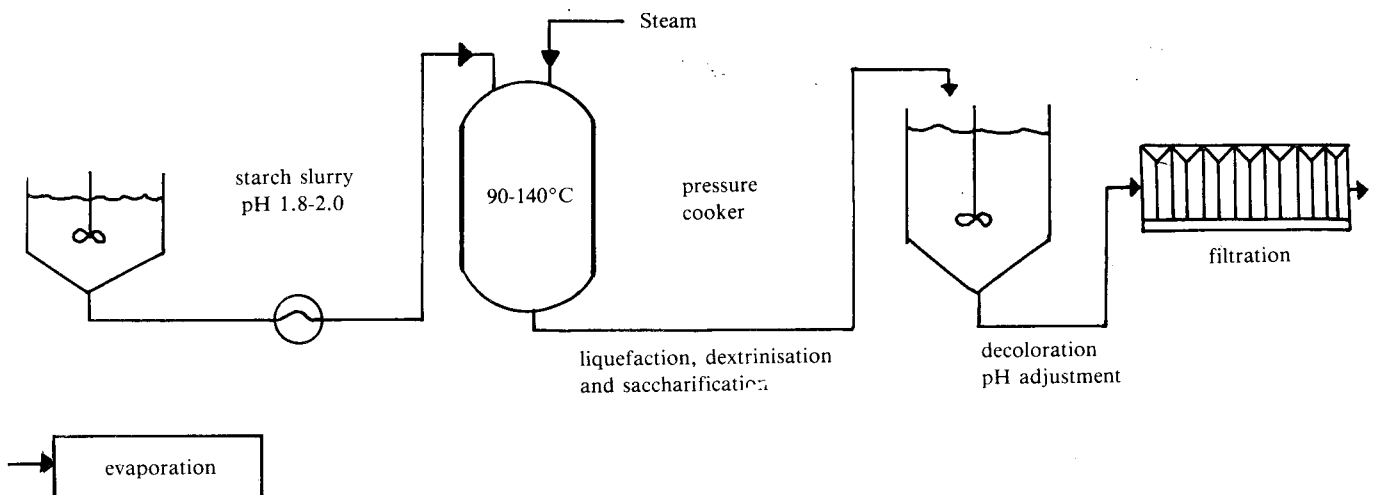
	Maltodextrin	Maltose	Syrup	High conversion syrup	Dextrose or Glucose syrup
	อ	อ	ก	อ	อ
DE	20	42	42-43	65	95-97
Dextrose (%)	0.8	6	19	34	95-98
Maltose (%)	5.5	45	14	47	1.5-2.0
Maltotetraose (%)	11.0	12	12	3	
Maltotetraose (%)	82.7	3	10	2	
Maltopentaose (%)		2	8	1.5	
Maltohexaose (%)		2	7	1.0	
Higher sugars (%)		30	30	11.5	

หมายเหตุ อ หมายถึงผลิตโดยวิธีไฮโดรไลซิส มีเอนไซม์ (enzyme) เป็นคะตะลิสต์ (catalyst)

ก หมายถึง ผลิตโดยวิธีไฮโดรไลซิส มีกรด เป็นคะตะลิสต์

DE = Dextrose equivalent

ตัวอย่างขบวนการผลิตโดยการไฮโดรไลซิสด้วยกรด มีแผนภูมิดังนี้



เริ่มแรกจะผสมแป้งกับน้ำ โดยใช้เนื้อแป้งแห้งประมาณ 30-40% คนให้เป็นเนื้อเดียวกัน จะได้ starch slurry ปรับ pH ให้ได้ค่า 1.8-2.0 แล้วปั๊มเข้าสู่หม้ออบความดัน (pressure cooker) ให้ความร้อนที่ 90°ซ. ประมาณ 20-30 นาที (จะเกิดขบวนการ liquefaction) สารละลายจะใส ความหนืดจะลดลง ต่อจากนั้นอบภายใต้ความดันที่อุณหภูมิ 120-140°ซ. แป้งจะถูกย่อยลงไปเรื่อย ๆ ขึ้นกับเวลาที่ใช้ (จะเกิดขบวนการ dextrinisation และ saccharification) ถ้า

ต้องการผลิตภัณฑ์เป็น maltodextrin ซึ่งมีค่า DE ประมาณ 20 เวลาที่ใช้จะสั้น แต่ถ้าต้องการ maltose syrup ซึ่งมีค่า DE ประมาณ 40 เวลาที่ใช้จะนานขึ้น (เวลาที่ใช้นี้ไม่เกิน 20 นาที) เมื่อได้ DE ตามต้องการแล้ว ทำการดูดสีด้วยคาร์บอนกัมมันต์ ปรับ pH ตามต้องการแล้วกรอง ผลิตภัณฑ์บางชนิดอาจต้องแยกเอาเกลือออกจากสารละลายด้วย ion exchange resins ก่อนแล้วจึงจะเห้น้ำออกภายใต้ความดันต่ำจนได้ความหนืดตามต้องการ

สำหรับการผลิต dextrose syrup ซึ่งมีค่า DE สูง (DE > 90) ด้วยขบวนการที่ใช้กรดจะได้สารละลายที่มีสีเข้มมาก เนื่องจากภายใต้สภาวะที่ pH ต่ำ อุณหภูมิสูงจะเกิดสารมีสีขึ้นมาก อีกทั้งกรณีการผลิต maltodextrin นั้น แป้งอาจถูกย่อยสลายไม่หมด หรือมีการกลับมารวมตัวกันใหม่ (retrogradation) ทำให้ maltodextrin ที่ได้นั้นสภาพเร็วคือเกิดขุ่นขาวขึ้น ด้วยความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีชีวภาพสาขาเอนไซม์ จนสามารถเตรียมเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ที่มี

ประสิทธิภาพสูงด้วยราคาที่จะผลิตในเชิงอุตสาหกรรม ปัญหาต่าง ๆ ข้างต้นจึงสามารถแก้ไขได้โดยอาศัยข้อดีของเอนไซม์ ซึ่งทำให้ปฏิกิริยาเคมีการย่อยสลายเฉพาะเจาะจง สภาวะที่ใช้ไม่ว่าจะเป็น pH หรืออุณหภูมิ ไม่รุนแรงเท่ากรด ปฏิกิริยาการเกิดสีก็ลดลง มีผลทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น โดยต้นทุนไม่สูงกว่ากรดเท่าใดนัก ดังนั้นในปัจจุบันขบวนการผลิตกลูโคสซีรัปจึงเปลี่ยนมาใช้เอนไซม์มากขึ้น จึงจะขอกล่าวขบวนการผลิตโดยใช้เอนไซม์มาพอสังเขปดังนี้

การผลิตกลูโคสซีรัปในอุตสาหกรรม

เริ่มต้นจาก starch slurry นำมาปรับ pH ให้อยู่ในช่วง pH 6.4-7.0 แล้วเลือกเอนไซม์พวก α -amylase เอนไซม์นี้มีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดที่ทนต่อความร้อนได้น้อยกว่า ได้จากแบคทีเรียพวก *Bacillus subtilis* กับชนิดที่ทนความร้อนได้มากกว่า ได้จากแบคทีเรียพวก *Bacillus licheniformis* การเลือกใช้ชนิดใดขึ้นกับชนิดของแป้งที่เป็นวัตถุดิบและขบวนการผลิตว่าออกแบบมาเช่นไร เอนไซม์ทั้งสองชนิดนี้เฉพาะเจาะจงในการไฮโดรไลซ์ α -1, 4-glucosidic linkage ในแป้ง ถ้าใช้ *B.subtilis* α -amylase เมื่อให้ความร้อนที่ 85°C. เป็นเวลาประมาณ 30 นาที จะได้ hydrolysate มีค่า DE ประมาณ 12 (เป็นขั้นตอน liquefaction) ถ้าทำจนได้ $DE \geq 20$ จะเกิดขั้นตอน dextrinisation ด้วยโดยใช้เวลานานขึ้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะเป็น maltodextrin ถ้าใช้ *B.licheniformis* α -amylase ให้ความร้อน 105-110°C. ประมาณ 10 นาที แล้วลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วเป็น 95°C. รักษาไว้ที่อุณหภูมินี้จนได้ DE ตามต้องการ

การเตรียม maltose syrup นำ hydrolysate ที่มี DE 15-20 จากขั้นตอนข้างต้นมาทำ saccharification ด้วย α -amylase ที่ได้จากพวก *Aspergillus oryzae* (เฉพาะเจาะจงทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มี % maltose สูง) สภาวะที่เหมาะสมที่ pH = 5 ควบคุมอุณหภูมิ 50-55°C. เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง จนได้ DE ตามต้องการ

การเตรียม dextrose syrup นำ hydrolysate ที่มี DE 15-20 จากขั้นตอนข้างต้นมาทำ saccharification ด้วยเอนไซม์ amyloglucosidase ที่ได้จากพวก *Aspergillus niger* (เอนไซม์นี้

ไฮโดรไลซ์ได้ทั้ง α -1, 4-glucosidic และ α -1, 6-glucosidic linkage) สภาวะที่เหมาะสม pH = 4.5 ควบคุมอุณหภูมิ = 60°C. เป็นเวลา 48-96 ชั่วโมง จนได้ DE สูงสุด = 98 ทำขั้นตอนต่อไปทันที ทั้งไว้ DE จะลดลง

สำหรับการใช้กลูโคสซีรัปในอุตสาหกรรมจะขอยกตัวอย่างที่สำคัญดังต่อไปนี้

ในอุตสาหกรรมลูกกวาด ลูกกวาดที่ปรากฏแก่สายตาจะมีสถานะเป็นของแข็ง (solid) แต่ความจริงแล้วเป็น supercooled non-crystalline liquid (glassy state) มีปริมาณของแข็งอยู่ 97% ถ้าใช้สารให้ความหวานเพียงน้ำตาลทราย (sucrose) ตัวเดียว เมื่อเก็บไว้จะเกิดการตกผลึกของ sucrose นอกจากนี้ลูกกวาดยังดูดซับความชื้นจากอากาศอยู่ตลอดเวลาจะทำให้เกิดชั้นบาง ๆ ที่มีความเข้มข้นลดลง (น้ำเพิ่มขึ้น) ทำให้ sucrose ตกผลึกออกมาได้อีกด้วย แล้วจะแพร่กระจายเข้าไปยังเนื้อในลูกกวาดจะชุ่ม แต่เมื่อใส่ maltose syrup จะสามารถยับยั้งขบวนการตกผลึกของ sucrose ได้ และ maltose syrup ที่ได้จากขบวนการที่ใช้เอนไซม์ (พิจารณาตารางที่ 1) จะมีปริมาณ glucose ต่ำ maltose สูงกว่าขบวนการที่ใช้กรด คุณสมบัติที่ดีของ maltose คือ ดูดความชื้นน้อยกว่า glucose ดังนั้น maltose syrup จากขบวนการที่ใช้เอนไซม์เหมาะสมในการผลิตลูกกวาดมากกว่า

ในอุตสาหกรรมไอศกรีม การเติมกลูโคสซีรัปลงไปจะช่วยปรับปรุงให้ไอศกรีมละลายช้าลงได้ และปรับสภาพความนุ่มลิ้นได้ตามต้องการ ชนิดของกลูโคสซีรัปที่ใช้ DE ตั้งแต่ 29 ถึง 90 ขึ้นกับคุณสมบัติของไอศกรีมที่ต้องการ

ในอุตสาหกรรมครีมเทียมปรุงแต่งเครื่องดื่มชนิดร้อน (coffee whitener) จะนำ maltodextrin (DE 20-25) ผสมกับน้ำมันพืช เติมน้ำตาลและสี แล้วฉีดออกมาเป็นผงแห้ง สัดส่วนของ maltodextrin ในครีมเทียมประมาณ 40-60%

ในอุตสาหกรรมนอมอาหาร ใช้กลูโคสซีรัปที่มีค่า DE = 63 ผสมร่วมกับน้ำตาลทราย จะทำให้อsmotic pressure สูงขึ้นกว่าใช้น้ำตาลทรายอย่างเดียว ช่วยหยุดยั้งการทำลายอาหารจากจุลินทรีย์ อีกทั้งป้องกันการตกผลึกของ sucrose และรสชาติที่ได้ไม่หวานเกินไป

ในประเทศไทยนอกจากประโยชน์ดังกล่าวข้างต้นแล้ว ขนพืชนับว่าบางชนิดก็มีการใส่กลู-

โคสซีรัปด้วย ที่ขายตามตลาดทั่วไปมีค่า DE 40-50 รู้จักกันในชื่อเบแซ นอกจากนี้น้ำตาลบีบน้ำตาลปึก ที่นำน้ำตาลจากมะพร้าวมาเคี่ยวก็ต้องใส่เบแซ เพื่อให้อยู่ในสภาพกึ่งแข็ง หรือแข็งเป็นก้อน ที่อุณหภูมิห้อง ตามต้องการ จะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมกลูโคสซีรัปสามารถเปลี่ยนแปลงซึ่งเป็นสินค้ามูลค่าต่ำ ไปเป็นผลิตภัณฑ์มูลค่าสูงขึ้น นำไปใช้ในอุตสาหกรรมอื่นได้หลากหลาย ยังมีผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ที่ได้จากการนำกลูโคสซีรัปไปทำปฏิกิริยาอื่น ๆ ได้สารให้ความหวานอื่น ๆ นำไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางอีก เช่น นำกลูโคสซีรัปที่มี DE สูงถึง 98 ไปทำ isomerization ด้วยเอนไซม์ isomerase ได้ fructose syrup ที่มีความหวานเทียบเท่าน้ำตาลทราย ใช้ในอุตสาหกรรมพวกเครื่องดื่มที่ไม่มีแอลกอฮอล์ (soft drink) หรือ การนำกลูโคสซีรัปไปทำ hydrogenation ได้เป็น hydrogenated glucose syrup ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องสำอาง เช่น ยาสีฟัน อุตสาหกรรมกระดาษ อุตสาหกรรมยาสูบ ในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมกลูโคสซีรัปทุกโรงงาน ได้พยายามพัฒนาขบวนการผลิตโดยอาศัยเทคโนโลยีชีวภาพจากเอนไซม์มากขึ้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีขึ้น หลากหลายขึ้น อันอาจจะลดการนำเข้าวัตถุดิบประเภทนี้จากต่างประเทศ และคาดว่าในอนาคตอาจมีการส่งออกเพิ่มมากขึ้นแทน

เอกสารอ้างอิง

1. Dziedzic SZ. and Kearsley MW., Glucose Syrups : Science and Technology, London : Elsevier Applied Science Publishers Ltd., 1984.
2. Godfrey T. and Reichelt J., Industrial Enzymology : The Application of Enzymes in Industry, New York, N.Y. : Nature Press, 1983.

สิ่งแวดล้อม : โอโซน

โอโซนเป็นก๊าซที่เรารู้จักหรือเคยได้ยินกันมานานแล้ว มีลักษณะคล้ายออกซิเจน ไม่มีสีหรือหากมีปริมาณมากจะมีสีฟ้าอ่อน มีกลิ่นฉุนเช่นเดียวกับที่เราพบตอนถ่ายเอกสารหรือตอนก่อนที่จะมีพายุ ในปัจจุบันนี้ได้มีการพูดถึงโอโซนในลักษณะต่าง ๆ กัน ดังนี้

1. ช่องโอโซน (the hole in the ozone layer)

โอโซนจะอยู่ที่บรรยากาศชั้น Stratosphere ระยะความสูงประมาณ 20 กม. จากพื้นดิน มีคุณสมบัติในการกรองแสงอัลตราไวโอเล็ตที่มีอยู่ในแสงอาทิตย์ ปัจจุบัน ชั้นโอโซนได้ลดระดับความหนาแน่นลงจากเดิม โดยในปี พ.ศ. 2528 (ค.ศ. 1985) ได้มีการค้นพบช่องโอโซน และพบว่า ระดับชั้นโอโซนได้ลดปริมาณลงมากในบริเวณขั้วโลกใต้ และในขณะนี้ ได้ค้นพบปรากฏการณ์ในลักษณะเดียวกันในบริเวณขั้วโลกเหนือ เป็นที่ทราบกันดีถึงสาเหตุที่ทำให้ระดับชั้นความหนาแน่นของโอโซนลดลง อันเกิดจากการใช้สาร chlorofluorocarbons (CFC) ในปริมาณที่มากเกินไปในการผลิตตู้เย็น การบรรจุกระป๋องสเปรย์ หรือใช้ในการผลิตฟองน้ำ จึงเป็นความจำเป็นเร่งด่วนที่จะต้องมีการควบคุมปริมาณการใช้สาร CFC เนื่องจากว่าจะต้องใช้เวลานานหลายปีจึงจะสามารถทำลายสารดังกล่าวให้หมดสิ้นไป ในปี พ.ศ. 2530 (ค.ศ. 1987) ได้มีการออกพิธีสารมอนทรีล (Montreal Protocol) ห้าม

การใช้สารบางประเภทที่จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อชั้นโอโซนและควบคุมการใช้สาร CFC ด้วยในยุโรปก็ได้มีความกระตือรือร้นในการที่จะหามาตรการควบคุมการใช้สารดังกล่าว โดยแต่ละประเทศได้กำหนดแนวทางเป็นของตนเอง

2. โอโซนที่เป็นมลพิษหรือสารพิษ

จากการที่ระดับชั้นความหนาแน่นของโอโซนที่ปกคลุมโลกลดลง ทำให้แสงอัลตราไวโอเล็ตจากแสงอาทิตย์ผ่านมาถึงพื้นโลกได้มากกว่าที่เคยเป็น เราสามารถจะแยกแสงอัลตราไวโอเล็ตออกได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

- UVA ไม่มีผลร้ายต่อมนุษย์มากนัก
- UVB อาจจะก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนัง
- UVC มีอันตรายมากที่สุด แต่จะไม่

ผ่านมาถึงพื้นโลก เพราะชั้นโอโซนกรองเอาไว้ และเมื่อแสงอัลตราไวโอเล็ตสามารถผ่านมาถึงพื้นโลกมากกว่าที่เคยเป็นมาในอดีต เพราะระดับชั้นโอโซนที่ทำหน้าที่ในการกรองแสงดังกล่าวมีปริมาณลดลง จึงก่อให้เกิดปัญหาห่มรังสีผิวหนังดำในตา รวมทั้งบรรดาพืชบางชนิดที่ขึ้นอยู่ในท้องทะเลที่ได้รับปริมาณแสงมากเกินไปก็ตายไป อันจะส่งผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในทะเลทั้งหมด

โอโซนที่อยู่ในชั้นบรรยากาศจะเป็นประโยชน์แก่มนุษย์ต่างกับโอโซนที่อยู่ใกล้พื้นดิน ซึ่งจะรวมตัวเข้ากับบรรดามลพิษที่เกิดจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือควันท่อไอเสียรถยนต์

ก่อให้เกิดปัญหาสุขภาพ ได้แก่ อาการแพ้ากาศ หอบหืด สายตาคิดปกติ และโรคปอด เป็นต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นไม่ใช่เฉพาะแต่กับมนุษย์เท่านั้น บรรดาต้นไม้ พืชผักที่เราเพาะปลูกก็จะได้รับผลกระทบของปัญหานี้เช่นกัน

3. ผลดีของโอโซนต่อมนุษย์ ได้มีการใช้ประโยชน์จากโอโซนมาเป็นเวลานานแล้วในหลายด้าน ซึ่งพอจะจำแนกได้ดังนี้

3.1 การใช้โอโซนในการทำน้ำสะอาดน้ำ ซึ่งโดยทั่วไปมี 2 กรรมวิธี คือ การใส่ผงคลอรีน และการใส่โอโซนลงไปในน้ำ ซึ่งส่วนใหญ่แล้วจะใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน เพราะเหตุว่าทั้งสองวิธีจะมีผลดีและผลเสียที่ต่างกัน ดังนั้นจึงนำวิธีทั้งสองมาใช้ร่วมกันเพื่อให้ได้ผลดีที่สุด

3.2 การใช้โอโซนในการทำลายสีในแม่น้ำ ที่เกิดจากดินหรือพืชใต้น้ำ เพื่อให้น้ำมีสีตามธรรมชาติ

3.3 บรรดาอุตสาหกรรมอาหารทางการเกษตรก็ได้ใช้ประโยชน์จากโอโซนโดยการติดตั้งโคมไฟอัลตราไวโอเล็ตในห้องเย็น เพื่อให้เกิดโอโซนจากแสงอัลตราไวโอเล็ตที่จะช่วยในการเก็บรักษาพืชผล สำหรับไข่ไก่เราสามารถใช้อโอโซนในการทำลายแบคทีเรีย อย่างไรก็ตามอาหารที่มีมันมาก เช่น เนื้อสัตว์ หรือเนย จะไม่ได้รับผลดีจากโอโซน เพราะมันต่าง ๆ จะเกิดกลิ่นเหม็น

3.4 การใช้โอโซนในการทำน้ำสะอาดขจัดบรรดาจุลินทรีย์

3.5 การใช้โอโซนในการทำอากาศให้สะอาดปราศจากกลิ่นเหม็นต่าง ๆ

3.6 ใช้โอโซนในกระบวนการผลิตไวน์ น้ำผลไม้ และ เหล้า จะเห็นได้ว่าในชีวิตประจำวัน เราได้ใช้ประโยชน์มากมายจากก๊าซโอโซน อย่างไรก็ตาม ปัญหาของโอโซนหรือระดับชั้นโอโซนที่กำลังลดระดับลงนั้นได้กลายเป็นปัญหาที่น่าหวาดกลัวต่อมวลมนุษย์ จึงเป็นเรื่องสำคัญเร่งด่วนในการกำหนดมาตรการที่จะสามารถควบคุมผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม อันจะเกิดกับชั้นโอโซนในบรรยากาศที่ปกคลุมโลกเราอยู่

จดหมายข่าววิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำกรุงบรัสเซลส์ ประเทศเบลเยียม

การสำรวจ พบสารระเหยในลูกเหม็น ที่เป็นอันตราย

มหานครโตเกียวและสถาบันสุขอนามัย
แห่งชาติ ได้สนับสนุนให้มีการศึกษาสภาพ
อากาศภายในบ้านเรือนและพบว่าอากาศภายใน
บ้านหลายหลัง เป็นพิษเนื่องมาจาก ปริมาณ
ของพาราไดคลอโรเบนซีน (P-DCB) ซึ่งเป็น
สารที่ใช้ทำลูกเหม็นสำหรับกันแมลง

ปริมาณความเข้มข้นสูงสุดของสารดัง-
กล่าวจะพบในห้องนั่งเล่น ในบ้านไม้หลังหนึ่ง
ซึ่งมีปริมาณถึง 1 ppm (part per million) จาก
การสำรวจของสถาบันนี้พบว่าค่าเฉลี่ยความเข้ม-
ข้นจะอยู่ประมาณ 0.08 ppm และจากรายงาน
การศึกษาพบว่าปริมาณสูงสุดของสารนี้ที่แต่ละ
คนจะได้รับประมาณ 0.55 ppm และโดยเฉลี่ย
ประมาณ 0.08 ppm

สารเคมีที่ใช้ในการผลิต ในญี่ปุ่นประมาณ
ปีละ 25,000 ตัน และเมื่อร่างกายได้รับสารเคมี
ในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการปวดศีรษะ,
วิงเวียน, อ่อนเพลีย และมีอาการแพ้

สถาบันนี้ได้ทำการสำรวจห้างสรรพสินค้า
จำนวน 41 แห่ง และบ้านไม้ ในบริเวณกรุง
โตเกียว และใช้คนจำนวน 29 คน ในการตรวจ
วัดปริมาณสารโดยให้ถูกสารในช่วง 24 ชั่วโมง

Mr.Toshiro Matsumura หัวหน้าคณะ
วิจัยนี้ได้กล่าวว่า คนชราและทารกที่ใช้เวลา
ส่วนใหญ่อยู่ที่บ้าน ก็จะหายใจสูดเอาสาร P-DCB
เข้าไปในปริมาณที่สูง โดยที่คนชราและเด็ก
สามารถทนสาร P-DCB ได้อย่างปลอดภัยใน
ปริมาณ 0.1-0.5 ppm และหลังจากถูกสารเกิน
กว่า 24 ชั่วโมงแล้วจะพบว่าสารนั้นจะเพิ่ม
ปริมาณสูงขึ้นกว่าขีดจำกัด

ข้อมูลข่าวสารด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ที่ปรึกษาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำสถานเอกอัครราชทูต กรุงโตเกียว
ประเทศญี่ปุ่น
ณ วันที่ 3 พฤศจิกายน 2533



เครื่องกลั่นน้ำมันแบบอัตโนมัติ
(Automatic Distillation Apparatus)



ส า ร บั ญ

- 3 เทคโนโลยีเพื่อชาวอีสาน : อุตสาหกรรม
- 12 การทำน้ายางขึ้นจากน้ายางธรรมชาติ
- 17 ข้าวทั่วไปในวศ.
- 21 เซรามิกเนื้ออะลูมินากับคุณค่าที่น่าจับตามอง
- 24 พัฒนาการของนิวเคลียร์ แมคเนติก เรโซแนนซ์
สเปกโตรสโคปี
- 26 ความปลอดภัยในการใช้เตาอบไมโครเวฟประกอบอาหาร
- 28 ศูนย์สนเทศสิทธิบัตร
- 30 การใช้ประโยชน์จากขวดพลาสติกเปล่าใช้แล้ว
- 31 อุตสาหกรรมกลูโคสซีรัป
- 34 สิ่งแวดล้อม : โอโซน
- 35 การสำรวจพบสารระเหยในลูกเหม็นที่เป็นอันตราย