



วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ผลิตภัณฑ์ประดับประดับดอกไม้เชรามิก



ตุ๊กตา ดอกสุพรรณนิการ์



ดอกหน้าวัว, เปลวเทียน



ดอกกระเจียว "บัวขาว"



ดอกกระเช้าเอื้องบัว



ดอกเล็บมือนาง



ดอกสุพรรณนิการ์, เอื้องตาหिर, เอื้องสามางาม



ดอกกล้วยไม้ "รัตนโกสินทร์"



ดอกเล็บมือนาง



ดอกกระเจียว "บัวชั้น"

ISSN 0857-7617

ปีที่ 49 ฉบับที่ 157 กันยายน 2544

ศูนย์ วิทยาศาสตร์

เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

กรมวิทยาศาสตร์บริการ



กรมวิทยาศาสตร์บริการ

กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400
โทร. 644-7021 โทรสาร. 245-5523

<http://www.dss.go.th>

ที่ปรึกษา

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์

นางสาวสุจินดา โชติพานิช

บรรณาธิการ

นางอัจฉรา ฟูมฉัตร

กองบรรณาธิการ

นางพิมพ์วัลย์ วัฒนภาส

นางสาวอารี ชูวิสิฐกุล

นางสาวเรณู ตามไท

นางวราภรณ์ วรเสวด

นางสาวเบญจภัทร์ จาตุรนตร์ศรี

นางสาวธิดา เกิดกำไร

นางสาวอุรารวรรณ อุ่นแก้ว

นางสุดาวดี เสริมนอก

นางธราทิพย์ เกิดในมงคล

คือปกรณ

นายวิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ

นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

สารบัญ

ดอกไม้เซรามิก

พรทิพย์ เวียงอำพล

1

การผลิตยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

กนกวรรณ จุมที

6

แอมโมเนียกับอุตสาหกรรม

ศโรดา ขุนโหร

11

เทคนิคการเตรียมสารละลายตัวอย่าง

เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุด้วยเครื่องมือพิเศษ

รัชดา เหมปฐวี

จิรสา กรงกรด

14

ฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคาร

กัคนัย ทองทิมพร

21

สถิติสิทธิบัตรเครื่องใช้วัดศักยภาพ ?

รดาวรรณ ศิลปโภชกุล

23

BADGE ภัยร้ายจากสารเคลือบผิวปกป้องบรรจุอาหาร

สุภัตรา เจริญเกษมวิทย์

25

จุลินทรีย์ในอาหารหมัก

จิตต์เรขา ทองมณี

28

สารฟอกขาว (Bleaching agents)

สมจิตต์ บรรณวิวัฒนาโสภณ

วรรณภา ตันอินยงค์

32

วารสารรายสี่เดือน

ปีละ 3 ฉบับ

มกราคม, พฤษภาคม, กันยายน

ดอกไม้เซรามิก

พรทิพย์ เวียงอำพล

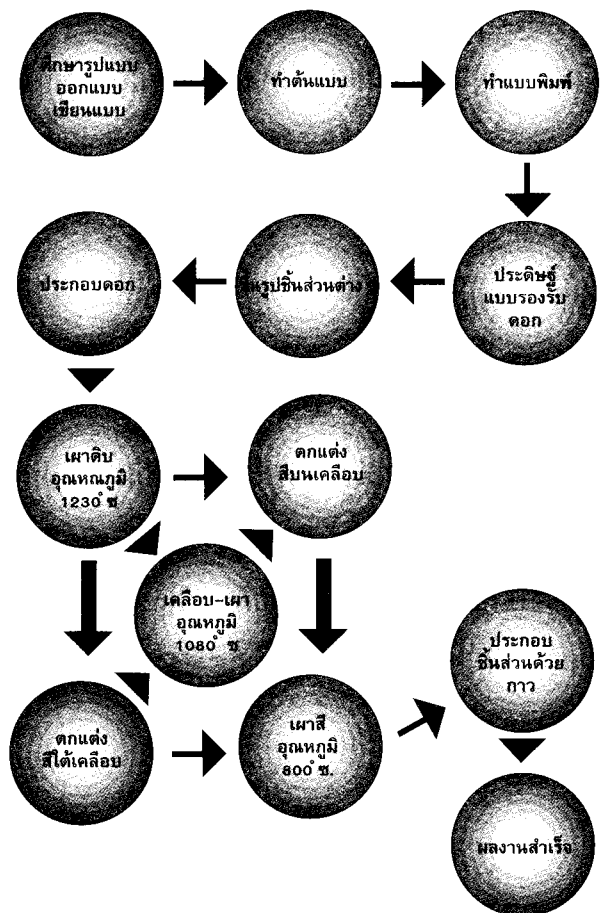
สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์พระบรมราชินีนาถ ทรงมีพระราชดำริให้นำเอาวิถีชีวิต ประเพณีวัฒนธรรมของคนไทยและธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่น แต่ละภาคมาถ่ายทอดลงบนผลิตภัณฑ์เซรามิกในโครงการศิลปาชีพ ซึ่งแต่ละภาคจะพบเห็นดอกไม้ประจำท้องถิ่นและดอกไม้ป่าที่มีความงดงามแตกต่างกัน ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ศึกษาทดลองนำรูปแบบของดอกไม้มาเขียน และปั้นตกแต่งผลิตภัณฑ์หรือปั้นเป็นช่อดอกลอยตัวเลียนแบบธรรมชาติ เพื่อเป็นของที่ระลึกสำหรับผู้มาเยี่ยมชมศูนย์ศิลปาชีพ หรือจัดจำหน่ายสำหรับไปเยี่ยมผู้ป่วยแทนดอกไม้สด ซึ่งจะเห็นได้ว่าทำได้ง่าย และอาจเป็นอันตรายแก่ผู้ป่วยที่แพ้เกสรหรือกลิ่นของดอกไม้บางชนิดได้

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในฐานะหน่วยงานที่สนองพระราชดำริในการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตทุกขั้นตอนแก่สมาชิกศูนย์ศิลปาชีพทั้ง 4 ภาค มาตั้งแต่ปี พ.ศ. 2527 จึงได้จัดทำโครงการ “การพัฒนาเทคนิคการทำดอกไม้เซรามิก ปี 2540 - ปี 2544 ” เพื่อวิจัยพัฒนาเทคนิคการผลิต ออกแบบและการตกแต่งให้ใกล้เคียงธรรมชาติมากที่สุด ได้เก็บข้อมูลรายละเอียดของดอกไม้แต่ละชนิดจากแหล่งธรรมชาติทั้ง 4 ภาค ได้แก่ ดอกสุพรรณิการ์ ดอกเอื้องตาเหิน ดอกเอื้องสำเภางาม ดอกเอื้องม้าวัง ดอกเล็บมือนาง ดอกกระเจียวพันธุ์บัวชั้น บัวขาว ดอกหน้าวัว ดอกเปลวเทียน ดอกกล้วยไม้ และดอกเสี้ยว ได้คิดค้นหาวิธีจำลองและอนุรักษ์ดอกไม้ที่มีกลีบอบบางให้คงอยู่ได้เป็นเวลานานด้วยรูปแบบสีสันทนสวยงามที่แตกต่างกัน น่าสนใจและสร้างสรรค์อย่างยิ่ง

ดอกไม้เซรามิกมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อน มีความละเอียดละเอียดอ่อนทุกขั้นตอน และใช้วัตถุดิบที่แตกต่างกันในแต่ละขั้นตอน วัสดุในการผลิตคือดินเผาใช้เนื้อดินโบนไชนา(Bonechina) ส่วนผสมหลักมีดินขาว หินควอร์ตซ์ แร่ฟันม้า และถ้ากระดูก เมื่อเผาถึงจุดสุดท้ายจะมีความขาว โปร่งแสง และแข็งแกร่ง ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำมาทำกลีบดอก การตกแต่งจะได้สีที่ใกล้เคียงธรรมชาติ

ดินสโตนแวร์เนื้อละเอียด (fine stoneware) ส่วนผสมหลักมีดินขาว ทรายแก้ว แร่ฟันม้า และดินดำ คุณสมบัติของเนื้อดินชนิดนี้เหมาะสมในการขึ้นรูปเป็นลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ (free form) จะทรงตัวได้ดีในช่วงเวลาการเผา ในการตกแต่งสีเข้มช่วยปิดบังความขาวหม่นของเนื้อดินได้ดี

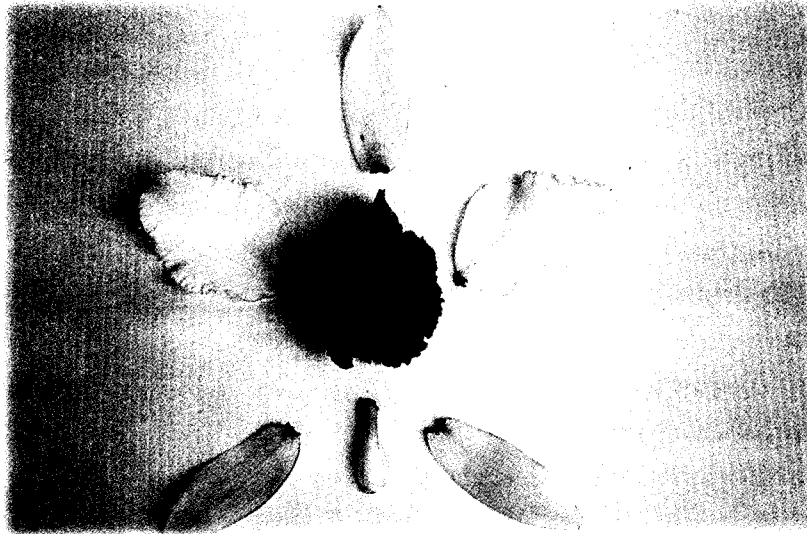
ขั้นตอนการผลิตดอกไม้เซรามิก



เทคนิคการทำดอกไม้เซรามิกมีขั้นตอนการทำดังต่อไปนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบ

ศึกษารายละเอียดส่วนต่างๆ ของไม้ดอกที่ต้องการ ถ่ายภาพรายละเอียดของ ดอก ใบ ลำต้น กิ่ง ก้าน และสภาพแวดล้อม เขียนภาพแยกชิ้นส่วนของกลีบดอกโดยพิจารณาลักษณะเฉพาะความแตกต่างของกลีบดอกไม้แต่ละชนิดออกแบบผลิตภัณฑ์สำหรับนำมาประดับดอกไม้



แยกชิ้นส่วนของกลีบดอก

2. ขั้นตอนการทำต้นแบบ และแบบพิมพ์

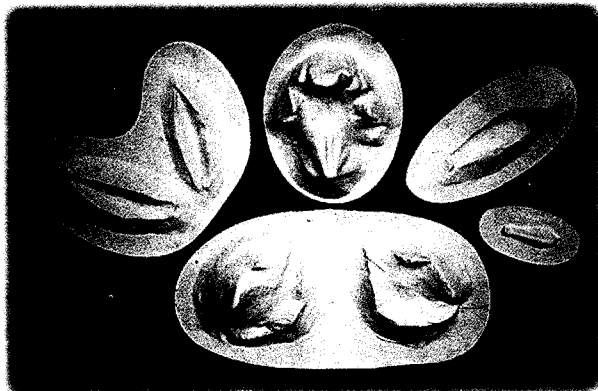
วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

ปูนพลาสเตอร์

น้ำยาล้าง

แผ่นพลาสติก

ปั้นต้นแบบกลีบดอก ลำต้น กิ่ง ก้าน ใบ ด้วยดินเหนียว นำต้นแบบมาทำพิมพ์ปูนพลาสเตอร์ และพิมพ์ยาง เพื่อเก็บรายละเอียดของเส้นกลีบดอกและเส้นใบด้านหน้าและด้านหลัง



แบบพิมพ์ปูนพลาสเตอร์



แบบพิมพ์ยาง

3. ขั้นตอนการขึ้นรูป

วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

ดินโบนไซนา และดินสโตนแวร์เนื้อละเอียด

แผ่นยาง

ไม้คลึงดิน

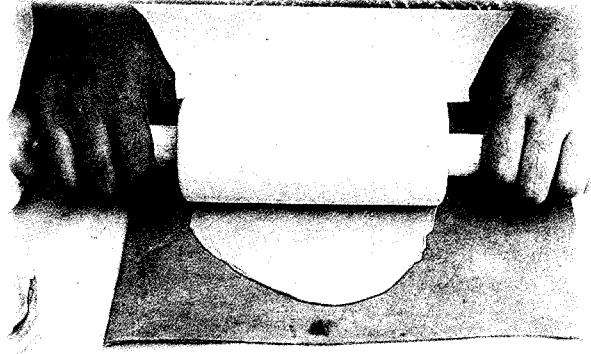
กระดาษหนา

แบบพิมพ์กึ่งดอก ใบ

มีดปลายแหลม



รูปที่ 1 ประคิษฐ์แบบรองรับ



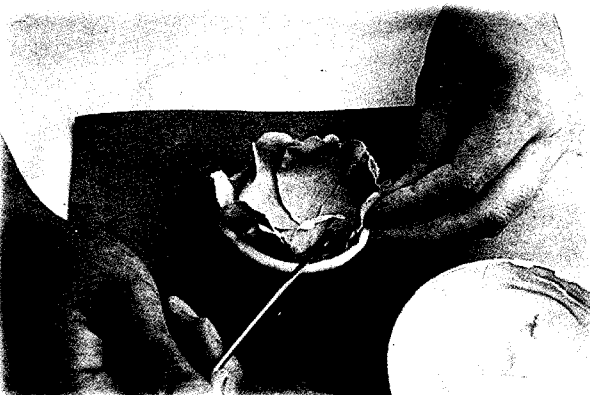
รูปที่ 2 คลึงดินเป็นแผ่นบาง



รูปที่ 3 ตัดกึ่งดอกตามแบบ



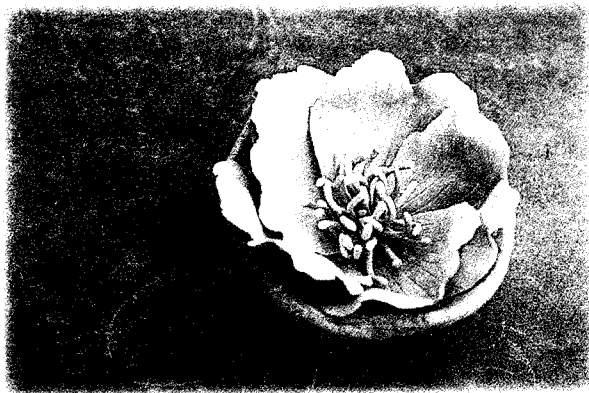
รูปที่ 4 อัดกึ่งดอกในแบบพิมพ์



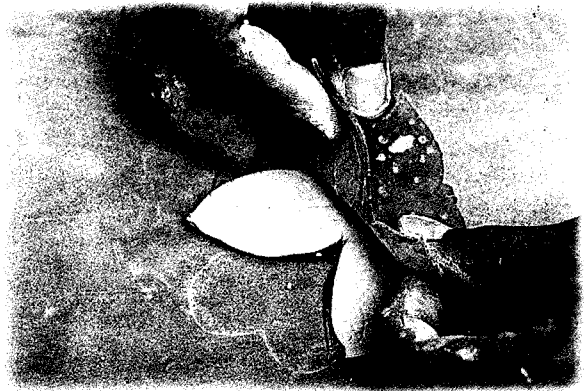
รูปที่ 5 ประกอบดอกในแบบประคิษฐ์



รูปที่ 6 ปั้นเกสร



รูปที่ 7 ติดเกสร



รูปที่ 8 ทำใบ

เมื่อได้ชิ้นงานสำเร็จและแห้งดีแล้วนำไปเผาติดใบเพื่อสะดวก ในการหยิบจับเนื่องจากชิ้นงานบอบบาง

4. ขั้นตอนการเผาติดใบ

วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

เตาเผา แท่งทนไฟ ลวดทนไฟ

อิฐทนไฟ แบบรองรับชิ้นงาน

เนื้อดินโบนไซนาโดยทั่วไปมักจะเผาให้สุกตัวที่อุณหภูมิสูงก่อนเผาเคลือบที่อุณหภูมิต่ำกว่าเพื่อควบคุมการทรงตัวของผลิตภัณฑ์ นำชิ้นงานที่แห้งดีแล้วจัดเรียงในเตาเผา จัดชั้นวางให้เหมาะสมกับขนาดของชิ้นงาน เนื่องจากชิ้นงานบอบบางแตกหักง่ายจึงต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ ควรจะมีแบบหรืออุปกรณ์รองรับในการจัดวางเพื่อป้องกันการบิดเบี้ยวของรูปทรง เนื้อดินโบนไซนามีจุดสุกตัวที่อุณหภูมิ 1230° - 1250° เซลเซียส ระยะเวลาเผาประมาณ 8-10 ชั่วโมง

5. ขั้นตอนการเคลือบ

วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

น้ำเคลือบใส

เครื่องพ่นเคลือบ

เครื่องเป่าลมร้อน, ตู้อบ

ชิ้นงานเนื้อดินโบนไซนาเมื่อเผาติดใบแล้ว ก่อนนำมาพ่นเคลือบใสควรอบผลิตภัณฑ์ให้ร้อน เพื่อให้เคลือบเกาะผิวชิ้นงานได้ดี การเคลือบให้หนาพอดี เมื่อเผาในอุณหภูมิถึงจุดสุกตัวจะเห็นรายละเอียดของชิ้นงานได้ชัดเจน ชิ้นงานดินสโตนแวร์ เนื้อละเอียดเผาติดใบแล้วนำมาตกแต่งสีบนเคลือบได้เลย

6. การเผาเคลือบ

วัสดุ-อุปกรณ์เช่นเดียวกับการเผาติดใบ ในการจัดวางชิ้นงานควรวางให้มีระยะห่างพอสมควร เพื่อไม่ให้ชิ้นงานติดกัน เมื่อน้ำเคลือบถึงจุดหลอมละลาย สำหรับชิ้นงานที่ต้องการความเรียบร้อยทุกส่วนควรใช้ลวดทนไฟรองรับชิ้นงานที่เคลือบผิวทั่วทั้งชิ้น เพื่อป้องกันการหลอมติดกับแผ่นทนไฟ อุณหภูมิการเผาเคลือบเนื้อดินโบนไซนาประมาณ 1080° เซลเซียส ระยะเวลาเผาประมาณ 8-10 ชั่วโมง



การจัดวางชิ้นงานในเตาเผา

ในขั้นตอนนี้จะได้ออกไม้สีขาวที่เคลือบผิวด้วยเคลือบใสพร้อมจะนำไปตกแต่งสี

7. ขั้นตอนการตกแต่งสี

วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

สีได้เคลือบ, สีบนเคลือบ

ฟู่กันขนยาว No. 0, 1, 3, 5, 8

เครื่องพ่นแอร์บรัช

เครื่องเป่าลมร้อน

โกร่งบดสี จานสี

ในการตกแต่งสีดอกไม้เซรามิกส่วนใหญ่จะใช้สีบนเคลือบผสมน้ำ บดละเอียด พ่นสีด้วยแอร์บรัช ไล่สีหนัก-เบา ตามความอ่อน-แก่ของสีธรรมชาติ แล้วตกแต่งรายละเอียดด้วยฟู่กัน เมื่อสีที่พ่นแห้งดีแล้วในการพ่นสีด้วยเครื่องพ่นแอร์บรัชควรใช้เครื่องเป่าลมร้อนที่ใช้งานไปพร้อม ๆ กันเพื่อช่วยให้สีแห้งติดผิวเคลือบ เนื่องจากชิ้นงานมีความมันและลื่น ถ้าสีแห้งช้าจะไหลเยิ้มทำให้เกิดรอยต่างได้ หรืออบชิ้นงานให้ร้อนในตู้อบก่อนนำมาตกแต่งสี

8. การเผาสีบนเคลือบ

ในการจัดวางชิ้นงานเพื่อเผาสีให้จัดวางแบบเดียวกับการจัดเผาเคลือบ ใช้อุปกรณ์สำหรับรองรับชิ้นงาน ดอก ก้าน ใบ ปักลวดทอนไฟบนแผ่นอิฐทนไฟรองรับแบบสามมุม หรือตามรูปทรงของชิ้นงาน อุณหภูมิการเผาสีประมาณ 750-800° เซลเซียส ระยะเวลาเผาประมาณ 5 ชั่วโมง

9. ขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วน

วัสดุ-อุปกรณ์หลัก

เครื่องเจียร์มือ

เทปใส ดินน้ำมัน

กาวติดเซรามิกแบบผสมชนิดแห้งเร็วใสไม่มีสี

กาว ชนิดแห้งเร็ว (มีกรวยปลายแหลม)

นำชิ้นส่วนมาตกแต่งความเรียบร้อยด้วยเครื่องเจียร์มือ แล้วติดประกอบให้เหมือนธรรมชาติด้วยกาวผสมสองหลอด ใช้วัสดุ-อุปกรณ์ค้ำยันชิ้นงาน เช่น ดินน้ำมันและใช้เทปใสรั้งยึดให้ชิ้นส่วนที่ติดกาวที่ไม่เคลื่อนไหวทั้งไว้จนกาวแห้งจึงแกะอุปกรณ์ค้ำยันออก

ปัจจุบันมีการผลิตดอกไม้ประดิษฐ์จากวัสดุที่แตกต่างกันแพร่หลายมากมาย เช่น ทำจากผ้า ใบไม้แห้ง กระดาษ สบู่ ดินญี่ปุ่น ดินหอมและจากวัสดุเหลือใช้อื่น ๆ ซึ่งจะใช้เทคนิคในการผลิตที่ต่าง ๆ กันและไม่มีการบวนการเคลือบการเผาวันแต่ดอกไม้เซรามิก ซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้เทคโนโลยีขั้นสูง เป็นผลงานที่มีคุณค่าเป็นที่นิยมและยอมรับกันทั่วโลก

ความแตกต่างของผลงานดอกไม้เซรามิกที่วิจัยพัฒนาขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับผลงานจากต่างประเทศจะมีความแตกต่างกันทางด้านรูปแบบกล่าวคือ ดอกไม้เซรามิกจากต่างประเทศส่วนใหญ่มักจะมีรูปแบบเป็นชิ้นเชื่อมติดต่อกันเป็นกลุ่ม ไม่แยกชิ้นส่วนเป็นกิ่ง ก้าน เหมือนธรรมชาติ ส่วนดอกไม้เซรามิกที่ได้



การตกแต่งสีด้วยการพ่นแอร์บรัช



การเผาสีบนเคลือบ



การตกแต่งประดับผลิตภัณฑ์

วิจัยพัฒนาขึ้นช่วยให้ผลิตภัณฑ์สามารถนำมาจัดตกแต่งประดับผลิตภัณฑ์ได้เช่นเดียวกับดอกไม้ธรรมชาติทั่วไป นอกจากนี้ยังนำชิ้นส่วนมาทำความสะอาดได้สะดวกสไลได้เหมือนเดิม

ดอกไม้เซรามิกเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีสีสันสวยงาม มีความคงทนถาวรเช่นเดียวกับผลิตภัณฑ์สังคโลกและเบญจรงค์ ต่างจากดอกไม้ประดิษฐ์ที่ทำจากวัสดุอื่น ๆ ดอกไม้เซรามิกจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมนำมาประดับตกแต่งบ้านเรือนและสำนักงานเป็นการอนุรักษ์พันธุ์ไม้ไทยและเผยแพร่ให้คนรุ่นหลังรู้จักกันมากยิ่งขึ้น ส่งเสริมให้เกิดการพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิกเพื่อการส่งออกเป็นรายได้แก่ประเทศและลดการนำเข้าอีกทางหนึ่งด้วย

การผลิตยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

กนกวรรณ จุมที

เนื่องจากมีรายงานการแพ้โปรตีนในผลิตภัณฑ์ยางที่ทำจากน้ำยางธรรมชาติและมีการตื่นตัวกันอย่างกว้างขวางในการหามาตรการป้องกัน ด้วยเหตุนี้จึงมีการปรับปรุงคุณภาพยางธรรมชาติโดยให้มีปริมาณโปรตีนต่ำลงเพื่อให้เหมาะสำหรับใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติบางประเภท โดยเฉพาะอย่างยิ่งผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสโดยตรงกับร่างกายคน เช่น ถุงมือแพทย์ ท่อระบายของเสียออกจากร่างกายผู้ป่วย ถุงยางอนามัย รวมถึงผลิตภัณฑ์อื่นๆ เช่น สายยางยึดสำหรับรถจักรยานยนต์ เทปกาว ลูกโป่ง ยางธรรมชาติที่ได้ผ่านกระบวนการทำให้ปริมาณโปรตีนต่ำลงนี้ เรียกว่า ยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ (Deproteinized Natural Rubber, DPNR) อีกนัยหนึ่งอาจเรียกว่า ยางธรรมชาติที่มีปริมาณไนโตรเจนต่ำ (Low Nitrogen Natural Rubber, LNNR)

กระบวนการสำหรับลดปริมาณโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติอาจแบ่งออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

- 1) การใช้เอนไซม์ชนิดย่อยสลายโปรตีน
- 2) การปั่นแยก (centrifugation) หรือการล้างโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติด้วยสารลดแรงตึงผิว
- 3) การใช้ปฏิกิริยาทางเคมี เช่น สะพอนิฟิเคชัน

การผลิตยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

ความพยายามในช่วงแรกๆ เป็นการลดโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติที่ก่อให้เกิดอาการแพ้ด้วยการบ่มน้ำยางธรรมชาติสดกับเอนไซม์ชนิดย่อยสลายโปรตีน เช่น ปาเปน (papain) อัลคาเลส (Alcalase) ซูเปอร์เลส (Superase) เป็นการไฮโดรไลซ์โปรตีนที่ถูกดูดซับอยู่บนผิวของอนุภาคยางและที่แขวนลอยอยู่ในน้ำให้เป็นเปปไทด์สายสั้นๆ และกรดอะมิโน ระยะเวลาในการบ่มอาจแปรได้จาก 10 ถึง 24 ชั่วโมง จากนั้นจึงจับก้อนยางด้วยกรด จะได้ยางธรรมชาติที่มีปริมาณโปรตีนต่ำลงประมาณ 30 ถึง 45 เปอร์เซ็นต์

การใช้น้ำหรือการใช้ร่วมกับสารลดแรงตึงผิวจะล้างโปรตีนที่ถูกดูดซับอยู่ที่ผิวของผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ สามารถลดปริมาณโปรตีนที่ละลายน้ำลงได้บ้างวิธีที่ปั่นแยกเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถลดปริมาณโปรตีนในน้ำยางธรรมชาติได้มาก โดยวิธีนี้น้ำยางจะถูกส่งเข้าเครื่องปั่นแยก และถูกแบ่งออกเป็นสองส่วน ส่วนแรกเป็นน้ำยางที่มีปริมาณเนื้อยางเพิ่มขึ้น และมีสิ่งเจือปน

ลดลง เรียกว่า น้ำยางข้น อาจมีเนื้อยางถึง 60 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่สองเป็นหางน้ำยาง หรือ น้ำยางskim ซึ่งประกอบด้วยน้ำเป็นส่วนใหญ่และมีเนื้อยางปนอยู่บ้างเล็กน้อย โปรตีนซึ่งถูกดูดซับที่ผิวของอนุภาคยางจะถูกปั่นแยกจากชั้นของน้ำยางข้นมาอยู่ในชั้นหางน้ำยาง ซึ่งถ้าใช้สารลดแรงตึงผิวร่วมกับการปั่นแยกจะทำให้ได้น้ำยางข้นที่มีโปรตีนต่ำยิ่งขึ้น แต่วิธีนี้ยังไม่ให้ผลที่น่าพอใจนัก เนื่องจากยังมีปริมาณโปรตีนเหลือเพียงพอที่จะทำให้เกิดอาการแพ้ได้ นอกจากนี้ น้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำนี้มีสมบัติเหมาะสำหรับเป็นผลิตภัณฑ์ยางที่เกี่ยวกับด้านไฟฟ้าไม่ใช้ทางการแพทย์กล่าวคือผลิตภัณฑ์ที่ได้มีสมบัติการขึ้นรูปเป็นฟิล์มต่ำ และฟิล์มที่ได้จากยางดิบมีความต้านทานต่อแรงดึงต่ำทำให้เกิดรอยฉีกขาดได้ง่าย

การศึกษาการผลิตยางธรรมชาติที่มีปริมาณโปรตีนต่ำลงด้วยวิธีทางเคมี เริ่มขึ้นในปี ค.ศ.1934 โดยการเติมสารละลายต่างเจือจางลงในน้ำยางธรรมชาติเพื่อย่อยสลายแอลบูมินในน้ำยาง ทำ การบ่มที่อุณหภูมิ 50 ถึง 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ถึง 10 ชั่วโมง ทั้งไวจนเกิดการแยกชั้นเป็นชั้นครีมของน้ำยาง จึงแยกชั้นครีมออกมาเจือจางด้วยน้ำก่อนที่จะทำการจับตัวเป็นก้อน เล็กๆ ด้วยซิงค์คลอไรด์ จากนั้นล้างก้อนยางธรรมชาติด้วยน้ำ ริด ให้เป็นแผ่น ตัดเป็นชิ้นเล็กและอบให้แห้ง ยางธรรมชาติที่ได้จากกระบวนการนี้มีปริมาณไนโตรเจน 0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้ทั้งที่เป็นยางดิบ และยางวัลคาไนซ์ เช่น การทำสายเคเบิลได้ทะเล

ต่อมาในปี ค.ศ. 1974 ได้เริ่มมีการผลิตยาง DPNR โดยใช้ น้ำยางข้นเป็นวัตถุดิบ มีการเติมโพแทสเซียมแนฟทีเนทหรือแอมโมเนียมแนฟทีเนท (potassium or ammonium naphthenate) เป็นสารรักษาความเสถียรของน้ำยาง หลังจากนั้นบ่มน้ำยางข้นนี้ด้วยเอนไซม์ superase ก่อนที่จะทำการจับตัวเป็นก้อนด้วยสารละลาย 2% กรดฟอสฟอริก ซึ่งจะได้ยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ ที่มีปริมาณไนโตรเจน 0.066 เปอร์เซ็นต์ และปริมาณเถ้า 0.052 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณยาง DPNR ที่ได้นั้นมีเปอร์เซ็นต์สูงถึง 80.7 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการผลิตนี้ได้รับการปรับปรุงเพิ่มในปี ค.ศ. 1977 โดยใช้ น้ำยางสดผ่านการกรอง (Clarified field latex) แทนน้ำยางข้น แต่ค่าใช้จ่ายในการผลิตยาง DPNR ของทั้งสองวิธีนี้สูงมาก

ในปี ค.ศ. 1991 ได้มีการปรับปรุงกระบวนการผลิตยาง DPNR จากเดิม ซึ่งมีข้อดีมากกว่ากระบวนการผลิตแบบเก่าดังนี้

- ใช้น้ำยางสดจากสวนเป็นวัตถุดิบแทนการใช้น้ำยางสดผ่านการกรองหรือน้ำยางข้น ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการกรองและการปั่นแยกเพื่อผลิตน้ำยางข้น
- ใช้สารลดแรงตึงผิวแบบนอนไอออนิกเป็นสารรักษาความเสถียรของน้ำยางแทนการใช้โพแทสเซียมแนฟทีเนท (potassium naphthenate)
- น้ำยางที่มีสภาพเป็นกรดถูกจับเป็นก้อนแบบต่อเนื่องในเครื่องจับก้อนด้วยไอน้ำ

สถาบันวิจัยยางแห่งประเทศไทย (Rubber Research Institute of Malaysia หรือ RRIM) ได้ใช้กระบวนการนี้

ในการผลิตยาง DPNR เพื่อการค้า และได้ให้สิทธิทางการผลิตแก่ผู้ประกอบการในประเทศมาเลเซียที่ต้องการผลิตยาง DPNR เพื่อจำหน่าย

สมบัติทางกายภาพของยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำ

เมื่อทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพของยางดิบ DPNR เปรียบเทียบกับยางแท่งเอสเอ็มอาร์ที่มี plasticity คงที่ (SMR CV) พบว่า ยาง DPNR มีปริมาณไนโตรเจน ปริมาณเถ้า และปริมาณสารระเหยต่ำกว่ายางแท่ง SMR CV ดังแสดงในตารางที่ 1 นอกจากนี้ยังพบว่ายาง DPNR มีสีอ่อนกว่ายางแท่ง SMR CV

ส่วนสมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์จากยาง DPNR เปรียบเทียบกับยางแท่ง SMR CV นั้น ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 สมบัติทางกายภาพของยางดิบ

	SMR CV	DPNR
ปริมาณสิ่งสกปรก, %โดยน้ำหนัก	0.005	0.003
ปริมาณเถ้า, %โดยน้ำหนัก	0.20	0.09
ปริมาณไนโตรเจน, %โดยน้ำหนัก	0.37	0.08
ปริมาณสิ่งระเหย, %โดยน้ำหนัก	0.28	0.17
ความหนืดมูนนี่, ML(1+4)100°C	62	59
การเพิ่มความแข็งระหว่างเก็บ	4	4

ตารางที่ 2 สมบัติทางกายภาพของยางวัลคาไนซ์

	SMR CV	DPNR
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	27.4	27.3
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	482	520
มอดูลัสที่ 300%, MPa	13.5	11.3
ความแข็ง, IRHD	55	52
สมบัติหลังการเก็บที่ 100°C เวลา 7 วัน		
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	84	81
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	73	72
มอดูลัสที่ 300%, MPa	140	149

หมายเหตุ สูตรผสมสำหรับการวัลคาไนซ์ คือ ยาง 100, ZnO 5, ZEH 2, Permanex TQ 2, N774 50, TBTD 0.6 และ S 0.6 phr ทำการวัลคาไนซ์ที่ 150°C เป็นเวลา 20 นาที

ยาง DPNR เป็นยางที่มีความบริสุทธิ์สูงเพราะโปรตีนรวมทั้งเส้นที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อยางถูกกำจัดออกไป เนื่องจากความสามารถในการดูดซึมน้ำของยางเป็นปกติโดยตรงกับปริมาณโปรตีนในเนื้อยาง ยาง DPNR จึงมีความสามารถในการดูดซึมน้ำต่ำกว่ายางธรรมชาติโดยทั่วไป ทำให้ยาง DPNR เหมาะแก่การผลิตชิ้นส่วนด้านทานกระแสไฟฟ้า และชิ้นงานที่ใช้ได้ทะเล และที่สำคัญการที่มีปริมาณโปรตีนต่ำจึงเหมาะแก่การทำผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับอาหารหรือสัมผัสกับร่างกายคน

แม้ว่าการผลิตน้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำโดยการใช้เอนไซม์และสารลดแรงตึงผิว จะพัฒนาใช้ในทางการค้าแล้วก็ตาม เมื่อทำการทดสอบการแพ้ (skin prick test) กับผู้ป่วยบางรายที่มีความไวต่อการแพ้พบว่าผลิตภัณฑ์จากน้ำยางธรรมชาติโปรตีนต่ำนี้ให้ผลบวกกับผู้ป่วยได้ถึง 5-8 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดสอบนี้เป็นการยืนยันได้ดีว่า ในอนาคตตลาดของผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติ ที่ใช้ในทางการแพทย์จำเป็นที่จะต้องใช้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากน้ำยางหรือยางธรรมชาติที่ปราศจากโปรตีน

การผลิตน้ำยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำเป็นพิเศษ

ในปี ค.ศ. 1996 ได้มีการพัฒนาการผลิตน้ำยางธรรมชาติที่มีโปรตีนต่ำเป็นพิเศษ (Highly deproteinized natural rubber latex) หรือน้ำยาง HDPNR ซึ่งมีปริมาณในโตรเจนน้อยกว่า 0.02 เปอร์เซ็นต์ ด้วยการบ่มน้ำยางธรรมชาติสดหรือน้ำยางชั้นชนิดแอมโมเนียสูง (HA-latex) ด้วยเอนไซม์ชนิดย่อยสลายโปรตีน (KP-3939, Kao Co.) และสารลดแรงตึงผิวประเภทแอนไอออนิก (KP-4401, Kao Co.) ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตามด้วยการล้างโปรตีนที่ถูกย่อยสลายออกด้วยการปั่นแยก 2 ครั้ง สุดท้ายจึงเติมแอมโมเนียเพื่อรักษาสภาพน้ำยางน้ำยาง HDPNR นี้มีความเสถียรสูง (MST \geq 500 วินาที) สามารถขึ้นฟิล์มได้ง่าย เมื่อทำเป็นยางแท่งจะได้สมบัติที่ดีหลายประการ ดังแสดงในตารางที่ 3 และ 4 คือ มีความต้านทานการดูดซึมน้ำเป็นเยี่ยม มีความสามารถในการขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์และมีสมบัติวัลคาไนซ์ที่ดีกว่ายางเครฟและยางแผ่นรมควันทั่วไป นอกจากนี้การเพิ่มความแข็งแรงระหว่างเก็บมีค่าน้อยมาก

ตารางที่ 3 สมบัติทางกายภาพของน้ำยาง HDPNR (จาก HA-latex) และยางดิบ HDPNR

HDPNR		
น้ำยางดิบ		
ความหนืด, cps	42 (TSC = 58%)	75 (TSC = 61%)
ปริมาณเจล, %	15.7	58.5
ยางวัลคาไนซ์		
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	32.6	37.2
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	940	920
มอดุลัสที่ 800%, MPa	16.5	21.3
สมบัติหลังการเก็บในอากาศ		
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	30.0	32.2
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	870	850
มอดุลัสที่ 800%, MPa	21.1	25.9
สมบัติหลังการเก็บในน้ำ		
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	27.4	23.2
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	890	840
มอดุลัสที่ 800%, MPa	16.8	18.6
ความสามารถในการดูดซับโทลูอีน, % (อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง)	523	468
ความสามารถในการดูดซับน้ำ, % (อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เวลา 24 ชั่วโมง)	7.3	27.2
การทนต่อการฉีกขาด, kN/m	30	44

ตารางที่ 4 สมบัติทางกายภาพของยางแข็ง HDPNR

ยางดิบ			
ปริมาณไนโตรเจน, %โดยน้ำหนัก	0.014	0.458	0.463
ความหนืดมูนนี่, ML(1+4)130°C	52	86	59
ยางคอมปาวด์			
ความหนืดมูนนี่, ML(1+4)130°C	52	61	57
T5, นาที	16	19	18
T10, นาที	17	20	20
T90, นาที	20	23	22
ยางวัลคาไนซ์			
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	32.9	28.0	28.3
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	660	670	630
มอดุลัสที่ 300%, Mpa	10	8.3	10.3
ความแข็ง	60	59	61
สมบัติหลังการเก็บที่ 100°C เวลา 7 วัน			
ความต้านทานต่อแรงดึง, MPa	26.8	25.6	25.8
ความสามารถในการยืดจนขาด, %	450	420	390
มอดุลัสที่ 300%, Mpa	16.9	18.3	20
ความแข็ง	64	70	71
การทนต่อการฉีกขาด, kN/m	74	67	64

หมายเหตุ สูตรผสมสำหรับการวัลคาไนซ์ คือ ยาง 100, ISAF 50, stearic acid 3, ZnO 3, antioxidant 2, S 1.5 และ accelerator 0.75 phr

การใช้เอนไซม์และสารลดแรงตึงผิวในการผลิตยาง HDPNR นั้นนับว่ามีข้อดีหลายประการ แต่เมื่อใช้ทางการค้าแล้วนับว่ายังมีค่าใช้จ่ายสูง จึงได้มีการศึกษาการใช้วิธีทางเคมี คือ สะพอนิฟิเคชัน เพื่อผลิตยาง HDPNR ในปี ค.ศ. 1998 โดยใช้น้ำยางสดจากสวนเป็นวัตถุดิบ ทำปฏิกิริยากับโซเดียมไฮดรอกไซด์ หรือโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ 3-5 เปอร์เซ็นต์ ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง โดยไม่ต้องกวนสารละลาย จากนั้นทำการเจือจางสารละลายด้วยน้ำ เดิมโซเดียมคลอไรด์ เพื่อให้เกิดการแยกชั้นเป็นชั้นครีมของน้ำยางและชั้นหางน้ำยาง แยกชั้นครีมมาเจือจางด้วยน้ำและปล่อยให้แยกชั้นอีกครั้ง เพื่อเป็นการล้างโปรตีนออก ชั้นครีมเกิดการจับก้อนเองภายใน 24 ชั่วโมง พบว่ายางที่ได้มีปริมาณไนโตรเจนเพียง 0.007 เปอร์เซ็นต์

สถานการณ์ปริมาณการแพ้โปรตีนในยางธรรมชาติที่เพิ่มสูงขึ้น ส่งผลให้ความต้องการใช้ผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติที่ปราศจากโปรตีนเพิ่มขึ้นเช่นกัน ในปัจจุบันการเลือกซื้อวัตถุดิบยางธรรมชาติเพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์จากยางธรรมชาติมีความเข้มงวดมากขึ้น ความต้องการน้ำยางหรือยางธรรมชาติที่ปราศจากโปรตีนเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ การส่งเสริมให้โรงงานวิจัยและพัฒนาการผลิตยางธรรมชาติที่ปราศจากโปรตีนหรือที่มีปริมาณโปรตีนเป็นศูนย์ด้วยวิธีการใหม่ๆ นั้นย่อมเป็นสิ่งที่ต้องการสำหรับการยอมรับผลิตภัณฑ์ยางธรรมชาติในปัจจุบัน

เอกสารอ้างอิง

- Chin, P.S., et al. Deproteinised natural rubber (DPNR). **Proceedings of Rubber Research Institute of Malaysia. Planter's Conference.** [n.p.], 1974, p.252-258.
- Kadir, A.A.S.A. Advances in natural rubber production. **Rubber Chemistry and Technology**, July-August, 1994, vol.67, no.3, p.537-548.
- Sakaki, T., et al. Highly purified natural rubber I. preparation of anionic latex and its physical properties. **Nihon Gomu Kyoukaishi**, August, 1996, vol.69, no.8, p. 553-555.
- Tanaka, Y. Preparation and application of DPNR: recovery of small rubber particles from skim, deproteinisation of latex by saponification and application of DPNR latex. **Natural Rubber Consortium.** 1998. December 14, Bangkok: Chulalongkorn University, 1998.

แอมโมเนียกับอุตสาหกรรม

โศรดา ขุนโหร

ปัจจุบันเรามากจะได้ยินข่าวเรื่องการเกิดการรั่วไหลของก๊าซแอมโมเนียจากโรงงานอุตสาหกรรมผู้ผลิตหรืออุตสาหกรรมที่ใช้สารละลายแอมโมเนีย ซึ่งทำให้เกิดอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงานในโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชนและบ้านเรือนใกล้เคียง และยังส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) หรืออาจรู้จักในรูปของ สารละลายแอมโมเนีย หรือ Ammonium Hydroxide เป็นสารเคมีชนิดหนึ่งที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมหลายประเภท

สมบัติทั่วไปของแอมโมเนีย (NH_3)

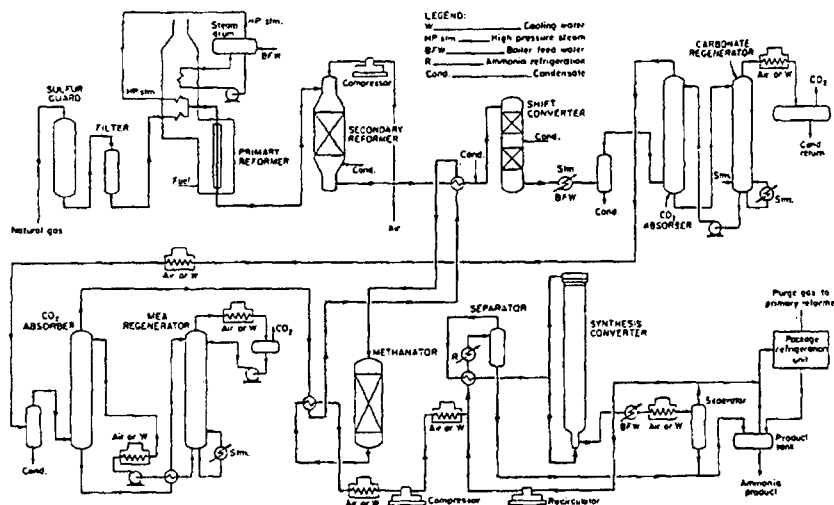
1. แอมโมเนียมีสถานะเป็นก๊าซ ไม่มีสี มีกลิ่นฉุนที่อุณหภูมิปกติ
2. น้ำหนักโมเลกุล = 17.03 จุดเดือดที่ -33.35°C , จุดเยือกแข็งที่ -77.7°C , อุณหภูมิวิกฤต (critical temp.) ที่ 133.0°C และจุดติดไฟที่อุณหภูมิ 648.89°C
3. แอมโมเนียที่อยู่ภายใต้ความดันสูงและอุณหภูมิต่ำจะมีสภาพเป็นของเหลว (liquid ammonia)
4. ก๊าซแอมโมเนีย เบากว่าอากาศและสามารถละลายน้ำได้ดี เกิดเป็นสารละลายแอมโมเนีย
5. ในที่ ๆ มีอากาศชื้นและมีก๊าซแอมโมเนียผสมอยู่ด้วย จะไม่ทำให้เหล็กสึกกร่อน แต่จะทำให้โลหะจำพวกทองแดง และโลหะผสมทองแดงเช่น ทองเหลือง สึกกร่อนได้ง่าย

การผลิตแอมโมเนีย

วัตถุดิบที่ใช้ผลิต Ammonia คือ ก๊าซธรรมชาติซึ่งเป็นก๊าซที่ได้จากกระบวนการกลั่นลำดับส่วนของปิโตรเลียม ถ่านหินและถ่านหินลิกไนท์ ซึ่งการผลิตแอมโมเนียจากก๊าซธรรมชาติประกอบด้วยกระบวนการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. กระบวนการแยกเอาสารประกอบซัลเฟอร์ ออกจากก๊าซธรรมชาติ (Desulfurization)
2. กระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming)
3. กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเคลื่อนที่ (Shift conversion)
4. กระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide removal)
5. กระบวนการทำก๊าซให้บริสุทธิ์ครั้งสุดท้าย (Final purification)
6. กระบวนการสังเคราะห์ แอมโมเนีย (Ammonia synthesis and recovery)

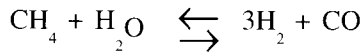
กระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย (ดังรูป) ก๊าซมีเทนซึ่งเป็นก๊าซธรรมชาติจะผ่านกระบวนการกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ จำพวกไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) และคาร์บอนิลซัลไฟด์ (COS) ที่มีอยู่ในก๊าซธรรมชาติออก กระบวนการกำจัดสารประกอบซัลเฟอร์ออกมีได้หลายวิธีเช่น การใช้ถ่านกัมมันต์ (activated carbon) หรือสังกะสีออกไซด์ (ZnO) เป็นต้น



แผนผังแสดงกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย

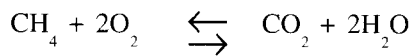
ก๊าซมีเทนที่ไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์ จะผ่านกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming) เพื่อให้ได้ก๊าซไฮโดรเจน (H₂) กระบวนการนี้มี 2 ขั้นตอนคือ

1. ก๊าซมีเทนทำปฏิกิริยากับไอน้ำ (steam) ภายใต้ความดัน 25 - 35 บรรยากาศที่อุณหภูมิระหว่าง 779.44-848.89 °ซ โดยอัตราส่วนของไอน้ำ : คาร์บอน ในมีเทน = 3 : 4 ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ นิกเกิล (Ni) ที่เคลือบบนผิวอะลูมินา



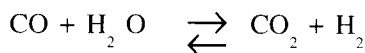
ก๊าซ (CO + H₂) ที่ได้ตั้งสมการ มีก๊าซมีเทนปนอยู่ 2- 10 % ผ่านไปยังขั้นตอนที่สอง เพื่อเปลี่ยนก๊าซมีเทนที่เหลือให้เป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂)

2. ก๊าซมีเทนที่เหลือทำปฏิกิริยากับออกซิเจนในอากาศ ภายใต้ความดัน 12 - 47 บรรยากาศ อุณหภูมิระหว่าง 926.67 - 848.89 °ซ ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ นิกเกิลเคลือบอยู่บนผิวโครเมียมอะลูมินา



เมื่อสิ้นสุดกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ ก็จะได้ก๊าซผสมที่ประกอบด้วย H₂, CO₂ และ CO ซึ่งก๊าซ CO₂ และ CO เป็นอันตรายต่อตัวเร่งปฏิกิริยาในกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย ดังนั้นจำเป็นต้องขจัดออก ก๊าซ CO₂ ในก๊าซผสม สามารถขจัดออกได้ง่ายกว่าก๊าซ CO จึงทำการเปลี่ยนก๊าซ CO ให้เป็นก๊าซ CO₂ โดยใช้กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเลื่อนที่ (Shift Conversion)

กระบวนการเปลี่ยนที่ออกซิเจนโดยการเลื่อนที่ ทำโดยการผ่านไอน้ำเข้าทำปฏิกิริยากับ CO ภายใต้ความดัน 30 บรรยากาศ อุณหภูมิ 348.89-454.44 °ซ ตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ออกไซด์ของเหล็กและโครเมียม

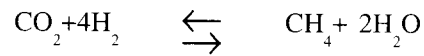
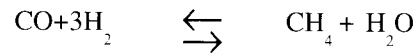


ก๊าซ CO₂ ทั้งหมดจะถูกกำจัดออกด้วยกระบวนการกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide removal) ซึ่งกระบวนการกำจัด CO₂ ที่นิยมใช้กันมากมี 2 วิธีดังนี้

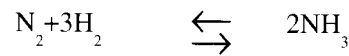
1. กระบวนการคาร์บอเนตที่ไวต่อปฏิกิริยา (Activated carbonate process) กระบวนการนี้ใช้ โพแทสเซียมคาร์บอเนต (K₂CO₃) เป็นตัวดูดซับก๊าซ CO₂ ได้เป็นสารประกอบโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต (KHCO₃) ซึ่งสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยการให้ความร้อน (จากไอน้ำ) จะสลายตัวเป็นโพแทสเซียมคาร์บอเนต (K₂CO₃) ตามเดิม

2. กระบวนการเอมีเอ (MEA Process) โดย ก๊าซผสมผ่านสารละลายโมโนเอทานอลามีน (monoethanolamine) เข้มข้น 15 -20% (โดยน้ำหนัก) เพื่อดูดซับก๊าซ CO₂ สารละลายโมโนเอทานอลามีน (MEA) สามารถนำกลับมาใช้ใหม่โดยการให้ความร้อน หรือลดความดัน ก๊าซ CO₂ ก็จะแยกตัวออกจากสารละลายเอมีเอ

ขั้นตอนสุดท้ายก่อนที่จะถึงกระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย ก๊าซ H₂ ที่เตรียมได้จะต้องผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์ครั้งสุดท้าย เพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีก๊าซ CO และก๊าซ CO₂ หลงเหลืออยู่เลย กระบวนการที่ใช้เรียกว่า กระบวนการมีเทนเนชัน (Methanation Process) กระบวนการนี้เป็นกระบวนการกลับกันกับกระบวนการจัดตัวใหม่ของก๊าซ (Gas Reforming) โดยใช้ นิกเกิล (Ni) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาอุณหภูมิระหว่าง 298.89 -398.89 °ซ



ก๊าซ H₂ ที่บริสุทธิ์ถูกนำเข้าสู่กระบวนการสังเคราะห์แอมโมเนีย (Ammonia Synthesis) โดยการผ่านก๊าซไนโตรเจนเข้าทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 348.89 - 398.89 °ซ โดยใช้เหล็กของเหล็กเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา

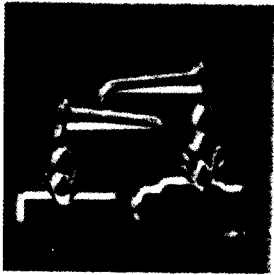


กรณีที่ต้องการเตรียมแอมโมเนียให้อยู่ในรูปของเหลว ก๊าซแอมโมเนียที่ได้จะถูกทำให้เย็นลงภายใต้ความดัน 2000 - 5000 psi เพื่อให้กลายเป็นของเหลว

แอมโมเนียจัดอยู่ในประเภท 8 -สารกัดกร่อนตามฉลากเตือนอันตรายของ UN สำหรับการขนส่ง (สำหรับติดภายนอกหีบห่อบรรจุ) ดังรูป



และสำหรับสัญลักษณ์แสดงอันตราย (สำหรับติดบนภาชนะ) ตามข้อกำหนดของ EEC ที่ 67/548/ EEC ดังรูป



C

แอมโมเนียเป็นสารตั้งต้นในการผลิตปุ๋ยยูเรียโดยมีกำลังการผลิต ยูเรีย 510,000ตันต่อปี ปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟตและปุ๋ยไดแอมโมเนียมฟอสเฟตรวมกัน 390,000ตันต่อปี

ประโยชน์ของแอมโมเนียในอุตสาหกรรม

- ใช้ในการทำปุ๋ยเคมี
- ใช้ผลิตสารเคมีอื่นๆ เช่น ammonium sulphate, sodium nitrate, urea, และ ammonium phosphate เป็นต้น
- ใช้ทำวัตถุระเบิด
- ใช้ในการกลั่นน้ำมัน โดยเป็นตัวทำลายฤทธิ์กรดที่ติดอยู่ในน้ำมันซึ่งจะกัดกร่อนผิวอุปกรณ์ที่ทำด้วยเหล็ก
- ใช้ในอุตสาหกรรมการฟอกน้ำตาล ฟอกหนัง
- ใช้ในการย้อมสีเส้นใย พิมพ์ผ้าฝ้าย
- ใช้ในอุตสาหกรรมไฟเบอร์และพลาสติก
- ใช้ในอุตสาหกรรมยา เช่น sulfanilamide, sulfathiazole, sulfapyridine และยาฆ่าเชื้ออื่นๆ
- ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม
- ใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษและเยื่อกระดาษ
- ใช้เป็น curing agent ในอุตสาหกรรมหนังป้องกันการเกิดราใน tanning liquors
- ใช้ในการผลิต ผลิตภัณฑ์ทำความสะอาด
- ใช้ในการผลิต nitrogen oxides
- ใช้เป็นสารทำความสะอาดในโรงงานผลิตน้ำแข็ง ห้องเย็น และห้องแช่แข็ง
- ใช้ในกระบวนการเคลือบผิวโลหะด้วยไฟฟ้า

เอกสารอ้างอิง

Kirk- othmer encyclopedia of chemical technology, 3th ed. Vol.2. In Joseph, R., et.al. Ammonia. New York : Wiley 1993, p. 487-496.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. กองความปลอดภัยโรงงาน. คู่มือการระงับอุบัติเหตุจากสารเคมี.

พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร : กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2538. หน้า 145.

กฤษฎา ชัยกุล. สวัสดิ์ ลิขิตประยูรพงศ์ และสุพร ศาครอรุณ. วารสารเพื่อคุณภาพที่ดีของชีวิต, ตุลาคม - ธันวาคม, ปีที่ 2, ฉบับที่ 2535, หน้า 40 - 42.

ปิยะสาร ประเสริฐธรรม. กระบวนการผลิตแอมโมเนีย ยูเรีย และปุ๋ยแอมโมเนียมฟอสเฟต.

วารสารสห ฉบับเทคโนโลยี, กรกฎาคม - สิงหาคม , 2525, ปีที่ 10, ฉบับที่48, หน้า 27 - 29. สารละลายแอมโมเนีย.

2001. (ออนไลน์) เข้าถึงได้จาก : <http://www.sc.chula.ac.th/msds/sithai/ /1054/105426.htm>.

สุชาติ ชินะจิตร. อันตรายจากสารเคมี. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น), 2533, หน้า 31.

อันตรายที่อาจเกิดจากแอมโมเนีย

1. อันตรายต่อสุขภาพ

- แบบเฉียบพลัน

1.1 กรณีหายใจเข้าไปโดยตรงที่ระดับความเข้มข้น 5,000-10,000 ส่วนต่ออากาศ 1 ล้านส่วนหรืออัตราผสมกับอากาศ 0.5-1% จะทำให้เกิดอาการหายใจขัด อาจทำให้เสียชีวิตได้ทันที

1.2 กรณีกระเด็นเข้าตาจะเกิดการระคายเคืองแสบตาอย่างรุนแรง ถึงขั้นทำให้ตาบอดบางส่วนหรือตาบอดทั้งหมด

1.3 กรณี แอมโมเนียเหลวสัมผัสผิวหนังโดยตรงเป็นระยะเวลาหนึ่ง จะทำให้ผิวหนังไหม้และเซลล์เนื้อเยื่อตายเพราะเย็นจัด

1.4 กรณีรับประทานเข้าไปจะกัดทำลายเยื่อภายในปากและระบบทางเดินอาหาร จะทำให้ปวดท้องอย่างรุนแรงคลื่นไส้ อาเจียนและหมดสติในที่สุด

- แบบเรื้อรัง

หากร่างกายได้รับก๊าซแอมโมเนียอยู่เสมออาจ เนื่องมาจากการทำงานเป็นระยะเวลานานๆ ในบรรยากาศที่มีแอมโมเนียผสม จะทำให้เกิดอาการระคายเคืองเรื้อรังของตา จมูก และระบบทางเดินหายใจ

2. การเกิดอัคคีภัยและการดับไฟที่เกิดจากแอมโมเนีย

ก๊าซแอมโมเนียจัดว่าเป็นก๊าซอัด (compressed gas) ที่ไม่ติดไฟแต่ถ้าอยู่ในพื้นที่อากาศจำกัดสามารถจุดติดไฟได้ในช่วง 16-25 %ของปริมาตรแอมโมเนียในอากาศ

- กรณีเกิดเพลิงไหม้ไม่รุนแรงมากนัก: ให้ใช้ผงเคมีแห้งหรือ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นตัวดับไฟ

- กรณีเกิดเพลิงไหม้รุนแรง: ให้ใช้น้ำฉีดเป็นฝอยหรือโฟมสำหรับควบคุมไอระเหยของแอมโมเนียแต่จะต้องระมัดระวังอย่าให้น้ำเข้าไปในภาชนะบรรจุสารดังกล่าว

เทคนิคการเตรียมสารละลายตัวอย่าง เพื่อวิเคราะห์ปริมาณธาตุ ด้วยเครื่องมือพิเศษ

รัชดา เหมปฐวี
จิรสา กรงกรด

นารวิเคราะห์หาปริมาณธาตุที่เป็นองค์ประกอบ และธาตุที่มีปริมาณน้อยๆ ในตัวอย่างนั้น ขึ้นคอน เบื้องต้นที่สำคัญมากเพื่อให้ผลการวิเคราะห์ที่ ถูกต้องแม่นยำ คือการเตรียมสารละลายตัวอย่าง เนื่องจาก ตัวอย่างแต่ละชนิดมีสมบัติการละลายที่แตกต่างกัน เช่น สารซีโอ-ไลท์ สามารถละลายได้ดีในสารละลายกรด จึงจำเป็นที่จะต้อง ศึกษาหาวิธีเตรียมสารละลายตัวอย่างที่เหมาะสมก่อนจะนำไป วิเคราะห์หาปริมาณธาตุต่างๆ ด้วยเครื่องมือพิเศษ เช่น Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), Inductively Coupled Plasma Spectrophotometer (ICP) เป็นต้น

1. การละลายด้วยกรด (acid dissolution) คือ การละลาย ตัวอย่างด้วยตัวกรดชนิดต่างๆ เช่น Hydrochloric acid (HCL), Nitric acid (HNO₃) โดยใช้ความร้อนช่วยให้ ละลายได้อย่างสมบูรณ์ ซึ่งจะช่วยให้ธาตุที่อยู่ในรูปสารประกอบ เกิดการแตกตัวเป็นไอออนที่สามารถวิเคราะห์ปริมาณได้ ตัวอย่างบางประเภท สามารถละลายได้หมดในกรดชนิดเดียว หรือกรดผสม แต่ตัวอย่างบางประเภทอาจจะละลายได้ไม่หมด ซึ่งส่วนที่หลงเหลือ อยู่จะต้องไม่มีผลต่อการวิเคราะห์

2. การเผา (dry ashing) วิธีนี้เป็นวิธีที่สะดวกและปลอดภัย สำหรับผู้วิเคราะห์ โดยสารอินทรีย์ที่เป็นองค์ประกอบของตัวอย่าง จะถูกกำจัดออกไปโดยการเผา จากนั้นจึงละลายส่วนที่เหลือด้วย กรด ในกรณีที่ตัวอย่างประกอบด้วยธาตุที่ต้องการวิเคราะห์ใน ระดับที่ต่ำมาก ๆ วิธีนี้สามารถเพิ่มปริมาณตัวอย่างได้ แต่การเผา

ไม่เหมาะสำหรับการวิเคราะห์ธาตุที่ระเหยได้ (volatile) หรือถูก ทำลายภายใต้อุณหภูมิที่ต่ำ เช่น โลหะปรอท (Hg) ซึ่งมีค่า จุดเดือดที่ 356 °ซ สารหนู(As) ระเหิดที่ 316 °ซ เป็นต้น

3. การย่อยสลาย (digestion) คือกระบวนการที่ทำให้เกิดการ ย่อยสลายโครงสร้างของสารประกอบให้อนุภาคของธาตุที่ละลาย ได้ในกรด วิธีการย่อยสลายสามารถจำแนกได้ดังต่อไปนี้

3.1 การหลอม (fusion) วิธีนี้ใช้ในการเตรียมตัวอย่างที่ไม่ สามารถใช้วิธีที่ 1 และวิธีที่ 2 ได้ ตัวอย่างที่ใช้จะต้องผ่านการ อบแห้ง และมีขนาดเล็กกว่า 100 mesh เพื่อให้การหลอมดี และเป็นเนื้อเดียวกัน สารที่ใช้หลอมกับตัวอย่าง (flux) ได้แก่ Lithium metaborate (LiBO₂) Lithium tetraborate (LiB₄O₇) Sodium carbonate (Na₂CO₃) และ Potassium carbonate (K₂CO₃) โดยนำตัวอย่างคลุกผสมกับสารที่ใช้หลอม กับตัวอย่าง ใส่ในถ้วยแพลทินัม (platinum crucible) และ เผาด้วยตะเกียงเบนเซนจนหมดควัน นำเข้าเตาเผาช่วงอุณหภูมิ ประมาณ 800-1000 °ซ หรือจนหลอมเป็นเนื้อเดียว และให้ ความร้อนต่ออีกประมาณ 20-30 นาที ทิ้งให้เย็นแล้วนำไป ละลายด้วยสารละลายกรด

3.2 การย่อยสลายโดยทำปฏิกิริยากับกรด (wet-diges- tion) และให้ความร้อน เพื่อกำจัดสารอินทรีย์ในตัวอย่าง เป็น วิธีที่นิยม ใช้เตรียมสารละลายตัวอย่างต่างๆไป เนื่องจาก สามารถวิเคราะห์ ธาตุได้หลายชนิด โดยเฉพาะธาตุที่สามารถ ถูกกำจัดได้ง่ายที่ความ ร้อนสูง สำหรับกรดที่นิยมใช้ในการ

ย่อยสลายโดยวิธีนี้ได้แก่ Sulfuric acid (H_2SO_4), Nitric acid, Hydrochloric acid และ Perchloric acid ($HClO_4$) นอกจากนี้ยังนิยมใช้ Hydrogen peroxide (H_2O_2) ร่วมในการย่อยสลายและกำจัดสารอินทรีย์ด้วย การย่อยสลายอาจใช้กรดเพียงชนิดเดียวหรือกรดผสมขึ้นกับชนิดของตัวอย่าง สำหรับความยากง่ายในการย่อยสลายนั้น ขึ้นกับการจับตัวกันภายในโครงสร้างของตัวอย่างที่วิเคราะห์ เทคนิค wet digestion สามารถแยกออกเป็น 3 วิธีดังนี้

3.2.1 การย่อยสลายด้วยกรดโดยใช้ความร้อนภายใต้ความดันปกติ เป็นวิธีที่นิยมกันทั่วไป เนื่องจากไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ ใช้เพียงแท่นให้ความร้อน (hot plate) เท่านั้น วิธีนี้อาจเรียกว่า Hot plate digestion ซึ่งเป็นวิธีที่สามารถเตรียมตัวอย่างได้ครั้งละหลายตัวอย่าง โดยการให้ความร้อนกับตัวอย่างที่มีกรดผสมอยู่ และค่อย ๆ เติมกรดลงในตัวอย่างขณะร้อนเพื่อไล่สารอินทรีย์ในตัวอย่าง จนสารละลายตัวอย่างใส แต่ต้องระวังความปลอดภัยของผู้วิเคราะห์ขณะเติมกรดลงในสารละลายตัวอย่างที่ร้อน เพราะอาจเกิดการกระเด็นของสาร ควรยกถังจากเตาทิ้งให้เย็นลงเล็กน้อยและใช้กระจกนาฬิกาปิดปริมาณตัวอย่างที่ใช้จะต้องไม่มากนัก เพราะจะทำให้เกิดปฏิกิริยารุนแรง และใช้ระยะเวลาในการย่อยสลายนาน สำหรับตัวอย่างที่นิยมใช้ ได้แก่ Nitric acid ร่วมกับ Hydrogen peroxide หรือ Sulfuric acid ร่วมกับ Nitric acid โดยจะต้องควบคุมอุณหภูมิของสารละลายให้อยู่ในช่วง 85-100 °C และจะต้องกำจัดสารที่ระเหยได้จำพวกตัวทำละลายอินทรีย์ออกจากตัวอย่างก่อน เพราะอาจเกิดปฏิกิริยารุนแรง และเป็นอันตรายต่อผู้วิเคราะห์ได้

3.2.2 การย่อยสลายด้วยกรดภายใต้ความดันที่กำหนด วิธีนี้เรียกว่า Acid digestion bomb โดยนำตัวอย่างและกรดที่ใช้ย่อยสลายบรรจุในภาชนะทนกรด (acid resistant container) ที่มีฝาปิดนำไปเข้าตู้อบ (oven) ที่สามารถตั้งค่าอุณหภูมิและความดันได้ สำหรับค่าอุณหภูมิ ความดัน และเวลาที่ใช้ในการย่อยสลายนั้นขึ้นอยู่กับสภาพและองค์ประกอบของตัวอย่างซึ่งจะต้องศึกษาสภาวะ (condition) ที่เหมาะสมสำหรับการเตรียมตัวอย่างนั้น ๆ เพื่อให้ได้สารละลายตัวอย่างที่ดีที่สุด วิธีนี้เป็นวิธีที่เตรียมตัวอย่างได้เร็วกว่าวิธีตามข้อ 3.2.1 สำหรับกรดที่นิยมใช้คือ Hydrochloric acid และ Nitric acid

3.2.3 การย่อยสลายด้วยเครื่อง Microwave เป็นเทคนิคการย่อยสลายตัวอย่างด้วยความร้อนจากคลื่นไมโครเวฟ (microwave heating) ภายใต้ระบบปิดที่ควบคุมความดันได้ ซึ่งค่อนข้างปลอดภัยต่อผู้วิเคราะห์เพราะไม่ต้องสัมผัสกับตัวอย่างสลายหรือไอกรดขณะที่เกิดการย่อยสลาย ปริมาณตัวอย่างและกรดที่ใช้ในการวิเคราะห์น้อยมากเมื่อเทียบกับวิธีอื่น ๆ ฉะนั้นวิธี

นี้จึงเหมาะสำหรับการเตรียมตัวอย่างที่มีราคาแพงหรือมีปริมาณน้อย ใช้ได้กับการวิเคราะห์โลหะเกือบทุกชนิด โดยเฉพาะโลหะที่สลายตัวได้ง่าย เช่น โปรทและลด์ปัญหาจากการเกิดการปนเปื้อนเนื่องจากสิ่งแวดล้อมได้ดีสำหรับกรดที่นิยมใช้เป็นกรดผสมระหว่าง Hydrochloric acid และ Nitric acid

การที่เราจะเลือกเทคนิคใดในการเตรียมสารละลายตัวอย่างนั้น จะต้องคำนึงถึงองค์ประกอบของตัวอย่างว่า มีสารอินทรีย์อยู่หรือไม่ ถ้ามี ปริมาณมากน้อยเพียงใด ตัวอย่างมีลักษณะเป็นเนื้อเดียวกันหรือไม่ ปริมาณของธาตุที่เราต้องการวิเคราะห์ในตัวอย่างเป็นธาตุที่ถูกย่อยสลายได้ง่ายหรือไม่ เพื่อให้ได้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องและแม่นยำ สิ่งที่ต้องระมัดระวังเป็นอย่างยิ่งในการเตรียมสารละลายตัวอย่างคือ การปนเปื้อนจากวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น สารเคมี ตัวทำละลาย น้ำกลั่น หรือ ภาชนะที่ใช้เตรียมตัวอย่าง โดยเฉพาะสารเคมีที่ใช้ต้องมีความบริสุทธิ์สูง น้ำกลั่นที่ใช้จะต้องปราศจากการปนเปื้อนสำหรับการวิเคราะห์ธาตุที่มีปริมาณน้อย ๆ นั้น นิยมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านกระบวนการกำจัดไอออน (deionization) ใหม่ ๆ ซึ่งจะมิ้ออนที่มีผลต่อการวิเคราะห์ในระดับที่ต่ำ สำหรับภาชนะที่ใช้เตรียมตัวอย่างจะต้องล้างให้สะอาดด้วยกรดเจือจางและน้ำกลั่นเพื่อกำจัดสารปนเปื้อนที่อาจติดอยู่ที่ผิวภาชนะ ในการเตรียมสารละลายตัวอย่างควรจะทำแบล็ค (blank) ควบคู่ไปด้วย เพื่อหักลบปริมาณสารปนเปื้อนอันเนื่องมาจากตัวทำละลายและสารเคมีที่ใช้ในกระบวนการเตรียมตัวอย่าง โดยที่แบล็คจะมีขั้นตอนการเตรียมเหมือนตัวอย่างทุกประการ เพียงแต่ไม่มีตัวอย่าง นอกจากนี้เราควรทำ spike sample ของกระบวนการวิเคราะห์ โดยการเติมสารละลายมาตรฐานชนิดเดียวกันกับที่เราต้องการวิเคราะห์ และทราบความเข้มข้นที่แน่นอนลงไป แล้วนำไปผ่านกระบวนการเตรียมสารละลายตัวอย่างตามขั้นตอน เหมือนกับตัวอย่างทุกประการเพื่อหาค่า Recovery ซึ่งแสดงถึง Accuracy ของวิธีวิเคราะห์ได้

เทคนิคหรือวิธีการที่จะใช้ในการเตรียมสารละลายตัวอย่างให้เหมาะสมนั้น จะต้องมีการศึกษาทดลองและเก็บข้อมูล เพื่อให้แน่ใจว่าวิธีดังกล่าวนั้นเหมาะสม ให้ผลการวิเคราะห์ที่ถูกต้องแม่นยำ สำหรับชนิดของตัวอย่างที่มีเอกสารอ้างอิงวิธีวิเคราะห์ที่เป็นที่ยอมรับก็สามารถใช้เป็นวิธีปฏิบัติได้โดยไม่ต้องทำการทดลองเพิ่มเติม

เอกสารอ้างอิง

- American Society for Testing and Materials. Standard practices for digestion of samples for determination of metals by flame atomic absorption ... ASTM D 1971-95. In **Annual Book of ASTM Standard 1999, V 11.01**. _____ . Standard practices for hot plate digestion of dust wipe sample for the determination of lead. ASTM E 1644-98. In **Annual Book of ASTM Standard 1999, V 04.11**. _____ . Standard practices for sample digestion of soils for determination of lead by atomic spectrometry. ASTM E 1726-95. In **Annual Book of ASTM Standard 1999, V 04.11**. _____ . Standard practices for sample digestion using vessel microwave heating technique for the determination of total metals in water. ASTM D 4309-96. In **Annual Book of ASTM Standard 1999, V 11.01**. _____ . Standard practices for total digestion of sediment samples for chemical analysis of various metals. ASTM D 4698-92. In **Annual Book of ASTM Standard 1999, V 11.02**. Perkin-Elmer. **Analytical method for atomic absorption**. Norwalk, CT: Perkin-Elmer, 1994. 300 p.



1



2



3



4



5

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี เสด็จชมผลงาน เรื่อง การศึกษาส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของผลไม้ไทย ของกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ กรมวิทยาศาสตร์บริการ ในนิทรรศการงาน ทรรศการไทย : อนุรักษ์และพัฒนาด้วยจิตสำนึกแห่งนักวิจัยไทย ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยมีนางสุจินต์ ศรีคงศรี ผู้อำนวยการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ เป็นผู้ถวายรายงาน ณ ศาลาพระเกษีย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1

นายสนธยา คุณปลื้ม รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและ สิ่งแวดล้อม เยี่ยมชมผลงานเทคโนโลยีต่าง ๆ ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้แก่ เซรามิกส์ การแปรรูปอาหาร เชื้อกระดาษ ยาง ฯลฯ โดยมีนางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ ให้การต้อนรับและบรรยายสรุป

2,

3

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการและ คณะผู้บริหาร วางพานประดับพุ่มดอกไม้ ถวายราชสักการะพระบรมราชานุสาวรีย์พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เนื่องในวันสถาปนา วิทยาศาสตร์แห่งชาติ ณ บริเวณหน้าอาคารกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ

4

นายสุริยะ จึงรุ่งเรืองกิจ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม มอบใบรับรองระบบบริหารงานคุณภาพ มอก. ISO9000 : 1944 ด้านการบริหารงานวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งได้รับการรับรอง จากสถาบันรับรองมาตรฐานไอเอสโอ(สรอ.) แก่กองสนเทคโนโลยีและ เทคโนโลยี โดยมิ้นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นผู้รับมอบ ณ โรงแรมเซ็นจูรี่พาร์ค

5



ภายใต้แผนปรับโครงสร้างอุตสาหกรรม ระยะที่สี่
12 กรกฎาคม 2544

6



7



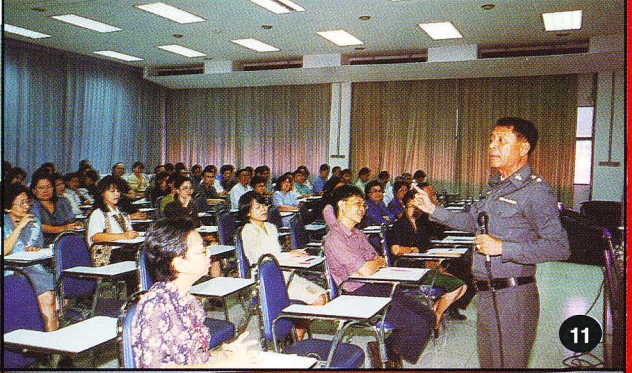
8



9



10



11

นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ ผู้อำนวยการกองฟิลิกส์และวิศวกรรม แดลงข่าวเรื่อง
โครงการขยายงานบริการสอบเทียบเครื่องมือวัดอุตสาหกรรมภายใต้แผนปรับ
โครงสร้างอุตสาหกรรม ระยะที่สี่อง

6

กองฟิลิกส์และวิศวกรรม จัดสัมมนาเรื่อง การประกันคุณภาพการทดสอบ
ผลิตภัณฑ์ ให้แก่ บริษัท โรงงานอุตสาหกรรม โดยมี นายชัยวุฒิ เลาวเลิศ
ผู้อำนวยการกองฟิลิกส์และวิศวกรรม เป็นประธานเปิดการสัมมนา
ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ

7

นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานเปิด
การสัมมนาเชิงปฏิบัติการเพื่อระดมความคิดเห็นเกี่ยวกับการจัดทำฐานข้อมูลเชิง
ปฏิบัติการของภาคเอกชนในชายแดนภาคใต้ เพื่อส่งเสริมการส่งออก
ณ โรงแรมเจบี หาดใหญ่ จ.สงขลา

8

กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดพิธีไหว้ครูประจำปี 2544
และมอบประกาศนียบัตรแก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติที่สำเร็จการศึกษา
ประจำปี 2543 โดยมี นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์
อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธี

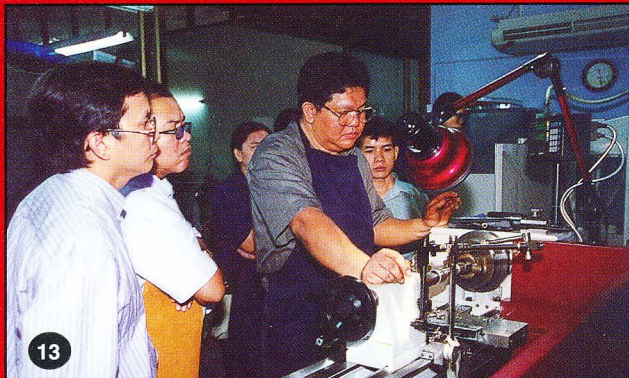
9



12

10 นางสาวสุจินดา ไซดิพานิช รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธาน
เปิดการสัมมนาเรื่อง กระบวนการผลิตแก้ว ปัญหาและแนวทางแก้ไข
ซึ่งจัดโดย ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก โดยมีผู้ประกอบการ
โรงงานเซรามิกส์ เข้าร่วมสัมมนา ณ อาคารสถานศึกษาเคมีปฏิบัติ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ

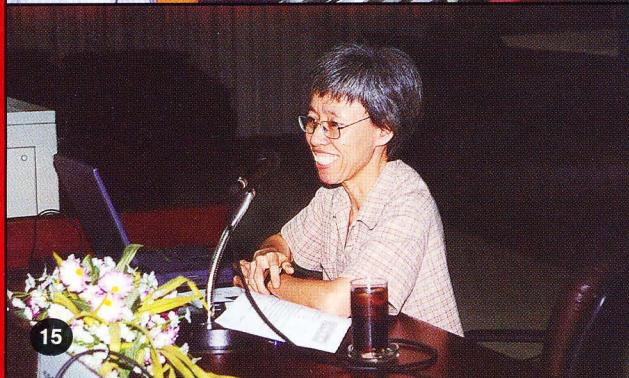
11 พ.ต.วิชัย จงถาวร สารวัตรจากกองบังคับการตำรวจดับเพลิง บรรยาย
และฝึกการใช้เครื่องมือการป้องกันและระงับอัคคีภัยเบื้องต้น แก่ข้าราชการ
และลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัว



13



14



15



16



17



18



19

โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ กองการศึกษาเคมี 12,
 ปฏิบัติ ประสานงานกับกองต่าง ๆ จัดฝึกอบรม Chemical Abstracts : 13
 เทคนิคการค้นคว้า รุ่นที่ 3 เทคนิคการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์วัด
 รุ่นที่ 1 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์และเวอร์เนียคาลิเปอร์ รุ่นที่ 2
 แก่เจ้าหน้าที่หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน

ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเชรามิก จัดฝึกอบรมเทคนิคการทำดอกไม้ 14
 เชรามิก ให้แก่ ผู้ประกอบการ โรงงานและผู้สนใจ

15 สำนักงานเลขานุการกรม จัดสนทนาประสา วศ.เรื่อง การค้นหาสารนิเทศ 15
 ทางวิทยาศาสตร์ในอินเทอร์เน็ต และการค้นหาสารนิเทศสิทธิบัตรกรม 15
 วิทยาศาสตร์บริการ ณ ห้องประชุม ชั้น 6 อาคารตัวบัตริในอินเทอร์เน็ต 15
 แก่ข้าราชการ

16, 17 ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ ร่วมมือร่วมใจกันทำกิจกรรม 16,
 5 ส. โดยการทำความสะอาด จัดเก็บเอกสาร สิ่งของภายในกองต่างๆ 17
 และบริเวณรอบกรมวิทยาศาสตร์บริการ

18, 19 กรมวิทยาศาสตร์บริการ นำผลงานเหรียญโลหะไทยและเชรามิกส์ ไปแสดง 18,
 และจัดการอภิปรายเรื่องอุตสาหกรรมกระดาษช่วยเศรษฐกิจชาติได้อย่างไร 19
 และเรื่องการพัฒนาขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเชรามิก 19
 ในงาน "Science & Technology Fair" เนื่องในวันสัปดาห์วิทยาศาสตร์ 19
 แห่งชาติ ณ ศูนย์แสดงสินค้านานาชาติอิมแพ็ค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี



● การฝึกอบรมทางวิชาการ

- ▶ อบรมวิชาปฏิบัติการอินทรีย์เคมี เคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค เคมีวิเคราะห์ ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ขั้นสูง แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ
- ▶ อบรมความรู้ขั้นพื้นฐานและการใช้เครื่องมือ การบำบัดหมักพิมพ์ออกจากกระดาษ ถ่ายเอกสารโดยการลอยหมึกพิมพ์ เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชของต้นสมุนไพรวงศ์หมอยา การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ต้นดอกหน้าวัว แก่นักศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เกษตรกร จ.บุรีรัมย์ และผู้สนใจ
- ▶ อบรมการผลิตชาเขียวพร้อมดื่มบรรจุขวด การทำเครื่องดื่ม น้ำพืชน้ำผัก น้ำผลไม้ชนิดเม็ด ข้าวเกรียบผลไม้ ผลไม้หทัย ผลิตภัณฑ์ส้มแขก เครื่องดื่มเครื่องเทศชนิดเม็ด น้ำฝรั่งพร้อมดื่มบรรจุถุงและกระป๋อง น้ำพืชน้ำผักกึ่งพร้อมดื่มบรรจุถุง แดงกวาดองสามรส ข้าวเกรียบขนุนและมะละกอฝรั่งดอง ซอสมะม่วง น้ำเต้าหู้ กล้วยเบรกแตก กล้วยนิโกร แก่กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร อ.คอนสาร อ.สระบุรี เจ้าหน้าที่เคหะกิจเกษตร แม่บ้านเกษตรกร อ.เมือง อ.กระทุ่ม อ.กลาง จ.อุทัยธานี และผู้สนใจ
- ▶ อบรมการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ดินขาวเซรามิก การวิเคราะห์เบื้องต้น การปั้นเป็นหมุน ลูกไม้เซรามิก เทคนิคการแกะสลักโคมไฟ Bone China เทคนิคการขึ้นรูปด้วย sand mold เทคนิคการขึ้นรูปอิสระจากโครงสร้างกระดาษหรือฟาง เทคนิคการขึ้นตัวจำลองประกอบชุดฟอร์ม การตกแต่งสีได้เคลือบ-บนเคลือบ เทคนิคการเขียนสี การปั้นอิสระ ออกแบบชุดผลไม้ประกอบตัวจำลอง ชุดกระดาษ 1 คู่ บนคอนไม้ประกอบดอกไม้ แก่นักศึกษา ผู้สนใจ ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.พระนครศรีอยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพแม่ต้า จ.ลำปาง ศูนย์ศิลปาชีพบ้านคุณาขาม จ.สกลนคร ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชินีเวสน์ จ.นราธิวาส
- ▶ อบรมหลักสูตรเทคนิคการเตรียมสารละลาย รุ่นที่ 2 การใช้โปรแกรม MS-access รุ่นที่ 1 การใช้ HPLC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 5 การสร้างโฮมเพจ เทคนิคการเตรียมสารละลาย รุ่นที่ 3 ตามรอยพระยุคลบาท รุ่นที่ 2 Uncertainty of Measurement รุ่นที่ 7 การตรวจติดตามคุณภาพภายใน รุ่นที่ 1 เทคนิคการสร้างเครื่องมือและอุปกรณ์วัด รุ่นที่ 1 การสอบเทียบพีเอชมิเตอร์ รุ่นที่ 3 การสืบค้นสารนิเทศจาก Chemical Abstract รุ่นที่ 3 การสอบเทียบเครื่องมือวัดอุณหภูมิ รุ่นที่ 3 การสอบเทียบไมโครมิเตอร์และเวอร์เนียสคาลิปเปอร์ รุ่นที่ 2 การสอบเทียบเกจวัดความดัน รุ่นที่ 2 การผลิตเซรามิก รุ่นที่ 2 การสอบเทียบเครื่องชั่ง รุ่นที่ 7 การใช้ GC ในงานวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 5 การใช้โปรแกรม MS -PowerPoint รุ่นที่ 1 Method Validation รุ่นที่ 1 การสอบเทียบพีเอชมิเตอร์ รุ่นที่ 4 แก่เจ้าหน้าที่หน่วยงาน ราชการ รัฐวิสาหกิจและบริษัทเอกชน
- ▶ แสดงผลงานเรื่องการผลิตกระดาษจากผักตบชวาและหญ้าแฝกในงานนิทรรศการวันข้าราชการพลเรือน ณ ศูนย์อิมแพค เมืองทองธานี จ.นนทบุรี
- ▶ แสดงผลงานการศึกษาส่วนประกอบและคุณค่าทางโภชนาการของผลไม้ไทยในงานทรัพยากรไทย: อนุรักษ์และพัฒนาด้วยจิตสำนึกแห่งนักวิจัยไทย ในโครงการอนุรักษ์พันธุกรรมพืชอันเนื่องมาจากพระราชดำริสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี

● การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

1. นางสาวดวงกมล เขาวนศรีหมุด
ข้าราชการกองเคมี ได้รับทุนรัฐบาลญี่ปุ่น
ไปอบรมหลักสูตร Catalytic Science
ณ ประเทศญี่ปุ่น
2. นางสาววัชรีย์ คตินันทกุล
ข้าราชการกองเคมี ได้รับทุนรัฐบาล
(กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ)
ไปศึกษาปริญญาโท-เอก
สาขาวิชา Instrumental Analysis
ณ ประเทศสหรัฐอเมริกา
3. นางสาวสุภาพร ไล้วินฉิมิตร
ข้าราชการกองเคมี
ได้รับทุนรัฐบาล (กระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ)
ไปศึกษาปริญญาโท-เอก
สาขาวิชา Analytical Chemistry
ณ สหราชอาณาจักร

ฉนวนกันความร้อนภายนอกอาคาร

ภคินัย ทองทิพย์พร

ปัจจุบันประเทศไทย ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของการอนุรักษ์พลังงานเพิ่มมากขึ้นไม่ว่าจะเป็นหน่วยงานของภาครัฐ หรือภาคเอกชน โดยเฉพาะพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบเครื่องปรับอากาศที่ต้องสูญเสียไปเนื่องจากความร้อนที่ผ่านเข้าสู่ตัวอาคารจึงทำให้เกิดการผลิตฉนวนกันความร้อนขึ้นมาเพื่อป้องกันความร้อนที่ผ่านเข้าภายในอาคาร

ฉนวนกันความร้อนมีอยู่มากมายหลายชนิด ไม่ว่าจะเป็นฉนวนใยแก้ว ฉนวนแผ่นอะลูมิเนียมฟอยล์ ฉนวนโฟมโพลียูรีเทน ฉนวนโฟมโพลีเอทีลีน ฉนวนเยื่อกระดาษ ฯลฯ ฉนวนทั้งหมดนี้ส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้ภายในอาคารโดยอาศัยหลักการหน่วงความร้อนไม่ให้ผ่านเข้ามายังพื้นที่ที่ปรับอากาศ แต่ความร้อนดังกล่าวได้ผ่านเข้าสู่ตัวอาคารแล้วและสะสมอยู่ในอาคารนั้น ทำให้การสะท้อนฉนวนที่เป็นแผ่นวัสดุภายในอาคารไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด จึงได้มีการคิดค้นและผลิตฉนวนกันความร้อนชนิดพ่นประเภทเซรามิกโค้ตติ้ง โดยอาศัยเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าขึ้นโดยจะใช้ฉนวนชนิดนี้ติดตั้งภายนอกอาคารโดยเฉพาะ ซึ่งอาศัยหลักการสะท้อนรังสีความร้อนจากแสงอาทิตย์ (solar light) ซึ่งค่าการสะท้อนรังสีนี้จะต้องพิจารณาค่า Spectrum ทั้งสามส่วนของแสงอาทิตย์ คือ รังสี UV (ultra violet) และ VIS (visual light) ซึ่งเป็นแสงที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และรังสี NIR (near infrared) รวมถึงจะต้องพิจารณาถึงคุณสมบัติด้านอื่นๆประกอบด้วย เช่น คุณสมบัติในการยึดหยุ่น การทนทานต่อสารเคมี การยึดเกาะกับพื้นผิว ฯลฯ

การใช้ฉนวนเพื่อป้องกันความร้อนสำหรับอาคารให้เกิดประโยชน์สูงสุดนั้นควรมีความรู้ความเข้าใจ เกี่ยวกับความร้อน และลักษณะการถ่ายเทความร้อน ตลอดจนประเภทของฉนวนดังต่อไปนี้

1. ความร้อนและลักษณะการถ่ายเทความร้อน

1.1 แหล่งที่มาของความร้อน

ปริมาณความร้อนที่สะสมภายในตัวอาคารมาจากหลายสาเหตุด้วยกัน เช่น ความร้อนจากตัวบุคคลที่ทำงาน ความร้อนจากเครื่องจักร ความร้อนจากแสงสว่าง และเครื่องใช้ในสำนักงานต่าง ๆ ซึ่งเป็นความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตัวอาคารเอง

แต่ความร้อนที่เกิดจากภายนอกอาคารและผ่านเข้าสู่อาคารโดยผ่านเข้ามาทางหลังคาและผนังของอาคารนั้นมีปริมาณมาก ซึ่งแหล่งก่อให้เกิดความร้อนจากภายนอกได้แก่ ดวงอาทิตย์ ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานความร้อนมหาศาลในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกปลดปล่อยและแผ่กระจายมาสู่โลก โดยรังสีบางชนิด คือ รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา และรังสีคอสมิก จะถูกดูดกลืนเอาไว้โดยชั้นบรรยากาศของโลก แต่พลังงานของดวงอาทิตย์อีกส่วนหนึ่งจะสามารถเดินทางผ่านทะลุชั้นบรรยากาศของโลกเข้ามาได้คือ รังสี UV, แสง VIS และ รังสี Infrared ทั้ง 3 ส่วนนี้ คือ สเปกตรัมของดวงอาทิตย์ที่ผ่านเข้ามาสู่โลก ซึ่งเป็นส่วนที่ก่อให้เกิดความร้อนและทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของวัสดุจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์นั่นเอง

รังสีเหล่านี้มีคุณสมบัติที่ก่อให้เกิดผลกระทบกับวัตถุที่แตกต่างกันคือ

รังสี UV คือรังสีอัลตราไวโอเล็ต เป็นรังสีที่อยู่ในแสงอาทิตย์ โดยมีลักษณะเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 300-400 นาโนเมตรเป็นรังสีที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า เมื่อตกกระทบถูกกับพื้นผิวของวัตถุใด ๆ จะไม่ก่อให้เกิดความร้อน แต่จะทำให้วัตถุนั้นเกิดการเสื่อมสลาย หรือถูกกัดกร่อนได้

แสง VIS คือแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 410-722 นาโนเมตร เมื่อแสงตกกระทบกับพื้นผิวของวัตถุใด ๆ แสงนี้จะเปลี่ยนจากพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าไปเป็นพลังงานความร้อน และจะทำให้วัตถุนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นแต่ไม่มากนัก

รังสี IR คือรังสีอินฟราเรด มีคลื่นความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 724-2,500 นาโนเมตร ซึ่งเป็นรังสีที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าและเมื่อรังสีนี้ตกกระทบกับพื้นผิวของวัตถุใด ๆ จะเปลี่ยนจากพลังงานในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ซึ่งพลังงานความร้อนนี้จะทำให้วัตถุนั้นมีอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างมาก

1.2 การถ่ายความร้อนผ่านหลังคาและผนังอาคาร

เมื่อหลังคาหรือผนังของอาคารได้รับพลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ มันก็จะดูดกลืนพลังงานแสงอาทิตย์แล้วแปลงสภาพเป็นพลังงานความร้อน ทำให้พื้นผิวภายนอกของ

หลังคาหรือผนังอาคารมีอุณหภูมิสูงขึ้น และก็จะเกิดผลต่างของอุณหภูมิระหว่างพื้นผิวภายนอกและภายในของหลังคา หรือผนังอาคารทำให้เกิดการถ่ายเทความร้อน (heat transfer) ในลักษณะของการนำความร้อน (heat conduction) ขึ้นระหว่างพื้นผิวทั้งภายนอกและภายใน เป็นผลให้ตัวอาคารร้อนขึ้นทำให้ระบบการปรับอากาศเพื่อรักษาอุณหภูมิภายในห้องต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น

1.3 วิธีการป้องกันความร้อน

การป้องกันความร้อนไม่ให้ผ่านเข้าสู่ตัวอาคาร เป็นการป้องกันไม่ให้พลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ตกกระทบพื้นผิวของหลังคาหรือผนังอาคารหรือให้กระทบน้อยที่สุด อาจทำได้หลายวิธี คือ

- 1) การออกแบบอาคารเป็นการป้องกันความร้อน โดยใช้ความรู้ด้านสถาปัตยกรรมออกแบบอาคารหรือจัดวางตัวอาคาร เพื่อให้ลดปริมาณความร้อนที่จะเข้าสู่ตัวอาคารน้อยลง หรือหุ้มพื้นที่ที่รับความร้อนน้อยที่สุด วิธีการนี้จะใช้ได้กับอาคารที่ก่อสร้างขึ้นใหม่
- 2) การใช้ร่มเงาบังแสงอาทิตย์เป็นการป้องกันความร้อนโดยใช้วัสดุ หรือ อุปกรณ์ มาเป็นตัวกันหรือบังแสงอาทิตย์ไม่ให้กระทบตัวอาคารโดยตรง เช่นการปลูกต้นไม้เพื่อสร้างร่มเงาแก่ตัวอาคาร การใช้แผงปีกเป็นตัวกันหรือบังแสงอาทิตย์
- 3) ใช้ฉนวนเคลือบผิวด้านนอกอาคาร เป็นการป้องกันความร้อนโดยการใช่วัสดุสะท้อนรังสีความร้อน (ceramic coating insulation) เคลือบ หรือ ทาไว้ที่พื้นผิวด้านนอกของอาคาร ฉนวนประเภทนี้ เมื่อได้รับแสงอาทิตย์ จะสะท้อนรังสีดังกล่าว ออกไปได้มากกว่า 85% คงเหลือความร้อนเพียงบางส่วน จึงทำให้ผิวของหลังคา หรือผนังอาคาร มีอุณหภูมิต่ำลงกว่าปกติ มากปริมาณความร้อนที่ถ่ายเทจากผิวด้านนอกอาคารไปยังผิวด้านในของอาคารก็จะมีปริมาณน้อยลงด้วย นอกจากนี้ฉนวนประเภทนี้จึงมีคุณสมบัติในการดูดซับพลังงานที่ต่ำ และมีค่าของการคายพลังความร้อน ที่ต่ำด้วยเช่นกัน สะสมไว้ให้เร็วที่สุด

2. ฉนวนกันความร้อนประสิทธิภาพสูงที่ใช้กับอาคาร

ปัจจุบันได้มีการอาศัยเทคโนโลยีระดับสูงผลิตฉนวนกันความร้อนที่ใช้ติดตั้งภายนอกอาคารซึ่งประกอบด้วยเม็ดเซรามิกโบโรซิลิเกต (Ceramic Borosilicate Microspheres) ที่เป็นอนุภาคขนาด 7-10 ไมครอน รูปทรงกลมภายในกลวงบรรจุด้วยโซเดียม โบโรซิลิเกตบริสุทธิ์ ซึ่งมีลักษณะเดียวกันกับวัสดุเซรามิกส์ (แผ่นเซรามิกส์) ที่ติดตั้งบนกระสวยอวกาศขององค์การ NASA ที่ใช้เป็นฉนวนป้องกันรังสีความร้อน และยังมีส่วนผสมของอิมัลชันบิทูเมนเหลว เสริมความแข็งแรงด้วยเส้นใยโพลีเอสเตอร์ สารอะคลิสิกโพลีเมอริคเรซินไททาเนียมไดออกไซด์ ซึ่งมีคุณสมบัติ เหมาะสมหลายอย่างคือ

- 1) ด้านรังสีอัลตราไวโอเล็ต ช่วยป้องกันรักษาหลังคาและผนังอาคารให้มีอายุยืนนาน
- 2) เป็นฉนวนที่ดี เมื่ออนุภาคได้รับรังสีความร้อนจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์มันจะทำหน้าที่ในการสะท้อนรังสีความร้อนออกไป แม้จะมีค่าความร้อนส่วนหนึ่งซึ่งถูกดูดกลืนไว้
- 3) คายความร้อนอย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้หลังคาหรือผนังอาคารได้รับความร้อนจากแสงอาทิตย์น้อยลง เป็นผลให้ค่าของการถ่ายเทความร้อนจากหลังคาหรือผนังมายังพื้นที่ที่ต้องการปรับอากาศ ลดลงอย่างมากด้วย ทำให้เครื่องปรับอากาศทำงานน้อยลงจึงช่วยให้ประหยัดพลังงาน
- 4) ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม ไม่เกิดมลพิษ

ฉนวนกันความร้อนชนิดสะท้อนรังสีความร้อน ใช้หลักการสะท้อนป้องกันความร้อนจากการแผ่รังสีของแสงอาทิตย์เข้าอาคาร ทำให้อุณหภูมิภายในอาคารลดลง ฉนวนชนิดนี้จะมีประสิทธิภาพค่อนข้างสูง ไม่ก่อให้เกิดมลพิษ ไม่ติดไฟ ไม่ลามไฟ ไม่ทำลายสิ่งแวดล้อม และไม่เป็นพิษต่อสุขภาพ เพราะมีลักษณะเป็นของเหลวเมื่อแห้งจะเป็นชั้นฟิล์มบางๆ ไม่เป็นเส้นใย และไม่มีฝุ่นมาจับเนื่องจากมีลักษณะเป็นผิวเรียบตึงไม่ขรุขระในการติดตั้งจะไม่สามารถติดตั้งได้ขณะที่มีฝนตก เพราะจะทำให้สารเคมีถูกชะล้างออกจากพื้นที่ผิวที่ติดตั้ง แต่จะไม่ใช่อันตรายต่อสิ่งที่มีชีวิต และไม่ควรรหาสีที่บนฉนวน การติดตั้งสะดวกรวดเร็วแต่ต้องอาศัยผู้ที่มีความชำนาญ

สถิติสิทธิบัตรเครื่องใช้วัดศักยภาพ ?

รดาพรรณ ศิลปโภชากุล

ขวการจัดอันดับความสามารถในการแข่งขันทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศต่างๆ ประจำปี ค.ศ.๒๐๐๐ ของ International Institute for Management Development (IMD) ที่ประเทศไทยถูกจัดให้อยู่ในอันดับสุดท้าย เป็นข่าวที่สร้างความสงสัยให้แก่คนไทยไม่น้อยว่า เขารู้ได้อย่างไร เขาใช้อะไรเป็นเครื่องวัด สถิติเกี่ยวกับการขอจดและได้รับสิทธิบัตร (Patent Application & Granted Patent Statistics) เป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ แต่ข้อมูลที่ใช้เป็นตัวตัดสินนั้นเชื่อถือได้จริงหรือ หากไทยต้องการจะเลื่อนอันดับขึ้นมาจะต้องทำอะไรบ้างและทำอย่างไร ความรู้ที่ถูกต้องเกี่ยวกับเกณฑ์การใช้ข้อมูลต่างๆ เป็นเครื่องชี้วัด นอกจากจะช่วยให้ข้อสงสัยแล้วยังทำให้ทราบถึงแนวทางแก้ไขข้อบกพร่องและเสริมสร้างความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ด้วย

สถิติเกี่ยวกับการขอจดและได้รับสิทธิบัตรถูกนำมาเป็นเครื่องมืออย่างหนึ่งสำหรับใช้ประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เพราะเชื่อกันว่าการขอจดและได้รับสิทธิบัตรนั้นสะท้อนถึงความสำเร็จของการวิจัยและพัฒนา เนื่องจากการได้รับสิทธิบัตรเป็นวิธีการที่จะผูกขาดการหาผลประโยชน์จากการลงทุนประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ และความสำเร็จนี้ย่อมต้องแฝงถึงนัยความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี แต่ข้อมูลสถิติสิทธิบัตรเป็นเครื่องมือชี้วัดที่มีความแม่นยำเชื่อถือได้เพียงใด

เนื่องจากการขอสิทธิผูกขาดการใช้เทคโนโลยีเพื่อประโยชน์ในทางการค้ามีเงื่อนไขอยู่ว่าเทคโนโลยีที่จะขอจดสิทธิบัตรได้ต้องเป็นของใหม่ในโลก และต้องประยุกต์ใช้ได้เชิงอุตสาหกรรม ดังนั้นหากมองอย่างผิวเผินก็จะสรุปได้ว่า พลเมืองของประเทศใดเป็นเจ้าของเทคโนโลยีที่ได้รับสิทธิบัตรมากย่อมจะสะท้อนให้เห็นว่า พลเมืองของประเทศนั้นมีความมั่งคั่งทางปัญญาและความสามารถทางวิทยาศาสตร์ เพราะการคิดค้นเทคโนโลยีการผลิตส่วนใหญ่ย่อมต้องใช้ความรู้ทางวิทยาศาสตร์แต่ในความเป็นจริงแล้ว จำนวนการขอจดและได้รับสิทธิบัตรทั้งหมดของประชาชนไม่สามารถชี้วัดความแข็งแกร่งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ของประเทศนั้นๆ ได้อย่างตรงไปตรงมา เพราะสิทธิบัตรแบ่งออกเป็นสองประเภท คือ การประดิษฐ์และการออกแบบ และการออกแบบก็มุ่งเน้นแต่ในเรื่องของรูปลักษณ์และความสวยงามเท่านั้น อย่างไรก็ตามแม้จะเป็นสิทธิบัตรการประดิษฐ์ แต่เมื่อตรวจสอบเนื้อหาเทคโนโลยีที่มีการขอจดหรือได้รับสิทธิบัตรแล้วจะพบว่า มีเทคโนโลยีที่ไม่ได้ใช้ความรู้ความสามารถทางวิทยาศาสตร์อยู่ไม่น้อย เช่น สิทธิบัตรอเมริกัน หมายเลข 4,967,913 เป็นการประดิษฐ์กระดานแขวนรองเท้าที่มีวิธีทำง่าย ๆ เพียงแต่เจาะรูกระดานแล้วร้อยเชือกไว้ใช้คล้องรองเท้าให้ยึดติดกับแผ่นกระดานได้ หรือสิทธิบัตรของเยอรมันหมายเลข 82 04 815 ซึ่งเป็นหูหัวสุนัข โดยปลายด้านหนึ่งเป็นตะกร้อสวมปากสุนัข และปลายอีกด้านหนึ่งมีลักษณะเป็นหมุดสำหรับสอดเข้าทางกันสุนัข เป็นต้น ดังนั้นการประเมินความสามารถทางวิทยาศาสตร์ด้วยจำนวนสถิติการขอจดและได้รับสิทธิบัตร นอกจากจะต้องแยกสถิติสิทธิบัตรการออกแบบออกจากสิทธิบัตรที่เป็นการประดิษฐ์แล้วยังควรเลือกใช้สถิติสิทธิบัตรการประดิษฐ์เฉพาะบางกลุ่มของเทคโนโลยี ซึ่งการรวบรวมสถิติของเทคโนโลยีแต่ละประเภทสามารถทำได้ไม่ยาก เพราะระบบสารนิเทศสิทธิบัตรมีการจำแนกเทคโนโลยีไว้แล้ว

อย่างไรก็ตามการตีความจากสถิติการขอจดหรือได้รับสิทธิบัตรยังมีข้อควรคำนึงอีกด้วยว่า เจ้าของเทคโนโลยีไม่ต้องการที่จะเปิดเผยความรู้ตามที่กฎหมายสิทธิบัตรบังคับ และการประดิษฐ์บางอย่าง สามารถใช้กฎหมายทรัพย์สินทางปัญญาประเภทอื่นปกป้องผลประโยชน์ได้ดีกว่า นอกจากนี้การจดสิทธิบัตรมีขั้นตอนและเงื่อนไขที่ต้องใช้ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบสิทธิบัตร รวมทั้งต้องเสียค่าใช้จ่าย หากได้รับผลประโยชน์ไม่คุ้มทุน เจ้าของก็ไม่ต้องการยื่นขอจดสิทธิบัตร ด้วยเหตุนี้จึงมีเทคโนโลยีจำนวนไม่น้อยที่เจ้าของไม่ได้นำไปจดสิทธิบัตร และยังมีอีกเรื่องหนึ่งที่ต้องพิจารณากัน คือ วัตถุประสงค์หรือเป้าหมายของการยื่นขอจดสิทธิบัตรของเจ้าของเทคโนโลยีโดยทั่วไปแล้ว มิได้อยู่ที่ชื่อเสียงของการได้รับคุ้มครองความสามารถในการประดิษฐ์คิดค้นสิ่งใหม่ๆ อย่างที่เข้าใจกัน แต่มีเป้าหมายอยู่ที่การตลาด เจ้าของเทคโนโลยีจึงมักจะยื่นขอจดสิทธิบัตรในประเทศที่เป็น

“ตลาด” และ “แหล่งผลิตของคู่แข่ง” ของตน เพราะฉะนั้น ผลรวมสิทธิบัตรที่ประชาชนของประเทศหนึ่ง ๆ ของจดหรือได้รับในประเทศนั้น ๆ จึงไม่ใช่ผลรวมของเทคโนโลยีที่ประชาชนในประเทศนั้น ๆ คิดค้นขึ้นมาได้

ความแตกต่างของขอบเขตและเงื่อนไขทางเทคนิคของการจดสิทธิบัตรในแต่ละประเทศเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึง เพราะเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้สิทธิการจดและได้รับสิทธิบัตรของแต่ละประเทศมากน้อยแตกต่างกัน เช่น การยื่นขอจดสิทธิบัตรเทคโนโลยีการประดิษฐ์เรื่องใดเรื่องหนึ่ง ในประเทศญี่ปุ่นเจ้าของการประดิษฐ์สามารถแยกเนื้อหาของเทคโนโลยีออกเป็นส่วน ๆ เพื่อยื่นขอจดสิทธิบัตรได้หลายฉบับ แต่กฎหมายสิทธิบัตรอเมริกันไม่อนุญาตให้ทำเช่นนั้น ดังนั้นสิทธิการยื่นขอจดสิทธิบัตรในญี่ปุ่นจึงมากกว่าในอเมริกามาก นอกจากนี้เจ้าของผลงานการวิจัยและพัฒนาแต่ละเรื่องยังสามารถยื่นขอจดสิทธิบัตร เพื่อคุ้มครองสิทธิเกี่ยวกับการใช้ความรู้ที่นั่นในแง่มุมต่าง ๆ ได้หลายอย่าง เช่น ขอจดสิทธิบัตรกระบวนการผลิต ตัวผลิตภัณฑ์ วิธีการควบคุมคุณภาพ และการตรวจสอบการผลิต เป็นต้น ดังนั้นการเปรียบเทียบศักยภาพหรือความเข้มแข็งทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของแต่ละประเทศ ด้วยการนำสิทธิการจดและได้รับสิทธิบัตรของแต่ละประเทศมาเปรียบเทียบกันจึงต้องทำด้วยความระมัดระวัง

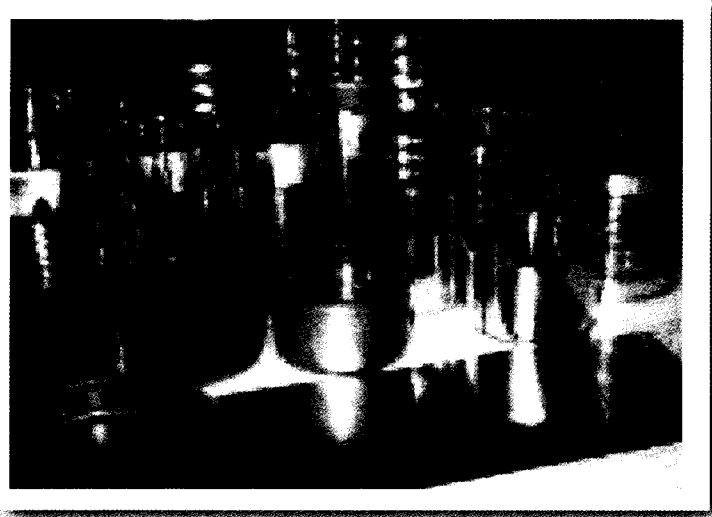
เท่าที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่า การประเมินศักยภาพทางวิทยาศาสตร์ของประเทศด้วยสถิติการจดและได้รับสิทธิบัตรของประชาชนโดยรวมนั้นมีเงื่อนไขและข้อจำกัดอยู่มาก และสถิติสิทธิบัตรแต่เพียงอย่างเดียวไม่สามารถจะใช้ชี้วัดความสามารถทางวิทยาศาสตร์ได้ การใช้สถิติสิทธิบัตรจำเป็นต้องใช้ร่วมกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น เงินลงทุนในด้านการวิจัยและพัฒนา สถิติรายได้ที่ได้จากการอนุวัติให้ผู้อื่นใช้สิทธิ (Licence) หรืออีกนัยหนึ่งรายได้จากการขาย Know-how และสถิติการถูกอ้างอิงถึงความรู้ข้อมูลที่ยื่นขอจดสิทธิบัตรในเอกสารทางวิชาการและในสิทธิบัตรของผู้ประดิษฐ์รายอื่น ๆ (Bibliometric) เป็นต้น จึงจะสะท้อนถึงความสามารถทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศที่แท้จริงได้ ซึ่งหมายความว่านอกจากจะส่งเสริมให้มีการจดสิทธิบัตรมากขึ้นแล้ว ยังต้องหาวิธีพัฒนาคุณภาพของสิ่งประดิษฐ์ และช่วยให้ขาย Know-how ได้มากขึ้นด้วย

BADGE ภัยร้ายจาก สารเคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหาร

สุภัตรา เจริญเกษมวิทย์

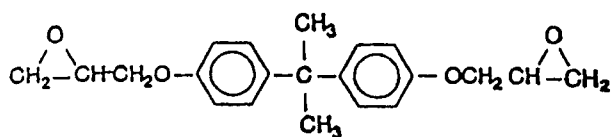
นระป่องโลหะเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมใช้อย่างกว้างขวาง ตั้งแต่โบราณกาล แม้ว่าความนิยมในตลาดจะเปลี่ยนไปใช้วัสดุอื่น ในการรักษาคุณภาพของอาหาร เช่น พลาสติกหรือวัสดุอื่น ๆ ก็ตาม กระป่องโลหะก็ยังคงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีบทบาทสำคัญอยู่สำหรับผลิตภัณฑ์อาหารที่ต้องการคงสภาพนาน เพราะโลหะสามารถป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ ความชื้นและแสงได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ปัจจุบันมีกระป่องสำหรับบรรจุอาหารหลายชนิดที่ต่างกันทั้งในด้านวัสดุและรูปร่าง ส่วนใหญ่มีการเคลือบแลกเกอร์ภายในกระป่องเพื่อลดการกัดกร่อนของกระป่องโลหะและป้องกันไม่ให้เกิดผลิตภัณฑ์อาหารสัมผัสกับผิวภาชนะที่เป็นโลหะโดยตรง เป็นการป้องกันการเกิดปฏิกิริยาระหว่างวัสดุกับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุ ทำให้อาหารไม่เปลี่ยนสี กลิ่น รส และช่วยยืดอายุการเก็บด้วยแลกเกอร์ที่ใช้เคลือบผิวกระป่องบรรจุอาหารมีหลายชนิด

ได้แก่ โอลีโอเรซินัส ฟีนอลิก ไวนิล ออร์แกโนซอล อีพอกซีฟีนอลิก อีพอกซีเอมีน และอะคริลิก อีพอกซีเป็นแลกเกอร์ชนิดหนึ่งซึ่งนิยมใช้เคลือบกระป่องบรรจุอาหารและเครื่องดื่มนานมากเป็นเวลากว่า 40 ปี เนื่องจากปลอดภัยต่อผู้บริโภค ทนต่อสารเคมีและการกัดกร่อนสูง เคลือบติดผิวได้ดี มีความเหนียวแน่นของผิวฟิล์มดีมาก มีความยืดหยุ่นทนการเสียดสีได้ดี แลกเกอร์อีพอกซีสังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาระหว่างอีพอกซีโไฮดรินกับบิสฟีนอล เอ ซึ่งสามารถสังเคราะห์ให้มีความหนืดและน้ำหนักโมเลกุลต่างๆได้ ปฏิกิริยาการสังเคราะห์อีพอกซีจะเกิดขึ้นอย่างไม่สมบูรณ์ ส่วนที่ไม่เกิดปฏิกิริยานั้นนักวิทยาศาสตร์ ค้นพบว่าเป็นส่วนที่อาจทำให้เป็นหมันได้เนื่องจากมีโครงสร้างคล้ายฮอร์โมนเพศชาย เมื่อรับประทานอาหารที่มีสิ่งเหล่านี้ปนเปื้อนเข้าไปจะไปทำหน้าที่เหมือนฮอร์โมนเพศชาย



BADGE คืออะไร

BADGE (CAS NO :1675-5-43) ย่อมาจาก Bisphenol A-diglycidyl ether ซึ่งเป็นสารตั้งต้นในการผลิตอีพอกซีเรซิน เป็นตัวคงสภาพและพลาสติกไซเซอรันในพีวีซีเรซิน ซึ่งเรซินเหล่านี้ใช้เป็นแล็กเกอร์เคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหาร ดังนั้น BADGE จึงมาจากแล็กเกอร์ที่เคลือบผิวกระป๋องบรรจุอาหารนั่นเอง



สูตรโครงสร้างของ BADGE

BADGE เป็นส่วนประกอบที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำสุดของอีพอกซีเรซิน และเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ (ประมาณ 85%) ในอีพอกซีเรซินเหลว แล็กเกอร์ที่ผลิตจากอีพอกซีเรซินเหลว เช่น แล็กเกอร์ออร์แกนโซล ใช้ BADGE เป็นตัวคงสภาพทางความร้อน จึงมีโอกาสที่มีปริมาณ BADGE เหลืออยู่ในผลิตภัณฑ์ได้ ส่วนแล็กเกอร์ที่ผลิตจากอีพอกซีเรซิน ชนิดแข็ง ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลสูงและมีสถานะเป็นของแข็ง เช่น แล็กเกอร์อีพอกซี ฟีนอลิก และอีพอกซีอะมีโน จะมีปริมาณ BADGE หลงเหลืออยู่ในแล็กเกอร์เช่นกันแต่จะทำปฏิกิริยากับตัวเชื่อมขวาง (crosslinker) และถูกกำจัดในระหว่างการอบได้ ดังนั้นแล็กเกอร์ประเภทนี้จะมี BADGE ในปริมาณที่ต่ำมาก

การปนเปื้อนของ BADGE ในอาหารกระป๋องเกิดขึ้นได้ 2 วิธีคือ

1. เกิดการแพร่กระจาย (migration) ของ BADGE จากแล็กเกอร์ที่เคลือบผิวด้านในกระป๋องไปสู่อาหารหลังการแพร่กระจายแล้ว BADGE จะถูกไฮโดรไลซิสให้อยู่ในรูป $BADGE.H_2O$
2. การเกิดปฏิกิริยาของ BADGE กับ คลอไรด์ในอาหารหรือ ไฮโดรเจน คลอไรด์ ในแล็กเกอร์ (ไฮโดรเจน คลอไรด์ ในแล็กเกอร์เกิดจากแล็กเกอร์ชนิดอีพอกซีเรซินที่มีพีวีซีเป็นองค์ประกอบ) กลายเป็น $BADGE.HCl$, $BADGE.2HCl$ และไฮโดรไลซิสเป็น $BADGE.H_2O.HCl$ ได้

BADGE พบครั้งแรกในปี พ.ศ. 2539 จากการศึกษาของ The Zurich Cantonal Laboratory ซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการที่มีชื่อเสียงที่สุดในประเทศสวิตเซอร์แลนด์ ทำให้มีการตื่นตัวในพิษภัยของ BADGE มากขึ้น โดยพบในน้ำมันของปลากระป๋องที่มาจากประเทศฟิลิปปินส์ ไทย และอินโดนีเซีย ซึ่งบรรจุใน

กระป๋องแบบฝาเปิดง่าย (easy opened end) พบในระดับที่มากกว่าข้อกำหนดของสวิตเซอร์แลนด์ที่กำหนดไว้ 20 ส่วนในพันล้านส่วน (ppb) ผลจากการค้นพบนี้ทำให้มีการศึกษาแล้วพบว่า ถ้าการเคลือบแล็กเกอร์เกิดการบ่มอย่างสมบูรณ์ จะมีปริมาณ BADGE เหลือจากการเคลือบน้อยมาก ดังนั้นการปนเปื้อนของ BADGE จะน้อยลงไปด้วย

ประเทศในสหภาพยุโรป และสวิตเซอร์แลนด์ได้ศึกษาการปนเปื้อนของ BADGE จากกระป๋องเคลือบแล็กเกอร์ทุกชนิด รวมทั้งศึกษาอนุพันธ์ของ BADGE คือ $BADGE.H_2O$, $BADGE.HCl$, $BADGE.2HCl$, $BADGE.2H_2O$ และ $BADGE.H_2O.HCl$

ในประเทศอังกฤษ Ministry of Agriculture, Fisheries and Food (MAFF) ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณ BADGE ในอาหารกระป๋องจำนวน 163 ตัวอย่าง โดยทำการวิเคราะห์อาหารกระป๋องที่คาดว่าจะมีสารปนเปื้อน BADGE ได้มากที่สุด เช่น อาหารที่มีไขมันสูง โดยวิธีสกัดด้วย อะซีโทไนล์ ไทโรล แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วยเทคนิค ไฮเพอร์ฟอร์แมนซ์ ลิกวิด โครมาโทกราฟี (HPLC) และแก๊สโครมาโทกราฟี / แมสสเปกโตรเมตรี (GC/MS) พบว่าในปลาแอนโชวีกระป๋องมี BADGE ปนเปื้อน ถึง 7 ppm และจากการศึกษาพบว่า BADGE ปนเปื้อนในอาหารจากกระป๋องที่เคลือบแล็กเกอร์ชนิดออร์แกนโซล มากที่สุด ส่วนแล็กเกอร์ชนิดอีพอกซีฟีนอลิกพบในปริมาณน้อยที่สุด

ข้อกำหนดเกี่ยวกับ BADGE

สหภาพยุโรป กำหนดว่า migration limit รวมของ BADGE และอนุพันธ์ไม่เกิน 1 ppm (แก้ไขครั้งที่ 5 เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2542) ในสวิตเซอร์แลนด์ กำหนดว่าปริมาณ BADGE ไม่เกิน 20 ppb แต่มีข้อเสนอว่า BADGE และอนุพันธ์ทั้งหมดที่มีกลุ่มอีพอกซีและน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่า 1000 ดาลตัน ไม่เกิน 1 ppm สำหรับสหรัฐอเมริกา ไม่มีข้อกำหนดพิเศษในเรื่องการห้ามใช้สารใดที่มี BADGE อยู่เป็นสารเคลือบผิวภายในกระป๋อง นอกจากมีการกำหนดว่าการแพร่กระจายโดยรวมไม่เกิน 50 ppm ซึ่งเมื่อเร็ว ๆ นี้ได้มีการปรึกษารื้อกั้นระหว่างตัวแทนด้านอุตสาหกรรมและหน่วยงานด้านอาหารและยา (FDA) ก็ไม่มีการเปลี่ยนแปลงใดๆ เกี่ยวกับ BADGE

ปัจจัยที่มีผลต่อปริมาณ BADGE ในอาหารกระป๋องมีหลายปัจจัยได้แก่ ปริมาณ BADGE ที่เหลือจากการทำปฏิกิริยาในแล็กเกอร์ อุณหภูมิ เวลา และลำดับชั้นในการอบแล็กเกอร์ การอบซ้ำในกรณีมีการพิมพ์ด้านนอก องค์ประกอบของการอบ เช่น การระบายอากาศ จำนวนแผ่นที่อบต่อชั่วโมง ความสะอาดของ

เดอบ ขนาดของกระป๋อง สัดส่วนของปริมาตรต่อพื้นที่ผิวเคลือบ แล็กเกอร์ การนั่งฆ่าเชื้อและชนิดของอาหารที่บรรจุ เช่น ในน้ำ หรือในน้ำมัน เนื่องจากอาหารที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบ BADGE จะถูกไฮโดรไลสได้อย่างรวดเร็ว

ความเป็นพิษ

ส่วนมากทราบว่าความเป็นพิษของ BADGE มาจากอีพอกซีเรซิน จึงสนใจศึกษากันมาก แล้วพบว่ามีความเป็นพิษเฉียบพลันน้อยมาก ถึงแม้ว่าจะได้รับในปริมาณที่มากเกินไประดับที่พบในอาหารมากก็ตาม จากการทดลองในหลอดทดลอง กับแบคทีเรียและเซลล์เนื้อเยื่อสัตว์ พบว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมได้ แต่การทดลองกับสิ่งมีชีวิตไม่พบผลกระทบใดๆ ยิ่งไปกว่านั้นไม่พบว่าเป็นสารก่อมะเร็งหรือทำให้เป็นอันตรายต่อระบบสืบพันธุ์

การศึกษาทางวิชาการถึงความเป็นพิษและปัจจัยที่มีผลต่อ BADGE ต้องทำอย่างครบวงจร มีการร่วมมือกันระหว่างองค์กรอุตสาหกรรมทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการผลิตอาหาร กระป๋องและเครื่องต้ม เพื่อนำไปสู่การพัฒนาที่เหมาะสมตั้งแต่ผู้ผลิตวัตถุดิบคือ อีพอกซีเรซิน ผู้ผลิตและผู้ขายแล็กเกอร์ต้องมีความรับผิดชอบในการเลือกระบบวิธีการผลิตให้ได้มาตรฐานตามข้อกำหนด และผู้ผลิตกระป๋องต้องผลิตกระป๋องให้ได้มาตรฐาน มีการร่วมมือกันอย่างใกล้ชิดระหว่างหน่วยงานที่มีอำนาจในการออกข้อกำหนดเกี่ยวกับ BADGE มีโปรแกรมเพื่อศึกษาถึงปัจจัยในการผลิตแล็กเกอร์และกระบวนการผลิตกระป๋องที่จะมีผลกระทบต่อความปลอดภัยของ BADGE เพื่อประเมินพิษภัยของ BADGE และให้ข้อมูลที่ทันสมัยแก่อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกสารอ้างอิง

- Brotons, J.A., et al. Xenoestrogens released from lacquer coatings in food cans. **Environmental Health Perspectives**. June, 1995, vol.103, no.6, p.608-612.
- European Commission. Scientific Committee on Food. Opinion on Bisphenol A diglycidyl ether (BADGE). SCF/CS/PM 3243 Final. 6 April, 1999, 8p. Available : http://www.europa.eu.int/comm/dg24/health/scf/index_en.html.
- Ministry of Agriculture Fisheries and Food (MAFF). Survey of badge epoxy monomer in canned foods. Food Surveillance Information Sheet, October, 1997, no.125, 8 p. Available : <http://www.foodstandards.gov.uk/maff/archive/food/infsheet>.
- The Society of the Plastics Industry. Epoxy resin systems task group. BADGE safety in can coatings. Available : <http://www.socplas.org/about/epoxy/badge.htm>. 4 June 2001.
- จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. คณะวิทยาศาสตร์. กรมเศรษฐกิจการพาณิชย์และกรมส่งเสริมการส่งออก. Food can coating today and the future. By Oldring, Peter K.T. In การสัมมนาเรื่องมาตรการและข้อกำหนดเกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของอาหารของประเทศในทวีปยุโรป. 2543, มีนาคม, 14-15, กรุงเทพฯ : กรมส่งเสริมการส่งออก. ห้องประชุมใหญ่ สถาบันฝึกอบรมการค้าระหว่างประเทศ. 2543. 22 หน้า.

จุลินทรีย์ในอาหารหมัก

จิตต์เรขา ทองมณี

อาหารหมักเป็นวิธีการแปรรูปหรือถนอมอาหารที่เก่าแก่วิธีหนึ่งประเทศต่าง ๆ ทั่วโลกจะมีผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวัตถุดิบของประเทศนั้น ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์นมหมักจะนิยมผลิตกันในทวีปยุโรป แอฟริกา และเอเชียซึ่งมีการเลี้ยงสัตว์ไว้บริโภคนม ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลืองจะผลิตมากในทวีปเอเชีย เพราะถั่วเหลืองเป็นพืชอาหารหลัก ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากเนื้อสัตว์ เช่น ไส้กรอกผลิตกันมากในทวีปยุโรปและเอเชีย น้ำปลา ผลิตมากในทวีปเอเชียได้

อาหารหมัก คืออาหารที่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีซึ่งเกิดจากการทำงานของเอนไซม์ที่สร้างขึ้นโดยจุลินทรีย์และได้ผลิตภัณฑ์ใหม่เกิดขึ้น การหมักจะช่วยให้อาหารที่ได้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้นและง่ายต่อการย่อย จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในอาหารหมักมี 3 ชนิดคือ รา ยีสต์และแบคทีเรียแลคติก (Lactic acid bacteria) จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในอาหารหมักส่วนใหญ่มาจากธรรมชาติชนิดของจุลินทรีย์ที่ใช้ในกระบวนการหมักขึ้นอยู่กับวัตถุดิบ และสภาวะที่ใช้ในการหมัก แต่ในอุตสาหกรรมการผลิตอาหารหมักบางชนิดจะเติมหัวเชื้อจุลินทรีย์เพื่อให้การหมักเกิดเร็วขึ้น และได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถควบคุมคุณภาพได้

คนไทยส่วนมากรู้จักจุลินทรีย์ในอาหารหมักจากผลิตภัณฑ์นมหมัก จุลินทรีย์ที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นมหมักจะเป็นพวกแบคทีเรียแลคติก โดยเติมหัวเชื้อแบคทีเรียแลคติกลงในน้ำนมสดซึ่งสายพันธุ์แบคทีเรียที่ใช้ขึ้นอยู่กับผลิตภัณฑ์นมหมัก เช่น การผลิตโยเกิร์ตจะเติมเชื้อ *Streptococcus thermophilus* และ *Lactobacillus bulgaricus* เป็นต้น จุลินทรีย์จะย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตในน้ำนมได้กรดอะมิโน (amino acid) กรดอินทรีย์ วิตามินและสารอื่น ๆ ทำให้ผลิตภัณฑ์นมหมักมีคุณค่าทางโภชนาการสูง กลิ่นและรสดีเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของผู้บริโภค นอกจากผลิตภัณฑ์นมหมักแล้วยังมีอาหารหมักประเภทอื่น เช่น ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง ผลไม้ และธัญพืช เช่น เมรัย เหล้า เบียร์ ข้าวหมาก

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากเนื้อสัตว์

ประเทศไทยมีอาหารหมักจากเนื้อสัตว์หลายชนิดขึ้นอยู่กับภูมิภาค เช่น ภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีการผลิตปลาร้า แหนม ปลาแจ่ว ปลาจ่อม ส่วนภาคใต้มีการผลิตน้ำปลา กะปิ ไตปลา บูด และภาคกลางมีการผลิต กะปิ น้ำปลา ปลาร้า เป็นต้น อาหารหมักจากเนื้อสัตว์ส่วนมากเป็นอาหารหมัก

พื้นบ้านผลิตเพื่อบริโภคในครัวเรือน จุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในระหว่างการหมักจะเป็นจุลินทรีย์จากธรรมชาติและที่ติดมากับวัตถุดิบซึ่งช่วยให้อาหารหมักมีคุณค่าทางโภชนาการดีขึ้น

- น้ำปลา

น้ำปลาเป็นการแปรรูปอาหารโดยการนำปลาสดมาหมัก มีการผลิตทั้งในระดับครัวเรือนและระดับอุตสาหกรรม พื้นที่ผลิตน้ำปลาส่วนมากอยู่แถบชายฝั่งทะเลทางภาคตะวันออกและภาคใต้ของประเทศไทย ปลาที่ใช้ผลิตน้ำปลาส่วนใหญ่เป็นปลาทะเลเช่น ปลากะตัก ปลาหลัง-เขียว เป็นต้น การหมักน้ำปลาทำได้โดยนำปลาสดมาล้างให้สะอาดแล้วบรรจุลงในไห โอ่ง หรือบ่อ แล้วใส่เกลือสลับกับปลาในอัตราส่วนปลา 3 ส่วนต่อเกลือ 1 ส่วน และปิดฝาให้สนิทตั้งตากแดดไว้เพื่อให้การหมักเร็วขึ้น ปลาจะถูกย่อยได้น้ำปลาจากนั้นนำมากรองซึ่งน้ำแรกที่ได้จากการหมักเรียกว่า หัวน้ำปลา แล้วนำออกตากแดดไว้ประมาณ 1 เดือนเพื่อลดกลิ่นคาวปลาและให้มีกลิ่นหอม ส่วนกากปลาที่เหลือจะเติมน้ำเกลือและหมักต่ออีก 1 - 2 ครั้ง ซึ่งน้ำปลาที่ได้จะมีคุณภาพต่ำกว่าหัวน้ำปลา คุณภาพของน้ำปลานั้นขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุดิบและขั้นตอนการหมัก

จุลินทรีย์ที่พบในการหมักน้ำปลาเป็นจุลินทรีย์ชนิด *Bacillus*, *Micrococcus*, *Pediococcus* และ *Staphylococcus* โดยระยะแรกของการหมัก จุลินทรีย์มีการเจริญสูงสุดและสร้างเอนไซม์ออกมา เมื่อน้ำเกลือเข้มข้นขึ้นจุลินทรีย์บางส่วนจะตายไป เอนไซม์ทำหน้าที่ย่อยสลายโปรตีนในปลาให้เป็นเปปไทด์ (peptide) และกรดอะมิโน จากนั้นกรดอะมิโนอาจถูกย่อยสลายต่อไปได้อีก ส่วนไขมันในตัวปลาจะถูกเอนไซม์ย่อยสลายให้กรดไขมันที่มีความสำคัญต่อการเกิดกลิ่นและรสของน้ำปลา นอกจากนี้ยังเกิดกรดอินทรีย์เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดแอซิติค (acetic acid) กรดโพรพิโอนิก (propenoic acid) และกรดไอโซบิวทิริก (isobutyric acid) เป็นต้น ซึ่งสารอาหารต่างๆ เหล่านี้ทำให้น้ำปลามีคุณค่าทางโภชนาการ น้ำปลาชั้นคุณภาพที่ 1 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.3-2526) กำหนดไว้คือ ค่าความหนาแน่นสัมพัทธ์ที่อุณหภูมิ 27/27 องศาเซลเซียสไม่น้อยกว่า 1.20 ค่าความเป็นกรด-ด่างไม่น้อยกว่า 5.0 และไม่มากกว่า 6.0 ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดไม่น้อยกว่า 20 กรัมต่อลิตร ปริมาณไนโตรเจนจากกรดอะมิโนไม่น้อยกว่า 10 กรัมต่อลิตร ปริมาณโซเดียมคลอไรด์ไม่น้อยกว่า 230 กรัมต่อลิตร และต้องไม่มีวัตถุกันเสีย

- กะปิ

กะปิเป็นอาหารหมักพื้นบ้านของประเทศไทยและประเทศในแถบเอเชียใต้ ส่วนมากผลิตไว้บริโภคในครัวเรือน กะปิเป็นอาหารหมักจากเคย กุ้ง หรือปลา สำหรับประเทศไทย นิยมใช้เคยหรือกุ้งน้ำเค็มและอาจใช้กุ้งน้ำจืดด้วยขึ้นอยู่กับภูมิประเทศ กะปิทำได้โดยนำเคยมาล้างให้สะอาดแล้วทิ้งไว้สักพัก จึงนำไปคลุกกับเกลือในอัตราส่วนเคย 5 ส่วนต่อเกลือ 1 ส่วน เก็บไว้หนึ่งคืน จากนั้นนำมาคลุกกับเกลืออีกครั้งหมักต่ออีกหนึ่งคืน แล้วจึงนำไปผึ่งแดดจนแห้งก่อนนำไปบดให้ละเอียด แล้วบรรจุใส่โถงหรือไหเก็บไว้อย่างน้อย 4 เดือน

จุลินทรีย์ที่พบในการหมักกะปิเป็นแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งที่มี ออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ได้แก่ *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Micrococcus morrhuae* เป็นต้น เอนไซม์ที่ได้จากแบคทีเรียจะช่วยย่อยสลายโปรตีนในเคยให้เป็นเปปไทด์ และกรดอะมิโน นอกจากนี้ยังได้สารอินทรีย์อื่นๆ ช่วยเพิ่มกลิ่นและรสของกะปิให้ดีขึ้น ส่วนเกลือช่วยป้องกันวัตถุดิบที่ใช้ทำกะปิไม่ให้เกิดการเน่าเสีย กะปิเป็นอาหารหมักที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยมีโปรตีนประมาณร้อยละ 45 - 65 คือน้ำหนักกะปิแห้ง นอกจากนี้ยังมีกรดอะมิโนและวิตามินอีกเล็กน้อย

- ปลาร้า

ปลาร้าเป็นอาหารหมักพื้นบ้านที่นิยมบริโภคในแถบจังหวัดภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคกลางที่ติดแม่น้ำ ปลาร้าที่ใช้ทำปลาร้าส่วนมากเป็นปลาน้ำจืดที่มีไขมันน้อย เช่น ปลากรวด ปลาตะเพียน ปลาช่อน เป็นต้น วิธีการหมักปลาร้าของแต่ละท้องถิ่นอาจแตกต่างกัน โดยนำปลาสดมาขูดเกล็ดและล้างให้สะอาดแล้วนำมาคลุกกับเกลือในอัตราส่วนที่เหมาะสม และทิ้งไว้สักกระยะเพื่อให้ปลาอ่อนนุ่ม จากนั้นนำมาคลุกกับข้าวคั่วบดหรือรำข้าวหมักในไหหรือโถงปิดฝาให้สนิทอย่างน้อย 6 เดือน การหมักยี่งนานปลาร้าก็ยิ่งมีรสและกลิ่นดีขึ้น

จุลินทรีย์ที่พบในการหมักปลาร้าเป็นแบคทีเรียโฮโมเฟอร์เมนเตทีฟ (homofermentative) และแบคทีเรียที่เจริญได้ทั้งที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน ได้แก่ *Bacillus licheniformis*, *B. subtilis*, *Micrococcus*, *Pediococcus halophilus*, *Pediococcus sp.*, *Staphylococcus epidermidis*, *Staphylococcus sp.* เป็นต้น แบคทีเรียจะผลิตเอนไซม์อะไมเลส (amylase) เพื่อย่อยสลายแป้งในข้าวคั่วให้เป็นกรดแลกติก ทำให้ปลาร้ามีค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง นอกจากนี้แบคทีเรียยังผลิตเอนไซม์โปรติเอส (protease) เพื่อย่อยสลายโปรตีนในเนื้อปลาให้เป็นกรดอะมิโน ทำให้ปลาร้ามีกลิ่นและรสที่ดี ส่วนเกลือทำให้จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดการเน่าเสียไม่สามารถเจริญเติบโต

ได้ ปลาร้าเป็นอาหารหมักที่มีคุณค่าทางโภชนาการคือ มีโปรตีนประมาณร้อยละ 16 ไขมันประมาณร้อยละ 2 - 5 วิตามินบี 12 และแคลเซียม ข้อควรระวังในการทำปลาร้าคือความสะอาดและวิธีทำที่ถูกต้อง

การบริโภคปลาร้าดิบหรือกึ่งดิบถึงสุกอาจเกิดโรคพยาธิได้ เพราะอาจมีพยาธิที่ปนเปื้อนมากับวัตถุดิบ ดังนั้นก่อนนำไปรับประทานควรทำให้สุกก่อน

- แหนม

แหนมเป็นการแปรรูปอาหารโดยการหมักอีกวิธีหนึ่ง การผลิตส่วนใหญ่จะเป็นอุตสาหกรรมในครัวเรือน ส่วนผสมจะประกอบด้วยเนื้อหมูสดประมาณร้อยละ 50 ส่วนที่เหลือเป็นข้าวเจ้าหรือข้าวเหนียวสุก กระเทียม เกลือและเครื่องปรุงอื่นๆ ผสมคลุกเคล้ากันแล้วนำไปห่อด้วยใบตองหรือพลาสติกหมักไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 3 วัน

จุลินทรีย์ที่พบในการหมักแหนมเป็นพวกแบคทีเรียแลคติก ซึ่งจะใช้ข้าวเป็นแหล่งคาร์โบไฮเดรตในการเปลี่ยนเป็นกรดแลกติก ทำให้แหนมมีรสเปรี้ยว(ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 4.4-4.5) แหนมมีคุณค่าทางโภชนาการโดยมีโปรตีนร้อยละ 23.1 ไขมันร้อยละ 51.1 คาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 2.3 ความชื้นร้อยละ 65 นอกจากนี้ยังมีวิตามินบี 1 วิตามินบี 2 เหล็ก และฟอสฟอรัส

คนไทยนิยมบริโภคแหนมดิบเพราะการทำแหนมให้สุกด้วยความร้อนทำให้แหนมมีเนื้อสัมผัสและรสชาติเปลี่ยนไปไม่มารับประทาน แต่การรับประทานแหนมดิบอาจทำให้เกิดโรคท้องร่วงจากเชื้อแบคทีเรีย *Salmonella* และโรคพยาธิ *Trichinella spiralis* ที่ติดมากับเนื้อหมูสด นอกจากการทำลายจุลินทรีย์โดยทำให้แหนมสุกแล้ว ยังอาจใช้วิธีฉายรังสีแกมมาซึ่งกระทรวงสาธารณสุขได้ออกประกาศฉบับที่ 103 พ.ศ. 2529 อนุญาตให้ฉายรังสีแกมมาในแหนมได้ไม่เกิน 4 กิโลเกรย์ ซึ่งถือว่าปลอดภัยสำหรับผู้บริโภค การฉายรังสีไม่ทำให้รส กลิ่น และเนื้อสัมผัสของแหนมเปลี่ยนแปลง

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากถั่วเหลือง

อาหารหมักจากถั่วเหลืองเป็นอาหารหมักที่อยู่คู่กับคนเอเชียมานานโดยเฉพาะชาวจีนมีประวัติการผลิตอาหารหมักจากถั่วเหลืองมายาวนาน วิธีผลิตอาหารหมักจากถั่วเหลืองของชาวจีนเริ่มแรกจะเป็นการผลิตเพื่อใช้ในครัวเรือนและมีสูตรการหมักเฉพาะแต่ละครอบครัว ซึ่งถ่ายทอดกันมาจากบรรพบุรุษ ต่อมาจึงมีการพัฒนาการผลิตสู่ระดับอุตสาหกรรมและเป็นที่แพร่หลายไปทั่วทั้งเอเชีย ยุโรป อเมริกา รวมทั้งประเทศไทยด้วย ถั่วเหลืองเป็นพืชที่มีโปรตีนสูงสามารถนำมาผลิตอาหารหมักได้หลายชนิด แต่อาหารหมักที่คนไทยนิยมรับประทาน เช่น ซีอิ๊ว เต้าเจี้ยว และเต้าหู้ยี้ เป็นต้น

- ซีอิ้ว

ซีอิ้วเป็นอาหารหมักที่มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลดำ รสเค็ม และมีกลิ่นเฉพาะใช้สำหรับปรุงแต่งอาหารให้มีรสเค็ม การผลิตซีอิ้วแบบดั้งเดิมจะมี 2 ขั้นตอนคือ 1) นำถั่วเหลือง แช่น้ำแล้วนำมาต้มหรือึ่งจนสุก ทิ้งไว้ให้เย็น จากนั้นนำ ถั่วเหลืองมาผสมกับข้าวสาลีหรือแป้งข้าวเจ้า แล้วใส่กระด้าง เคลี่ย ใบบาง วางบนชั้นบ่มที่อุณหภูมิห้องประมาณ 4 - 7 วัน จะมี เชื้อราเกิดขึ้นครอบคลุมทั่วเมล็ดถั่วเหลือง เรียกเมล็ดถั่วเหลือง ที่มีเชื้อรานี้ว่า โคจิ (Koji) 2) นำโคจิมาทำเป็นชั้นเล็กๆ บรรจุ ลงในโอ่งหรือถังและเติมน้ำเกลือเข้มข้นประมาณร้อยละ 22- 24 ขั้นตอนนี้จะเปิดฝาโอ่งหรือถังและตากแดดทิ้งไว้จนประมาณ 60 วันเพื่อทำการหมัก โดยจะปิดฝาเฉพาะเวลากลางคืนและเวลา ผ่นคกเท่านั้นเพื่อกันไม่ให้ น้ำปนเปื้อนในระหว่างการหมัก เพราะน้ำจะทำให้ความเข้มข้นของน้ำเกลือลดลงและอาจเกิดการ ปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ทำให้การหมักใช้ไม่ได้ เมื่อครบ กำหนดเวลาการหมักจะกรองเอาน้ำซีอิ้วออกมา ส่วนกากที่เหลือ จะเติมน้ำเกลือลงไปและหมักต่อได้อีก 3-4 ครั้ง ซึ่งซีอิ้วที่ได้ จะมีคุณภาพต่ำลง

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักซีอิ้วมี 2 ระยะ คือ

1) การผลิตโคจิ เชื้อราที่เกิดขึ้นในการหมักช่วงนี้จะมาจาก อากาศและติดมากับกระด้าง คุณภาพของโคจิขึ้นอยู่กับสภาพ อากาศ ในช่วงอากาศแห้งโคจิจะมีสีเหลืองอมเขียวมักพบเชื้อรา *Aspergillus oryzae* จำนวนมากและพบเชื้อราพวก Phycomycete เช่น *Rhizopus spp.*, *Absidia spp.* และ *Syncephalastrum* จำนวนน้อย เมื่อนำโคจิไปหมักต่อจะได้ซีอิ้ว ที่มีกลิ่นและรสดี ส่วนอากาศชื้นโคจิที่ได้อาจมีสีเทาหรือสีดำ จะพบเชื้อรา *Rhizopus spp.* หรือ *Mucor spp.* จำนวนมาก ซึ่งโคจิที่ได้คุณภาพไม่ดีจึงไม่สามารถนำมาหมักซีอิ้วได้ เมื่อมีการ พัฒนาการผลิตซีอิ้วในระดับอุตสาหกรรม ขั้นตอนการทำโคจิจึง ใช้วิธีเติมหัวเชื้อรา *A. oryzae*(*A. soyae*) หรือ จุลินทรีย์ผสม ที่ได้จากการหมักซีอิ้วครั้งก่อนๆและบ่มในห้องที่ควบคุมอุณหภูมิ ประมาณ 25-30 องศาเซลเซียสนาน 3-5 วัน ทำให้โคจิที่ได้ไม่ เกิดการปนเปื้อนจึงมีคุณภาพดี เชื้อรา *A. oryzae* จะผลิตเอนไซม์โปรติเอสเพื่อย่อยโปรตีนในเมล็ดถั่วเหลืองให้เป็นเพปไทด์ และกรดอะมิโน นอกจากนี้ยังผลิตเอนไซม์อะไมเลสเพื่อย่อยแป้ง ให้เป็นน้ำตาลและเปลี่ยนเป็นกรดอินทรีย์ เช่น กรดแลกติก กรดกลูตามิก เป็นต้น

2) การหมักโคจิในน้ำเกลือจะมีจุลินทรีย์พวกแบคทีเรียแลคติก คือ *Lactobacillus delbrueckii* และ *Pediococcus soyae* แบคทีเรียจะผลิตกรดแลกติกทำให้น้ำหมักมีสภาวะเป็น กรดซึ่งจะช่วยป้องกันการเจริญของแบคทีเรียปนเปื้อน นอกจากนี้ *P. soyae* ยังสร้างเอนไซม์โปรติเอสและเพปติเดสเพื่อย่อย

สลายโปรตีนที่แขวนลอยในซีอิ้วทำให้ซีอิ้วมีลักษณะใสขึ้น นอกจากนี้ยังมีแบคทีเรีย bacilli อื่นๆและยีสต์ที่ช่วยทำให้กลิ่น รส ของซีอิ้วดีขึ้น จากการหมักซีอิ้วโดยจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องจะ ช่วยทำให้ซีอิ้วมีคุณค่าทางโภชนาการสูงโดยมีโปรตีน กรดอะมิโน ที่สำคัญ 17 ชนิด เกลือแร่ และวิตามินบี 12 เล็กน้อย

- เต้าเจี้ยว

เต้าเจี้ยวเป็นอาหารหมักดั้งเดิมของชาวเอเชียโดยผลิต ครั้งแรกในประเทศจีน ได้จากการหมักถั่วเหลือง เป็นผลิต- ภัณฑ์ที่มีลักษณะกึ่งแข็งกึ่งเหลว สีน้ำตาล และรสเค็ม การผลิต เต้าเจี้ยวจะเริ่มจากการเตรียมโคจิโดยนำข้าวแช่น้ำไว้เพื่อปรับให้ มีความชื้นร้อยละ 35 แล้วนำไปนึ่งนานประมาณ 40 - 60 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น จึงใส่เชื้อรา *Aspergillus oryzae* คลุกให้เข้ากัน แล้วแผ่กระจายไว้ในถาดนำไปบ่มที่อุณหภูมิประมาณ 30-60 องศาเซลเซียสเป็นเวลาประมาณ 45-50 ชั่วโมง โดยให้มีอากาศ ถ่ายเทได้เมื่อเชื้อราเจริญจะมีเส้นใยสีขาวปกคลุมอยู่เต็มข้าวหนึ่ง เรียกข้าวนี้ว่าโคจิขั้นตอนนี้ไปนำถั่วเหลืองนึ่งหรือต้มที่อุณหภูมิ 115 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาทีและทิ้งไว้ให้เย็น นำ มาผสมกับโคจิ ในอัตราส่วน 2 : 1 และนำไปหมักกับเกลือ ใน โอ่งเคลือบหรือถังโดยเป็นการหมักแบบไร้อากาศเป็นเวลา 1- 2 เดือนก็สามารถนำมาบริโภคได้

จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการหมักเต้าเจี้ยวได้แก่เชื้อรา *A.oryzae* จะสร้างเอนไซม์อะไมเลสเพื่อย่อยคาร์โบไฮเดรตใน ข้าวให้เป็นน้ำตาลกลูโคสและมอลโตส จากนั้นน้ำตาลจะถูก แบคทีเรีย *Streptococcus faecalis*, *Pediococcus halophilus* และยีสต์ *accharomyces rouxit*, *Torulopsis* ใช้ในการหมักต่อไปเป็นกรดอินทรีย์ แอลกอฮอล์ เอสเทอร์และ กรดไขมัน ซึ่งจะทำให้กลิ่นและรสของเต้าเจี้ยวดีขึ้น นอกจากนี้ *A.oryzae* ยังสร้างเอนไซม์โปรติเอสเพื่อย่อยโปรตีนในถั่วเหลือง ให้เป็นกรดอะมิโนและเกลือของกรดอะมิโน เช่น โซเดียม- กลูตาเมต เป็นต้น เต้าเจี้ยวที่ได้ต้องนำไปผ่านความร้อนโดยการ พาสเจอร์ไรซ์ เพื่อทำลายเอนไซม์และจุลินทรีย์ทั้งหมดก่อนนำมา บริโภค

- เต้าหู้ยี้

เต้าหู้ยี้เป็นอาหารหมักพื้นบ้านอีกชนิดหนึ่งของชาวจีนที่ คนไทยนิยมบริโภค ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ยี้จะแตกต่างจากซีอิ้ว และเต้าเจี้ยวอยู่บ้างโดยการผลิตจะมี 3 ขั้นตอน คือ

1.) นำเมล็ดถั่วเหลืองผลิตเป็นเต้าหู้ก่อน

2.) ทำการหมักเต้าหู้กับเชื้อราโดยนำก้อนเต้าหู้มาตัดให้ เป็นก้อนสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ และแช่ในสารละลายผสมของเกลือ โซเดียมคลอไรด์ประมาณร้อยละ 2-6 กับกรดซิตริกประมาณ ร้อยละ 0.8-2.5 นาน 1 ชั่วโมงจากนั้นนำไปผ่านไอร้อนที่อุณหภูมิ

100 องศาเซลเซียสนาน 10 นาทีเพื่อทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนแล้วทิ้งให้เย็นจึงวางในถาดโปร่งเพื่อให้อากาศถ่ายเทได้ดีแล้วใส่เชื้อราลงบนผิวหน้าของก้อนเต้าหู้ เชื้อราที่นิยมใช้คือ *Actinomyces elegans* แล้วนำไปอบที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส นาน 3-7 วัน จะมีเส้นใยสีขาวหรือสีขาวยนเหลืองของราขึ้นปกคลุมเต็มก้อนเต้าหู้โดยก้อนเต้าหู้ที่ได้จะมีโปรตีนร้อยละ 12 และไขมันร้อยละ 4.3

3.) นำก้อนเต้าหู้ที่ได้แช่ในสารละลายผสมของโซเดียมคลอไรด์ประมาณร้อยละ 5 - 12 กับเอทิลแอลกอฮอล์ร้อยละ 10 โดยใช้เอทิลแอลกอฮอล์ที่ได้มาจากไวน์ข้าวเจ้าและอาจเติมข้าวแดงบดทำให้ได้เต้าหู้ที่มีสีแดง การหมักขั้นตอนนี้ใช้เวลาประมาณ 40-60 วันจึงบรรจุใส่ขวดและนำไปฆ่าเชื้อแบบพาสเจอร์ไรส์ก่อนบริโภค

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมักเต้าหู้ขึ้นนอกจากเชื้อรา *Actinomyces elegans* ยังมีเชื้อราอื่นๆ เช่น *Mucor hiemalis*, *M. silvaticus* และ *M. subtilissimus* เป็นต้น เชื้อราจะสร้างเอนไซม์เพื่อย่อยโปรตีนและไขมันในก้อนเต้าหู้ให้เป็นเปปไทด์ กรดอะมิโน และกรดไขมัน นอกจากนี้เอทิลแอลกอฮอล์ที่เติมในน้ำเกลือจะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันได้เป็นเอสเทอร์ที่มีกลิ่นหอม จากการทำงานของจุลินทรีย์จึงทำให้เต้าหู้เป็นอาหารหมักที่มีโปรตีน แคลเซียม กลิ่นและรสเฉพาะตัวที่ดี

การทำอาหารหมัก มักใช้เกลือเป็นส่วนผสม เพราะเกลือที่เข้มข้นจะช่วยป้องกันจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนไม่ให้เจริญในระหว่างการหมักเป็นการถนอมอาหารไม่ให้เกิดการเน่าเสีย เกลือทำให้ค่า water activity (AW) ของอาหารหมักลดลงจุลินทรีย์จึงขาดน้ำไม่สามารถเจริญได้ นอกจากนี้เกลือทำให้เกิดแรงดันออสโมซิส (osmosis) สูง เซลล์จุลินทรีย์จะสูญเสียน้ำจึงหยุดการเจริญและตายในที่สุด ส่วนคลอไรด์ไอออน (Cl⁻) และโซเดียมไอออน (Na⁺) จากโมเลกุลของเกลือจะเป็นพิษต่อเซลล์จุลินทรีย์

เอกสารอ้างอิง

- คุณณี ธนะบริพัฒน์. จุลชีววิทยาอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร :ภาควิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2537.
- สัตตาวลัย รัชมิตต์. จุลินทรีย์กับอุตสาหกรรมอาหาร. ชลบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยบูรพา. 2526. 247 หน้า.
- วราวุฒิ ครุสง และรุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2532. 209 หน้า.
- อรพิน ภูมิภมร. จุลินทรีย์ในเครื่องดื่มประเภทแอลกอฮอล์และอาหารหมักพื้นเมือง. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2526. 156 หน้า.
- Beuchat, L.R.,ed. Traditional fermented food product. In *Food and Beverage Mycology*. 2 nd ed. New York : AVI, 1987. P. 269-305.

ผลิตภัณฑ์อาหารหมักเป็นอาหารที่มีประโยชน์ต่อผู้บริโภค ทั้งนี้เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการที่มักประกอบด้วย กรดอะมิโน กรดอินทรีย์ กรดไขมัน วิตามินและแร่ธาตุต่างๆ ร่างกายสามารถย่อยนำไปใช้ประโยชน์ได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีกลิ่นและรสชาติที่ดี พร้อมทั้งยังเป็นประโยชน์ในด้านการถนอมเก็บรักษาอาหารเอาไว้ได้เป็นระยะเวลาานาน

แต่ในทางกลับกันผลิตภัณฑ์อาหารหมักก็สามารถก่อให้เกิดโทษต่อผู้บริโภคได้ในกรณีที่อาหารหมักนั้นมีคุณภาพต่ำไม่ได้มาตรฐานการผลิตและควบคุมที่ถูกต้อง เกิดการปนเปื้อนด้วยสารพิษ อาทิเช่น การเกิดสารไดเมทิลไนโตรซามีน (dimethylnitrosamine, DMN) ที่พบอยู่ในปลาร้า สารนี้จัดเป็นสารพิษ ที่ก่อให้เกิดมะเร็งในระบบทางเดินอาหาร แต่เนื่องจากมีโครงสร้าง โมเลกุลขนาดเล็กและมีสมบัติระเหยง่าย จึงถูกทำลายไปได้เป็นส่วนใหญ่ด้วยความร้อนจากกรรมวิธีหุงต้มและปรุงอาหาร นอกจากนี้พิษของอาหารหมักที่พบเสมอเกิดจากสารชนิดหนึ่งที่เรียกชื่อว่า อัลฟาทอกซิน (alpha toxin) พบในอาหารหมักหลายประเภท ที่มีเชื้อจุลินทรีย์ *Aspergillus flavus* เจริญเติบโตปนเปื้อนสารพิษอัลฟาทอกซินที่จุลินทรีย์ชนิดนี้สังเคราะห์ขึ้นนอกจากมีฤทธิ์เป็นสารก่อมะเร็งแล้วข้อเสียที่น่าตกใจก็คือไม่สามารถทำลายพิษสารชนิดนี้ได้ด้วยความร้อนที่ใช้ในการหุงต้มซึ่งไม่เหมือนพิษของสารที่กล่าวมาแล้วนั้น ดังนั้นก่อนที่จะบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารหมักที่มีรสอร่อยเหล่านี้ สิ่งที่เราๆท่านๆ ควรพิจารณาและเพิ่มความระมัดระวังเป็นขั้นแรก ก็น่าจะได้แก่การพิจารณากรรมวิธีผลิตและแหล่งที่มาของผลิตภัณฑ์ ทั้งนี้เพื่อหลีกเลี่ยงการนำผลิตภัณฑ์คุณภาพต่ำกว่ามาตรฐานมาบริโภค และสิ่งสุดท้ายก็คือ ต้องใช้กรรมวิธีการปรุงสุกหรือหุงต้มให้ได้ถูกต้องด้วย

สารฟอกขาว (Bleaching agents)

สมจิตต์ บวรวัฒนาโสภณ
วรรณภา ตันยีนยงค์

สารฟอกขาวคือสารที่สามารถทำให้วัตถุอื่นเกิดความขาวสว่าง โดยอาศัยปฏิกิริยาทางเคมีเรียกว่าการฟอกขาว ซึ่งมีทั้งปฏิกิริยาออกซิเดทีฟหรือรีดักทีฟ

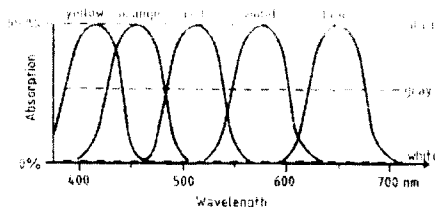
การฟอกขาว (bleaching) คือขบวนการทำลายสีหรือทำให้ขาวขึ้น สามารถเกิดขึ้นได้ทั้งในสารละลายหรือที่ผิวหน้าวัตถุ โดยทำให้สี (color bodies) ละลายได้ดีขึ้นและถูกกำจัดออกไปได้ง่าย สี (colorants) คือคุณลักษณะเฉพาะตัวอย่างหนึ่งของวัตถุหรือสาร ขึ้นกับความสามารถในการดูดกลืนคลื่นแสงที่สามารถมองเห็น (visible light) ซึ่งมีความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตร วัตถุมีสีแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. วัตถุมีสีที่เป็นสารอินทรีย์
2. วัตถุมีสีที่เป็นสารอนินทรีย์

แสงจากดวงอาทิตย์ที่ส่องมากระทบวัตถุต่าง ๆ บนพื้นโลก จะเกิดการส่องผ่าน หักเห และสะท้อน ไปในทิศทางต่าง ๆ ขึ้นกับคุณสมบัติของวัตถุแต่ละชนิด วัตถุที่สามารถให้แสงส่องผ่านหรือสะท้อนกลับหมด สายตามนุษย์จะไม่สามารถมองเห็นสีของวัตถุนั้น แต่ถ้าวัตถุนั้น ๆ สามารถดูดกลืนแสงได้หมด เราจะมองเห็นวัตถุนั้นเป็นสีดำและถ้าวัตถุสามารถดูดกลืนแสงช่วงความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตรในสัดส่วนคงที่ เราจะมองเห็นวัตถุเป็นสีเทา

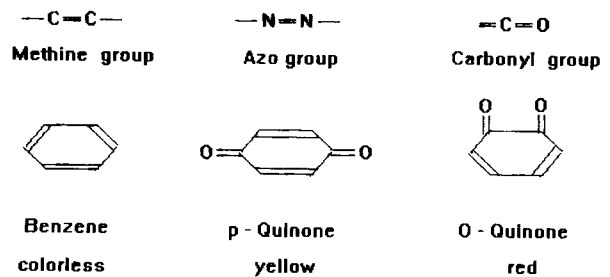
สีดำ เทา ขาว (มองไม่เห็นสี) เรียกว่าสีอะโครเมติก (Achromatic colors) ในทางตรงข้ามสีที่เราสามารถมองเห็นเป็นสีต่าง ๆ เรียกว่าสีโครเมติก (Chromatic colors)

สีเหลืองที่ตาเรามองเห็นเกิดจากวัตถุดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 400-430 นาโนเมตร ส่วนแสงที่มีความยาวคลื่นอื่นจะถูกสะท้อนกลับมาที่นัยตาของเรา และในทำนองเดียวกันถ้าแสงถูกดูดกลืนที่มีความยาวคลื่น 430-480, 480-550, 550-600 และ 600-700 นาโนเมตร จะทำให้เราสามารถมองเห็นวัตถุนั้น ๆ เป็นสีส้ม แดง ม่วง และฟ้า ตามลำดับดังรูป



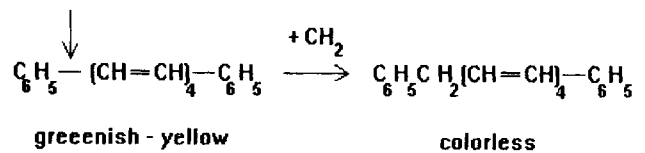
Schematic representation of the light absorption of colored solids
 - - - - - achromatic colors
 - - - - - chromatic colors

วัตถุที่มองเห็นเป็นสีเขียว จะดูดกลืนคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่น 2 ช่วงคือ 400 - 450 และ 580 -700 นาโนเมตร สีที่เกิดจากสารอินทรีย์ (organic compounds) จะเป็นสารประกอบของอะตอมต่างชนิดยึดจับกันด้วยพันธะเดี่ยว (single bonds) และพันธะคู่ (double bonds) เรียกว่า โครโมฟอร์ (Chromophore) เช่น



สามารถดูดกลืนโฟตอน (Photon) ของแสงแล้วปล่อยคลื่นแสงที่มีความยาวคลื่นต่าง ๆ กันทำให้มองเห็นเป็นสีชนิดต่าง ๆ

การฟอกขาวและการทำลายสีเกิดจากการทำลายพันธะคู่ของอะตอมในโมเลกุลของโครโมฟอร์โดยปฏิกิริยาออกซิเดชัน เช่น

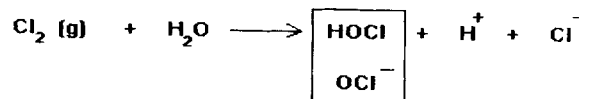


การฟอกขาวยังเป็นการเพิ่มคุณสมบัติในการละลายน้ำของสารอินทรีย์หลังทำปฏิกิริยาอีกด้วยเช่น การเปลี่ยน olifin ให้เป็น vicinal diol ซึ่งละลายน้ำได้ดีกว่าทำให้กำจัดสีออกจากวัตถุได้โดยง่าย

สารฟอกขาว (bleaching agents) แบ่งออกเป็นสองชนิดคือ

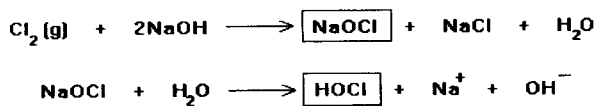
1. สารฟอกขาวออกซิไดซิง (oxidizing agents) ได้แก่

1.1 ก๊าซคลอรีน (chlorine gas, Cl₂) ถูกค้นพบโดย Scheele ในปี ค.ศ. 1774 ต่อมา Bertholet ได้นำไปใช้ฟอกขาวในเส้นใยสิ่งทอในปี ค.ศ. 1790 โดยให้คลอรีนทำปฏิกิริยากับน้ำ ได้สารผสมของกรดไฮโปคลอรัส (hypochlorous acid, HOCl) และอออนของไฮโปคลอไรท์ (hypochlorite, OCl⁻)



ส่วนใหญ่จะใช้ฟอกขาวพวกเยื่อไม้เพื่อทำกระดาษมากกว่าสิ่งทอ แต่มีข้อเสียด้านสิ่งแวดล้อมเนื่องจากเกิดสารอินทรีย์คลอรีน (chlorinated organic compounds) ที่เป็นพิษ

1.2 ไฮโปคลอไรท์ (hypochlorite, OCl⁻) จะอยู่ในรูปของเกลือโซเดียมไฮโปคลอไรท์ (NaOCl) เป็นสารฟอกขาวที่รุนแรงที่สุดตัวหนึ่งเตรียมได้จากการผ่านก๊าซคลอรีนลงในโซดาไฟ (NaOH) เข้มข้นไม่เกินร้อยละ 20.5



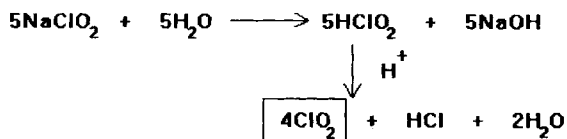
โซเดียมไฮโปคลอไรท์เตรียมได้แต่ในรูปของสารละลายเท่านั้น ไม่สามารถเตรียมในสภาพของแข็งเพราะไม่เสถียร สารละลายเข้มข้นมีระยะเวลาเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 15 เหมาะสำหรับนำไปใช้ในอุตสาหกรรมฟอกขาว นอกจากนี้ยังมีกรเตรียมเป็นเกลือไฮโปคลอไรท์ [Ca(OCl)₂] ลิเทียมไฮโปคลอไรท์ [Li(OCl)₂] และคลอรีนเตตราโซเดียมฟอสเฟตซึ่งนำไปใช้เป็นส่วนผสมของสารซักฟอกทำความสะอาด ข่าเชื้อโรคชนิดต่างๆที่วางจำหน่ายในท้องตลาดแต่ไม่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอหรือเยื่อกระดาษเพราะจะเกิดคลอโรฟอร์มเป็นผลพลอยได้ที่เป็พิษต่อสิ่งแวดล้อมและยังทำลายเส้นใยเซลลูโลสอีกด้วย

1.3 คลอรีนไดออกไซด์ (chlorine dioxide, ClO₂) อยู่ในสถานะก๊าซควบแน่นที่อุณหภูมิ 11 °ซ ถ้าความเข้มข้นสูงจะระเบิดได้ ไม่สะดวกในการขนส่งปริมาณมาก ๆ (bulk) การเก็บและการขนส่งต้องแช่เย็นจัดจนกระทั่งเป็นของแข็งในรูปแปดน้ำผลึก (octahydrate) เตรียมโดยการผ่านก๊าซคลอรีนไดออกไซด์ลงในน้ำเย็นจัดจนกระทั่งตกผลึกแยกตัวออกจากน้ำหรือโดยการทำปฏิกิริยารีดักชันของคลอเรต (chlorate, OCl₃⁻) ด้วยกรดเกลือ(HCl)ซัลเฟอร์ไดออกไซด์(SO₂)เมทานอล(CH₃OH)

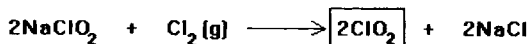
- 1) $\text{HClO}_3 + \text{HCl} \longrightarrow \text{HClO}_2 + \text{HClO}$
 $\downarrow \text{HClO}_3$
 $\boxed{2\text{ClO}_2} + \text{H}_2\text{O}$
- 2) $2\text{NaClO}_3 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \boxed{2\text{ClO}_2} + 2\text{NaHSO}_4$
- 3) $4\text{NaClO}_3 + \text{CH}_3\text{OH} + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \boxed{4\text{ClO}_2} + \text{HCOOH} + 4\text{NaHSO}_4 + 3\text{H}_2\text{O}$

มีคุณสมบัติในการฟอกขาวสูงสุด เหมาะสำหรับฟอกขาวลิกนิน (lignin) ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ

1.4 คลอไรท์ (chlorite, ClO₂⁻) เกลือโซเดียมคลอไรท์ (NaClO₂) เป็นสารที่เสถียรใช้เป็นสารเริ่มต้นในการผลิตคลอรีนไดออกไซด์ โดยการใส่โซเดียมคลอไรท์ลงในน้ำแล้วทำให้เป็นกรด (acidity)

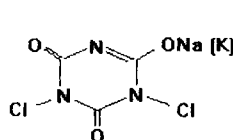


หรือโดยการทำปฏิกิริยากับก๊าซคลอรีน

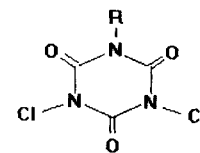


จะใช้ประโยชน์ด้านการฟอกขาวเส้นใยสิ่งทอเป็นส่วนใหญ่

1.5 สารประกอบไนโตรเจนและคลอรีน (N-chloro compounds) เช่น Chloramine, Chloramide, Chlorimine, Chlorimide, Chlorosulfonamide และ Chlorohydatoins จะใช้ประโยชน์เป็นตัวทำความสะอาดและล้างภาชนะถ้วยชาม แต่สารประกอบ N-chloro ที่ใช้ในการฟอกขาวได้แก่ คลอรีนเตตราโซเดียมไฮโปไซยาเนต (chlorinated isocyanurate) เตรียมได้จากการผ่านก๊าซคลอรีนลงในกรดไซยาเนริก (cyanuric acid) ได้ไตรหรือไตรคลอโรไฮโปไซยาเนริกแอซิด (Di or Trichloro isocyanuric acid) และเกลืออัลคาลไฮโปไซยาเนต

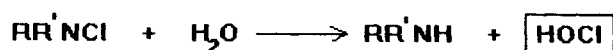


sodium or potassium dichloroisocyanurate



trichloroisocyanuric acid
R = Cl

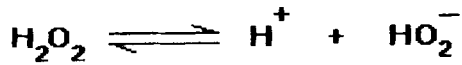
สารประกอบเหล่านี้จะอยู่ในสภาพผงสีขาว ไตรคลอโรไฮโปไซยาเนริกแอซิดประกอบด้วยอะตอมเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 90 ส่วนโซเดียมและโพแทสเซียมไดคลอโรไฮโปไซยาเนตประกอบด้วยอะตอมเบิ้ลคลอรีนร้อยละ 63 และ 59 ตามลำดับ จะนำไปใช้เป็นสารฟอกขาวและฆ่าเชื้อโรค เพราะเมื่อละลายน้ำแล้วได้กรดไฮโปคลอไรต์ (hypochlorous acid)



1.6 สารประกอบเพอร์ออกซิเจน (peroxygen compounds) หรือสารประกอบแอกทีฟออกซิเจน (active oxygen compounds) จะประกอบด้วย peroxide linkage (-O-O-) ซึ่งจะให้แอกทีฟออกซิเจน 1 อะตอมได้แก่

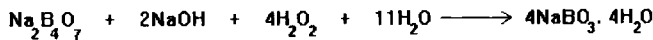
- ไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ (H₂O₂) เป็นสารฟอกขาวที่นิยมใช้มากที่สุดในอุตสาหกรรมสิ่งทอ (textile) เยื่อกระดาษ (pulp) และการซักล้างตามบ้านเรือน เนื่องจากมีราคาถูกสะดวกในการใช้งาน

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์บริสุทธิ์จะประกอบด้วยแอกทีฟออกซิเจน ร้อยละ 47 ตัวมันเองจะมีฤทธิ์เป็นกรดอ่อนเมื่อละลายน้ำ จะเกิดการแตกตัวได้เล็กน้อยดังสมการ

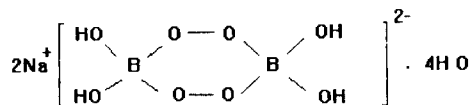


แต่ถ้าจะนำไปใช้งานต้องใช้ในสภาวะต่างซึ่งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะเปลี่ยนเป็นเพอร์ไฮดรอกซีแอนไอออนดังสมการข้างต้นเพื่อความสะดวกในการซักล้างทำความสะอาดในครัวเรือน สารละลายทำความสะอาดต่างๆที่วางขายในท้องตลาดจึงเติมต่าง เช่น โซดาไฟ เกลือคาร์บอเนต ในสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และใส่สารช่วยเสถียร (stabilizers) ที่ทำหน้าที่เป็น chelating และ buffering agent เช่น ซิลิเกต (silicate) เกลือเอิร์ทเมทัล (earth metal salts) และโพลีฟอสเฟต (polyphosphates) เพื่อควบคุมการเกิดเพอร์ไฮดรอกซีแอนไอออน ไม่ให้เกิดมากเกินไปจนเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ข้อดีของสารฟอกขาวไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์คือไม่เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม เพราะหลังจากการทำปฏิกิริยาแล้วได้ก๊าซออกซิเจนและน้ำ

- โซเดียมเพอร์โบเรต ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$; $\text{NaBO}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$) ได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลายบอแรกซ์กับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และโซดาไฟ



สูตรโครงสร้างของ $\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ คือ



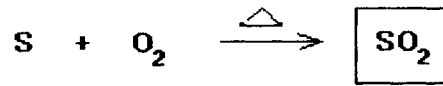
เป็นสารเพอร์ออกซิเจนที่เสถียรเมื่ออยู่ในสภาวะของแข็งสามารถให้ปริมาณแอกทีฟออกซิเจน (active oxygen) ร้อยละ 10.46 และ 15.5 ตามลำดับ

- โซเดียมคาร์บอเนตเพอร์ออกซีไฮเดรต (sodium carbonate peroxyhydrate, $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) สามารถให้ปริมาณแอกทีฟออกซิเจนร้อยละ 14 ทั้งโซเดียมเพอร์โบเรตและโซเดียมคาร์บอเนตเพอร์ออกซีไฮเดรตใช้ประโยชน์ในสารทำความสะอาดชนิดต่างๆโดยใช้เป็นส่วนผสมในผงซักฟอก สารทำความสะอาดพื้นปloom ยาสีพื้น และสารทำความสะอาดชนิดพิเศษอื่นๆ

- โอโซน (ozone, O_3) เป็นสารฟอกขาวและฆ่าเชื้อโรคชนิดหนึ่งแต่ยังไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเยื่อกระดาษเพราะราคาแพงและยุ่งยากในการควบคุมขณะใช้งาน

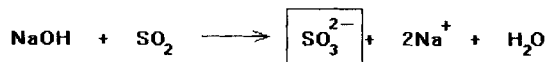
2. สารฟอกขาวรีดิวซิง (reducing agents) ได้แก่

2.1 ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulphur dioxide, SO_2) เป็นสารฟอกขาวรีดิวซิงตัวแรกที่น่ามาใช้ตั้งแต่สมัยโรมัน ได้จากการเผากำมะถันในอากาศ

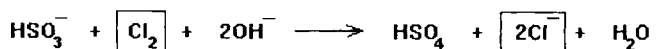


ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมสิ่งทอและเยื่อกระดาษ เพราะต้องใช้ความระมัดระวังสูงในการป้องกันไม่ให้เกิดการรั่วของก๊าซ เนื่องจากเป็นอันตรายต่อเยื่อทางเดินหายใจและเนื้อเยื่ออื่นๆ แต่นำไปใช้ประโยชน์ทางการถนอมอาหารสำเร็จรูปโดยใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย

2.2 ซัลไฟท์ (sulphite, SO_3^{2-}), ไฮโดรเจนซัลไฟท์ หรือไบซัลไฟท์ (hydrogen sulphite or bisulphite, HSO_3^-) ได้จากการผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำจะได้กรดซัลฟูรัส (sulphurous acid, H_2SO_3) ซึ่งไม่เสถียร แต่สามารถเตรียมเกลือโลหะของซัลไฟท์ที่เสถียรได้ เช่น โซเดียมซัลไฟท์ (Na_2SO_3) โซเดียมไฮโดรเจนซัลไฟท์ (NaHSO_3) โดยการผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในโซดาไฟ (NaOH) และโดยการทำปฏิกิริยาของอัลคาไลคาร์บอเนต อัลคาไลไฮโดรเจนซัลไฟท์

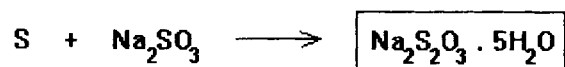


ใช้เป็นสารย่อยเยื่อไม้ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ กำจัดคลอรีนตกค้าง (antichlor) ในอุตสาหกรรมฟอกย้อมเส้นใยผ้า



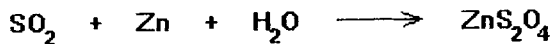
ใช้เตรียมสีย้อมผ้า (vat dye) ใช้ฟอกเพื่อย้อมสี บำบัดน้ำเสียล้างฟิล์มถ่ายรูปและใช้เป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ในอาหารสำเร็จรูป

2.3 ไทโอซัลเฟตหรือซัลไฟท์หรือไฮโป (thiosulphite, subsulphite, hypo, $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) ได้จากการต้มกำมะถันในสารละลายโซเดียมซัลไฟท์ (Na_2SO_3)

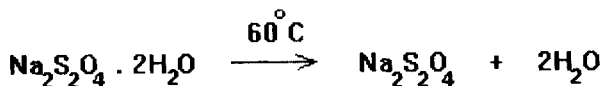


ใช้ประโยชน์ในด้านการฟอกย้อมหนังสัตว์ เป็นสารกำจัดคลอรีนตกค้าง (antichlor) ในการฟอกขาว การทำกระดาษ และในการทำน้ำประปา นอกจากนี้ยังใช้ในการสกัดโลหะเงิน (Ag) ออกจากแร่เงิน การล้างฟิล์มถ่ายรูป ในด้านการถนอมอาหารแต่ถ้าใส่มากเกินไปจะมีผลเสียต่อคุณค่าของอาหารโดยไปทำลายวิตามินในอาหารและจะทำให้ผู้บริโภคมีอาการหน้ามืดเวียนศีรษะและอาเจียนได้ จึงห้ามใส่เกินร้อยละ 0.1

2.4 ไฮโดรซัลไฟต์หรือไดไทโอไนต์ หรือไฮโซซัลไฟต์ หรือซัลฟอกซีเลทไฮโดรซัลไฟต์ (hydrosulphite, dithionite, hyposulphite, sulfoxylate hydrosulphite, $S_2O_4^{2-}$) กรดไดไทโอไนต์ ($H_2S_2O_4$) ไม่สามารถที่จะแยกให้อยู่ในสภาพอิสระแต่สามารถเตรียมเกลือไดไทโอไนต์ได้โดยผ่านก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ลงในน้ำที่มีผงสังกะสี (Zn)



เติมโซดาไฟหรือโซดาแอชจะได้สารละลายโซเดียมไดไทโอไนต์ ($Na_2S_2O_4$) และตะกอนสังกะสีไฮดรอกไซด์ [$Zn(OH)_2$] กรองแยกสารละลายไดไทโอไนต์ไปทำให้บริสุทธิ์ โดยการเติมแอลกอฮอล์ลงไปจะได้ผลึกรูปเข็มของโซเดียมไดไทโอไนต์ ($Na_2S_2O_4 \cdot 2H_2O$) แยกตัวออก นำผลึกไปทำให้ร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เพื่อไล่น้ำผลึก (dehydrate)



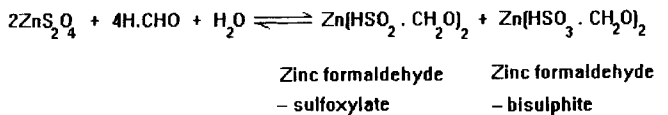
หรืออาจจะเตรียมได้จากปฏิกิริยาระหว่างโซเดียมฟอร์มเมท ($HCOONa$) กับก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์หรือแอมโมเนียมฟอร์มเมท ($HCOONH_4$) กับโซเดียมเมตาไบซัลไฟท์ ($Na_2S_2O_5$)



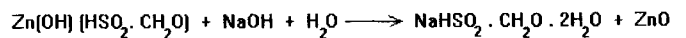
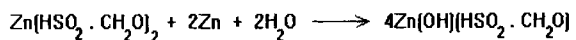
โซเดียมไดไทโอไนต์จะต้องเก็บในภาชนะที่แห้งป้องกันความชื้นได้ดีและเย็นเพราะโซเดียมไดไทโอไนต์สามารถทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศเกิดการสลายตัวและกลายเป็นกำมะถันซึ่งถูกคิดไฟได้ดีและเกิดก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ โซเดียมไดไทโอไนต์ใช้เป็นสารฟอกขาวเส้นใย สีของสบู่ น้ำมัน น้ำตาลขุ่น เชื่อไม่ใช้เป็นตัวจับก๊าซออกซิเจนในการสังเคราะห์ยาง และเนื่องจากเป็นสารรีดิวซ์อย่างรุนแรง จึงนำไปใช้ในการรีดิวซ์ออรอนของโลหะให้เป็นโลหะ รีดิวซ์ไดซัลไฟด์ลิงค์เกจ (disulphide link-

ages) ในขนสัตว์และเส้นขน รีดิวซ์สารประกอบไนโตรเจนและสีสังเคราะห์ต่างๆ

2.5 ซัลฟอกซีเลทหรือฟอร์มัลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลท (sulfoxylate, formaldehyde sulfoxylates) หรือ SFS, Fomopon, Rangalite, Dekrolin และ Sulfoxite เป็นสารประกอบของไฮโดรซัลไฟต์และอัลดีไฮด์มีความเสถียรมากกว่าโซเดียมไดไทโอไนต์ เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาของสารละลายสังกะสีไดไทโอไนต์ (ZnS_2O_4) กับอัลดีไฮด์ ($H.CHO$)

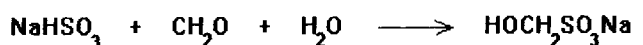


และเติมผงสังกะสีลงในสารละลายนำไปต้มให้เดือดจะได้ basic zinc formaldehyde sulfoxylate ซึ่งไม่ละลายน้ำ กรองแยกออกจากสารละลายนำไปทำให้แห้งและทำปฏิกิริยากับโซดาไฟจะได้โซเดียมฟอร์มัลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลท



โซเดียมไดไทโอไนต์และโซเดียมฟอร์มัลดีไฮด์ซัลฟอกซีเลทนอกจากใช้เป็นสารฟอกขาวเส้นใยในอุตสาหกรรมสิ่งทอแล้ว ยังใช้ในการฟอกเพื่อการย้อมสีทาลวดลายต่างๆ บนผืนผ้าอีกด้วย

2.6 โซเดียมฟอร์มัลดีไฮด์ไบซัลไฟท์ (Sodium formaldehyde bisulphite, $HOCH_2SO_3Na$) เกิดจากการทำปฏิกิริยาของโซเดียมไบซัลไฟท์ฟอร์มัลดีไฮด์และน้ำ



ใช้เป็นสารฟอกย้อมในอุตสาหกรรมสิ่งทอได้ แต่เป็นสารที่เป็นอันตรายต่อระบบหายใจ

เอกสารอ้างอิง

- Budavari, S.,ed. **A merck index : an encyclopedia of chemicals, drugs, and biologicals.**12 th ed. N.J.: Merck,1996.
- Hawley's condensed chemical dictionary.** 13 th ed. Revised by Lewis. RJ New York :Wiley, c1997.
- Kirk - Othmer encyclopedia of chemical technology.** 4 th. Vol.4. In Mcdonough, Thomas. Bleach. New York : Wiley, 1993, p. 271 -310.
- _____. 4 th. Vol 8. In Zeneca P.G. Dyes and dye intermediates. New York : Wiley, 1993, p. 554.
- Troman, E.R. **Textile scouring and bleaching.** London: Charles Griffin. 1968. p.118 - 125.
- Zollinger. Heinrich. **Color chemistry, syntheses, properties and applications of organic dyes and pigments.** 2 nd ed. New York : VCH. 1991. p. 1,11-12.



แนะนำอธิบดีคนใหม่
ดร.อักษิ พิชเยนทรโยธิน

ดร.อักษิ พิชเยนทรโยธิน

- | | |
|-----------------------|---|
| เกิด | 24 กุมภาพันธ์ 2486 |
| การศึกษา | <ul style="list-style-type: none">- วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต (เกียรตินิยม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย- M.Sc. (ไฟฟ้า) Illinois Institute of Technology สหรัฐอเมริกา- Ph.D. Iowa State University of Science and Technology สหรัฐอเมริกา- หลักสูตรนักบริหารระดับสูง (นบส.) หลักสูตรที่ 1 รุ่นที่ 13- หลักสูตรวิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักร (วปอ.) รุ่นที่ 39 |
| ตำแหน่งสำคัญ | <ul style="list-style-type: none">- 8 พ.ย. 2525 ผู้อำนวยการกองเศรษฐกิจการพลังงาน
สำนักงานพลังงานแห่งชาติ- 24 ส.ค. 2535 ผู้อำนวยการกองพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน
กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน- 21 ก.ย. 2535 รองอธิบดีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน- 1 ต.ค. 2540 อธิบดีกรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน- 20 ต.ค. 2543 รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม- 1 ต.ค. 2544 อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ |
| การปฏิบัติงานอื่น ๆ | <ul style="list-style-type: none">- วิทยากรบรรยายด้านการพลังงาน ที่วิทยาลัยป้องกันราชอาณาจักรวิทยาลัยการทัพบก
วิทยาลัยการทัพเรือ วิทยาลัยเสนาธิการทหาร |
| เครื่องราชอิสริยาภรณ์ | <ul style="list-style-type: none">- มหาชรมงกุฎ (ม.ว.ม.) |

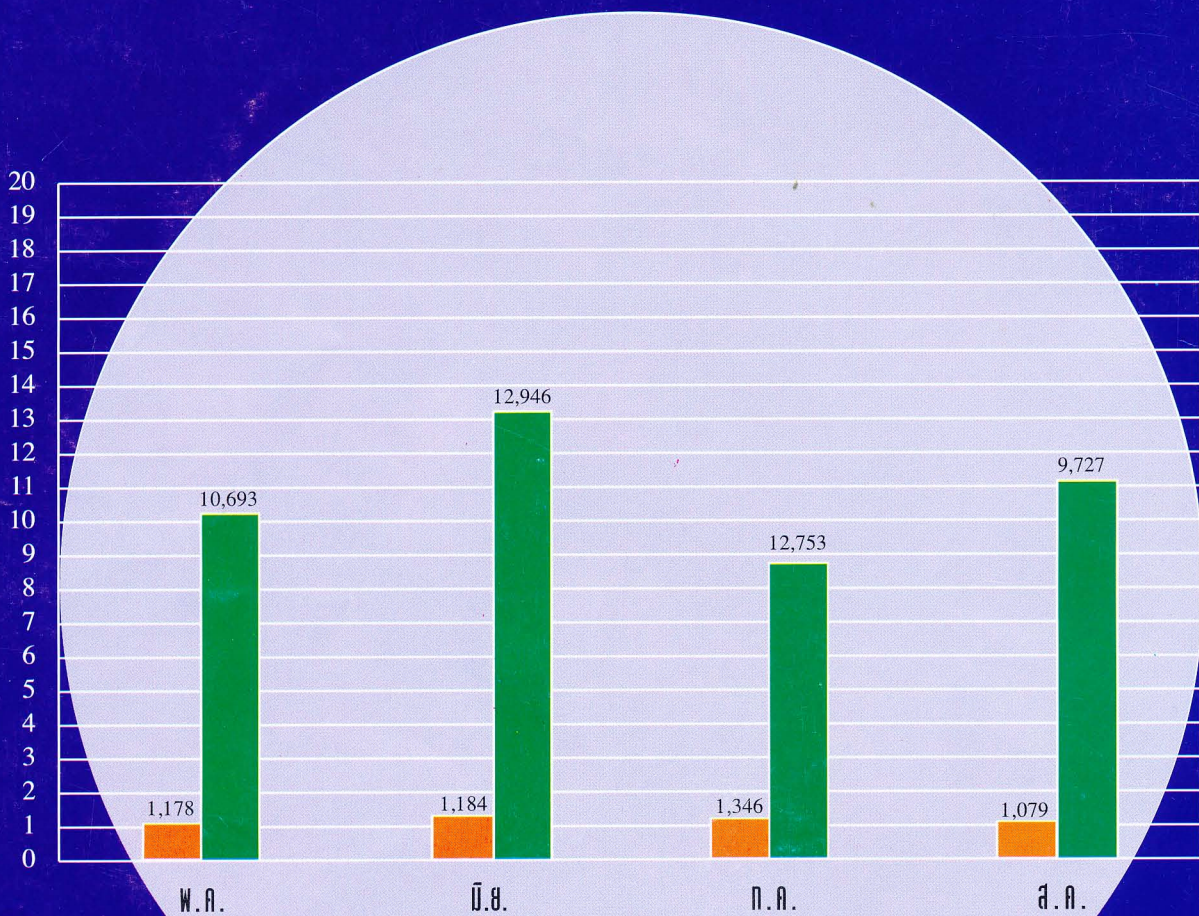
สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ

วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง

เดือนพฤษภาคม-สิงหาคม 2544

■ จำนวนตัวอย่าง

■ จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000