วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ปีที่ 45 ฉบับที่ 143 มกราคม 2540

ISSN 0857-7617

สารบัญ

วารสารรายสี่เดือน
ปีละ 3 ฉบับ
มกราคม,พฤษภาคม,กันยายน

3 โครงการศิลปาชีพกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ
สุรพันธ์ บริสุทธิ์ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

4 วัสดุทนไฟเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์
สุจินต์ พราวพันธุ์ : ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

7 ผลิตภัณฑ์มะขาม

8 ระบบการรับรองห้องปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐานสากล
อัจฉรา พุ่มฉัตร : กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ

13 โยเกิร์ตเพื่อสุขภาพ
รวิวรรณ วงษ์สมุทร์ : กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

15 โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส
ยุภัณฑ์ มิลเลอร์ : กองเคมี

17 ข่าวทั่วไปใน วศ.

21 หลักของเทอร์โมคัปเปิลและการใช้งาน
ภัคนัย ทองทิอัมพร : กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

24 น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว
พิศมัย เลิศวัฒนะพงษ์ชัย : กองการวิจัย

30 ข้อมูลสารเคมีด้านความปลอดภัย
สันทนา อมรไชย สุวศรี เตชะภาส : กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

เจ้าของ
กรมวิทยาศาสตร์บริการ
กระทรวงวิทยาศาสตร์
เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม
ถนนพระรามที่ 6 เขตราชเทวี
กรุงเทพฯ 10400
โทร. 644-7021
โทรสาร. 245-5523

ที่ปรึกษา
นางรวงทอง พันพาไพร
ดร.อนามัย สิงหะพันธุ
นางทัศนี วัชระรังษี

บรรณาธิการ
ดร.สุจินดา โชติพานิช

กองบรรณาธิการ
สุจินต์ ศรีคงศรี
เรณู ตามไท
วราภรณ์ วรเศวต
ธิดา เกิดกำไร
อำนวยพร ฤทธิจันทร์
สุดาวดี เสริมนอก
ธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม
วิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ
วิไลวรรณ สะตะมณี

โครงการศิลปาชีพพิเศษ กับกรมวิทยาศาสตร์บริการ

เรียบเรียงโดย สุรพันธ์ บริสุทธิ์

"ข้าพเจ้าได้ตามเสด็จพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ทรงนำของพระราชทานไปช่วยเหลือราษฎรมักเป็นเครื่องอุปโภคบริโภค แล้วรับสั่งกับข้าพเจ้าว่า การช่วยเหลือแบบนี้เป็นการช่วยเหลือเฉพาะหน้า ซึ่งช่วยเขาไม่ได้จริง ๆ ไม่เพียงพอ ทรงคิดว่าทำอย่างไรจึงจะช่วยเหลือชาวบ้านเป็นระยะยาว คือ ทำให้เขามีหวังที่จะอยู่ดีกินดีขึ้น ลูกหลานได้เข้าโรงเรียน ได้เรียนหนังสือ ซึ่งในเรื่องนี้รัฐบาลได้พยายามส่งเสริมอยู่แล้วเขาเพิ่มจำนวนโรงเรียนขึ้นอย่างสม่ำเสมอ

แต่ชาวนาชาวไร่บอกว่า เขาส่งให้ลูกไปเรียนหนังสือ ไปเข้าโรงเรียนไม่ได้เพราะต้องอาศัยกำลังช่วยกันทำมาหากิน ดังนั้นจะพบเด็กที่อยู่ในวัยเรียนและไม่ได้เรียนหนังสืออีกมาก ส่วนมากก็ได้จบ ป.4 ซึ่งก็น่าเป็นห่วง

ด้วยเหตุนี้ข้าพเจ้าจึงเริ่มคิดหาอาชีพเสริมให้แก่ครอบครัว ชาวนา ชาวไร่ และพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงหาแหล่งน้ำให้การทำไร่ ทำนาของเขาเป็นผลต่อประเทศชาติต่อบ้านเมือง ทรงพระราชดำเนินไปดูตามไร่ของเขาต่าง ๆ ทรงคิดว่านี่เป็นการให้กำลังใจและที่ทรงให้ข้าพเจ้าดูแลครอบครัวก็เลยเป็นที่เกิดของมูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพ.....มูลนิธิส่งเสริมศิลปาชีพทำงานมานานแล้วและมีขอบข่ายงานทั่วประเทศ เวลานี้มีสมาชิกกว่า 15,000 คน ใน 59 จังหวัด 775 หมู่บ้าน "

(พระราชดำรัสของสมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ ถึงมูลนิธิศิลปาชีพพิเศษ เมื่อวันที่ 11 สิงหาคม 2534)

อันเนื่องจากที่สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ ทรงรับสนองพระราชดำริจากพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวในการที่จะส่งเสริมและสนับสนุนให้พสกนิกรในภาคต่าง ๆ ได้มีอาชีพเสริมเพื่อเพิ่มพูนรายได้ งดการทำไร่เลื่อนลอย และตัดไม้ทำลายป่าในพื้นที่บางแห่ง จึงทรงให้ตั้งศูนย์ศิลปาชีพไว้ทั้ง 4 ภาค

กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม ได้เล็งเห็นว่าหน่วยงานในสังกัดกระทรวงฯ ที่สามารถสนองพระราชดำริได้ คือ ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ จึงได้มอบหมายให้จัดส่งเจ้าหน้าที่ไปช่วยฝึกอบรมราษฎรที่ศูนย์ศิลปาชีพทั้ง 4 แห่ง ด้านเทคโนโลยีการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผา ดังต่อไปนี้

1. ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่ต๋ำ ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านแม่ต๋ำ จังหวัดลำปาง

2. ศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม ตั้งอยู่ที่หมู่บ้านกุดนาขาม จังหวัดสกลนคร

3. ศูนย์ศิลปาชีพทักษิณราชนิเวศน์ ตั้งอยู่บริเวณพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์ จังหวัดนราธิวาส

4. ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร ตั้งอยู่ที่ตำบลบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ในปี พ.ศ. 2527 กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้จัดส่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก ไปสำรวจวัตถุดิบบริเวณหมู่บ้านแม่ต๋ำ จังหวัดลำปาง พบว่าสามารถนำมาใช้ทำผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาได้และได้เริ่มดำเนินการฝึกอบรมชาวบ้านตั้งแต่ครั้งนั้นเป็นต้นมาจนถึงปัจจุบัน

ในปีพ.ศ. 2528 กรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้ส่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยฯ ไปช่วยฝึกอบรมราษฎรบ้านกุดนาขาม กิ่งอำเภอเจริญศิลป์ จังหวัดสกลนคร จนถึงปัจจุบัน

ในปี พ.ศ. 2529 กรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้ส่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยฯ ไปช่วยฝึกอบรมให้ราษฎรจังหวัดนราธิวาส ที่ศูนย์ศิลปาชีพพระตำหนักทักษิณราชนิเวศน์

ส่วนศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยานั้น กรมวิทยาศาสตร์ ฯ ได้ส่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัยฯ ไปช่วยฝึกอบรมให้ราษฎรที่ขอรับการฝึกอบรม ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2533 เป็นต้นมา

ดังนั้นจากปี พ.ศ. 2533 - ปัจจุบัน กรมวิทยาศาสตร์ฯ ได้จัดส่งเจ้าหน้าที่ของศูนย์วิจัย ไปฝึกอบรมราษฎรในศูนย์ศิลปาชีพทั้ง 4 แห่ง ให้มีทักษะในการผลิตผลิตภัณฑ์เครื่องปั้นดินเผาที่มีเอกลักษณ์วัฒนธรรมของแต่ละภาคตามพระราชเสาวณีย์ของสมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถ

นับเป็นเวลากว่า 20 ปี ที่สมเด็จพระนางเจ้าฯ พระบรมราชินีนาถได้ทรงบุกเบิกงานด้านศิลปาชีพสู่ราษฎรในท้องถิ่นชนบททุกหนทุกแห่ง ทรงช่วยให้พสกนิกรผู้ยากไร้ได้มีงานทำ มีอาชีพเสริมและยิ่งกว่านั้นได้ทรงอนุรักษ์ฟื้นฟูศิลปวัฒนธรรมท้องถิ่น ให้เป็นเอกลักษณ์ของประเทศไทยได้อย่างถาวรนิรันดร์

วัสดุทนไฟเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์

สุจินต์ พราวพันธุ์

วัสดุทนไฟเนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์ (silicon carbide) เป็นวัสดุทนไฟประเภทที่มีซิลิคอน (Si) และคาร์บอน (C) เป็นองค์ประกอบ สารประกอบซิลิคอนคาร์ไบด์แม้จะมีข้อเสียคือถูกเผาไหม้ได้ในบรรยากาศออกซิเดชัน (oxidation atmosphere) แต่จากคุณสมบัติต่างๆ ของซิลิคอนคาร์ไบด์ ได้แก่ สามารถทนความร้อนและสารเคมีได้ดี (high refractories and high chemical stability) มีค่าการนำความร้อนสูง (high thermal conductivity) จึงได้มีการนำเอาซิลิคอนคาร์ไบด์ ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย

ซิลิคอนคาร์ไบด์ไม่ใช่สารที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติแต่เป็นสารที่ได้จากการสังเคราะห์ขึ้นมาใช้ โดยปกติแล้วซิลิคอนคาร์ไบด์ ที่ได้จากการสังเคราะห์เมื่อแบ่งตามโครงสร้างจะมีอยู่ 2 ชนิด คือ α-SiC เป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ที่รูปผลึกเป็นรูปทรงหกเหลี่ยม (hexagonal) และ β-SiC เป็นซิลิคอนคาร์ไบด์ที่รูปผลึกเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยม (cubic) การเตรียมซิลิคอนคาร์ไบด์มีอยู่หลายวิธีดังนี้

I การเตรียม β-SiC

1. เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาโดยตรงระหว่างซิลิคอนกับคาร์บอนดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$Si + C \longrightarrow SiC$$

การเตรียมโดยวิธีการนี้จะมีการให้ความร้อนในการทำปฏิกิริยาตั้งแต่อุณหภูมิ 1,000 ° ถึง 1,400 ° ซ. ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ได้จะอยู่ในรูป β-Sic ที่มีลักษณะเป็นก้อนหยาบๆ มองดูมีลักษณะคล้ายกับว่ายังคงมีโลหะซิลิคอนเหลืออยู่

2. เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยารีดักชันระหว่างซิลิกากับคาร์บอน (carbothermal reduction of silica) ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

การเตรียมโดยวิธีการนี้จะใช้ซิลิกาและคาร์บอนที่มีราคาไม่แพงมากนักเป็นสารตั้งต้นในการเตรียมโดยปกติแล้วซิลิกาที่ใช้จะเป็นทรายหรือควอรตซ์ (quartz) และคาร์บอนที่ใช้จะเป็นคาร์บอนแบล็ค (carbon black) ปิโตรเลียมโค้ก (petroleum coke) หรือผงแกรไฟต์ (graphite powder) โดยที่ซิลิกาและคาร์บอนจะเริ่มทำปฏิกิริยาที่อุณหภูมิ 1050 ° ซ. และจะเห็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นได้ที่อุณหภูมิ 1,500° ซ. เมื่ออุณหภูมิสูงถึง 1,500 °ซ - 1,900 ° ซ ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะสมบูรณ์ทำให้ได้ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงและซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ β-SiC

3. เตรียมได้จากการทำปฏิกิริยาในสภาวะไอ (vapor phase reaction or chemical vapor deposition, CVD) การเตรียมโดยวิธีการนี้จะใช้ซิลิคอนเตตระคลอไรด์ (silicon tetrachloride, $SiCl_4$) ที่อยู่ในสภาวะไอทำปฏิกิริยากับแก๊สมีเทน (methane) ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$SiCl_4 + CH_4 \longrightarrow SiC + 4\ HCl$$

หรือเตรียมได้จากปฏิกิริยาการสลายตัวของเมทิลซิลิคอนไตรคลอไรด์ (methylsilicon-trichloride) ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$CH_3SiCl_3 \longrightarrow SiC + 3\ HCl$$

การเตรียมโดยวิธีการนี้ถ้าใช้สารตั้งต้นในการเตรียมที่มีความบริสุทธิ์สูง จะทำให้ได้ผงซิลิคอนคาร์ไบด์ที่มีความบริสุทธิ์สูงด้วย แต่อย่างไรก็ตามผงซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ได้อาจมีการยึดติดกันเป็นก้อน ทำให้มีการดูดซับเอาคลอรีน (chlorine) หรือกรดไฮโดรคลอริก (hydrochloric acid) เอาไว้ได้ ดังนั้นจึงต้องนำเอาผงซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ได้ไปเผาเพื่อไล่เอาคลอรีนออกไปก่อนที่จะนำไปใช้งานต่อไป

4. เตรียมโดยวิธี gas evaporation การเตรียมโดยวิธีนี้ จะได้จากการทำ are discharge ระหว่าง ซิลิคอนกับ คาร์บอนทำให้ได้ β-SiC ที่มีขนาดละเอียดมากคือมีขนาดเล็กกว่า 50 นาโนเมตร (nanometre)

5. เตรียมได้จากการสลายตัวของโพลิเมอร์ที่เป็น organosilicic polymers โดยใช้ความร้อน (thermal decomposition of organosilicic polymers) การเตรียมโดยวิธีนี้จะใช้ polycarbosilane หรือ โพลิเมอร์อื่นๆ ที่มีโครงสร้างคล้ายกัน นำไปสลายตัวโดยใช้ความร้อนภายใต้บรรยากาศ non-oxidizing ทำให้ได้ผง β-SiC ดังปฏิกิริยาต่อไปนี้

$$\left[\begin{array}{c} | \\ -Si- \\ | \end{array} \begin{array}{c} | \\ -C- \\ | \end{array} \right]_n \longrightarrow SiC$$

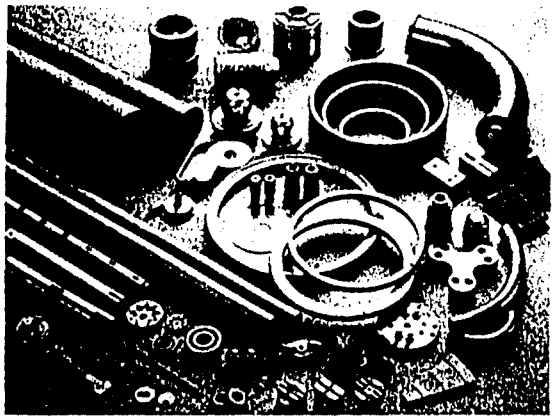
II การเตรียม α-SiC

วิธีการเตรียม α-SiC เตรียมได้ต่อจากปฏิกิริยาการเตรียม α-SiC จากวิธีการทำปฏิกิริยา รีดักชันระหว่างซิลิกากับคาร์บอน ดังนี้

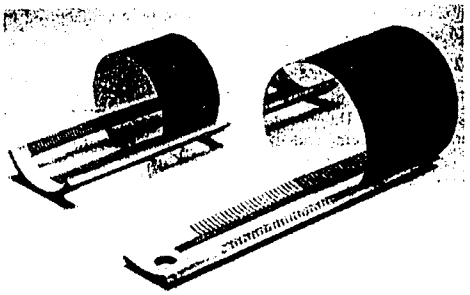
$$SiO_2 + 3C \longrightarrow SiC + 2CO$$

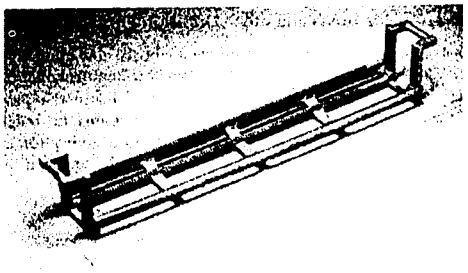
เมื่อได้ β-SiC โดยที่ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจะเกิดที่อุณหภูมิ 1,500 - 1,900 ° ซ. จนอุณหภูมิถึง 2,100 ซ. β-SiC ที่เกิดขึ้นจะค่อยๆ เปลี่ยนไปเป็น α-SiC จนกระทั่งอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงถึง 2400° ซ. การเปลี่ยนจาก β-SiC ไปเป็น α-SiC จะเกิดขึ้นได้อย่างสมบูรณ์ซึ่ง α-SiC นี้จะทนต่อการขัดสีได้ดี

ปัจจุบันได้มีการพัฒนานำเอาซิลิคอนคาร์ไบด์ไปใช้ในงานต่างๆ มากมายได้แก่ ใช้ในอุตสาหกรรมวัสดุทนไฟ ใช้ในอุตสาหกรรมเซรามิกต่างๆ เช่น ใช้ทำหัวสำหรับพ่นไอร้อน ที่ใช้ในการขับเคลื่อนจรวด เบ้าหลอมโลหะ ตัวต้านทานไฟฟ้า ส่วนประกอบต่างๆ ในเตาเผาและ อื่นๆ จากคุณสมบัติของซิลิคอนคาร์ไบด์ในการนำไปพัฒนาทำเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุทนไฟและเซรามิกต่างๆ มากมาย



Application of β-SiC sintered body (IBICERAM)





Silicon carbide wafer boats

Seal rings and blast nozzle

จึงทำให้สามารถแบ่งผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ออกเป็นประเภทต่าง ๆ ตามกรรมวิธีการผลิตในการยึดติดกันเป็น รูปร่างต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการยึดติดกันเป็นรูปร่างด้วยตัวของมันเอง (self-bonded silicon carbide) ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ประเภทนี้แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 การยึดติดกันโดยวิธีการตกผลึกใหม่ของซิลิคอนคาร์ไบด์ (recrystallized silicon carbide) วิธีการนี้จะนำเอาซิลิคอนคาร์ไบด์ไปขึ้นรูป จากนั้นนำไปตกผลึกใหม่ (recrystallized) ที่อุณหภูมิสูง ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่ทนต่อความร้อนได้สูง และทนต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดีมาก

1.2 การยึดติดกันโดยวิธีการเผาผลึก (sintered) ซิลิคอนคาร์ไบด์ โดยวิธีการนี้จะนำซิลิคอนคาร์ไบด์ ไปเผาให้เนื้อเกิดการผนึกกันที่อุณหภูมิต่ำ โดยที่จะมีการเติมสารที่ช่วยในการผนึกลงไปด้วย วิธีการนี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่มีความแข็งแรงสูง (high strength) และสามารถทำให้มีสมบัติทางกายภาพอื่น ๆ ตามที่ต้องการได้

2. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการอัดโดยใช้ความร้อน (hot pressed silicon carbide) ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้เตรียมได้โดยการอัดภายใต้ความดันประมาณ 10,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ที่อุณหภูมิ 2,000° ถึง 2,560 ° ซ. จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อผนึกแน่น (high dense sintered bodies) นอกจากนี้ในบางครั้งยังมีการเติมสารอื่น ๆ ลงไปอีกเล็กน้อยเพื่อทำให้เนื้อแน่นขึ้น การขึ้นรูปโดยวิธีการนี้จะมีข้อจำกัดคือ จะขึ้นรูปได้เฉพาะผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างธรรมดาไม่สลับซับซ้อน

3. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการยึดด้วยแกรไฟต์ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อนุภาคของแกรไฟต์จะกระจายตัวอยู่ในช่องว่างระหว่างผลึกของซิลิคอนคาร์ไบด์ ทำให้มีการทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้ดี ทำให้เหมาะสำหรับการเตรียมเป็นผลิตภัณฑ์จำพวกที่มีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างรวดเร็วได้แก่ rocket nose cone และ nozzles

4. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการยึดติดกันโดยใช้ดินเป็นตัวยึด (claybonded silicon carbide) ผลิตภัณฑ์ที่ยึดติดกันโดยวิธีการนี้ เป็นวิธีการที่ถูกออกแบบมาใช้กับเตาเผามาเป็นเวลานานแล้ว ได้แก่ การทำอิฐทนไฟที่ใช้กับเตาเผาผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปด้วยวิธีนี้จะมีความแข็งแรงสูง ทนต่อการเกิดออกซิเดชัน ได้ดี และทนต่อตะกรันโลหะได้ดี (slag resistance)

5. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการยึดติดกันโดยสารประ

กอบซิลิเกต (silicate-bond silicon carbide) วิธีการยึดติดกันด้วยสารประกอบซิลิเกตนี้ จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เนื้อของซิลิคอนคาร์ไบด์ผนึกอยู่ด้วยกันได้ที่อุณหภูมิต่ำ

6. ผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ผ่านการขึ้นรูปด้วยการยึดด้วยซิลิคอนไนไตรด์ (silicon nitride, Si_3N_4) วิธีนี้เป็นกรรมวิธีที่ปรับปรุงขึ้นมา เพื่อให้เนื้อซิลิคอนคาร์ไบด์ยึดติดกันได้ดีกว่าวิธีการยึดติดกันด้วยสารประกอบซิลิเกต ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณสมบัติทนต่ออุณหภูมิได้สูงกว่า แต่มีความสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างรวดเร็ว (resistance to thermal shock) ได้น้อยกว่า และทนต่อการเกิดออกซิเดชันได้ต่ำกว่าวิธีการยึดติดกันด้วยตัวของมันเอง

จากกรรมวิธีการทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ ของซิลิคอนคาร์ไบด์ตามที่กล่าวมาแล้ว ในการนำเอาผลิตภัณฑ์เหล่านี้ไปใช้งานนั้น ยังมีปัจจัยอื่นอีกหลายประการที่มีผลต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ของซิลิคอนคาร์ไบด์เหล่านั้นเช่น การใช้งานหรือการเก็บผลิตภัณฑ์เหล่านั้นไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีออกซิเจน (oxygen) จะพบว่าซิลิคอนคาร์ไบด์สามารถถูกออกซิไดส์ทีละน้อย มีผลทำให้ซิลิคอนคาร์ไบด์เปลี่ยนไปเป็นซิลิคอนไดออกไซด์ดังนี้

$$SiC + 2\,O_2 \longrightarrow SiO_2 + CO_2$$

การเกิดปรากฏการณ์เช่นนี้จะพบได้มากในผลิตภัณฑ์ของซิลิคอนคาร์ไบด์ที่ใช้ทำเป็นแท่งให้ความร้อน (heating element) ซึ่งจะพบว่าเมื่อใช้งานไปนานๆ หรือแม้แต่เก็บไว้ในบรรยากาศที่มีออกซิเจนนานๆ จะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเรื่อย ทำให้อายุการใช้งานของแท่งให้ความร้อนลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าผลของอุณหภูมิที่สูงขึ้นทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิไดส์ได้ดีขึ้น

อย่างไรก็ดีนอกจากออกซิเจนแล้วความชื้นและกรดไฮโดรฟลูออกริก (hydro- fluoric acid) ก็มีผลต่ออายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ กล่าวคือ เมื่อนำผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ไปใช้งานที่อุณหภูมิสูงๆ และมีน้ำหรือไอน้ำอยู่ในบรรยากาศนั้น จะพบว่าซิลิคอนคาร์ไบด์ถูกออกซิไดส์ได้ดังนี้

$$SiC + 4\,H_2O \longrightarrow SiO_2 + CO_2 + 4H_2$$

ซึ่งแก๊สไฮโดรเจนที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาจะถูกออกซิไดส์ไปเป็นน้ำ แล้วจะกลับมามีผลต่อซิลิคอนคาร์ไบด์อีกครั้งหนึ่ง หรือที่อุณหภูมิสูงแก๊สไฮโดรเจนสามารถทำปฏิกิริยาได้โดยตรงกับซิลิคอนคาร์ไบด์ได้ดังนี้

$$SiC + 2\,H_2 \longrightarrow SiH_4 + C$$

ส่วนกรดไฮโดรฟลูออริกนั้นพบว่าเมื่อผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ถูกออกซิไดส์ไปเป็นซิลิคอนไดออกไซด์แล้ว เมื่อนำเอาผลิตภัณฑ์นี้ไปใช้งานหรือเก็บรักษาไว้ภายใต้บรรยากาศที่มีกรดไฮโดรฟลูออริกหรือมีฟลูออไรด์ (fluoride) ซิลิคอนไดออกไซด์ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับกรดได้ที่อุณหภูมิห้องดังนี้

$$SiO_2 + 6\,HF \longrightarrow H_2SiF_6 + 2\,H_2O$$

มีผลทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

จากคุณสมบัติต่างๆ ของซิลิคอนคาร์ไบด์จะพบว่า ได้มีการพัฒนานำเอาผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ไปใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมต่างๆ มากมาย อุตสาหกรรมภายในประเทศก็มีการใช้ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้อยู่เป็นจำนวนมาก โรงงานหรือหน่วยงานที่สนใจวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์ซิลิคอนคาร์ไบด์ติดต่อขอรับบริการได้ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

Budnikov, P.P. The technology of ceramic and refractories. Translated by Scripta Technica. Cambridge, Mass : The M.I.T. Press, 1964. p.316-322.

Didier-Werke AG., Didier refractory techniques. Refractory Materials and their properties. 2nd ed. Wiesbaden : Didier-Werke AG., 1982. p.42-44.

Kirk-Othmer encyclopedia of chemical technology. 3rd ed. executive edited by Martin Grayson. New York : John & Wiley & Sons, 1978. p. 525-533,

Singer, Felix and Singer, Sonja S. Industrial Ceramics. London : Chapman & Hall, 1963. p.930-931, 1137.

Somiya, S & Inomata, Y. Ceramic research and development in Japan. In Silicon carbide ceramics. London : Elservier Science Publishers Ltd., 1991.

มะขามแก้ว

ส่วนประกอบ	เนื้อมะขามเปียก	100	กรัมหรือ 1 ขีด
	น้ำตาลทราย	600-700	กรัม
	เกลือ	10	กรัมหรือประมาณ 1 ช้อนโต๊ะ
	น้ำ	50	ลูกบาศก์เซนติเมตรหรือประมาณ 5 ช้อนโต๊ะ

กรรมวิธี

1. หั่นเนื้อมะขามเปียกเป็นชิ้นเล็ก ๆ น้ำตาลทราย 400 กรัม น้ำ เกลือ ตั้งไฟ เคียวจนเหนียว ยกลงเติมน้ำตาลทรายที่เหลือ
2. ปั้นเป็นก้อนเล็ก ๆ ห่อด้วยกระดาษแก้วใส
3. บรรจุในภาชนะที่แห้งสะอาด ปิดสนิท

น้ำมะขามหวานเข้มข้น

ส่วนประกอบ	เนื้อมะขามเปียก	1/2	กิโลกรัม
	น้ำตาลทรายขาว	2.5	กิโลกรัม
	เกลือ	50	กรัมหรือประมาณ 5 ช้อนโต๊ะ
	สารกันเสียโซเดียมเบนโซเอต(ถ้าต้องการเก็บไว้นาน)		

กรรมวิธี

1. ชั่งมะขามเปียกทั้งเมล็ด 1 กิโลกรัมหรือมะขามเปียกแกะเมล็ดแล้วประมาณ 1/2 กิโลกรัม ใส่น้ำพอควรต้มประมาณ 10-15 นาที คั้นน้ำออก กรองด้วยผ้ากรองละเอียด เติมน้ำแล้วต้มอีก กรอง รวมน้ำที่กรองได้ประมาณ 3 ลิตร
2. ผสมน้ำตาลทรายและเกลือกับน้ำมะขามที่ได้ ต้มจนเดือด กรอง
3. บรรจุขวดที่แห้งสะอาด ปิดสนิท ถ้าต้องการเก็บไว้นานเติมสารกันเสีย 0.5 กรัมหรือ 1/4 ช้อนชาต่อน้ำมะขามหวานเข้มข้น 1 ลิตร ก่อนบรรจุขวด

ระบบการรับรองห้องปฏิบัติการ ตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

อัจฉรา พุ่มฉัตร

การผลิต และการซื้อขายสินค้าหลายประเภทในปัจจุบัน จำเป็นต้องมีการทดสอบสมบัติของผลิตภัณฑ์ก่อนที่จะนำออกสู่ตลาด เพื่อให้มั่นใจว่าสินค้านั้นมีคุณลักษณะตามข้อกำหนดมาตรฐานหรือที่ได้ตกลงกันไว้ ซึ่งทำให้การผลิตและการซื้อขายสินค้าต้องอาศัยข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ เพื่อบ่งชี้ลักษณะ หรือสมบัติที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์นั้นๆ มากขึ้น มีผลให้การทดสอบทางห้องปฏิบัติการกลายเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งของการผลิตและการค้า ผู้ผลิต ผู้ซื้อ ผู้ขาย ซึ่งจำเป็นต้องใช้ผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการในการตัดสินใจในการดำเนินธุรกิจ ต้องการความเชื่อมั่นในข้อมูลที่ได้รับ ว่ามีความถูกต้องและเชื่อถือได้

ในการค้าระหว่างประเทศ ความไม่แน่ใจ ในผลการวิเคราะห์ทดสอบของห้องปฏิบัติการในประเทศผู้ผลิต อาจทำให้เกิดปัญหาอุปสรรคในทางการค้าได้ มีผลให้ต้องมีการวิเคราะห์ทดสอบซ้ำซ้อนเมื่อสินค้าส่งถึงประเทศผู้รับ ทำให้เสียเวลาในการนำสินค้าออกสู่ตลาด และเพิ่มค่าใช้จ่ายในการทดสอบหรือค่าเช่า สถานที่พักสินค้าเพื่อรอผลวิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความสูญเสียทางเศรษฐกิจ เสียโอกาสในการแข่งขัน และยังอาจทำให้เกิดการโต้แย้งที่ไม่สามารถหาข้อยุติได้ แนวทางที่จะช่วยขจัดปัญหาเหล่านี้ก็คือการจัดทำระบบการรับรองห้องปฏิบัติการตามเกณฑ์มาตรฐานสากล

การยอมรับอย่างเป็นทางการ (accreditation) หรือที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระทรวงอุตสาหกรรมใช้คำว่า "รับรอง" หมายถึงวิธีการที่องค์กรซึ่งมีอำนาจหน้าที่ดำเนินการให้การรับรู้อย่างเป็นทางการแก่หน่วยงานหรือบุคคลว่ามีความสามารถในการดำเนินกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง สำหรับการรับรองห้องปฏิบัติการอย่างเป็นทางการ จะไม่ได้ทำให้ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองมีความสามารถในการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์ใดๆ ได้ แต่อาจเกิดประโยชน์ในกรณีที่หน่วยงานทำหน้าที่ให้การรับรองหรือยอมรับผลิตภัณฑ์ ต้องมีการตัดสินว่าจะยอมรับข้อมูลซึ่งเป็นผลงานของห้องปฏิบัติการ ที่ใช้กิจกรรมของหน่วยงานนั้นๆ หรือไม่

การรับรององค์กรอย่างเป็นทางการเป็นวิธีการที่ทำได้ง่าย มีระบบ และมีความเป็นไปได้ในทางปฏิบัติที่ทำให้องค์กรซึ่งมีวัตถุประสงค์เฉพาะด้าน สามารถดำเนินการได้ตรงตามข้อกำหนดระหว่างประเทศหรือถูกต้องตามกฎหมาย หรือตรงตามความต้องการของลูกค้า สำหรับการรับรองห้องปฏิบัติการ (laboratory accreditation) ตามเกณฑ์มาตรฐานสากลนั้น หมายถึง การยอมรับอย่างเป็นทางการ (formal recognition) ว่าห้องปฏิบัติการแห่งใดแห่งหนึ่ง มีความสามารถที่จะดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบเฉพาะรายการที่ระบุไว้อย่างเป็นที่น่าเชื่อถือ

ในการทำข้อตกลงระหว่างประเทศ คณะกรรมการวิชาการด้าน Food Import and Export Inspection and Certification Systems ของ Codex Alimentarius Commission ซึ่งเกิดขึ้นจากความร่วมมือขององค์การอนามัยโลก และองค์การอาหารและเกษตรแห่งสหประชาชาติ ได้เริ่มพิจารณาในการประชุมครั้งที่ 3 เมื่อปี พ.ศ. 2535 ที่กรุงแคนเบอร่า ประเทศออสเตรเลีย เพื่อร่างข้อกำหนดเงื่อนไขการประเมินขีดความสามารถสำหรับห้องปฏิบัติการทดสอบ ที่ดำเนินการเพื่อสนับสนุนการควบคุมอาหารนำเข้าและส่งออกของประเทศ รวมทั้งการส่งเสริมการค้าอาหารระหว่างประเทศ ให้มีมาตรฐานระบบคุณภาพโดยยึดแนวทางตามที่ระบุใน ISO/IEC Guide 25 : 1990

อย่างไรก็ตาม สาระสำคัญที่ระบุใน ISO/IEC Guide 25 : 1990 "General requirements for the competence of calibration and testing laboratories" นั้น เป็นเพียงแนวทางดำเนินการเพื่อให้มีการยอมรับสำหรับข้อมูลการวิเคราะห์ทดสอบ หรือสอบเทียบ ในระหว่างประเทศคู่ค้า โดยครอบคลุมการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการที่ดำเนินงานเป็นงานประจำเท่านั้น มีเนื้อหาที่ค่อนข้างกว้าง จึงทำให้อาจจำเป็นต้องใช้รายละเอียดอื่นประกอบเพิ่มเติม เพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติ เช่น รายละเอียดตามระบบการรับรองขององค์กร NAMAS ของประเทศอังกฤษ มีวิธีการที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง โดยมีการกำหนดเงื่อนไขการรับรองห้องปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา ตามเอกสาร NIS 31 "Accreditation for Microbiological Testing" และสำหรับห้องปฏิบัติการทางเคมี

มีเงื่อนไขระบุในเอกสาร NIS 45 "Accreditation for Chemical Laboratories" นอกจากนี้ยังมีอีกหลายระบบรวมทั้งที่ระบุในเอกสาร "Accreditation for Chemical Laboratories: Guidance on the interpretation of the EN 45000 series of Standards and ISO/IEC Guide 25" ของ Eurachem แต่สำหรับกิจกรรมอื่นที่ต้องการการยอมรับอาจต้องใช้ข้อตกลงระหว่างประเทศประเภทอื่นตามความเหมาะสม เช่น GATT Standard Code, OECD Code of Good Laboratory Practice, EC and EFTA Policies on Testing and Certification

องค์ประกอบหลักของระบบการรับรองห้องปฏิบัติการซึ่งมีระบบคุณภาพ ได้มาตรฐาน ได้แก่

1. องค์กรที่มีอำนาจหน้าที่ให้การรับรองการดำเนินงานของห้องปฏิบัติการ ต้องมีข้อกำหนดคุณลักษณะที่เฉพาะเจาะจง ข้อกำหนดสำหรับองค์กรผู้ให้การรับรองห้องปฏิบัติการ ที่ระบุไว้ใน ISO/IEC Guide 58 : 1993 Calibration and testing laboratory accreditation systems - General require ments for operation and recognition สรุปได้ดังนี้

1.1 ลักษณะทั่วไปในการดำเนินงานวิธีการปฏิบัติงานที่กำหนดขึ้นจะต้องใช้อย่างเสมอภาค ไม่มีการยกเว้นหรือเลือกปฏิบัติสำหรับห้องปฏิบัติการใด ๆองค์กรผู้ให้การรับรองต้องให้บริการแก่ห้องปฏิบัติการผู้ร้องขอ โดยไม่คำนึงถึงขนาด การเป็นสมาชิกของกลุ่มหรือสมาคม รวมทั้งสถานะทางการเงิน และต้องประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่ขอรับการรับรองโดยยึดแนวทางของ ISO/IEC Guide 25 ทั้งนี้องค์กรผู้ให้การรับรองสามารถกำหนดรายละเอียด เพื่อให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบแต่ละประเภทที่อยู่ในขอบข่ายของการดำเนินงานได้ รายละเอียดที่กำหนดขึ้นนี้จะต้องจัดพิมพ์ไว้เพื่อการเผยแพร่ด้วยอีกทั้งต้องมีการกำหนดให้ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการยอมรับแล้วรักษาคุณภาพไว้อย่างมั่นคง สม่ำเสมอ และต้องจำกัดข้อกำหนดการประเมินและการให้การรับรองให้อยู่ในขอบข่ายของสิ่งที่เกี่ยวข้องกับการพิจารณาให้การรับรองเท่านั้น

1.2 โครงสร้างองค์กร องค์กรผู้ให้การรับรอง ต้องเป็นนิติบุคคลตามกฎหมาย มีสิทธิและความรับผิดชอบในกิจกรรมการให้การรับรอง มีการจัดองค์กรอย่างเหมาะสม เพียงพอที่จะทำให้เกิดความเชื่อถือในการดำเนินกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ต้องมีความมั่นคงทางการเงินและมีทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำเนินงานระบบการให้การรับรอง นอกจากนี้ยังต้องสามารถแสดงวิธีการได้มาและแหล่งสนับสนุนรายได้เมื่อมีการร้องขอ จะต้องจ้างบุคลากรที่มีการศึกษาเหมาะสมแก่การดำเนินงานในจำนวนที่เพียงพอและมีการควบคุมการดำเนินงานโดยผู้รับผิดชอบขององค์กร องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องใช้ระบบคุณภาพ ซึ่งจะทำให้เกิดความน่าเชื่อถือในการดำเนินการระบบการให้การรับรองห้องปฏิบัติการได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีการจัดทำนโยบายและวิธีปฏิบัติสำหรับระบบคุณภาพไว้เป็นเอกสาร บุคลากรในทุกระดับขององค์กรผู้ให้การรับรองต้องเป็นอิสระจากการค้า การเงินหรือความกดดันอื่น ๆ ที่จะมีผลต่อการปฏิบัติงานโดยสุจริต องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องมีกฎระเบียบและวิธีการในการแต่งตั้งและการดำเนินงานของคณะกรรมการที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการให้การรับรอง ทั้งนี้คณะกรรมการทุกคณะจะต้องเป็นอิสระจากการค้า การเงินหรือความกดดันอื่น ๆ ที่จะมีผลต่อการตัดสินใจในการดำเนินงานด้วยเช่นเดียวกัน ควรกำหนดให้มีคณะกรรมการวิชาการ ซึ่งอาจมากกว่า 1 คณะ เพื่อให้คำปรึกษาแนะนำในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการดำเนินงานให้การรับรองด้วย องค์กรผู้ให้การรับรอง จะต้องไม่ให้บริการด้านการเป็นที่ปรึกษาหรือบริการอื่น ๆ ซึ่งอาจทำให้เกิดการสมยอมในการตัดสินใจ ต้องมีการจัดองค์กรให้สอดคล้องกับกฎระเบียบด้านกฎหมาย ความปลอดภัย การรักษาความลับของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการยื่นขอรับการรับรอง การประเมินและการให้การรับรองห้องปฏิบัติการ นอกจากนี้ยังต้องจัดทำระเบียบการสำหรับการควบคุมความเป็นเจ้าของหรือใช้หรือแสดงเอกสารเกี่ยวกับการรับรอง หรือควบคุมวิธีการอ้างอิงถึงการได้รับการรับรองของห้องปฏิบัติการหรือทั้งสองประการ

1.3 ระบบคุณภาพ องค์กรผู้ให้การรับรอง จะต้องใช้ระบบคุณภาพที่เหมาะสมกับกิจกรรมที่ดำเนินการ ซึ่งต้องมีการจัดทำไว้เป็นเอกสาร ให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานได้ ต้องมีการแต่งตั้งบุคลากร ผู้รับผิดชอบระบบคุณภาพและดูแลเอกสารในระบบคุณภาพขององค์กรจำนวน 1 คน บุคคลผู้นี้จะต้องสามารถรายงานตรงต่อผู้บริหารสูงสุดขององค์กรได้ องค์กรผู้ให้การรับรอง จะต้องมีคู่มือระบบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานสากล และทำการตรวจติดตามกิจกรรมที่ดำเนินการ เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นไปตามข้อกำหนดของระบบคุณภาพ และมีการทบทวนเพื่อให้มั่นใจว่า ระบบคุณภาพที่ใช้นั้นยังคงมีประสิทธิผลอยู่เสมอ การตรวจติดตามและการทบทวนจะต้องทำอย่างเป็นระบบและสม่ำเสมอ รวมทั้งมีการทำบันทึกรายงานพร้อมกับรายละเอียดการแก้ไขปรับปรุงองค์กรผู้ให้การรับรอง ต้องจัดทำบันทึกรายงานเพื่อแสดงว่าได้มีการดำเนินการตามวิธีการให้การรับรองที่ได้กำหนดไว้อย่างครบถ้วน โดยเฉพาะอย่างยิ่งเอกสารที่เกี่ยวกับการยื่นขอ รายงานการประเมิน รายงานการให้การรับรอง การคงสภาพการรับรอง การต่ออายุการรับรอง การระงับและการยกเลิกการให้การรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรอง ต้องกำหนดนโยบายและวิธีการเก็บรักษาบันทึกรายงานไว้ตามระยะเวลาที่กฎหมายกำหนดหรือตามข้อสัญญา

1.4 เงื่อนไขของการรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองต้องกำหนดหลักเกณฑ์การให้การรับรองการคงสภาพการรับรอง การต่ออายุการรับรอง การระงับและการยกเลิกการให้การรับรอง สำหรับกิจกรรมบางส่วนหรือทั้งหมดของห้องปฏิบัติการที่เป็นลูกค้า รวมทั้งการต่ออายุการรับรองเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเจ้าของห้องปฏิบัติการที่ได้ให้การรับรองไปแล้วด้วย

1.5 ระบบเอกสาร องค์กรผู้ให้การรับรอง จะต้องจัดเตรียมข้อมูลในรูปของเอกสารหรือสื่อแม่เหล็กอื่นๆ และปรับปรุงข้อมูลในสื่อต่างๆ ให้ทันสมัยอยู่เสมอ เพื่อให้พร้อมที่จะแจกจ่ายเมื่อมีการขอสำหรับข้อมูลและเอกสารที่ต้องจัดเตรียม ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับอำนาจหน้าที่ของระบบการรับรอง ซึ่งองค์กรใช้ในการดำเนินงาน รวมทั้งระบุว่าเป็นการรับการรับรองโดยสมัครใจหรือเป็นการบังคับของกฎหมาย เอกสารเกี่ยวกับข้อกำหนดสำหรับการให้การรับรองที่ใช้ฉบับปัจจุบัน เอกสารเกี่ยวกับระเบียบการให้การรับรอง การคงสภาพการรับรอง การต่ออายุการรับรอง การระงับและการยกเลิกการให้การรับรอง ข้อมูลเกี่ยวกับขั้นตอนการประเมินและการให้การรับรอง ค่าธรรมเนียมในการสมัครและการให้การรับรองห้องปฏิบัติการ รายละเอียดเกี่ยวกับสิทธิและหน้าที่ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง

2. บุคลากรผู้ทำหน้าที่ประเมินเพื่อการรับรองห้องปฏิบัติการ ต้องมีระเบียบกำหนดไว้อย่างชัดเจน ได้แก่

2.1 ข้อกำหนดเกี่ยวกับผู้ประเมินหรือทีมงานประเมินที่ได้รับการแต่งตั้งให้ประเมินห้องปฏิบัติการ จะต้องมีคุณสมบัติดังนี้

- มีความคุ้นเคยกับกฎระเบียบด้านกฎหมายที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งวิธีการข้อกำหนดและความต้องการในการให้การรับรอง

- มีความรู้กว้างขวางเกี่ยวกับวิธีประเมินที่ใช้ รวมทั้งเอกสารการประเมิน

- มีความรู้ด้านเทคนิคที่เกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ทดสอบหรือการสอบเทียบที่จะทำการประเมิน รวมทั้งการชักตัวอย่าง

- มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารทั้งด้านการพูดและการเขียน

- เป็นอิสระจากการค้า การเงินหรือสิ่งกดดันใดๆ รวมทั้งข้อขัดแย้งด้านผลประโยชน์ที่จะทำให้เกิดการกระทำที่ไม่สุจริต เป็นการเลือกปฏิบัติหรือไม่ยุติธรรม

- ไม่เป็นที่ปรึกษาของห้องปฏิบัติการใดๆ ซึ่งจะไม่เป็นผลดีต่อการประเมินและการตัดสินใจ

- มีคุณลักษณะส่วนตัวตามข้อกำหนดในตอนที่ 7 ของ ISO 10011-2-1991 Guidelines for auditing quality systems -Part 2 : Qualification criteria for quality systems auditors

2.2 วิธีการตรวจสอบคุณวุฒิของผู้ประเมิน องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องมีวิธีการที่เหมาะสมในการคัดเลือกผู้ประเมินที่มีคุณวุฒิเหมาะสม ซึ่งประกอบด้วยการประเมินความสามารถ การฝึกอบรม และการให้โอกาสร่วมประเมินกับผู้มีประสบการณ์ รวมทั้งการติดตามดูการปฏิบัติงานของผู้ประเมินนั้น

2.3 การทำสัญญากับผู้ประเมิน องค์กรผู้ให้การรับรอง จะต้องให้ผู้ประเมินลงนามในสัญญาหรือเอกสารอื่นเพื่อแสดงว่า ผู้ประเมินจะปฏิบัติตามเงื่อนไขที่องค์กรผู้ให้การรับรองกำหนดขึ้น ซึ่งรวมทั้งส่วนที่เกี่ยวกับการรักษาความลับและการเป็นอิสระไม่ขึ้นกับอิทธิพลใดๆ ในการปฏิบัติหน้าที่

2.4 บันทึกเกี่ยวกับผู้ประเมิน องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องจัดทำบันทึกประวัติของผู้ประเมินที่มีรายละเอียดเกี่ยวกับชื่อที่อยู่ นายจ้างหรือแหล่งที่ทำงาน ตำแหน่งหน้าที่ ประวัติการศึกษา ความชำนาญในอาชีพ ประสบการณ์ การทำงาน การได้รับการอบรมเกี่ยวกับหลักประกันคุณภาพ การประเมิน การสอบเทียบและการทดสอบ ประสบการณ์ในการประเมินห้องปฏิบัติการรวมทั้งสาขาที่มีความชำนาญ บันทึกนี้จะต้องมีการปรับให้เป็นปัจจุบัน และลงวันที่ซึ่งมีการปรับข้อมูลครั้งล่าสุดไว้ด้วย

2.5 วิธีปฏิบัติสำหรับผู้ประเมิน ผู้ประเมินจะต้องมีวิธีการที่ใช้ ซึ่งเป็นฉบับปัจจุบันที่ระบุถึงคำแนะนำในการดำเนินการประเมินและข้อมูลที่เกี่ยวกับการให้การรับรอง

3. กระบวนการในการให้การรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องกำหนดรายละเอียดขั้นตอนในการดำเนินการให้การรับรอง ซึ่งประกอบด้วย

3.1 การยื่นขอรับการรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองต้องมีเอกสารระเบียบการให้แก่ผู้ยื่นขอเอกสารนี้ต้องมีคำอธิบายถึงข้อกำหนดและหลักเกณฑ์ในการให้การรับรอง สิทธิและหน้าที่ของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง รวมทั้งค่าธรรมเนียมหรือค่าใช้จ่ายในการยื่นขอและการเป็นห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ผู้แทนซึ่งได้รับมอบอำนาจจากห้องปฏิบัติการที่ยื่นความจำนงขอรับการรับรองจะต้องลงนามในแบบคำร้อง พร้อมรายละเอียดเงื่อนไขการความตกลงให้การรับรองห้องปฏิบัติการ ผู้ยื่นขอรับการรับรองจะต้องจัดทำข้อมูลที่ประกอบด้วย ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับห้องปฏิบัติการที่ยื่นขอ ได้แก่สภาพขององค์กร หน้าที่รับผิดชอบ ความเกี่ยวพันกับองค์กรใหญ่ถ้ามี รวมทั้งที่ตั้งของห้องปฏิบัติการที่ทำงานร่วมกัน ขอบข่ายของการปฏิบัติงานทางเทคนิค วิธีตรวจสอบที่ใช้ สำเนาคู่มือระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการและเอกสารที่เกี่ยวข้อง ข้อมูลเหล่านี้องค์กรผู้ให้การรับรองจะใช้ในการเตรียมการประเมิน ณ สถานที่ทำการของห้องปฏิบัติการที่ยื่นขอรับการรับรองและจะต้องถือเป็นความลับ

3.2 การประเมิน องค์กรผู้ให้การรับรองต้องแต่งตั้งผู้ประเมินหรือคณะผู้ประเมินที่มีคุณวุฒิเหมาะสม เพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบข้อมูลที่รวบรวมได้จากห้องปฏิบัติการและดำเนินการตรวจประเมินที่ห้องปฏิบัติการ ณ ที่ทำการ รวมทั้งสถานที่อื่นๆ ซึ่งกิจกรรมของห้องปฏิบัติการที่ยื่นขอรับรองครอบคลุมถึง โดยทำในนามขององค์กรผู้ให้การรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องจัดหาและอำนวยความสะดวกด้านเอกสาร และการนัดหมายให้แก่ผู้ประเมินด้วย แนวทางเกี่ยวกับวิธีการประเมินมีรายละเอียดใน ตอนที่ 5 ของ ISO 10011-1 : 1990

3.3 การจ้างให้องค์กรอื่นทำการประเมินแทน ถ้าองค์กรผู้ให้การรับรองต้องการให้องค์กรอื่นช่วยทำการประเมินห้องปฏิบัติการที่ยื่นขอรับการรับรองแทนเพียงบางส่วนหรือทั้งหมด องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องรับผิดชอบต่อผลการประเมินที่ทำในนามของตน และต้องแน่ใจว่าองค์กรที่มอบหมายให้ทำการ

แทนนั้นมีความสามารถในการดำเนินงานให้เกิดคุณภาพและเป็นไปตามข้อกำหนดของ ISO/IEC Guide 58:1993

3.4 รายงานการประเมิน วิธีการรายงานการประเมินผลอาจแตกต่างกันตามที่แต่ละองค์กรเห็นว่าเหมาะสม แต่อย่างน้อยในรายงานการประเมินจะต้องมีข้อมูลเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงาน ดังนี้

- การประชุมระหว่างผู้ประเมิน/คณะผู้ประเมินกับผู้บริหารห้องปฏิบัติการก่อนและหลังการประเมิน
- รายละเอียดเกี่ยวกับการประเมินความสามารถของห้องปฏิบัติการที่เป็นไปตามเงื่อนไขของการรับรองห้องปฏิบัติการที่กำหนดไว้ จัดทำโดยผู้ประเมินหรือคณะผู้ประเมิน รวมทั้งผลของ proficiency testing ของห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับรายการที่ยื่นขอรับการรับรอง
- ต้องมีการรายงานผลให้ผู้ยื่นขอรับการรับรองทราบโดยทันที ทั้งนี้รายงานต้องระบุสิ่งที่ไม่เป็นไปตามเกณฑ์กำหนด ซึ่งผู้ยื่นขอฯ จะต้องแก้ไข และผู้ยื่นขอฯ จะสามารถให้ข้อคิดเห็น รวมทั้งอาจอธิบายวิธีการแก้ไขปรับปรุงรวมทั้งกำหนดระยะเวลาดำเนินการ เพื่อให้สิ่งบกพร่องที่ตรวจพบจากการประเมินเป็นไปตามเกณฑ์ที่ต้องการได้
- รายงานการประเมินฉบับสมบูรณ์ควรประกอบด้วย วันที่ทำการประเมิน ชื่อผู้จัดทำรายงาน ชื่อและที่อยู่ของห้องปฏิบัติการที่ทำการประเมิน ขอบเขตของการประเมินเพื่อการรับรองห้องปฏิบัติการ และ ข้อสรุปของผู้ทำหน้าที่ประเมินว่าห้องปฏิบัติการมีความสอดคล้องกับเกณฑ์การให้การรับรองเพียงใด

3.5 การตัดสินว่าจะให้การรับรองหรือไม่ ขึ้นกับข้อมูลที่องค์กรผู้ให้การรับรองรวบรวมได้จากการประเมินตามวิธีที่กำหนด ทั้งนี้องค์กรผู้ให้การรับรองจะไม่สามารถมอบความรับผิดชอบในการรับรอง การคงสภาพการรับรอง การต่ออายุการรับรอง การระงับและการยกเลิกการให้การรับรองห้องปฏิบัติการให้แก่องค์กรอื่นได้

3.6 การให้การรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองห้องปฏิบัติการจะต้องออกเอกสารอย่างเป็นทางการในการรับรองห้องปฏิบัติการหนึ่ง โดยออกเป็นจดหมายหรือหนังสือรับรองซึ่งลงนามโดยผู้มีอำนาจหน้าที่รับผิดชอบ เอกสารดังกล่าวต้องระบุ ชื่อและที่ตั้งของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ขอบข่ายของการให้การรับรอง ซึ่งรวมถึงการสอบเทียบ ชนิดของการสอบเทียบ การวิเคราะห์ทดสอบ ชนิดของการวิเคราะห์ทดสอบที่ได้รับการรับรอง สำหรับการสอบเทียบต้องระบุ ชนิดของการวัด ช่วงของการวัดและความสามารถในการวัดที่ดีที่สุด ส่วนการวิเคราะห์ทดสอบ ต้องระบุว่าวิเคราะห์ตัวอย่างชนิดใด ใช้วิธีใด วันที่เริ่มให้การรับรองและเวลาหมดอายุ ทั้งนี้ห้องปฏิบัติการนั้นๆ จะได้รับหมายเลขเฉพาะเพื่อแสดงการรับรองด้วย

3.7 การสำรวจและประเมินซ้ำ สำหรับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองแล้ว องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องทำแผนการสำรวจและประเมินซ้ำเป็นครั้งคราว ในช่วงเวลาที่เหมาะสม เพื่อให้แน่ใจว่าห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองนั้น ยังคงมีคุณภาพในการดำเนินงานตามข้อกำหนดของการรับรองตามมาตรฐานสากล

3.8 การสอบเทียบขีดความสามารถในการดำเนินงานทางห้องปฏิบัติการ องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องสนับสนุนให้ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง เข้าร่วมในโครงการสอบเทียบขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบหรือการเปรียบเทียบผลระหว่างห้องปฏิบัติการประเภทอื่นๆ ทั้งนี้โครงการดังกล่าวอาจจัดทำโดยองค์กรผู้ให้การรับรองเองหรือจัดทำโดยหน่วยงานที่น่าเชื่อถืออื่นๆ และผลการประเมินจากโครงการดังกล่าวจะต้องอยู่ในเกณฑ์ที่องค์กรผู้ให้การรับรองกำหนด

3.9 ใบรับรองผลหรือรายงานผลวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบที่ออกโดยห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง จะสามารถแสดงเครื่องหมายหรือสิ่งแสดงการได้รับการรับรองระบบคุณภาพได้เฉพาะรายการวิเคราะห์ที่ได้รับการรับรองเท่านั้น ทั้งนี้องค์กรผู้ให้การรับรองต้องให้นโยบายในการกำหนดเงื่อนไขซึ่งห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจะไม่สามารถระบุลงในใบรับรองผลหรือรายงานผลได้เช่น ผลซึ่งไม่ได้รวมอยู่ในกิจกรรมที่ได้รับการรับรองหรือผลจากห้องปฏิบัติการอื่นซึ่งไม่ได้รับการรับรอง

4. สัมพันธภาพระหว่างองค์กรผู้ให้การรับรองกับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ทั้งสององค์กรจะต้องติดต่อสื่อสาร และมีความสัมพันธ์กันดังนี้

4.1 องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องมีมาตรการที่ทำให้มั่นใจได้ว่าจะได้รับความร่วมมือจากห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ในการตรวจสอบติดตามการดำเนินงานให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการให้การรับรอง เช่น มีข้อกำหนดเกี่ยวกับการตรวจสอบเอกสาร สามารถเข้าติดตามการทำงานในห้องปฏิบัติการเพื่อประเมิน สำรวจ หรือติดตามหาข้อเท็จจริงในกรณีที่ได้รับการร้องเรียนจากลูกค้าได้

4.2 ข้อพึงปฏิบัติสำหรับห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง ได้แก่

- จะต้องดำเนินการให้เป็นไปตามเงื่อนไขของการให้การรับรองตามมาตรฐานสากลอย่างสม่ำเสมอ
- แสดงการได้รับการรับรองเฉพาะในสิ่งที่ได้รับอนุญาตเท่านั้น
- จ่ายค่าธรรมเนียมตามระเบียบที่องค์กรผู้ให้การรับรองกำหนด
- ไม่ใช้ประโยชน์จากการได้รับการรับรองในทางที่ไม่ถูกไม่ควร อันอาจเกิดความเสียหายแก่องค์กรผู้ให้การรับรองได้ หรือใช้ในทางที่จะเกิดความเข้าใจผิดว่าองค์กรผู้ให้การรับรองนั้นรับรองคุณภาพสินค้าด้วย
- ในกรณีที่มีการพักหรือเพิกถอนการรับรอง ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองจะต้องระงับการโฆษณาที่อ้างถึงการได้รับการรับรองและคืนหนังสือรับรองแก่องค์กรผู้ให้การรับรองด้วย
- การอ้างถึงสถานภาพของการได้รับการรับรองในการโฆษณา ในแผ่นพับหรือเอกสารเผยแพร่อื่นๆ จะต้องเป็นไปตาม

เงื่อนไขขององค์กรผู้ให้การรับรอง

4.3 เงื่อนไขการแจ้งการเปลี่ยนแปลงและการปรับเปลี่ยนของห้องปฏิบัติการ องค์กรผู้ให้การรับรองต้องมีระเบียบระบุให้ห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองแจ้งให้ทราบโดยเร็วในสิ่งที่มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับสถานภาพ อาคารสถานที่ ผู้บริหาร บุคลากรตำแหน่งที่มีความสำคัญ เครื่องมือ หรือการดำเนินงาน รวมทั้งลายมือชื่อผู้มีอำนาจลงนามของห้องปฏิบัติการนั้น และสิ่งอื่นๆ ที่มีผลกระทบต่อความสามารถของห้องปฏิบัติการหรือขอบข่ายของกิจกรรมที่ได้รับการรับรอง เพื่อที่องค์กรผู้ให้การรับรองจะสามารถสร้างความเชื่อมั่นว่าห้องปฏิบัติการจะดำเนินการปรับเปลี่ยนวิธีการให้เหมาะสมได้ในเวลาที่กำหนด และหลังจากที่ได้มีการปรับเปลี่ยนวิธีเพื่อให้สอดคล้องกับเกณฑ์การรับรองแล้ว ห้องปฏิบัติการจะต้องแจ้งให้องค์กรผู้ให้การรับรองทราบด้วย

4.4 บัญชีรายชื่อห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรอง องค์กรผู้ให้การรับรองจะต้องจัดทำเอกสารเผยแพร่ที่แสดงบัญชีรายชื่อห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองเป็นระยะๆ เอกสารนี้จะรวมถึงกิจกรรมที่ได้รับการรับรองด้วย

กลวิธีการยอมรับผลการวิเคราะห์ทดสอบหรือสอบเทียบ ระหว่างประเทศมีหลายรูปแบบ เช่น

- การยอมรับข้อมูลผลวิเคราะห์ทดสอบอย่างไรมีเงื่อนไข
- การยอมรับห้องปฏิบัติการโดยมีองค์กรผู้ให้การรับรอง หรือโดยลูกค้า
- การยอมรับห้องปฏิบัติการโดยการประเมินหรือการแนะนำของกลุ่มบุคคลที่สามในประเทศใด ประเทศหนึ่ง
- การทำความตกลงยอมรับร่วมกัน (mutual recognition agreements) ระหว่างห้องปฏิบัติการ
- การทำความตกลงยอมรับร่วมกัน ระหว่างองค์กรที่ให้การรับรองห้องปฏิบัติการ (laboratory accreditation organizations) ของทั้งสองประเทศ
- การรับรองห้องปฏิบัติการโดยองค์กรที่ทำหน้าที่รับรองของประเทศต่างๆ ซึ่งอาจเป็นที่ยอมรับของ WELAC (Western European Laboratory Accreditation Cooperation) ด้วยหรือไม่ก็ได้

ระบบการรับรององค์กรระดับประเทศ (National Accreditation Systems) เป็นสิ่งที่แต่ละประเทศจะต้องเสริมสร้างและพัฒนาขึ้น เนื่องจากการอยู่ร่วมกันในสังคมโลกมีความจำเป็นที่จะต้องใช้บริการทางห้องปฏิบัติการมากขึ้นเป็นลำดับ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องทำให้เกิดกลไกที่จะสร้างความถูกต้องและสม่ำเสมอของผลงานทางห้องปฏิบัติการ เพื่อทำให้เกิดการยอมรับร่วมกันระหว่างประเทศคู่ค้า ซึ่งการนี้จะประสบผลสำเร็จได้ต่อเมื่อองค์กรผู้ให้การรับรองห้องปฏิบัติการสามารถดำเนินงานได้ ในระดับที่นานาชาติยอมรับ

การรับรองห้องปฏิบัติการของประเทศไทยในปัจจุบัน มีการดำเนินการโดยกองรับรองระบบคุณภาพและรับรองห้องปฏิบัติการ ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม ส่วนสำนัก QA ของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข ได้เริ่มดำเนินการในขอบข่ายงานทางห้องปฏิบัติการของกระทรวงสาธารณสุข ดังนั้นผู้บริหารและผู้ร่วมดำเนินงานในห้องปฏิบัติการทั้งของภาครัฐและเอกชนควรให้ความสนใจ และตัดสินใจเริ่มดำเนินการเพื่อการขอรับการรับรองอย่างเป็นทางการเสียตั้งแต่บัดนี้ เพราะการรับรองห้องปฏิบัติการอย่างเป็นทางการ เป็นความอยู่รอดของอาชีพผู้วิเคราะห์ทดสอบ ธุรกิจการดำเนินงานห้องปฏิบัติการและเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในการแข่งขันทางด้านอุตสาหกรรม การค้าและการคุ้มครองผู้บริโภคของสังคมโลกในปัจจุบันและอนาคต

เอกสารอ้างอิง

ISO/IEC. **Calibration and testing laboratory accreditation systems - General requirements for operation and recognition** Geneva: International Organization for Standardization, 1993. ISO/IEC Guide 58

CAC. **Development of objective criteria for assessing the competence of testing laboratories involved in the official import and export control of foods** Rome:Codex alimentarius commission, 1994. CX/FICS 95/2

Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization. Codex alimentarius commission : development of objective criteria for assessing the competence of testing laboratories involed in the efficial import and export control of foods. CX/FICS 95/2. 1994.

International Standard Organization/International Electrical Commission. Calibration and testing laboratory accreditation systems : general requirements for operation and recognition. ISO/IEC Guide 58. 1993.

โยเกิร์ตเพื่อสุขภาพ

ดร. รวิวรรณ วงษ์สมุทร์

ในปัจจุบันนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่จะให้ความสนใจกับการเลือกบริโภคอาหารเพื่อให้ร่างกายมีสุขภาพดีโยเกิร์ตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่งที่ผู้บริโภคยอมรับว่าทำให้ร่างกายแข็งแรง มีสุขภาพพลานามัยดี โยเกิร์ตเป็นอาหารหมักที่เกิดจากกระบวนการหมักของนมโดยเชื้อผสมของแบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติก (lactic acid bacteria) รสชาติและเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ตที่ผลิตในแต่ละประเทศอาจแตกต่างกันขึ้นอยู่กับเทคนิคและกระบวนการผลิต

ส่วนประกอบของโยเกิร์ต

โยเกิร์ตประกอบด้วยนมหรือผลิตภัณฑ์นม วัตถุเจือปนอาหาร จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำโยเกิร์ตและส่วนประกอบอื่น เช่น ผลไม้

นมหรือผลิตภัณฑ์นม ส่วนประกอบหลักของโยเกิร์ตคือ นมหรือผลิตภัณฑ์นม เช่น นมสด นมสดพร่องมันเนย ครีมสด (ไขมันเนยร้อยละ 30-48) นมข้นขาดมันเนย นมผงพร่องมันเนย

วัตถุเจือปนอาหาร ได้แก่

: วัตถุให้ความหวาน ปกติที่ใช้ส่วนใหญ่คือซูโครสหรือน้ำตาลทราย ในลักษณะเป็นผงหรือของเหลว อาจใช้น้ำตาลอ้อยดิบ น้ำผึ้ง หรือน้ำผลไม้เข้มข้น ส่วนวัตถุให้ความหวานที่ไม่ให้พลังงาน (non-calorific sweeteners) จะใช้ในโยเกิร์ตที่ให้พลังงานต่ำในบางประเทศ วัตถุให้ความหวานประเภทนี้ที่นิยมใช้กันมากได้แก่ แอสปาร์แทม (aspartame)

: *สารทำให้คงตัว* และ สารทำให้ข้น สารที่นิยมกันมากได้แก่ แป้ง แป้งดัดแปร (modified starch) เจลาติน เพกทิน และโลคัสต์บีนกัม (locust bean gum) อย่างไรก็ดี วุ้น คาราจีแนน และกัวกัม ก็นิยมใช้ในบางครั้ง หน้าที่หลักของสารเหล่านี้คือ รักษาโครงสร้างและเนื้อสัมผัสของโยเกิร์ต

: *สารแต่งกลิ่นและสี* นิยมใส่พร้อมกับผลไม้ ในแถบยุโรปและอเมริกานิยมใช้สารธรรมชาติมากกว่าที่จะใช้สารเคมี สีธรรมชาติได้แก่ เบทานิน (betanin) จากบีทรูท (beetroot) แอนโทไซยานิน (anthocyanin) จากผิวองุ่น ทูเมอริก (turmeric) จากขมิ้น

: *วิตามินและเกลือแร่* ปกติแล้วจะเติมลงในนมก่อนเริ่มกระบวนการหมัก แต่บางครั้งอาจเติมพร้อมกับผลไม้หลังจากการหมักก็ได้

จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำโยเกิร์ต แม้ว่าในแต่ละประเทศมีกฎหมายควบคุมการใช้จุลินทรีย์ในการทำโยเกิร์ตก็ตาม พบว่าโดยทั่วไปจะใช้จุลินทรีย์ผสมระหว่าง แลกโตแบซิลลัส บุลการิคัส (Lactobacillus bulgaricus) และสเตรปโตคอกคัส เทอร์โมฟิลัส (Streptococcus thermophilus) ในการทำโยเกิร์ต จุลินทรีย์ทั้งสองชนิดนี้จะสร้างสารจำเป็นในการเจริญเติบโต (growth factor) เพื่อใช้ในการเจริญเติบโตของอีกฝ่ายหนึ่ง การเพาะเลี้ยงจุลินทรีย์แต่ละชนิดแยกกันจะเจริญเติบโตได้ดีกว่าเพาะเลี้ยงรวมกัน โยเกิร์ตที่หมักเสร็จแล้วจะมีแบคทีเรียที่ให้กรดแลกติก 10^6 ถึง 10^8 เซลล์ต่อกรัม กรดแลกติกร้อยละ 0.9-1.2 ซึ่งกรดแลกติกที่ได้นี้เกิดขึ้นจากการย่อยสลายของน้ำตาลแลกโทสในนม ส่วนซูโครสที่เติมลงไปจะไม่ถูกย่อยสลาย

ต่อมามีผู้สนใจนำเอา แลกโตเบซิลลัส อะซิโดฟิลัส (Lactobacillus acidophilus) และบิฟิโดแบคทีเรียม (Bifidobacterium) มาใช้ในการทำโยเกิร์ต โดยเฉพาะในประเทศญี่ปุ่น จุลินทรีย์พวกนี้มีสมบัติพิเศษคือสามารถเจริญเติบโตในลำไส้ได้ และกระบวนการหมักจะหยุดที่ความเป็นกรดต่ำ ซึ่งทำให้โยเกิร์ตที่อยู่ในระหว่างการเก็บไม่เกิดการเปรี้ยวเพิ่มขึ้น ทำให้ใช้วัตถุที่ให้ความหวานในปริมาณน้อยลง ซึ่งต่างจากการใช้จุลินทรีย์ชนิดอื่นในการทำโยเกิร์ต

ส่วนประกอบอื่น ๆ

: *ผลไม้* ผลไม้ที่ใช้ในโยเกิร์ตส่วนใหญ่จะเติมลงในโยเกิร์ตหลังจากการหมักเสร็จสิ้นแล้ว ผลไม้ที่เตรียมไว้ปกติจะใส่ในปริมาณร้อยละ 8-25 ของน้ำหนักโยเกิร์ต

คุณค่าทางโภชนาการของโยเกิร์ต

ดังได้กล่าวมาแล้วว่าส่วนประกอบหลักของโยเกิร์ตคือนม หรือผลิตภัณฑ์นม ดังนั้นโยเกิร์ตจึงมี คุณค่าทางโภชนาการสูง โปรตีนนม เช่น เคซีน (casein) แลกทาลบูมิน (lactalbumin) แลกโตกลอบูลิน (lactoglobulin) สารเหล่านี้เป็นแหล่งของโปรตีนที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เมื่อมองในแง่ของโภชนาการการบริโภคนมหรือโยเกิร์ตในหมู่ผู้ที่ไม่บริโภคเนื้อสัตว์ จะได้รับกรดอะมิโนจำเป็นซึ่งตามปกติจะไม่พบในโปรตีนในผัก ในประเทศที่ด้อยพัฒนาหลาย ๆ ประเทศ ประชากรส่วนใหญ่จะบริโภคเมล็ดพืช มัน ถั่ว หรือในกรณีที่โปรตีนจากเนื้อสัตว์ หรือ ปลาหาได้ยาก การบริโภคนมและโยเกิร์ต จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยให้ได้รับสารอาหารครบถ้วนขึ้น

การขาดวิตามินเอ เป็นสาเหตุสำคัญสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับตา ซึ่งพบมากในประเทศด้อยพัฒนาหลาย ๆ ประเทศ การบริโภคนม หรือโยเกิร์ตจะช่วยแก้ปัญหาการขาดวิตามินเอได้ เพราะในนมหรือโยเกิร์ตเป็นแหล่งของวิตามินเอ

นอกจากนี้ในโยเกิร์ตยังมีส่วนประกอบของแคลเซียม และฟอสฟอรัสสูง สมบัติประการนี้จึงเหมาะสมสำหรับหญิงที่กำลังตั้งครรภ์ มารดาที่อยู่ระหว่างให้นมบุตร และเด็ก ๆ ควรจะบริโภคโยเกิร์ตเป็นประจำ ผู้ที่ป่วยเป็นโรคกระดูก หรือผู้สูงอายุที่มักมีปัญหาเกี่ยวกับกระดูก สามารถป้องกันไม่ให้เกิดโรคนี้ถ้าบริโภคโยเกิร์ตเป็นประจำเช่นกัน

ประโยชน์อื่น ๆ ที่ได้รับจากการบริโภค

โยเกิร์ตเป็นประจำ ได้แก่ ช่วยลดปัญหาของผู้ที่ร่างกายไม่สามารถย่อยแลกโทสในนมได้ บุคคลเหล่านี้จะไม่สามารถบริโภคนมได้เพราะเมื่อรับประทานจะเกิดอาการท้องเสีย มีแก๊สในกระเพาะอาหาร แต่ถ้าบริโภคโยเกิร์ตแทนนมแล้ว จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำโยเกิร์ตจะปล่อยแลกเทสซึ่งเป็นเอนไซม์ย่อยน้ำตาลแลกโทสในนม ในช่วงของการหมักเอนไซม์นี้จะยังคงอยู่ในโยเกิร์ตที่ผลิตเสร็จแล้ว นอกจากนี้เมื่อจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทำโยเกิร์ตถูกย่อยในกระเพาะอาหาร จะปล่อยแลกเทสออกมานอกเซลล์อีก เป็นการเพิ่มปริมาณแลกเทส ดังนั้นโยเกิร์ตจึงเป็นอาหารนมที่เหมาะสมสำหรับบุคคลที่ร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโทสได้

บทบาทของจุลินทรีย์ที่ใช้ทำโยเกิร์ตต่อระบบลำไส้

ตามปกติแล้วคนเราจะมีระดับจุลินทรีย์ในลำไส้สมดุล แต่ในช่วงระยะเวลาเจ็บป่วยซึ่งต้องใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษา พบว่าระดับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้จะถูกรบกวน โดยมีปริมาณลดลง จุลินทรีย์ที่พบเกาะตามผนังของลำไส้ เช่น แลกโตแบซิลลัส อะซิโดฟิลัส และบิฟิโดแบคทีเรียม โยเกิร์ตที่มีจุลินทรีย์เหล่านี้อยู่จะเป็นสื่ออย่างดีในการนำจุลินทรีย์เหล่านี้ไปสู่ลำไส้ ทำให้สมดุลของจุลินทรีย์ทั้งสองนี้ถูกสร้างขึ้นมาใหม่ หลังจากบริโภคโยเกิร์ตอย่างสม่ำเสมอ นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ใช้ทำโยเกิร์ตยังช่วยรักษาสมดุลของจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ โดยทำหน้าที่

- ต่อสู้กับจุลินทรีย์ที่แปลกปลอมที่สามารถทำให้เกิดโรคในลำไส้ได้ โดยการแย่งอาหารรวมทั้งต่อต้านการเกาะของจุลินทรีย์แปลกปลอมต่อผนังลำไส้
- สร้างกรดแลกติก และกรดอะซิติก ซึ่งจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ที่ไม่ทนกรดเช่น ซาลโมเนลลา และ อี. โคไล
- สร้างสารปฏิชีวนะซึ่งจะเพิ่มคุณสมบัติในการต่อสู้กับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

โยเกิร์ตที่ใช้แลกโตแบซิลลัส อะซิโดฟิลัส และ บิฟิโดแบคทีเรียม เป็นเชื้อในการหมัก ยังมีบทบาทในการป้องกันโรคท้องผูก รวมทั้งโรคมะเร็งในลำไส้ จุลินทรีย์พวกนี้จะช่วยลดการสร้างแก๊สในลำไส้ และช่วยกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโรค ซึ่งจะมีผลทำให้ร่างกายมีความต้านทานต่อการติดเชื้อได้ดียิ่งขึ้น

การบริโภคโยเกิร์ตช่วยป้องกัน และรักษาโรคท้องเสียในเด็กทารกและเด็กเล็ก ซึ่งโรคนี้เป็นปัญหาใหญ่ในประเทศที่กำลังพัฒนา จุลินทรีย์ที่มีบทบาทคือ แลกโตแบซิลลัส อะซิโดฟิลัส จะกระตุ้นให้ภูมิคุ้มกันภายในลำไส้ดีขึ้น หรือในบางกรณีจะไปแข่งขันกับจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคท้องเสียในการยึดครองผนังลำไส้ นอกจากนี้จุลินทรีย์ที่ใช้ทำโยเกิร์ตยังสามารถยับยั้งเนื้องอก และมะเร็งในลำไส้ได้ มีผู้รายงานว่าหลังจากการให้อาหารที่มี แลกโตแบซิลลัส อะซิโดฟิลัส ในคนและในหนู พบว่าระดับของแบคทีเรียล เบต้า กลูคูโรนิเดส (bacterial β-glucuronidase) อะโซรีดักเตส (azoreductase) และไนโตรรีดักเตส (nitroreductase) ในอุจจาระลดลง เชื่อกันว่าเอนไซม์เหล่านี้มีส่วนเกี่ยวข้องกับมะเร็งในลำไส้ มีผู้ให้ข้อเสนอว่าแลกโตแบซิลลัส อะซิโดฟิลัส ไปยับยั้งกระบวนการเมแทบอลิซึมของจุลินทรีย์ที่อาศัยอยู่ในลำไส้อันเป็นผลทำให้ลดการสร้างสารที่ก่อให้เกิดมะเร็งในลำไส้ได้ ยังมีรายงานว่า แบคทีเรียที่สร้างกรดแลกติกสามารถลดระดับไขมันในเลือดได้กลไกในการทำงานนี้ยังไม่เป็นที่ทราบแน่ชัด

ดังนั้นการบริโภคโยเกิร์ตเป็นประจำนอกจากจะให้ประโยชน์ทางโภชนาการอย่างสูง คือเทียบเท่าได้กับการบริโภคนมแล้วยังทำให้ร่างกายแข็งแรง มีภูมิต้านทานโรคบางชนิดสูงขึ้นและยังสามารถใช้ยับยั้งการเกิดโรคได้หลายชนิด เราจึงควรหันมาบริโภคโยเกิร์ตกันเป็นประจำ

เอกสารอ้างอิง

Mitsuoka, T. Role of intestinal flora in health with special reference to dietary control of intestinal flora. In: Microbiology Applications in Food Biotechnology, eds., B. H. Nga and Y. K. Lee, Elsevier Applied Science London, 1990, p. 135-148.

Robinson, R. K. (ed) A Color Guide to Cheese and Fermented Milks. Chapman & Hall, London, 1995, p. 167-180.

Salminen, S., Deighton, M. and Gorbach, S. Lactic acid bacteria in health and disease. In : Lactic Acid Bacteria, eds., S. Salminen and A. van Wright, Marcel Dekker Inc., New York, 1993, p. 199-226.

Mitsuoka, T. Role of intestinal flora in health with special reference to dietary control of intestinal flora. In Microbiology applications in food biotechnology. edited by B.H Nga and Y.K. Lee. London : Elsevier Applied Science, 1990. p. 135-148.

Robinson, R.K, ed. A Color guide to cheese and fermented milks. London : Chapman & Hall, 1995. p. 167-180.

Salminen, S, Deighton, M. and Gorbach, S. Lactic acid bacteria in Health and disease. In Lactic acid bacteria. edited by S. Salminen and A. Van Wright. New York : Marcel Dekker, 1993. p. 199-226.

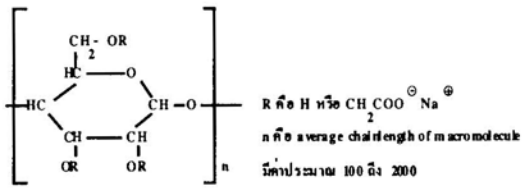
Schmidt, P.H. Cultured milk products : yogurt, quarg and fromage frais. In The technology of dairy products. edited by Blackie R.Early Blackie. Glasgow : Son Ltd., 1992. p.66-85.

Vedamuthu, E.R. The yogurt story past present and future. part IX. Dairy, Food and Environmental Sanitation, April, 1992, vol. 12, no.4 p.220-221.

โซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส

ยุภัณฑ์ มิลเลอร์

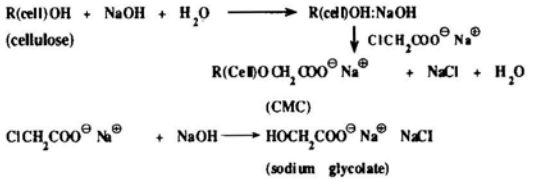
สารโซเดียมคาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (Sodium carboxymethyl cellulose) หรือที่รู้จักกันในอีกหลาย ๆ ชื่อ คือ NaCMC, sodium CMC, CMC, CM cellulose, cellulose gum, carboxymethyl cellulose หรือ sodium cellulose glycolate เป็นแอนไอออนิกเซลลูโลสอีเทอร์ที่ละลายน้ำ มีสูตรโครงสร้างดังรูป



ค่าที่แสดงจำนวนกลุ่ม $CH_2COO^{\ominus}NA^{\oplus}$ ที่แทนที่ไฮโดรเจนต่อ 1 หน่วยนี้เรียกว่า องศาการแทนที่ (degree of subsitution) ดังนั้นสามารถมีค่าสูงสุดได้เท่ากับ 3

CMC เป็นสารที่ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่เป็นอันตราย จึงนิยมใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและยา สมบัติอื่น ๆ มีดังนี้ ดูดความชื้นคงตัวในช่วงความเป็นกรด-ด่าง 2-10 น้ำหนักโมเลกุลประมาณ 2,100-500,000 เมื่อละลายน้ำจะได้สารแขวนลอย มีลักษณะข้นเหลว ไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ สามารถละลายในตัวทำละลายผสมระหว่างน้ำกับตัวทำละลายอินทรีย์ที่ละลายน้ำ เช่น เอทานอล หรืออะซีโตน ความเป็นกรด-ด่าง ประมาณ 6.5-8.0 เมื่อนำ CMC 1 ส่วนละลายน้ำ 100 ส่วนจะได้สารละลายที่มีความหนืด 5-6,000 centipoise ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับค่า average chain length of macromolecule (n) อุณหภูมิ และความเป็นกรด-ด่าง สมบัติในการละลายขึ้นอยู่กับองศาการแทนที่ กล่าวคือ CMC ที่มีองศาการแทนที่ต่ำกว่า 0.1 จะไม่ละลายน้ำและไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์ ถ้าค่านี้สูงกว่า 0.2 จะละลายน้ำแต่ยังคงไม่ละลายในตัวทำละลายอินทรีย์

การผลิต CMC ในอุตสาหกรรมอาศัยปฏิกิริยา etherification ระหว่างเซลลูโลสในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์กับโซเดียมคลอโรอะซีเตรต จากนั้นทำให้เป็นกลางด้วยกรด โดยมีโซเดียมคลอไรด์และโซเดียมไกลคอเลตเป็นผลจากปฏิกิริยาข้างเคียง ต้องใช้เมทานอลหรืออะซีโตนสกัดแยกเกลือโซเดียมทั้งสองชนิดนี้เพื่อให้ได้ CMC ที่มีความบริสุทธิ์สูง



CMC ที่ผลิตจากใยเมล็ดฝ้ายจะมีความบริสุทธิ์ และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงกว่า CMC ที่ใช้เยื่อไม้เป็นวัตถุดิบ

CMC เป็นผงจึงทำให้เกิดฝุ่นในอากาศ สารละลายของ CMC ถ้าหกราดบนพื้นจะทำให้พื้นลื่น นอกจากนี้แล้ว CMC เป็นสารที่ปลอดภัยมาก ไม่พบรายงานเกี่ยวกับพิษภัยของสารนี้ทั้งต่อสิ่งมีชีวิต และสภาวะแวดล้อม

CMC เป็นสารที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ เนื่องจากละลายน้ำได้ มีความเป็นกลางคือไม่เป็นกรดหรือด่าง ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ถูกย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์จึงไม่สะสมในแหล่งน้ำมีค่า BOD ต่ำ จึงไม่ก่อให้เกิดปัญหาน้ำเน่าเสีย ไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำและพืชน้ำ

CMC ที่ผลิตจำหน่ายมีมากมายหลายชนิดคุณภาพ เช่น

สำหรับอาหาร ยา เครื่องสำอาง อุตสาหกรรม ดังนั้นต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เช่น CMC ที่ใช้ผสมในอาหาร ต้องมีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 99.5% และมีตะกั่ว สารหนูในปริมาณต่ำมาก ความหนืดเป็นสมบัติสำคัญอีกประการหนึ่งที่ผู้ใช้มักคำนึงถึง ดังนั้น CMC ที่ผลิตจำหน่ายมีความหนืดในช่วงต่าง ๆ กันคือ 10-6,000 Centipoise (ในสารละลาย 1%)

ตัวอย่างการใช้ CMC ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ มีดังนี้

อุตสาหกรรมอาหาร
- ใช้เป็นสารป้องกันการตกผลึกในไอศกรีม น้ำเชื่อม น้ำตาลไอซิงส์ อาหารพวกที่ฉาบน้ำตาล
- ใช้เป็นสารป้องกันคอลลอยด์ในมายองเนส
- ใช้เป็นสารช่วยในการแขวนลอยในผลิตภัณฑ์อาหารจำพวกนม น้ำ ผลไม้
- ใช้เป็นสารทำให้ข้นในน้ำสลัด เครื่องดื่ม อาหารสัตว์
- ใช้เป็นสารทำให้เป็นวุ้นในเยลลี ขนมหวาน
- ใช้เป็นสารทำให้ขึ้นฟูในไอศกรีม whipping cream

อุตสาหกรรมยา
- ใช้เคลือบเม็ดยาเพื่อให้คงตัว ใช้เป็นสารควบคุมการออกฤทธิ์ของยา เนื่องจาก CMC ไม่ละลายในสภาวะที่เป็นกรด เช่น ในกระเพาะอาหาร แต่ละลายในสภาวะที่เป็นด่าง เช่น ในลำไส้
- ใช้เป็นสารทำให้คงตัวสำหรับยาที่มีส่วนผสมในลักษณะแขวนลอย

อุตสาหกรรมเครื่องสำอาง
- ใช้เป็นสารทำให้ข้น สารคงตัว สารช่วยการแขวนลอย สารก่อฟิล์ม ในผลิตภัณฑ์จำพวกครีม โลชั่น แชมพู เยล ยาสีฟัน

อุตสาหกรรมผงซักฟอก
- ใช้ผสมในผงซักฟอกเพื่อป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกที่หลุดจากผ้ากลับติดบนเนื้อผ้า

อุตสาหกรรมกาว
- ใช้เป็นสารทำให้ข้นในกาวสูตรน้ำ

อุตสาหกรรมสีและวาร์นิช
- ใช้เป็นสารทำให้ข้นและสารช่วยการแขวนลอยของผงสี
- ใช้เป็นสารก่อฟิล์มในวาร์นิช

อุตสาหกรรมโพลีเมอร์
- ใช้เป็นสารป้องกันคอลลอยด์ และสารช่วยทำให้การแขวนลอยคงตัวในปฏิกิริยา vinylchloride polymerization

อุตสาหกรรมสิ่งทอ
- ใช้เป็นสารทำให้ด้ายดิบมีความแข็งทน เรียบ และมีน้ำหนัก
- ใช้เป็นสารทำให้ข้นในสีพิมพ์ผ้า

อุตสาหกรรมกระดาษ
- ใช้เป็นสารเคลือบกระดาษเพื่อให้การพิมพ์หมึกดีขึ้นไม่ดูดซึมน้ำมัน

อุตสาหกรรมน้ำมัน
- ใช้เป็นส่วนผสมในดินที่ใช้สำหรับหล่อลื่นหัวขุดเจาะน้ำมัน เนื่องจาก CMC อุ้มน้ำได้ในปริมาณสูง ทำให้การแขวนลอยของดินคงตัว

อุตสาหกรรมเซรามิก
- ใช้เป็นสารช่วยการยึดหยุ่นในการทำผลิตภัณฑ์พอร์ซเลนที่ใช้งานทางไฟฟ้า
- ใช้เป็นสารทำให้ข้น และสารช่วยในการแขวนลอยในส่วนผสมของดิน

อุตสาหกรรมยาฆ่าแมลง
- ใช้เป็นสารช่วยการแขวนลอยในยาฆ่าแมลงสูตรน้ำ

จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่า CMC เป็นสารที่มีประโยชน์มาก มีการใช้อย่างแพร่หลาย ทั้งนี้เพราะสมบัติเฉพาะตัว และความไม่เป็นพิษภัยต่อสิ่งมีชีวิต รวมทั้งสภาวะแวดล้อมของ CMC นั่นเอง

เอกสารอ้างอิง

Hawley's condensed chemical dictionary. 11th ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1987. p. 224.

Kirk-0thmer encyclopedia of chemical technology. 4th ed. vol. 5. New York : A Wiley Interscience, 1993, p. 545.

Ullmann's encycopedia of industrial chemical. 5th ed. vol. 45. New York : VCH, 1986, p. 461.

สมเด็จพระนางเจ้าสิริกิติ์ พระบรมราชินีนาถ พระราชทานรางวัลแก่ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการในฐานะเป็นผู้สนับสนุนโครงการศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร เมื่อวันที่ 19 พ.ย. 2539

1

5

6

9

1 ข้าราชการและลูกจ้างกรมวิทยาศาสตร์บริการ จัดงานเลี้ยงอำลาข้าราชการและลูกจ้างที่เกษียณอายุ ปี 2539 โดยมี นางรวงทอง พันพาไพร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นประธาน (20 ก.ย. 2539)

2,3 นางรวงทอง พันพาไพร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธียกเสาเอกอาคารฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ (26 พ.ย. 2539)

4,5 โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดฝึกอบรมเรื่อง เทคนิคปฏิบัติ : การสอบเทียบเครื่องชั่งในห้องปฏิบัติการ รุ่นที่ 2 ให้แก่ข้าราชการและเจ้าหน้าที่จากหน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชน โดยมีนางรวงทอง พันพาไพร อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในการเปิดการฝึกอบรม(27-28 พ.ย. 2539)

6 นิสิตและอาจารย์จากภาควิชาวิทยาศาสตร์ทั่วไป คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เข้าเยี่ยมชมห้องปฏิบัติการ ฟังการบรรยายและสาธิตเรื่อง Absorption Coeffecient และเรื่อง Reverbertion ณ อาคารเทคโนโลยีมาตรวิทยา(20 ก.ย. 2539)

7 Mr. Bruce Meldrum ผู้เชี่ยวชาญจาก NML ประเทศออสเตรเลีย มาให้คำ

2

4

7

8

10

11

8 ปรึกษาหารือเรื่อง Acoustics & Vibration พร้อมทั้งเยี่ยมชมงานภายในอาคารเทคโนโลยีมาตรวิทยา (29 พ.ย. 2539)

นายบันเทิง ตัณฑวัฒน์ ผู้อำนวยการกองฟิสิกส์และวิศวกรรม และนายชัยวุฒิ เลาวเลิศ ผู้อำนวยการกองเคมี ให้การต้อนรับเจ้าหน้าที่จาก JICA ประเทศญี่ปุ่นซึ่งมาปรึกษาหารือพร้อมทั้งติดตามงานหลักสูตรฝึกอบรมด้าน Polymer Material Technology และ Organic Fine Chemicals Technology (3 ธ.ค. 2539)

9 คณะผู้เข้าร่วมประชุมใหญ่สามัญประจำปี สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย เข้าเยี่ยมชมห้องสมุดกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กรมวิทยาศาสตร์บริการ (18 ธ.ค.2539)

10,11 สำนักงานเลขานุการกรม จัดการสนทนาประสา วศ. ครั้งที่ 41,42,43 เรื่อง จิตวิทยาในการพัฒนาตนเอง การประเมินความไม่แน่นอนในการวิเคราะห์ทดสอบ และกองทุนบำเหน็จบำนาญข้าราชการ (กบข.) โดยวิทยากรจากกรมวิทยาศาสตร์บริการและผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก(3 ต.ค.,20 พ.ย.,11 ธ.ค. 2539)

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมวิชาอินทรียเคมี อนินทรียเคมี เคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิคและปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์เชิงคุณภาพ ปฏิบัติการเคมีทั่วไป ปิโตรเคมี น้ำที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ การวิเคราะห์น้ำ การวิเคราะห์ปูนขาว หินปูน Applied Organic Chemistry Lab, General Technical Analysis ให้แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ มหาวิทยาลัยมหิดล เจ้าหน้าที่บริษัทสยามปูนขาว จำกัด

- อบรมการทำเครื่องดื่มน้ำกระเจี๊ยบชนิดเม็ด กล้วยน้ำว้าแผ่นกรอบ จุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ประมง การแปรรูปหุเรียน เงาะ จำปาดะ การแปรรูปอาหาร ให้แก่ เจ้าหน้าที่สถาบันวิจัยจุฬาภรณ์ นักศึกษามหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กลุ่มแม่บ้านเกษตรกร จ.สตูล ยะลา นราธิวาส อาจารย์อาชีวศึกษาจังหวัดต่าง ๆ

- บรรยายเชิงปฏิบัติวิชาเอกทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่นักศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร มหาวิทยาลัยรามคำแหง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

1. นางสาวประทุม พุทธิวนิช ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพไปสัมมนาหลักสูตร Industrial Standardization and Quality Control ที่ประเทศญี่ปุ่น ด้วยทุนรัฐบาลญี่ปุ่น

2. นายยุทธนาพงศ์ แดงเพ็ง และ นายธีระชัย รัตนโรจน์มงคล ข้าราชการกองการวิจัยไปประชุม 1996 TAPPI Pulping Conference ที่ประเทศอเมริกา

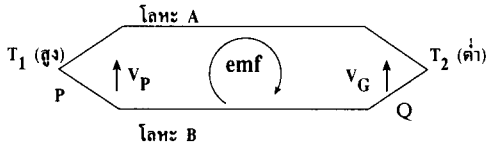
3. นายอนุสิทธิ์ สุขม่วง นางสาวอุมาพร ฤทธิ์จันทร์และนางอุมาพร สุขม่วง ข้าราชการกองการศึกษาเคมีปฏิบัติ ไปฝึกการใช้เครื่องมือวิทยาศาสตร์ UV/VIS Spectrometer ที่ประเทศสหพันธ์สาธารณรัฐเยอรมัน

4. นายสมโภชน์ บุญสนิท ไปประชุม The Third Meeting of Senior Offecials on Malaysia Thailand Cooperation on Science Technology and Environment ที่ประเทศมาเลเซีย

หลักของเทอร์โมคัปเปิลและการใช้งาน

ภัคนัย ทองทิอัมพร

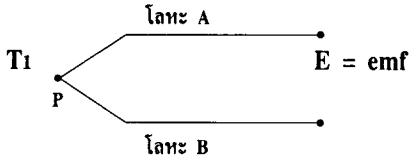
ในการวิเคราะห์ทางความร้อน ที่ต้องการทราบอุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ เราจะใช้เครื่องวัด อุณหภูมิที่มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด โดยที่แต่ละชนิดจะอาศัยหลักของการเปลี่ยนแปลงสมบัติเฉพาะของสาร คือ จะต้องสามารถวัดความเปลี่ยนแปลงได้ ถ้ามีการเปลี่ยนไปของอุณหภูมิ และการเปลี่ยนแปลงนี้จะต้องคงที่และวัดได้ ถ้าพิจารณาถึงโลหะต่างกันสองชนิดที่ปลายทั้งสองเชื่อมต่อกันดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงถึง Seebeck effect

ถ้าปลายด้านหนึ่งถูกทำให้ร้อนขึ้นที่อุณหภูมิ T_1 และที่อีกปลายด้านหนึ่งให้มีอุณหภูมิต่ำที่ T_2 จะเกิดการไหลของกระแสภายในวงจร และกระแสที่ไหลจะขึ้นอยู่กับชนิดของโลหะและอุณหภูมิที่จุดเชื่อมทั้งสอง คือ T_1 และ T_2 ปรากฏการณ์นี้ถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ Seebeck และเรียกว่า Thermoelectric (หรือ Seebeck) effect และจากหลักการนี้สามารถที่จะนำไปใช้วัดอุณหภูมิได้แน่นอน และเรียกอุปกรณ์นี้ว่า เทอร์โมคัปเปิล (Thermocouples) และจากรูปที่ 1 นี้ ที่จุด P จะมีความต่างศักย์ (voltage) V_P ที่มีอุณหภูมิ T_1 ในทำนองเดียวกันที่จุด Q จะมีความต่างศักย์ V_Q ที่มีอุณหภูมิ T_2 กระแสที่เกิดขึ้นเป็นผลจากผลต่างของ V_P และ V_Q และจะเห็นได้ชัดถ้า $T_1=T_2$ จะไม่เกิดกระแสไหลภายในวงจร

และถ้าเปิดจุดเชื่อมที่ปลายด้าน Q ออก จะเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จุดเปิดด้านนี้ ดังรูปที่ 2 และแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะเป็นสัดส่วนกับผลต่างของอุณหภูมิ จะได้



รูปที่ 2 แสดงถึงแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

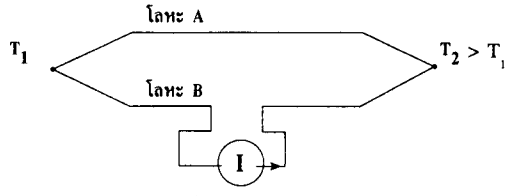
$E = \alpha(T_1-T_2)$

ซึ่ง E = emf = แรงเคลื่อนไฟฟ้า มีหน่วยเป็น volt

α = ค่าคงที่ เรียกว่า ค่าสัมประสิทธิ์ของซีเบ็ค มีหน่วยเป็น volt/K

T_1-T_2 = เป็นผลต่างของอุณหภูมิ มีหน่วยเป็น K

และสิ่งที่น่าสนใจต่อมาภายหลังจากที่ได้ค้นพบ Seebeck effect นั่นคือ ถ้าป้อนกระแสให้กับวงจรดังรูปที่ 3 พบว่า ที่จุดเชื่อมด้านหนึ่งจะร้อนขึ้นและที่จุดปลายอีกด้านหนึ่งจะเย็นลง ขบวนการนี้เรียกว่า Peltier effect จากหลักการนี้ถ้าค่ามีการสลับขั้วของกระแสขึ้น ก็จะทำให้อุณหภูมิที่จุดเชื่อมปลายทั้งสองนั้นสลับกันด้วย คือ T_1 จะมากกว่า T_2

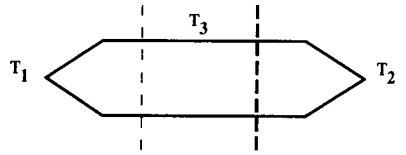


รูปที่ 3 Peltier effect

จากหลักการดังกล่าวนี้ทำให้เทอร์โมคัปเปิลถูกนำไปใช้งาน

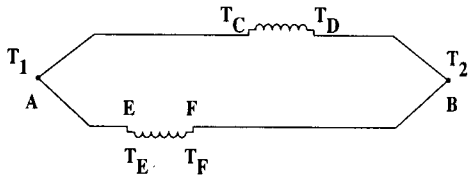
อย่างแพร่หลาย และความร้อนบนจุดเชื่อมของโลหะทั้งสองชนิดจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้า ซึ่งมีกฎที่ควรทราบคือ

กฎข้อที่ 1 กล่าวว่า อุณหภูมิ ณ จุดต่าง ๆ บนสายเทอร์โมคัปเปิลจะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีผลเพียงอุณหภูมิที่จุดปลายของโลหะทั้งสองเท่านั้น ดังรูปที่ 4



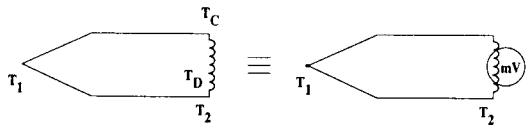
รูปที่ 1 แสดงถึงอุณหภูมิระหว่างกลางสายไม่มี ผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้า

กฎข้อที่ 2 กล่าวว่า ถ้าต่อเพิ่มโลหะเข้าไปในวงจรของเทอร์โมคัปเปิลแล้ว จะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเลย ถ้าอุณหภูมิที่ปลายทั้งสองของโลหะที่ต่อเพิ่มเข้าไปมีค่าเท่ากัน ดังรูปที่ 5 ถ้า CD และ EF เป็นโลหะที่ต่อเพิ่มเข้าไป และ $T_C = T_D$ กับ $T_E = T_F$



รูปที่ 5 แสดงถึงการต่อเพิ่มโลหะ

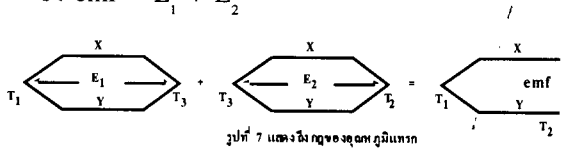
กฎข้อที่ 3 เป็นกฎที่ขยายเพิ่มจากกฎข้อที่ 2 กล่าวคือ ถ้าโลหะที่ 3 นี้ถูกนำไปต่อที่จุดปลายของโลหะทั้งสอง ก็จะไม่มีผลต่อแรงเคลื่อนไฟฟ้าก่อนต่อเลย ถ้าปลายโลหะที่ 3 มีอุณหภูมิเท่ากัน ดังรูปที่ 6 คือ $T_C = T_D$



รูปที่ 6 แสดงถึงโลหะที่ต่อเพิ่มที่จุดปลาย

กฎข้อที่ 4 เป็นกฎที่เรียกว่า กฎของอุณหภูมิแทรก กล่าวว่า สำหรับเทอร์โมคัปเปิลชุดใด ๆ ที่มีอุณหภูมิที่จุดต่อแตกต่างกันแล้ว แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่วัดได้จะมีค่าเท่ากับผลรวมทางพีชคณิต ของแรงเคลื่อนไฟฟ้าของเทอร์โมคัปเปิลชุดนั้น ดังรูปที่ 7

ซึ่ง $emf = E_1 + E_2$

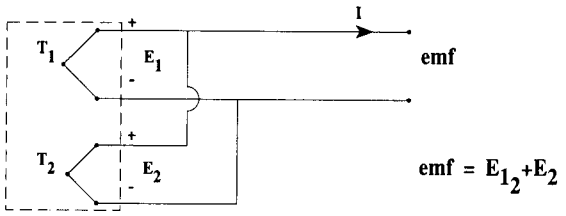


รูปที่ 7 แสดงถึงกฎของอุณหภูมิแทรก

กฎข้อที่ 5 กล่าวว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในเทอร์โมคัปเปิลจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลต่างของอุณหภูมิที่จุดปลายทั้งสอง แต่ถ้าจุดปลายทั้งสองซึ่งมีอุณหภูมิต่างกันนั้นเป็นโลหะชนิดเดียวกันก็จะไม่เกิดกระแสไฟฟ้าในวงจร

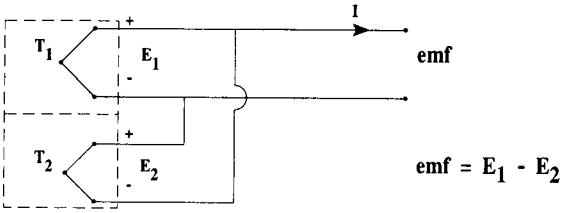
สำหรับการนำเทอร์โมคัปเปิลหลาย ๆ ชุดมาต่อเข้าด้วยกัน จะพบว่าค่าของแรงเคลื่อนไฟฟ้าจะมีค่าต่างกันไม่ขึ้นอยู่กับรูปแบบของการต่อเทอร์โมคัปเปิลเข้าด้วยกัน เช่น

1. ถ้านำเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุดมาต่อขนานกัน เพื่อที่จะหาอุณหภูมิเฉลี่ยของอุณหภูมิ ณ จุดนั้นจะได้ว่า แรงเคลื่อนที่วัดได้จะเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ยของแรงเคลื่อนไฟฟ้าแต่ละจุด ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงถึงการต่อขนานของเทอร์โมคัปเปิล

2. จากผลของข้อ 1. ถ้ามีการสลับขั้วแล้วจะเป็นการวัดผลต่างของอุณหภูมิ และแรงเคลื่อนไฟฟ้า ที่วัดได้จะเป็นผลต่างของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุด ดังรูปที่ 9



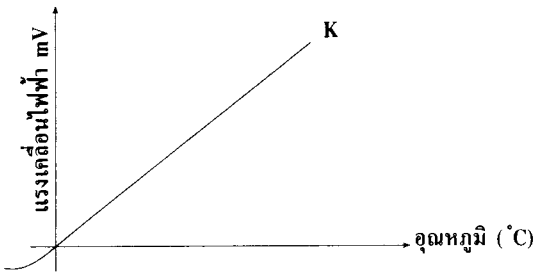
รูปที่ 9 แสดงถึงการต่อขนานที่สลับขั้ว

3. ถ้านำเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุดมาต่ออนุกรมกัน แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับผลรวมของเทอร์โมคัปเปิลแต่ละชุด

สำหรับเทอร์โมคัปเปิลที่นิยมใช้วัดกันมากจะเป็นแบบ K ที่สามารถทนอุณหภูมิได้สูงถึง 1200° ซ. และต่ำสุดถึง -250° ซ. และยังสามารถที่จะใช้ในสภาวะที่เกิดการออกซิเดชัน (oxidation) และเฉื่อย (inert) ได้ดีกว่าเทอร์โมคัปเปิลแบบอื่น ๆ อีกทั้งเทอร์โมคัปเปิลแบบ K นี้มีสมบัติที่ดีมากคือ ให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่สูงกว่าเทอร์โมคัปเปิลแบบอื่น ๆส่วนข้อระวังที่ไม่ควรใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบ K คือ สัมผัสโดยตรงกับสภาวะงานที่เกิดการรีดักชัน (reduction) หรือสภาวะที่ผสมกันของออกซิเดชัน และ รีดักชัน กับสภาวะงานที่เป็นสูญญากาศ และในสภาวะที่ไอซัลเฟอร์ เพราะซัลเฟอร์จะทำลายโลหะทั้งคู่ของเทอร์โมคัปเปิล แต่ถ้าจะใช้ควรจะใส่ในท่อ

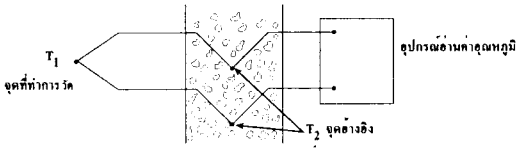
ป้องกัน (protection tube) เสียก่อน นอกจากนี้เทอร์โมคัปเปิล แบบ K จะมีอายุการใช้งานที่ยาวนานประมาณ 20 ปี และกับสภาวะที่มีการแผ่รังสีความร้อนแล้วยังใช้งานได้ดีอีกด้วย

สำหรับความสัมพันธ์ของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากับอุณหภูมิ ณ จุดวัด จะเขียนกราฟออกมาได้ ดังรูปที่ 10



รูปที่ 10 แบบ K (จุดอ้างอิงที่ 0° ซ)

ในการวัดอุณหภูมิโดยการใช้เทอร์โมคัปเปิลแบบดิฟเฟอร์เรนเชียล (differential temperature)ดังรูปที่ 1 นั้น ผลต่างของอุณหภูมิ T_1 และ T_2 วัดค่าออกมาเป็น มิลลิโวลต์ ซึ่งในทางปฏิบัติแล้ว T_2 เป็นอุณหภูมิของบรรยากาศ ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นลงได้ จากที่ต่ำกว่า 0° ซ. ถึง 50° ซ. ดังนั้นค่าที่ อ่านได้จึงสูงกว่าบรรยากาศ แต่ค่าที่อ่านได้มักจะเข้าใจว่าเป็นจุดที่สูง กว่าหรือต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง ดังนั้นค่า T_2 ซึ่งเป็นค่าของอุณหภูมิ ณ จุดอ้างอิง จะต้องรักษาให้คงที่อยู่ที่จุดเยือกแข็งของน้ำที่ 0° ซ. ซึ่งวิธีการรักษาอุณหภูมิของจุดอ้างอิงให้คงที่ที่ 0° ซ. นั้นมีอยู่หลายวิธีด้วยกัน แต่สำหรับที่ใช้ในห้องปฏิบัติการนั้น จะให้จุดอ้างอิงคงที่ด้วยน้ำแข็ง ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 แสดงถึงการรักษาจุดอ้างอิงด้วยน้ำแข็ง

การปฏิบัติที่ให้ได้ผลถูกต้องนั้น จุดอ้างอิงที่จุ่มลงในน้ำที่ปนน้ำแข็ง จะต้องมีระยะห่างอย่างน้อย 11 ซม. จากผิวบน และถ้าจุ่มลงไปลึกเกินไปถึงด้านล่างของภาชนะที่มีแต่น้ำอย่างเดียว จุดอ้างอิงจะมีอุณหภูมิที่สูงกว่าจุด 0° ซ. อาจจะสูงถึง 4° ซ. ก็ได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้

การวัดอุณหภูมิด้วยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีการของเทอร์โมคัปเปิล ได้แก่ วิธีการของ RTD (Resistance Temperature Detectors) Thermisters, Pyrometer จะนำเสนอในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

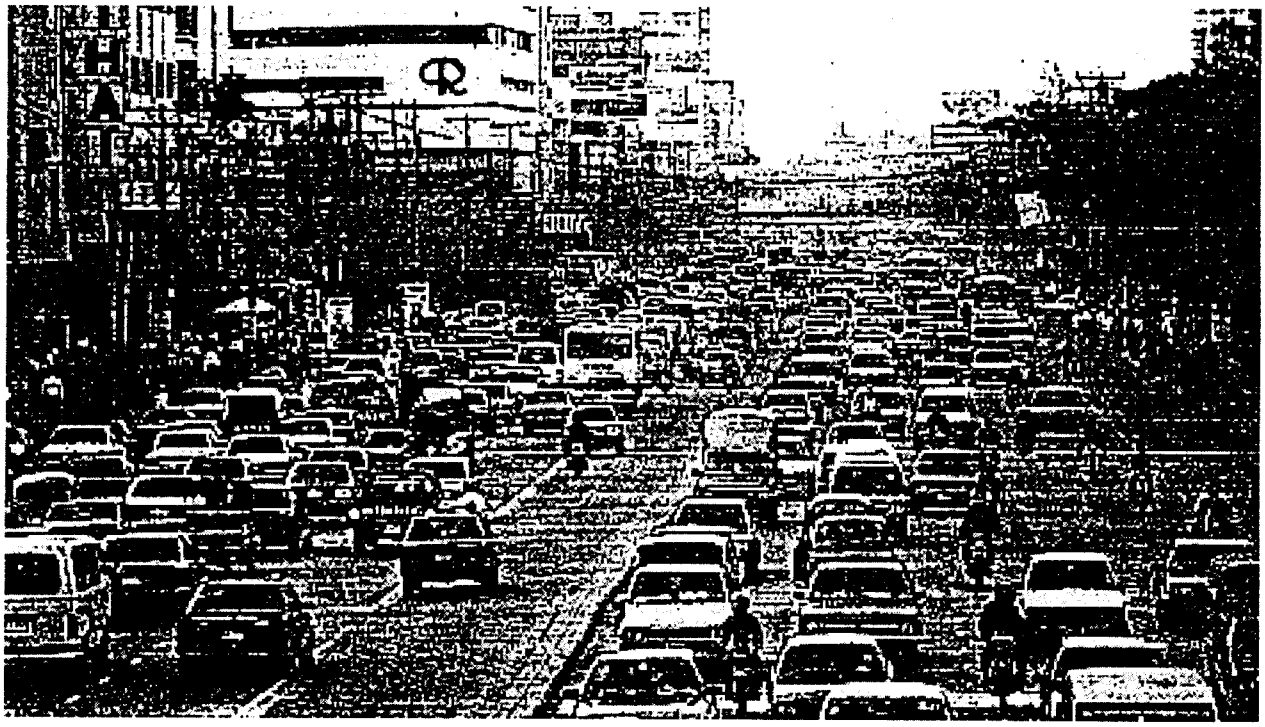
American Society for Testing and Material. Manual on the use of thermocouples in temperature measurement, Philadelphia : The society, 1974.

Curtis Johnson. Process Contest Instrumentation Technology. New Jersey : Prentics-Wall, 1993.

Pass, E.A. Industrial control handbook. London : Bufferworth-Heineman, 1995.

น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว

พิศมัย เลิศวัฒนะพงษ์ชัย



ปัจจุบันมลพิษในอากาศกำลังเป็นปัญหากับมนุษย์และสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ไม่เฉพาะในประเทศไทยเท่านั้น ประเทศอื่นๆ ทั่วโลกก็พบกับปัญหานี้เช่นกัน ภาวะมลพิษในอากาศของประเทศไทยมีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะในกรุงเทพมหานครและจังหวัดใหญ่ๆ ประชาชนส่วนมากรู้สึกว่าอากาศที่หายใจเข้าไปมีฝุ่นละอองและแก๊สพิษอยู่จำนวนมาก ทำให้รู้สึกปวดศีรษะ อึดอัด เหมือนหายใจไม่เต็มที่ เป็นเหตุให้เจ็บป่วยอยู่บ่อยๆ

สาเหตุใหญ่ๆ ของมลพิษในอากาศ คือ ควันพิษและเขม่าที่ปล่อยออกจากโรงงานต่างๆ ฝุ่นละอองจากการก่อสร้างอาคาร ไอเสียจากเครื่องยนต์ เป็นต้น แต่ในเมืองใหญ่ๆ นั้นสาเหตุของมลพิษในอากาศส่วนมากจะมาจากไอเสียของรถยนต์ เนื่องจากทุกวันนี้รถยนต์เปรียบเสมือนปัจจัยที่ห้าของการดำรงชีพ กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นเมืองหลวงและศูนย์กลางด้านต่างๆ ของประเทศ มีประชากรอาศัยอยู่หนาแน่นจึงมีการใช้รถยนต์จำนวนมาก เป็นเหตุให้การจราจรติดขัดถึงขั้นวิกฤต นอกจากนี้จะพบว่ามีหมอกควันที่เกิดจากไอเสียของรถยนต์ฟุ้งกระจายอยู่ในอากาศ เนื่องจากการถ่ายเทอากาศไม่ดีพอเพราะมีอาคารสูงๆ บดบังอยู่ทั่วไป ซึ่งก่อให้เกิดปัญหากับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ปริมาณรถยนต์ที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วทุกปี ทำให้การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงมีปริมาณเพิ่มมากขึ้น เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงเกิดการเผาไหม้จะเกิดแก๊สพิษต่างๆ ออกมากับไอเสียรถยนต์ด้วย เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สารประกอบไฮโดรคาร์บอน (HC) ออกไซด์ของไนโตรเจน (NOx) และ

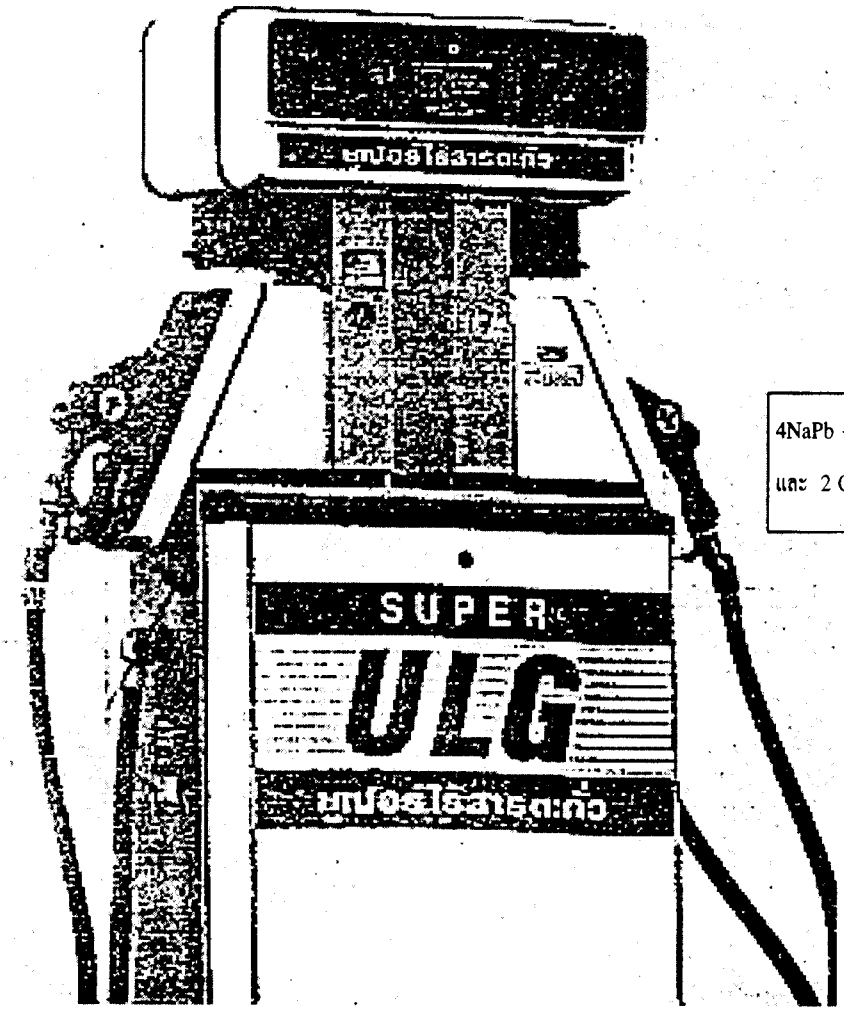
ไอสารตะกั่ว

โดยเฉพาะไอสารตะกั่วนั้นพบว่าเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพ จึงได้รับความสนใจอย่างกว้างขวาง จนถึงกับมีการรณรงค์ให้ใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว และยังมีการนำเสนอพิษภัยของสารตะกั่วด้วย บางท่านอาจจะเคยตั้งคำถามว่าทำไมน้ำมันเบนซินจึงต้องมีสารตะกั่ว

การกำหนดคุณภาพหรือสมบัติของน้ำมันเชื้อเพลิงนั้น ได้กำหนดตามความต้องการของเครื่องยนต์ที่ผู้ผลิตออกแบบไว้ โดยน้ำมันเชื้อเพลิงจะถูกปรับปรุงเพื่อช่วยให้เครื่องยนต์ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด เช่น น้ำมันเบนซิน (น้ำมันแก๊สโซลีน) ที่ใช้กับรถยนต์ในยุคแรกๆ จะเกิดอาการน็อค (knock) อยู่บ่อยๆ สาเหตุเนื่องจากค่าออกเทน (octane number) ในน้ำมันเบนซินต่ำกว่าความต้องการของเครื่องยนต์ จึงมีการค้นคว้าเพื่อปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันเบนซิน โดยการเติมสารประกอบของตะกั่ว เช่น เตตราเมทิลเลด (tetramethyl lead) และเตตราเอทิลเลด (tetraethyl lead) ลงในน้ำมันเบนซินเพื่อเพิ่มค่าออกเทน และป้องกันการน็อคของเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังช่วยหล่อลื่นวาล์ว ลดการสึกหรอของบ่าวาล์วอีกด้วย

การน็อค คือการที่อัตราส่วนผสมของน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศเกิดการสันดาปในห้องเครื่องก่อนถึงจังหวะจุดระเบิดของหัวเทียน ทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ การสันดาปก่อนกำหนดนี้จะทำให้แรงดันบางส่วนที่จะไปหมุนเพลาและลูกล้อเสียไป ทำให้เกิดการสะดุด เร่งไม่ขึ้นและไม่มีกำลัง รถยนต์สมัยใหม่ถูกออกแบบให้ลูกสูบมีอัตราส่วนการอัด (compression ratio) สูง เพื่อประสิทธิภาพของการเร่งเครื่องให้มีแรงขับเคลื่อนสูง วิ่งได้เร็ว และใช้เชื้อเพลิงอย่างมีประสิทธิภาพ อัตราส่วนการอัดสูงนี้ จะทำให้อุณหภูมิในลูกสูบร้อนมากขึ้นกว่ารถยนต์ที่มีอัตราส่วนการอัดต่ำ จึงเกิดการสันดาปของน้ำมันได้ง่ายขึ้น แต่เมื่อใช้น้ำมันเชื้อเพลิงที่มีสารประกอบของตะกั่วผสมอยู่ เมื่อน้ำมันเชื้อเพลิงถูกเผาไหม้ สารประกอบของตะกั่วจะสลายตัวและทำปฏิกิริยากับออกซิเจน ได้ตะกั่วออกไซด์ ซึ่งเป็นอนุภาคเล็กๆ แทรกอยู่ในน้ำมันส่วนที่ยังไม่เผาไหม้ ตะกั่วออกไซด์นี้จะเป็นตัวหน่วง ทำให้การสันดาปก่อนถึงจังหวะจุดระเบิดของหัวเทียนไม่เกิดขึ้น

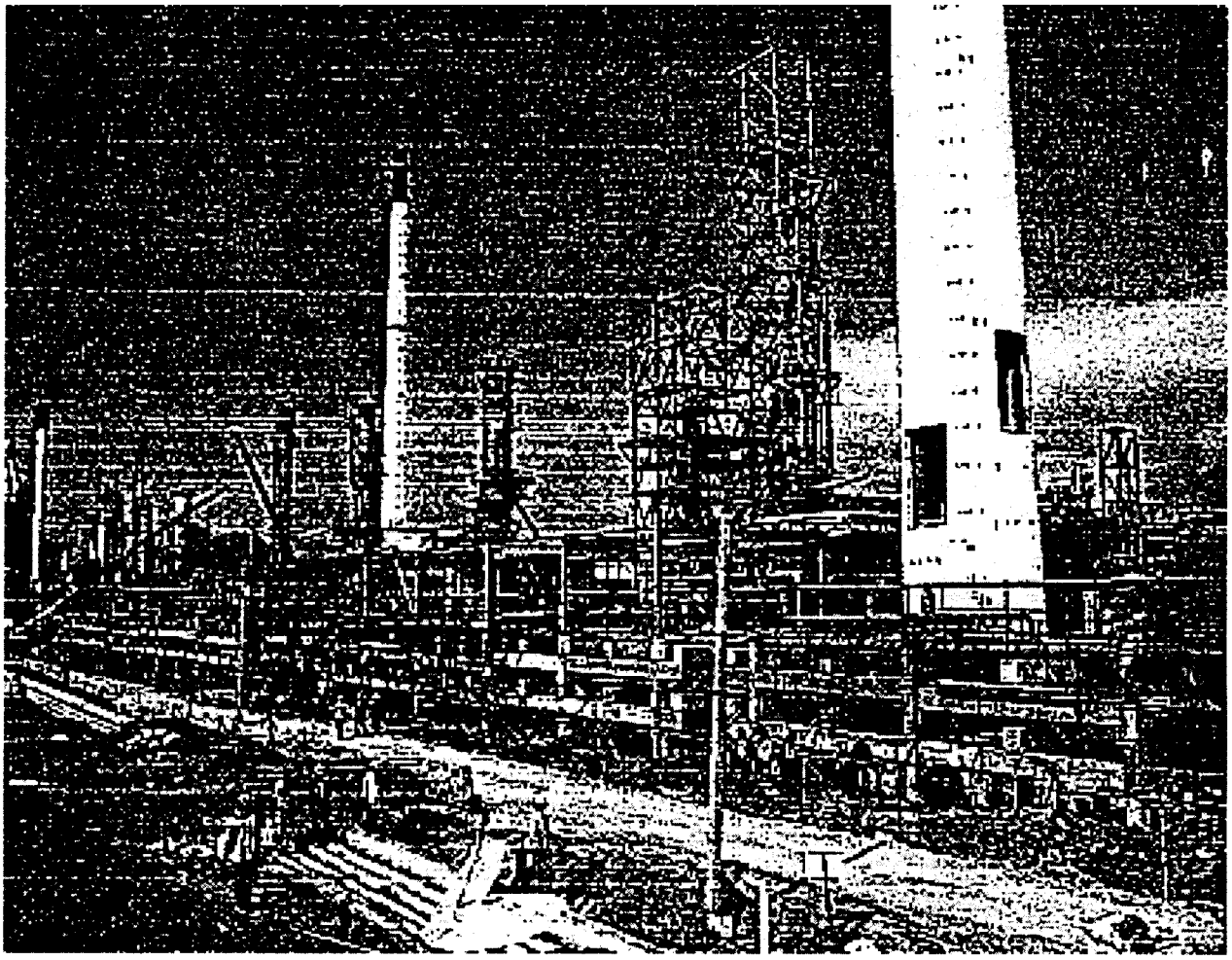
สารประกอบของตะกั่ว เตตราเอทิลเลด หรือ เตตราเมทิลเลด ที่ใช้เติมในน้ำมันเบนซิน เป็นของเหลวใสไม่มีสี จุดเดือด 82 และ 100 องศาเซลเซียส ตามลำดับ ไม่ละลายน้ำแต่ละลายในน้ำมันเบนซิน เตรียมได้จากปฏิกิริยาดังนี้



$$4NaPb + 4C_2H_5Cl \text{ ----------> } (C_2H_5)_4Pb + 3Pb + 4NaCl$$

และ $$2\,CH_3MgCl + 2CH_3Cl + Pb \text{ ----------> } (CH_3)_4Pb + 2MgCl_2$$

สารตะกั่วเมื่อเกิดการเผาไหม้พร้อมกับสารประกอบอื่นๆ ของน้ำมันในเครื่องยนต์แล้วจะออกมาในรูปของอนุภาคตะกั่วโบรไมด์คลอไรด์ (PbBrCl) ซึ่งจะเปลี่ยนสภาพในอากาศเป็นตะกั่วคาร์บอเนต และตะกั่วออกไซด์ ฝุ่นของสารตะกั่วมีขนาดเฉลี่ย 0.2-0.4 ไมครอน ซึ่งเป็นฝุ่นที่มีขนาดเล็กมากและคล้ายแก๊สสามารถแพร่กระจายในอากาศไปได้ไกล และเข้าสู่



ร่างกายได้โดยการหายใจ หรืออาจปะปนลงในอาหารได้เมื่อร่างกายได้รับสารตะกั่วและถูกดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดแล้ว สารตะกั่วจะถูกลำเลียงไปยังอวัยวะต่าง ๆ ของร่างกาย เมื่อมีการสะสมมากขึ้นอาจจะทำให้มีภาวะผิดปกติทางร่างกายและระบบประสาทได้ดังนี้

พิษต่อระบบประสาทและสมอง ทำให้เกิดอาการชาและเป็นอัมพาตบางส่วน เช่น แขนและขา ถ้าเกิดอาการในเด็กจะมีอาการซึม ปวดศีรษะ เดินเซ กล้ามเนื้อกระตุก ความจำเสื่อม การเรียนเลวลง และก้าวร้าว ถ้าได้รับสารตะกั่วในปริมาณมากจนเกิดอาการเฉียบพลัน จะชักหมดสติและเสียชีวิตได้

พิษต่อไต ทำให้การดูดซึมน้ำตาลกลูโคส กรดอะมิโน สารฟอสเฟต กลับคืนน้อยลง มีการขับถ่ายกรดยูริกลดลง ทำให้เกิดอาการของโรคเกาต์ และมีความดันโลหิตสูง

พิษต่อระบบทางเดินอาหาร ทำให้เบื่ออาหาร อาหารไม่ย่อย ท้องผูก ปวดท้องเนื่องจากลำไส้หดเกร็ง

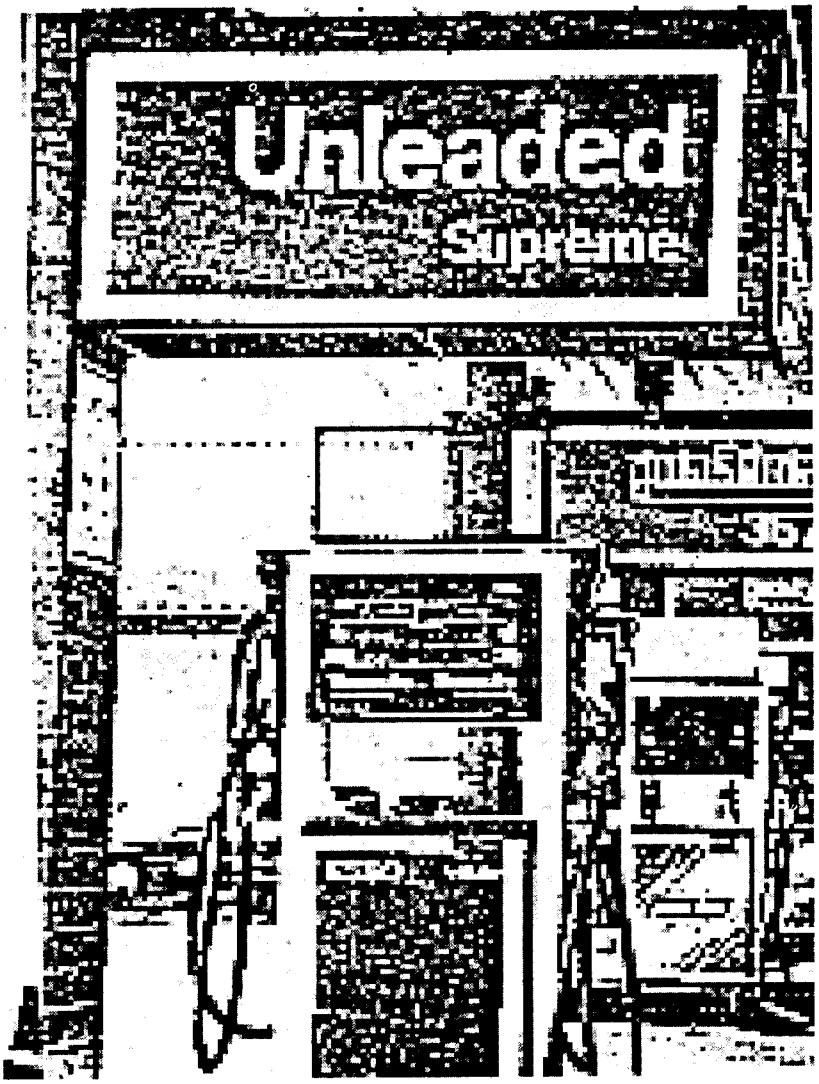
พิษต่อระบบเลือด จะลดการทำงานของเอนไซม์ในเม็ดเลือดแดงที่หมุนเวียนอยู่ในกระแสเลือด ทำให้อายุของเม็ดเลือดแดงสั้นลง เม็ดเลือดแดงแตกง่าย และทำให้เกิดโรคโลหิตจางในเด็ก

นอกจากนี้ สารตะกั่วยังขัดขวางการสร้างวิตามิน D และทำให้การเจริญเติบโตของเด็กช้าลง ตัวเล็กไม่สมอายุ การพัฒนาทางสมองของเด็กช้ากว่าปกติและปัญญาอ่อนได้

โอกาสที่จะเกิดพิษตะกั่วในร่างกายหรือไม่นั้นขึ้นอยู่กับระดับตะกั่วในร่างกาย ปริมาณที่ได้รับเพิ่ม อายุ และความไวของแต่ละบุคคลที่ได้รับ ในผู้ใหญ่จะเกิดพิษเมื่อมีสารตะกั่วในเลือดเกิน 40 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร ในเด็กยิ่งอายุน้อยจะมีโอกาสเกิดพิษได้ง่ายและรุนแรงกว่า เด็กที่ได้รับสารตะกั่วในปริมาณ 25-30 ไมโครกรัมต่อเดซิลิตร จะเป็นพิษต่อสมอง อาจทำให้เกิดอาการปัญญาอ่อนได้ในที่สุด

จากพิษภัยดังกล่าวของสารตะกั่ว ทำให้ทุกคนเริ่มหันมาแก้ปัญหาเพื่อลดปริมาณสารตะกั่วในอากาศ วิธีแก้วิธีหนึ่งคือการใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่ว โดยรัฐบาลได้เห็นความจำเป็นที่จะรณรงค์รักษาสิ่งแวดล้อม จึงได้ออกประกาศกำหนดคุณภาพและปริมาณสารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน ดังนี้

ปี พ.ศ. 2527 กำหนดให้น้ำมันเบนซินมีปริมาณสารตะกั่วลดลงจาก 0.84 กรัมต่อลิตร เป็น 0.45 กรัมต่อลิตร และ



ให้เหลือ 0.40 กรัมต่อลิตร ในปี พ.ศ. 2532

ปี พ.ศ. 2534 เริ่มจำหน่ายน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษไร้สารตะกั่วเป็นครั้งแรก และรัฐบาลยังเพิ่มแรงจูงใจแก่ผู้ใช้รถยนต์ด้วยการกำหนดราคาน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษไร้สารตะกั่วให้ต่ำกว่าเบนซินชนิดพิเศษมีสารตะกั่ว 30 สตางค์ต่อลิตร

ปี พ.ศ. 2535 ให้น้ำมันเบนซินมีปริมาณสารตะกั่วลดลงจาก 0.40 กรัมต่อลิตร เหลือ 0.15 กรัมต่อลิตร และกำหนดให้เลิกจำหน่ายน้ำมันเบนซินชนิดมีสารตะกั่วภายใน ปี พ.ศ. 2539

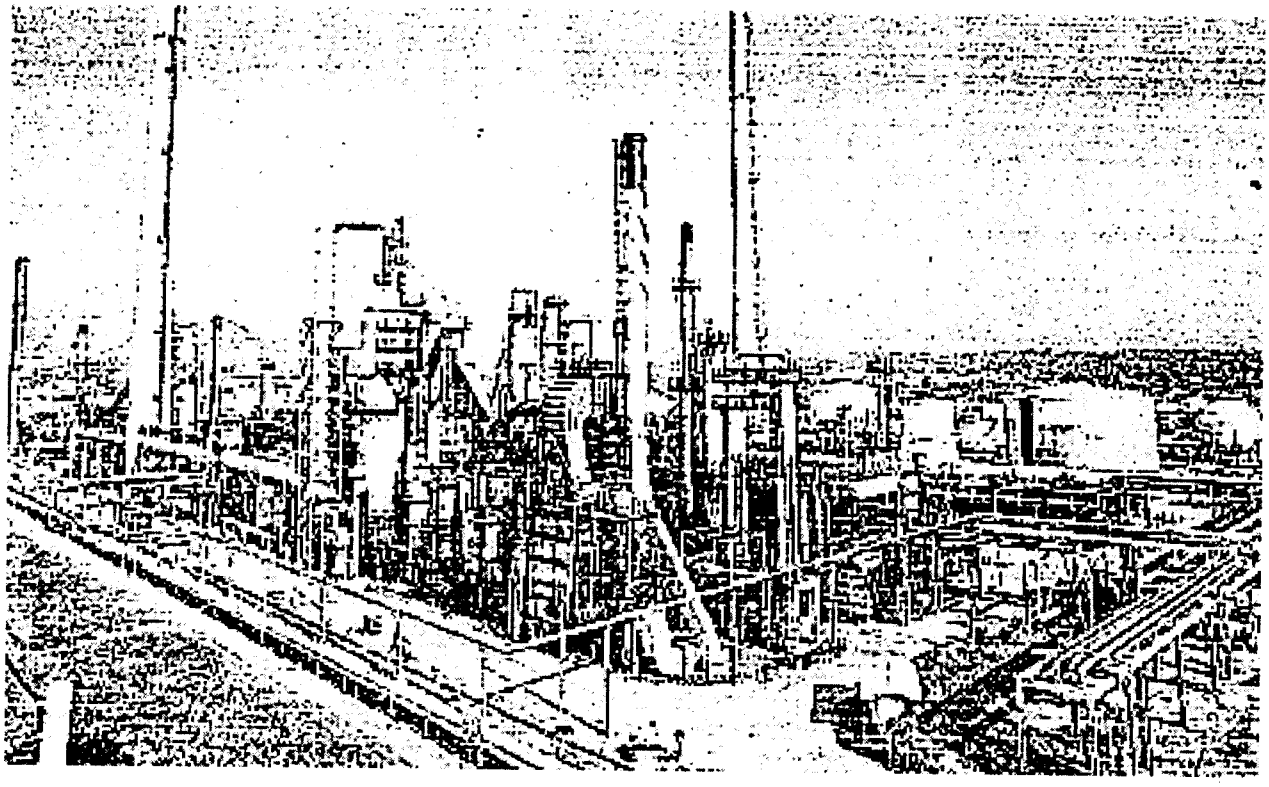
ปี พ.ศ. 2536 กำหนดให้มีปริมาณสารประกอบออกซิจิเนเตด (oxygenated compounds) ต่ำสุด 1% และสูงสุด 2% โดยน้ำหนัก ในน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ เพื่อลดแก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ และให้ลดปริมาณสารเบนซินสูงสุดจาก 5.0% เหลือ 3.5% โดยปริมาตร เพื่อลดสารเบนซินในอากาศ

นอกจากนี้ รัฐบาลยังกำหนดให้รถยนต์รุ่นใหม่ที่ใช้น้ำมันเบนซิน ต้องใช้เครื่องกรองอากาศที่เรียกว่า "แคตาไลติกคอนเวอร์เตอร์" (catalytic converter) เพื่อกรองสารพิษ (CO, HC, NOx) จากไอเสียรถยนต์ ซึ่งเป็นผลให้รถยนต์รุ่นใหม่ต้องใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เพราะเมื่อใช้น้ำมันเบนซินที่มีสารตะกั่ว สารประกอบของตะกั่วคลอไรด์ และตะกั่วโบรไมด์ ที่เกิดจากการเผาไหม้ของน้ำมัน จะทำให้อายุการใช้งานของเครื่องกรองอากาศดังกล่าวสั้นลง ทำให้เสียค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้น

จากมาตรการต่าง ๆ ของรัฐบาล ทำให้บริษัทน้ำมันและโรงกลั่นน้ำมันพยายามหาวิธีลดสารตะกั่ว แต่เพิ่มค่าออกเทนในน้ำมันเบนซิน โดยวิธีอื่น คือ ผสมสารประเภทออกซิจิเนเตด หรือปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันในระหว่างการผลิต

สารประกอบออกซิจิเนเตด ที่ใช้ผสมในน้ำมันเบนซินได้แก่ แอลกอฮอล์ หรือ เอ็มทีบีอี (MTBE : Methyl Tertio Butyl Ether หรือ Methyl Tertiary Butyl Ether)

แอลกอฮอล์ สามารถนำไปผสมในน้ำมันเบนซินแทนสารตะกั่ว เพื่อเพิ่มค่า



ออกเทนได้ แต่ก็ยังมีข้อเสีย คือ แอลกอฮอล์นั้น ปกติจะมีน้ำผสมอยู่ และตัวมันเองยังมีสมบัติในการดูดน้ำด้วย โดยเฉพาะประเทศไทยมีความชื้นในบรรยากาศสูง เมื่อผสมแอลกอฮอล์ลงในน้ำมันเบนซิน จะทำให้น้ำแยกตัวออกจากน้ำมันเข้าไปในคาบูเรเตอร์ และลูกสูบทำให้รถวิ่งกระตุก และน้ำยังมีส่วนทำให้เกิดการกัดกร่อนของอุปกรณ์ต่างๆ ในเครื่องยนต์ถ้าจะขจัดน้ำออกจากแอลกอฮอล์ก่อนที่จะผสมลงในน้ำมันเบนซิน จะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ส่งผลให้ราคาน้ำมันสูงขึ้นด้วย

สารเอ็มทีบีอี เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนที่มีออกซิเจนอยู่ด้วย เมื่อนำมาผสมในน้ำมันเบนซิน จะทำให้ค่าออกเทนสูงขึ้นและช่วยเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำมัน ทำให้การเผาไหม้ดีขึ้น ไม่มีอาการน็อค และไม่มีมลพิษเกิดขึ้น แต่สารเอ็มทีบีอี มีผู้ผลิตออกมาน้อยแต่ความต้องการใช้สูง ในอนาคตเมื่อมีการใช้น้ำมันมากขึ้นเรื่อยๆ อาจทำให้เกิดการขาดแคลนสารเอ็มทีบีอีที่จะใช้ผสมในน้ำมัน ทำให้น้ำมันมีต้นทุนการผลิตสูง และมีราคาแพง

การปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันในระหว่างการผลิต เป็นกระบวนการที่ใช้ในการทำให้น้ำมันดิบหรือผลิตภัณฑ์กึ่งสำเร็จที่ได้จากกระบวนการกลั่นแยก มีคุณภาพดีขึ้น และมีค่าออกเทนสูงขึ้น โดยวิธีดังนี้

รีฟอร์เมอร์ (reformer) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันแนฟทาหนัก (heavy naphtha) ซึ่งมีค่าออกเทนต่ำ โดยนำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจาก นอร์มอล พาราฟินส์ (normal paraffins) ไปเป็นไอโซพาราฟินส์ (iso paraffins) และ อะโรเมติกส์ (arometics) โดยใช้สารเร่งปฏิกิริยา (catalyst) คือ พลาตินัม (platinum) และคลอไรด์ (chloride) และใช้อุณหภูมิประมาณ 543 องศาเซลเซียส ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า รีฟอร์เมต (reformate) มีค่าออกเทน 100-102

ไอโซเมอไรเซชั่น (isomerization) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันแนฟทาเบา (light naphtha) ซึ่งมีค่าออกเทนต่ำ โดยนำมาเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลจาก นอร์มอล พาราฟินส์ ไปเป็น ไอโซพาราฟินส์ โดยใช้อุณหภูมิประมาณ 150 องศาเซลเซียส และมีสารประกอบคลอไรด์เป็นสารเร่งปฏิกิริยาภายในบรรยากาศของแก๊สไฮโดรเจนที่ความดัน 30 เท่าของบรรยากาศ ผลิตภัณฑ์ที่ได้ เรียกว่า ไอโซเมอเรต (isometate) มีค่าออกเทน 88-89 ขณะเดียวกันสารอะโรเมติกส์และสารเบนซินก็ถูกกำจัดออกไปด้วย

แคตแครกเคอร์ (cat. cracker) เป็นกระบวนการปรับปรุงคุณภาพของน้ำมันหนักที่อยู่ในช่วงน้ำมันเตา โดยการทำให้แตกตัวและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโมเลกุลของสารประกอบไฮโดรคาร์บอน ที่อุณหภูมิประมาณ 480 องศาเซลเซียส และมีอะลูมินา (alumina) หรือ ซิลิกา

แมกนีเซีย (silica magnesia) เป็นสารเร่งปฏิกิริยาให้เกิดการแตกตัว ผลิตภัณฑ์ที่ได้เรียกว่า แคตแครกเคดแก๊สโซลีน (cat. cracked gasoline) มีค่าออกเทน 90

เมื่อผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้แต่ละส่วนยังมีสมบัติไม่เหมาะกับการใช้งาน จึงต้องนำผลิตภัณฑ์น้ำมันที่ได้ในแต่ละกระบวนการและน้ำมันที่ได้จากขั้นตอนอื่นๆ มาผสมกันในอัตราส่วนต่างๆ เพื่อให้ได้น้ำมันเบนซินที่มีค่าออกเทนและมีสมบัติบางประการตามข้อกำหนดของกระทรวงพาณิชย์คือน้ำมันเบนซินชนิดพิเศษ ต้องมีค่าออกเทนอย่างต่ำ 95.0 และน้ำมันเบนซินชนิดธรรมดา ต้องมีค่าออกเทนอย่างต่ำ 83.0

ปัจจุบันถึงแม้ประเทศไทยจะใช้น้ำมันเบนซินไร้สารตะกั่วแล้ว ก็ไม่ควรนิ่งนอนใจเพราะในน้ำมันเชื้อเพลิงก็ยังมีสารพิษอื่นๆ ที่สามารถทำให้เกิดมลพิษในอากาศได้อีก ดังนั้นทุกๆ หน่วยงานควรจะช่วยกันหาวิธีลดมลพิษต่างๆ ในอากาศ และวิธีหนึ่งที่ทุกคนสามารถทำได้คือ การใช้น้ำมันเชื้อเพลิงอย่างประหยัด มีประสิทธิภาพและมีประโยชน์อย่างสูงสุดเพื่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อมที่ดี

เอกสารอ้างอิง

นิพนธ์ พวงวรินทร์ และ สมชัย บวรกิตติ. สถานภาพของมลพิษตะกั่วในประเทศไทย. วารสารราชบัณฑิตสถาน, ตุลาคม-ธันวาคม 2530 ปีที่ 19, ฉบับที่ 1, หน้า 39-51

มาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กอง. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อม. สารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน. วารสารวิทยาศาสตร์, มีนาคม-เมษายน 2532, ปีที่ 43, ฉบับที่ 2, หน้า 115-117.

โยงใยน้ำมัน. วารสารไทยออยล์, ธันวาคม 2535, ปีที่ 7 ฉบับที่ 4, หน้า 22-26.

ไร้สารตะกั่วและ MTBE. วารสารไทยออยล์, มีนาคม 2535, ปีที่ 7 ฉบับที่ 1, หน้า 26-29.

สำนักนายกรัฐมนตรี. สำนักงานคณะกรรมการนโยบายแห่งชาติ. เรื่องการปรับปรุงคุณภาพน้ำมันเบนซิน. วารสารนโยบายพลังงาน, ตุลาคม-ธันวาคม 2537, ฉบับที่ 26, หน้า 66-67.

สิปปนนท์ เกตุทัต. สารตะกั่วและการไม่ใช้สารตะกั่วในน้ำมันเบนซิน. วารสารวิทยาศาสตร์, มีนาคม-เมษายน 2532, ปีที่ 43, ฉบับที่ 2, หน้า 110-112.

หน่วยไอโซเมอไรเซชั่น. วารสารไทยออยล์, มีนาคม 2538, ปีที่ 10 ฉบับที่ 1, หน้า 38-41.

ข้อมูลสารเคมีด้านความปลอดภัย

สันทนา อมรไชย สุวศรี เตชะภาส

ข้อมูลสารเคมีด้านความปลอดภัย เริ่มนำมาใช้ตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 โดย United State Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ซึ่งเป็นหน่วยงานที่มีหน้าที่รับผิดชอบต่อสุขภาพอนามัยและความปลอดภัยในการทำงานของประเทศสหรัฐอเมริกา ได้ออกกฎหมายเกี่ยวกับความปลอดภัยในสถานที่ทำงาน (OSHAct) กำหนดมาตรการป้องกันอันตรายและความเสี่ยงของสุขภาพของคนงานที่ต้องทำงานกับสารเคมีที่เป็นอันตราย เช่น กำหนดให้มีการติดฉลาก (labeling) บนภาชนะบรรจุสารอันตราย และการฝึกด้านความปลอดภัยเมื่อใช้สารอันตราย โดยกำหนดให้ใช้ในอุตสาหกรรม จนกระทั่งปี ค.ศ. 1983 OSHAct ได้ปรับปรุงมาตรฐานการให้ข้อมูลเกี่ยวกับสารอันตรายที่มีการผลิตขึ้นในอุตสาหกรรม โดยใช้รูปแบบของ OSHA'S Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้คนงานที่ทำงานเกี่ยวข้องกับสารอันตรายได้รับรู้อันตรายของสาร และขั้นตอนที่จำเป็นในการป้องกันตนเองจากอันตรายเหล่านั้น ทั้งนี้ได้กำหนดการดำเนินการเพื่อความปลอดภัยสำหรับผู้ทำงานเกี่ยวกับสารอันตราย เช่น การติดฉลาก (labeling) การจัดทำเอกสารข้อมูลอันตราย (Material Safety Data Sheet) และการฝึกอบรมการใช้สารเคมี (training program) มาตรการดังกล่าวได้รับการยอมรับและนำไปใช้ในประเทศอุตสาหกรรมต่างๆ ทั่วโลก สามารถลดอุบัติเหตุ การบาดเจ็บ และการเจ็บป่วยของผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับสารอันตรายได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ข้อมูลสารเคมีบนฉลาก (Labeling Identification)

ข้อมูลสารเคมีบนฉลาก สำหรับปิดบนภาชนะบรรจุสารเคมี เป็นข้อมูลจำเป็นที่ใช้ในการจำแนกสารเคมีที่มีความถูกต้อง ชัดเจน และมีรูปแบบที่แน่นอนตามมาตรฐานสากล จัดเตรียมโดยผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่าย ข้อมูลบนฉลากที่กำหนดตาม American National Standards Institute (ANSI) ประกอบด้วย

1. ชื่อสารเคมี
2. ข้อควรระวัง คำเตือน อันตราย
3. ข้อความแสดงอันตราย
4. มาตรการความปลอดภัย
5. วิธีการแก้ไข เมื่อได้รับสารอันตราย
6. ข้อมูลการรักษาฉุกเฉินสำหรับแพทย์
7. กระบวนการจัดการในกรณีเกิดไฟไหม้ หกหรือ รั่วไหล
8. คำแนะนำในการจัดเก็บและเก็บรักษา

ตัวอย่างข้อมูลสารเคมีบนฉลาก ดังแสดงในรูปที่ 1

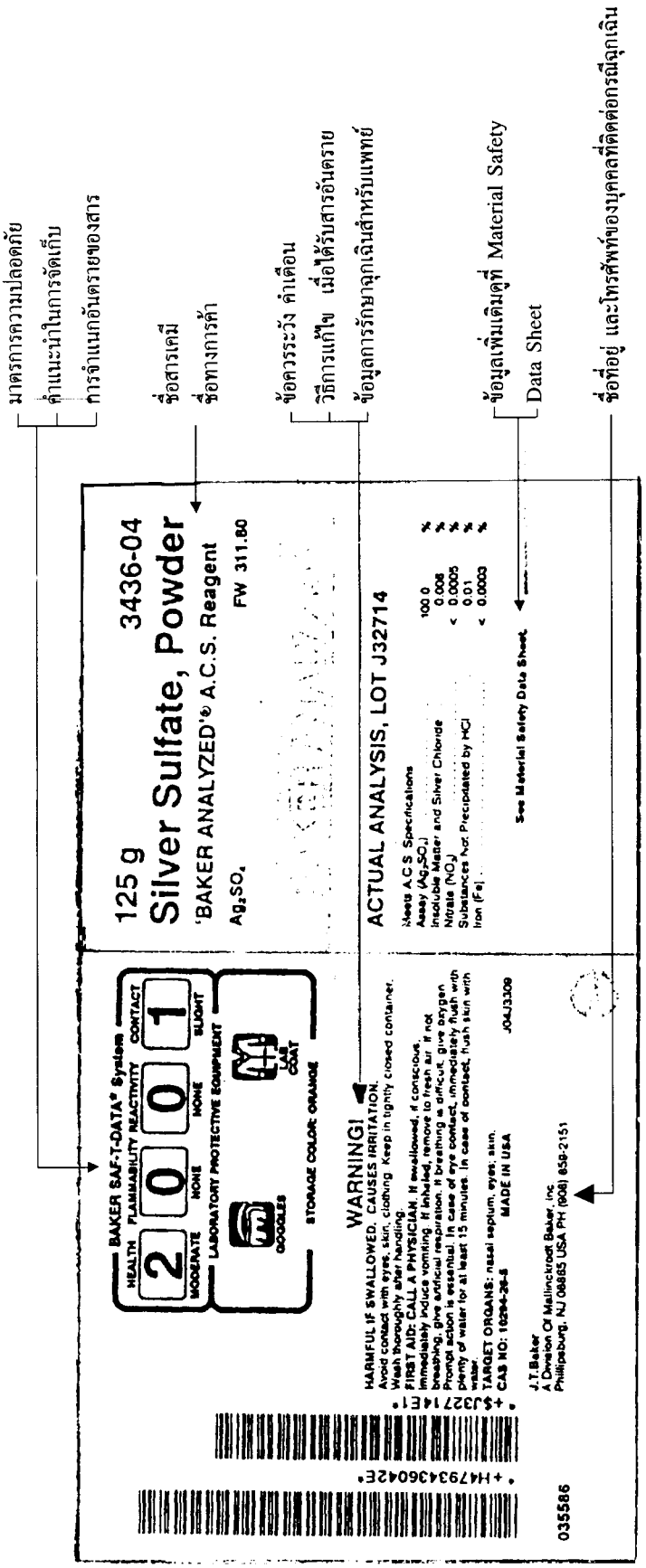
นอกเหนือจากนี้อาจเพิ่มข้อมูลในส่วนที่เป็นชื่อที่อยู่และโทรศัพท์ของบุคคลที่ติดต่อในกรณีฉุกเฉิน และข้อมูลที่จำแนกสารอันตรายเพื่อความปลอดภัยในการขนส่ง ที่กำหนดโดย United Nations Recommendation on Transport of Dangerous Goods. รวมทั้งสัญลักษณ์ในการแยกสารอันตราย ตามที่กำหนด ใน Dot. Regulation ดังแสดงในรูปที่ 2

ข้อมูลสารเคมีในรูปเอกสาร (Material Safety Data Sheet)

ข้อมูลสารเคมีในรูปเอกสาร เป็นข้อมูลของสารเคมีที่มีการผลิตขึ้นในอุตสาหกรรม ให้รายละเอียดมากกว่าข้อมูลบนฉลาก โดยรวบรวมข้อมูลของสารเคมีเกี่ยวกับคุณสมบัติอันตราย ข้อควรระวัง และการปฏิบัติต่างๆ เพื่อความปลอดภัย เดิมเอกสารนี้จัดทำในรูปแบบที่รู้จักกันในวงการอุตสาหกรรมว่า OSHA 20 Form กำหนดให้เป็นเอกสารที่ผู้ผลิตจะต้องจัดทำขึ้นสำหรับลูกค้า กรณีที่ไม่ได้ติดต่อกับผู้ผลิตโดยตรง เป็นหน้าที่ของผู้นำเข้า และผู้จำหน่ายจะต้องจัดส่งเอกสารนี้ให้ลูกค้าพร้อมการขนส่ง ปัจจุบันปรับปรุงรูปแบบของการลงข้อมูลเป็น OSHA Hazard Communication Standard 29 CFR 1910.1200 ใช้ชื่อว่า Material Safety Data Sheets หรือ MSDS.

MSDS จัดทำขึ้นเพื่อเป็นคู่มือและแหล่งข้อมูลสำหรับบุคลากรระดับหัวหน้า ในการกำหนดมาตรการความปลอดภัยในที่ทำงาน และสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลให้ผู้ปฏิบัติงานเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา ในระยะแรกเน้นการใช้ MSDSs ในกลุ่มผู้ผลิตภาคอุตสาหกรรม ต่อมาได้ขยายไปยังกลุ่มที่ไม่ใช่ผู้ผลิตในภาคอุตสาหกรรม เช่น กลุ่มผู้ใช้สารเคมี และกลุ่มผู้ให้การรักษาโรคที่เกิดจากการทำงานเกี่ยวข้องกับสารเคมี เช่น ห้องปฏิบัติการ โรงพยาบาล หน่วยงานทางทันตกรรม และจักษุกรรม รวมทั้งหน่วยงานทางสุขอนามัยต่างๆ

รูปแบบของ MSDSs ตาม OSHA Hazard Communication Standard แสดงอยู่ในรูปที่ 3 กำหนดแบบลงข้อมูลเป็น 2 หน้า แบ่งข้อมูลเป็น 9 sections ประกอบด้วย



รูปที่ 1 ตัวอย่างข้อมูลสารเคมีบนฉลาก(labeling)

section I : Identity

section II : Hazardous Ingredient/Identification

section III : Physical/Chemical Characteristics

section IV : Fire and Explosion Hazard Data

section V : Reactivity Data

section VI : Health Hazard Data

section VII : Precaution for Safe Handling and use

section VIII : Special Protection Information

section IX : Regulatory Status

รูปแบบของ MSDS ไม่กำหนดตายตัว สามารถยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม แต่จะต้องมีรายละเอียด ครบถ้วนดังนี้

1. ชื่อเฉพาะของสารอันตราย หรือส่วนประกอบที่เป็นสารอันตรายในส่วนผสม กรณีที่ปริมาณที่มีอยู่ก่อให้เกิดอันตราย รวมทั้งชื่อทางการค้า รหัสประจำตัวสาร ชื่อสามัญ ชื่อพ้อง

2. ชื่อ ที่อยู่ และหมายเลขโทรศัพท์ฉุกเฉินของบริษัทผู้ผลิต

3. ข้อมูลเกี่ยวกับสารอันตราย เช่น ปริมาณสารเคมีที่อนุญาตให้มีได้ในสภาวะแวดล้อมในที่ทำงาน ปริมาณที่ทำให้เกิดพิษ สมบัติทางกายภาพ และเคมี ฯลฯ

4. การจำแนกอันตราย เช่น การติดไฟ การระเบิด การกัดกร่อน ความไวต่อการเกิดปฏิกิริยา ความไวต่อการกระทบ ความเป็นพิษที่แสดงผลในลักษณะเฉียบพลันและเรื้อรัง

5. ข้อมูลด้านการป้องกันและแก้ไขเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เป็นข้อมูลในการรักษาพยาบาลเบื้องต้น เป็นคำแนะนำให้แก่แพทย์ผู้รักษา

6. การปฏิบัติเมื่อสารเคมีหกรั่ว รวมทั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกัน และวิธีป้องกันอื่นๆ

7. วิธีดับไฟ รวมทั้งการแนะนำอุปกรณ์ป้องกัน

8. ภาวะการจัดเก็บสารเคมี เพื่อลดอันตราย

9. ข้อมูลอื่นๆ เช่น การบรรจุกรณีพิเศษ หรือลักษณะพิเศษประจำตัวสารที่ไม่ได้กล่าวข้างต้น

10. วันที่จัดทำและเผยแพร่ MSDS

ตัวอย่างการลงข้อมูลสารเคมีตาม OSHA Hazard Communication Standard 29 CFR. 1910.1200 ดังแสดงในรูปที่ 4

การจัดเก็บ MSDS ของสารอันตรายในที่ทำงาน เป็นหน้าที่ของนายจ้างหรือบุคลากรระดับหัวหน้าในการกำหนดระบบการจัดเก็บ เพื่อให้ผู้ทำงานสามารถเข้าถึงข้อมูลได้ตลอดเวลา ซึ่งไม่มีรูปแบบที่ตายตัวบางแห่งอาจจัดทำเป็นคู่มือการใช้ หรืออาจแยกเป็นกลุ่มสารอันตรายประเภทต่างๆ ระบบที่นิยมในปัจจุบัน คือ ระบบการจัดเก็บข้อมูล MSDS ในรูปฐานข้อมูล เนื่องจากสามารถเพิ่มเติมข้อมูลให้เป็นปัจจุบันได้สะดวก และรวดเร็ว และสามารถสืบค้นข้อมูลได้ตลอดเวลา สิ่งสำคัญสำหรับโรงงานที่มีการจัดเก็บสารอันตรายจำเป็นต้องจัดโปรแกรมการฝึกอบรมวิธีการใช้ฉลาก MSDS และวิธีการเข้าถึงข้อมูลแก่ผู้ทำงานเกี่ยวข้องกับสารอันตรายโดยเฉพาะเมื่อมีการนำสารอันตรายใหม่เข้ามา

แหล่งข้อมูลสารอันตราย

ข้อมูลสารอันตราย ด้านความปลอดภัยในที่ทำงาน ความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม เป็นข้อมูลที่เพิ่มขึ้นและเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา เป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นโดยไม่มีขีดจำกัด ไม่ขึ้นอยู่กับชาติและภาษา เป็นข้อมูลที่มีความสำคัญต่อบุคคลต่างๆ ทุกสาขาวิชา การรวบรวมข้อมูลได้จัดทำเป็นรูปแบบต่างๆ เช่น กฎหมาย ผลงานวิจัย วารสาร สารานุกรม คู่มือ หนังสือ รายงาน จุลสาร ฐานข้อมูล คลังข้อมูล และ CD-ROM เป็นต้น ดังนั้นการติดตามข้อมูลให้ได้ข้อมูลครบถ้วนจำเป็นที่จะต้องใช้บริการสืบค้นข้อมูลจากหน่วยบริการสารนิเทศต่างๆ เช่น สมาคม องค์กร ห้องสมุด และศูนย์สารนิเทศ โดยมีเจ้าหน้าที่ห้องสมุดเฉพาะทางด้านวิทยาศาสตร์ หรือ นักวิทยาศาสตร์สนเทศ ให้คำแนะนำและช่วยค้นคว้าในระบบสืบค้นด้วยมือ และในระบบออนไลน์ ตัวอย่างข้อมูลสารอันตรายที่รวบรวมและจัดเผยแพร่ในรูป chemical data sheet ดังรูปที่ 4

กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในฐานะที่เป็นหน่วยงานที่ให้บริการสารนิเทศวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี ได้ตระหนักถึงความสำคัญของข้อมูลสารอันตราย ได้จัดหาสื่อสิ่งพิมพ์และสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในรูป CD-ROM ที่ให้ข้อมูลสารอันตรายอย่างครบถ้วน และบริการช่วยค้นคว้าหาข้อมูลสารอันตรายด้านความเป็นพิษ ความปลอดภัยและสุขภาพในที่ทำงาน การกำจัดและการทำลาย ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ฯลฯ ตัวอย่างเอกสารที่ให้ข้อมูลดังกล่าวมีในภาคผนวก ผู้ที่สนใจศึกษาค้นคว้า ติดต่อขอรับบริการได้ที่ กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ทุกวันเวลาราชการ

CAS-No: [108-95-2] C_6H_5OH

carbolic acid
hydroxybenzene
oxybenzene

PHENOL

PHYSICAL PROPERTIES		IMPORTANT CHARACTERISTICS
Boiling point, °C	182	COLORLESS HYGROSCOPIC CRYSTALS WITH CHARACTERISTIC ODOR, TURNING PINK ON EXPOSURE TO AIR
Melting point, °C	41	Vapor mixes readily with air. Reacts with oxidants. Attacks aluminum, lead and zinc.
Flash point, °C	78	
Auto-ignition temperature, °C	605	
Relative density (water = 1)	1.1	TLV-TWA (skin) 5 ppm 19 mg/m³
Relative vapor density (air = 1)	3.2	
Relative density at 20 °C of saturated mixture vapor/air (air = 1)	1.00	**Absorption route:** Can enter the body by inhalation or ingestion or - very rapidly - through the skin. Harmful atmospheric concentrations build up fairly slowly on evaporation at 20°C, but harmful concentrations of airborne particles can build up much more rapidly.
Vapor pressure, mm Hg at 20 °C	0.33	**Immediate effects.** Corrosive to the eyes, skin and respiratory tract. Affects the nervous system. Inhalation can cause severe breathing difficulties. In serious cases risk of unconsciousness and death.
Solubility in water, g/100 ml	9	**Effects of prolonged/repeated exposure:** Can cause liver and kidney damage.
Explosive limits, vol% in air	1.3-8.6	
Electrical conductivity, pS/m	2x10⁶	
Relative molecular mass	94.1	
Log P octanol/water	1.5	
Gross formula:	C_6H_6O	

HAZARDS/SYMPTOMS	PREVENTIVE MEASURES	FIRE EXTINGUISHING/FIRST AID
Fire: combustible.	keep away from open flame, no smoking.	powder, water spray, foam, carbon dioxide. (halons).
Explosion: above 78°C: forms explosive air-vapor mixtures.	above 78°C: sealed machinery, ventilation.	
	STRICT HYGIENE, KEEP DUST UNDER CONTROL.	ALL CASES URGENT - CALL A DOCTOR.
Inhalation: corrosive, sore throat, cough, shortness of breath, severe breathing difficulties, dizziness, drowsiness, unconsciousness.	local exhaust or respiratory protection.	fresh air, rest, place in half-sitting position, take to hospital.
Skin: corrosive, is absorbed, redness, pain, serious burns; see also 'inhalation'.	gloves, protective clothing.	remove contaminated clothing, flush skin thoroughly with water, take to hospital.
Eyes: corrosive, redness, pain, impaired vision.	face shield, or combined eye and respiratory protection.	flush with large quantities of water, take to a doctor.
Ingestion: corrosive, abdominal pain, diarrhea, vomiting, see also 'inhalation'.	do not eat, drink or smoke while working.	rinse mouth, take immediately to hospital.

SPILLAGE	STORAGE	LABELING / NFPA
clean up spillage, carefully collect remainder and remove to safe place; (additional individual protection: respirator with A/P2 filter).	keep separate from oxidants; ventilate at floor level.	R: 24/25-34 S: 2-28-44 Toxic NFPA: 2, 3, 0

NOTES

Often encountered in molten form (approx. 60° C), to permit transportation/processing as liquid. also becomes fluid on addition of 2% water. Wear appropriate protective clothing. Do not take work clothing home. Even in dilution can be absorbed through the skin. Do not touch contaminated portions of clothing or skin with bare hands. Depending on the degree of exposure, regular medical checkups are advisable. After thorough flushing with water, remaining phenol can be removed from skin with mixture of polyethylene glycol and alcohol (70:30), which must be available (with instructions).

Transport Emergency Card TEC(R)-10 HI: 68; UN-number: 1671

รูปที่ 4 ตัวอย่าง ข้อมูลสารเคมีที่รวบรวมเผยแพร่ใน Chemical Safety Data Sheet

เอกสารอ้างอิง

Clayton, George D. and Cralley, Lewis J. **Patty's industrial hygiene and toxicology**. 4th ed., New York : John Wiley & Sons, 1991. p.123-177.

Richardson, Mervyn. **Chemical safety international reference manual**. New York : VCH, 1994. p.393-405, 521.

Williams, Phillip L. and Burson, James L. **Industrial toxicology : Safety and health applications in the workplace**. New York : Van Nostrand Reinhold, 1985. p.432-436.

ภาคผนวก

รายชื่อสิ่งพิมพ์ที่มีข้อมูลสารอันตราย

American Conference of Governmental Industrial Hygientist. **Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices**. Ohio : ACGIH Inc., 1991-1992. 128 p.

American Manual Insurance Alliance. **Handbook of organic industrial solvents**. 5th ed. Chicago : American Manual Insurance Alliance, 1980. 127 p.

American Water Works Association. **Hazardous material spills emergency handbook**. Denver : The American Water Works Association, 1975. 47 p.

Bretherick, L. **Bretherick's handbook of reactive chemical hazards**. 4th ed. London : Butterwords, 1990. 2005 p.

Budavari, Susan, ed. **The Merck index : an encyclopedia of chemical, drugs, and biologicals**. 12th ed. New Jersey : Merck and Company, 1996. 2543.

Dreisbach, Robert H. **Handbook of poisoning : prevention diagnosis and treatment**. 10th ed Singapore : Lange Medical Publication, 1980. 578 p.

Fawcett, Howard H. **Hazardous and toxic material : safe handling and disposal**. New York : Wiley and Sons, 1982. 296p.

Furia, T. E. and Bellanca, N., eds. **Fenarolis handbook of flavor ingredients**. 2nd ed. 2v. Boca Raton : CRC Press, 1975. 551 p.

Gleason, Marian N., et al. **Clinical toxicology of commercial product, acute poisoning**. 3rd ed. Baltimore : Williams and Wilkins, 1969. various pages.

Hayes, Wayland J. **Toxicology of pesticides**. Baltimore : Williams and Wilkins, 1975. 580p.

International Technical Information Institute. **Toxic and hazardous industrial chemicals safety manual for handling and disposal with toxicity and hazard data**. rev. ed. Tokyo : International Technical Information Institute, 1988. 700p.

Lenga, Robert E., ed. **The sigma-aldrich library of chemical safety data**. Milkwaukee, Wis. : Sigma-Aldrich corp., 1985. 1995 p.

Manufacturing Chemists Association. **Guide to precautionary labeling of hazardous chemical**. 7th ed. Washington : Manufacturing Chemists Association, 1970. 71p.

National Institute for Occupational Safety and Health and Occupational Safety and Health Administration. **NIOSH/OSHA pocket guide to chemical hazards**. edited by Frank W. Mackison, R.Scott Stricoff and Lawrence J. Patridge. Massachusetts : American Optical Corporation Vision Care and Safety Products Division. 1978. 109 p.

O' Connor, Charles J. and Lirtzman, Sidney I., eds. **Handbook of chemical industry labelling**. New Jersey : Noyes Publication, 1984. 487p.

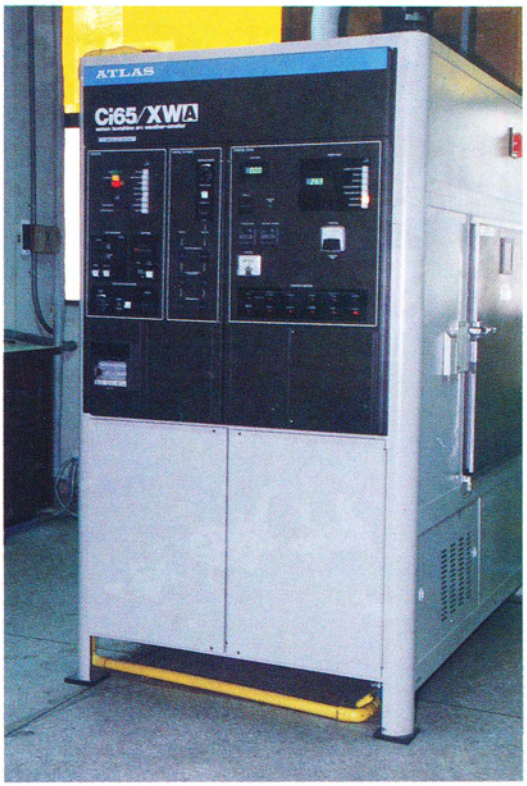
Sax, N. Irving and Lewis, Richard J. **Hawley's condensed chemical Dictionary.** 11th ed. New York : Van Nostrand Reinhold, 1987. 1288 p.

Scott, Ronald M. **Chemical hazards in the workplace.** Chelsea, Mich. : Lewis Publication, 1989. 196p.

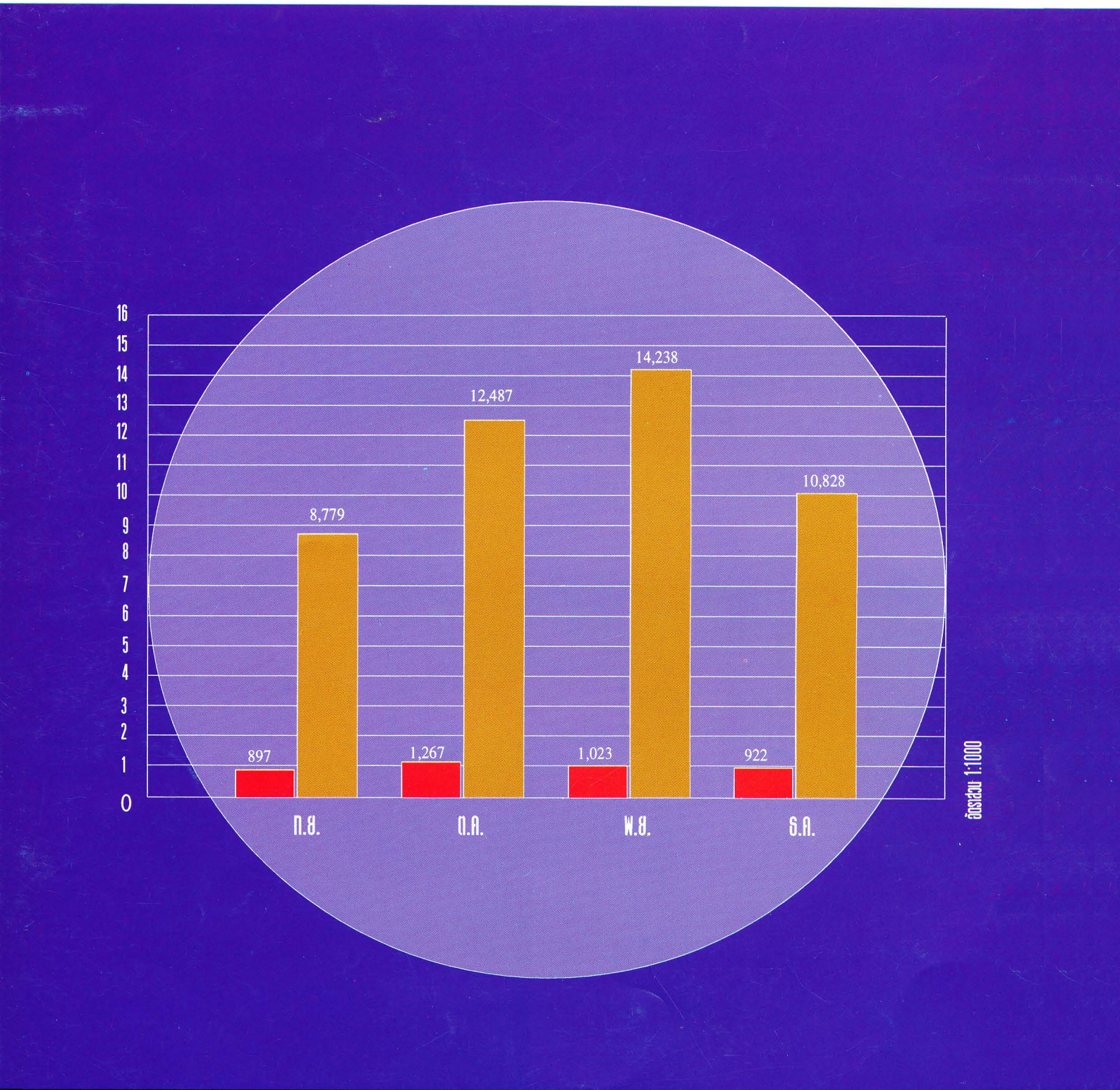
Sittig, Marshall. **Handbook of toxic and hadzardous chemicals**. Park Ridge : Noyes Publication, 1981. 729p.

Sunshine, Irving, ed. **Methodology for analytical toxicology**. Boca Raton : CRC Press, Inc., 1975. 478 p.

United Nations. **Recommendation on the transport of dangerous goods**. 8rev. ed. New York ; United Nations, 1993. 528p.



เครื่องเร่งสภาวะอากาศ(Weather Ometer) เป็นเครื่องที่จำลองสภาวะอากาศและแสงแดด ที่ใช้แหล่งกำเนิดแสงเป็นCarbon หรือ Xenon arc โดยใช้ตรวจสอบดูผลของวัสดุที่อยู่ภายนอกอาคารว่ามีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของวัสดุอย่างไร เมื่อถูกเร่งให้โดนสภาวะอากาศและแสงแดดอย่างต่อเนื่อง ตัวอย่างเช่น แผ่นป้ายจราจร, แผ่นป้ายโฆษณา และผ้าสีต่าง ๆ เป็นต้น (กองฟิสิกส์และวิศวกรรม)

สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนกันยายน–ธันวาคม 2539

- จำนวนตัวอย่าง
- จำนวนรายการ