วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ

ISSN 0857-7617
ปีที่ 46 ฉบับที่ 147 พฤษภาคม 2541

สารบัญ

3 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตสู่ภาคอุตสาหกรรม
ดร.สุจินดา โชติพานิช
รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์
กองการวิจัย

7 การตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ
อัจฉรา พุ่มฉัตร
กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ

10 การทำงานของแก้วในเครื่องถ่ายเอกสาร
ดร.สุมาลี ลิขิตวนิชกุล
ศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก

13 ระบบคุณภาพในห้องปฏิบัติการเคมี
ชัยวุฒิ เลาวเลิศ
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

21 สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในเครื่องดื่ม
วรุณีย์ วงศ์ธนสารสิน
กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

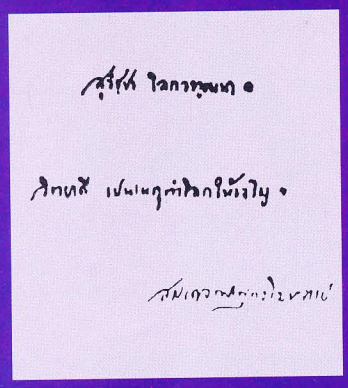
23 เอกสารมาตรฐาน ASTM
จารุนี วิวัชรโกเศศ
กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

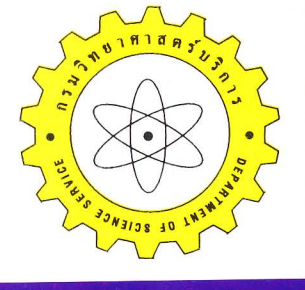
26 การฟอกเยื่อกระดาษด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์
จิระศักดิ์ ชัยสนิท
กองการวิจัย

29 วัสดุผสมคอนกรีตอนนท์ ป้อมประสิทธิ
กองฟิสิกส์และวิศวกรรม

32 ผลิตภัณฑ์พลาสติกในห้องปฏิบัติการ
นางกิตติพร เหล่าแสงธรรม
กองเคมี

วารสารรายสี่เดือน
ปีละ 3 ฉบับ
มกราคม,พฤษภาคม,กันยายน





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

ที่ปรึกษา
นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์
นางทัศนี วัชระรังษี
นายบันเทิง ตัณฑวัฒน์

บรรณาธิการ
นางอัจฉรา พุ่มฉัตร

กองบรรณาธิการ
นางสาวพิมพวัลดุ์ วัฒโนภาส
นางสาวสุคนธ์ เนคมานุรักษ์
นางสาวเรณู ตามไท
นางวราภรณ์ วรเศวต
นางสาวเบญจภัทธ์ จาตุรนต์รัศมี
นางสาวธิดา เกิดกำไร
นางรุ่งอรุณ วัฒนวงศ์
นางสุดาวดี เสริมนอก
นางธารทิพย์ เกิดในมงคล

ศิลปกรรม
นายวิเวก อรุณรัตน์

ฝ่ายภาพ
นางสาววิไลวรรณ สะตะมณี

การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิต สู่ภาคอุตสาหกรรม

ดร.สุจินดา โชติพานิช

รุ่งอรุณ วัฒนวงศ์

กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ นอกจากจะมีภารกิจหลักในการดำเนินการศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อให้มีองค์ความรู้ใหม่ไปใช้ในการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้แก่อุตสาหกรรมยังให้บริการศึกษาวิจัยเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะเรื่อง ตลอดจนการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีต่างๆ ที่เกิดจากการวิจัยและการสั่งสมประสบการณ์และความชำนาญงานมาเป็นเวลานานให้ภาคอุตสาหกรรมนำไปใช้ประโยชน์ การถ่ายทอดเทคโนโลยีออกสู่ภาคอุตสาหกรรมและสาธารณชนทั่วไปของกองการวิจัยทำในหลายรูปแบบ ได้แก่ การมอบข้อมูลและเอกสาร การเผยแพร่ทางสถานีวิทยุ/โทรทัศน์ การให้การฝึกอบรมเชิงเทคนิคปฏิบัติ การให้คำปรึกษา แนะนำ และการร่วมจัดนิทรรศการในโอกาสต่างๆ ในส่วนของการถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยการฝึกอบรมเชิงเทคนิคปฏิบัตินั้น ผู้ขอรับการถ่ายทอดต้องเสียค่าธรรมเนียมการถ่ายทอดตามควรแก่กรณี เช่น การฝึกอบรมเทคนิคปฏิบัติพื้นฐานทั่วไป คิดค่าธรรมเนียมในอัตราประมาณ 300 บาท/วัน/คน การถ่ายทอดฝึกอบรมเทคนิคปฏิบัติจากผลงานวิจัยคิดค่าธรรมเนียมตามลักษณะของผลงานวิจัยแต่ละเรื่อง ตลอดระยะเวลา 5 ปีที่ผ่านมานี้ กองการวิจัยได้ทำการถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่ภาคอุตสาหกรรมไปแล้วหลายเรื่อง ส่วนหนึ่งมีรายละเอียด ตามตารางที่ 1 และได้เร่งรัดการดำเนินงานวิจัยและพัฒนาเพิ่มเติมตลอดเวลาเพื่อให้มีความรู้ใหม่ๆ เผยแพร่ให้แก่ภาคอุตสาหกรรมมากขึ้น งานวิจัยและพัฒนาของกองการวิจัยในปัจจุบันเน้นการวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตใน 3 สาขา คือ วัสดุศาสตร์ เทคโนโลยีชีวภาพ และกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรม งานวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์มีการดำเนินงานในเรื่องการพัฒนาคุณภาพผลิตภัณฑ์และผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่ การเพิ่มมูลค่าวัตถุดิบ การพัฒนาการใช้ประโยชน์ทรัพยากรธรรมชาติและวัสดุเหลือทิ้งจากการเกษตรและอุตสาหกรรมงานวิจัยและพัฒนาด้านเทคโนโลยีชีวภาพ ดำเนินงานเกี่ยวกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชสมุนไพร เพื่อสกัดสารที่มีประโยชน์จากเซลล์เพาะเลี้ยง งานวิจัยและพัฒนาด้านกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมให้ความสำคัญต่ออุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษ

ตารางที่ 1 การถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตด้วยวิธีการต่าง ๆ ให้แก่อุตสาหกรรมเยื่อและกระดาษของประเทศ ช่วงปี พ.ศ. 2536-2540

ปีที่ถ่ายทอด	เทคโนโลยีที่ถ่ายทอด	จำนวนผู้ประกอบการที่รับถ่ายทอด (ราย)	ประโยชน์ที่ภาคอุตสาหกรรมได้รับ
2536	- การฟอกชิ้นไม้สำหรับทำของเด็กเล่น	1	- บริษัทฯ ได้สูตรน้ำยาฟอกชิ้นไม้ที่มีประสิทธิภาพในการฟอกขาวและมีเสถียรภาพสูง สูตรดังกล่าวช่วยลดต้นทุนการผลิตของเล่นจากชิ้นไม้ และลดอันตรายต่อสุขภาพของพนักงาน
	- วิธีทดสอบและประเมินคุณภาพผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูก	4	- บุคลากรของโรงงานอุตสาหกรรมได้รับความรู้เกี่ยวกับกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูก ตลอดจนวิธีการและเทคนิคปฏิบัติต่าง ๆ ในการทดสอบและประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์กล่องกระดาษลูกฟูก
2537	- การพัฒนาดินขาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการพัฒนาดินขาวสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ
	- การใช้แป้งดัดแปลงชนิดประจุบวกปรับปรุงสมบัติทางกายภาพของกระดาษ	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการที่เหมาะสมในการใช้แป้งดัดแปลง (modified starch) ชนิดประจุบวกเพิ่มความเหนียวให้แก่กระดาษโดยมีสมบัติทางกายภาพดี ข้อมูลดังกล่าวช่วยสนับสนุนการขายผลิตภัณฑ์และลดต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมกระดาษ
	- การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้	1	- บุคลากรของโรงงานอุตสาหกรรมได้รับความรู้ตลอดจนวิธีการและเทคนิคปฏิบัติในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้ตามมาตรฐานสากล
2538	- การพัฒนาดินขาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการพัฒนาดินขาวสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ
	- การนำแป้งแปรรูปมาใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการที่เหมาะสมในการใช้แป้งแปรรูปในอุตสาหกรรมกระดาษ ข้อมูลดังกล่าวช่วยสนับสนุนการขายผลิตภัณฑ์แป้งแปรรูป และช่วยลดต้นทุนการผลิตของอุตสาหกรรมกระดาษ
	- วิธีเก็บรักษาชานอ้อยสำหรับทำเยื่อกระดาษ	1	- โรงงานอุตสาหกรรมได้วิธีการเก็บรักษาชานอ้อยที่มีการเสื่อมสลายน้อยที่สุด
	- ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อค่าการดูดซึมน้ำ (Cobb test) ของกระดาษ	8	- โรงงานอุตสาหกรรมได้วิธีปฏิบัติที่ถูกต้องในการทดสอบค่าการดูดซึมน้ำของกระดาษ
	- การฟอกเยื่อฟางข้าวด้วยออกซิเจน	1	- โรงงานอุตสาหกรรมได้วิธีการที่เหมาะสมในการฟอกเยื่อฟางข้าวด้วยออกซิเจน ความรู้และข้อมูลดังกล่าวสามารถใช้เป็นแนวทางการผลิตจริงในขั้นอุตสาหกรรมได้
	- ความสัมพันธ์ระหว่างเครื่องทดสอบความเรียบ ความหยาบของกระดาษ	6	- ผู้ซื้อ-ผู้ขาย ที่มีเครื่องทดสอบต่างกัน สามารถติดต่อซื้อขายกันด้วยความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น
	- การลดปริมาณการใช้คลอรีนในกระบวนการฟอกเยื่อ	3	- โรงงานอุตสาหกรรมสามารถลดปริมาณการใช้คลอรีนในกระบวนการฟอกเยื่อได้ในระดับต่ำสุด และได้เยื่อที่มีความขาวสว่างสูงและคงทนต่อการกลับสี นอกจากนี้ยังช่วยแก้ปัญหาด้านสิ่งแวดล้อม โดยลดสารพิษในระบบน้ำทิ้งของโรงงาน
2539	- การผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ 3 ชนิด คือ นนทรี กระถินเทพา และยูคาลิปตัส	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อจากไม้ทั้ง 3 ชนิด ข้อมูลดังกล่าวสามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการพัฒนาในขั้นอุตสาหกรรมต่อไปได้

ปีที่ถ่ายทอด	เทคโนโลยีที่ถ่ายทอด	จำนวนผู้ประกอบการที่รับถ่ายทอด (ราย)	ประโยชน์ที่ภาคอุตสาหกรรมได้รับ
	- การฟอกเยื่อกระดาษจากวัตถุดิบฟางข้าวโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์	1	- บริษัทฯ ได้วิธีการฟอกเยื่อด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะช่วยลดปริมาณการใช้สารคลอรีนและลดปริมาณสารประกอบ Adsorbable Organic Halogen หรือ AOX ซึ่งเป็นสารพิษในน้ำทิ้งของโรงงาน
	- การทดสอบกระดาษ	1	- บุคลากรของโรงงานอุตสาหกรรมได้รับความรู้เกี่ยวกับสมบัติต่างๆ ของกระดาษ ตลอดจนวิธีการและเทคนิคปฏิบัติต่างๆ ในการทดสอบกระดาษ
	- สภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส	2	- โรงงานอุตสาหกรรมได้ความรู้และสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตเยื่อกระดาษจากไม้ยูคาลิปตัส โดยประหยัดทรัพยากรที่ใช้ได้มากที่สุด
2540	- การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้	1	- บุคลากรของโรงงานอุตสาหกรรมได้รับความรู้ตลอดจนวิธีการและเทคนิคปฏิบัติในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของไม้ตามมาตรฐานสากล
	- การทำเยื่อฟอกที่ปราศจากคลอรีน	1	- โรงงานอุตสาหกรรมได้วิธีการฟอกเยื่อที่ปราศจากคลอรีนที่สามารถนำไปใช้เป็นแนวทางการผลิตจริงในขั้นอุตสาหกรรมได้

นอกเหนือจากเทคโนโลยีการผลิตที่ได้ถ่ายทอดไปแล้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการยังมีเทคโนโลยีที่พร้อมจะถ่ายทอดให้แก่ผู้สนใจ ดังปรากฏในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงเทคโนโลยีต่าง ๆ ที่พร้อมถ่ายทอดแก่ภาคอุตสาหกรรม

ประเภทอุตสาหกรรม	เรื่อง
เยื่อและกระดาษ	- การปรับปรุงคุณภาพดินขาวเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมกระดาษ - สารกรองสำหรับกำจัดเหล็กในน้ำบาดาล - การฟอกย้อมใบยางพารา - เทคโนโลยีการผลิตเยื่อกระดาษ - เทคโนโลยีการฟอกเยื่อกระดาษ - การผลิตกระดาษสา - การผลิตเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงจากไม้ - การผลิตเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงจากกระดาษธนบัตรชำรุด - การผลิตน้ำยาฟอกขาวชิ้นไม้
วัสดุก่อสร้าง	- วัสดุก่อสร้างจากเถ้าแกลบ - วัสดุก่อสร้างจากดินลูกรัง - การผลิตปูนปลาสเตอร์ชนิดเบด้าจากแร่ยิปซัม - การป้องกันการเกิดเชื้อราในผักตบชวาแห้ง - วัสดุก่อสร้างจากกากหมึกพิมพ์ธนบัตร - การทำเหล็กออกไซด์ชนิดชั้นบางสำหรับใช้ทำสีกันสนิม
วัตถุเจือปนอาหาร	- ผลิตภัณฑ์จากน้ำมันใบฝรั่ง - สีผสมอาหารจากครั่ง

ด้วยเหตุที่การถ่ายทอดเทคโนโลยีเป็นขั้นตอนการเชื่อมโยงที่สำหรับระหว่างผลการวิจัยกับการนำไปใช้ประโยชน์ กรมวิทยาศาสตร์ฯ จึงสนับสนุนและให้ความสำคัญต่อการดำเนินงานด้านนี้ควบคู่ไปกับการดำเนินการวิจัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องตลอดมาทั้ง ๆ ที่มิใช่ภารกิจหลักของกรม ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการวิจัยมีความสมบูรณ์และบังเกิดผลต่อการพัฒนาและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตอย่างเป็นรูปธรรมให้กับอุตสาหกรรมในประเทศ กรมวิทยาศาสตร์ฯ มีความมุ่งมั่นที่จะให้บริการและให้ความร่วมมือในการถ่ายทอดความรู้และเทคโนโลยีในรูปแบบต่าง ๆ ต่อไป เพื่อให้เกิดการแพร่กระจายและนำความรู้ทางเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เกิดจากการวิจัยไปใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางยิ่งขึ้น ผู้สนใจจะขอรับบริการถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตที่กล่าวมาข้างต้น หรือขอรับบริการศึกษาวิจัยติดต่อได้ที่ กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการในวันและเวลาราชการ

การตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ

อัจฉรา พุ่มฉัตร

(ต่อจากฉบับที่ 146)

การตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการ ในหลายกรณีผู้ตรวจติดตามคุณภาพจำเป็นต้องทำตรวจสอบการปฏิบัติงานวิเคราะห์ทดสอบ ณ สถานที่ปฏิบัติงาน ซึ่งมีวิธีปฏิบัติดังนี้

1) จัดทำแผนการดำเนินงานเป็นเอกสารก่อนทำการตรวจเยี่ยมเพื่อติดตามคุณภาพ (audit visit)

2) รวบรวมเอกสารข้อมูลประกอบการตรวจเยี่ยมที่ประกอบด้วย โครงสร้างองค์กรของห้องปฏิบัติการจำนวนบุคลากรซึ่งตามประเภท ได้แก่ ผู้กำกับดูแล ผู้วิเคราะห์ทดสอบ ผู้สนับสนุนงานวิเคราะห์ทดสอบและเจ้าหน้าที่ธุรการ รายละเอียดเกี่ยวกับชื่อ ตำแหน่ง ประวัติการศึกษาอบรมและประสบการณ์ในการทำงานของผู้วิเคราะห์ทดสอบ แผนผังห้องปฏิบัติการ ชนิดและปริมาณตัวอย่างที่รับทำการวิเคราะห์ทดสอบ จำนวนตัวอย่างแยกประเภทต่อปี หรือในช่วงเวลาที่กำหนด ผลการเข้าร่วมโครงการสอบเทียบขีดความสามารถในการวิเคราะห์ทดสอบ เครื่องมือสำคัญที่ใช้และแผนการซ่อมบำรุงสอบเทียบความถูกต้อง คู่มือประกันคุณภาพของห้องปฏิบัติการ และรายงานทั้งหมดของโครงการประกันคุณภาพ นับตั้งแต่การตรวจติดตามคุณภาพครั้งล่าสุด ปัญหาที่พบจากโครงการหลักประกันคุณภาพ รายงานการตรวจติดตามคุณภาพ 2 ครั้งสุดท้าย

3) จัดประชุมระหว่างคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพกับผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการและบุคคลที่ผู้อำนวยการเชิญให้เข้าร่วมประชุม โดยมีการพิจารณาให้ได้ความเห็นชอบร่วมกันเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ในการตรวจเยี่ยมกำหนดการสำหรับการประเมินผล รายการและปฏิบัติการที่จะตรวจสอบ รายงานและบันทึกที่คณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพต้องการ เงื่อนไขและแนวทางที่จะใช้พิจารณา กรณีที่คณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพยังไม่คุ้นเคยกับบุคลากรของห้องปฏิบัติการอาจขอให้มีการประชุมร่วมกับผู้ปฏิบัติงานในระยะเวลาสั้นๆ เพื่อแนะนำตัวและแจ้งวัตถุประสงค์ให้ทราบ ซึ่งจะช่วยลดความกดดันและทำให้ทุกฝ่ายมีความสบายใจในการปฏิบัติหน้าที่ หลังจากเสร็จสิ้นภารกิจการตรวจเยี่ยม ซึ่งมักมีบุคลากรที่ผู้อำนวยการห้องปฏิบัติการมอบหมายให้เข้าร่วมด้วยแล้วจะมีการประชุมเพื่อสรุปและแจ้งข้อเสนอแนะในเบื้องต้นให้ทราบ

การจัดทำรายงานประเมินผลการตรวจติดตามคุณภาพเป็นเอกสารนั้น มีความสำคัญ รายงานควรบ่งชี้สภาพที่ต้องมีการปรับปรุง ต้องระบุถึงข้อบกพร่องสำคัญที่ควรได้รับการแก้ไขโดยด่วน รวมทั้งการเบี่ยงเบนจากข้อกำหนดเล็กน้อยที่ควรได้รับความสนใจและแก้ไขในเวลาอันควร ควรจัดทำเอกสารรายงานผลการตรวจติดตามคุณภาพให้เสร็จโดยเร็ว ควรระบุรายละเอียดข้อเท็จจริงและสิ่งที่ได้สังเกตเห็น พยายามแสดงความคิดเห็นส่วนตัวให้น้อยที่สุด การแนะนำให้ปรับเปลี่ยนในสิ่งใด ควรจะมีเหตุผลประกอบที่ชัดเจนในเชิงสร้างสรร ควรทำเป็นร่างเอกสารในเบื้องต้นเพื่อให้มีการพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและข้อเท็จจริงจากผู้รับผิดชอบห้องปฏิบัติการก่อน เพื่อช่วยให้เกิดความสมบูรณ์และเป็นที่ยอมรับ จากนั้นจึงทำรายงานฉบับสมบูรณ์จัดส่งให้ผู้บริหารห้องปฏิบัติการต่อไป

ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบควรกำหนดทั้งแผนการตรวจติดตามคุณภาพการปฏิบัติงานและการตรวจติดตามคุณภาพของระบบงานไว้ในโครงการประกันคุณภาพและเพื่อให้การตรวจติดตามคุณภาพดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรพิจารณาประเด็นต่อไปนี้

1) ใช้ผู้ตรวจติดตามคุณภาพที่ได้รับการฝึกอบรมอย่างเพียงพอและมีทักษะในภารกิจที่ได้รับมอบหมาย โดยมอบให้บุคลากรของห้องปฏิบัติการ รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพการปฏิบัติงาน และให้หน่วยตรวจติดตามคุณภาพในระบบประกันคุณภาพซึ่งรายงานตรงต่อผู้บริหารระดับสูงขององค์กรทำหน้าที่ตรวจติดตามคุณภาพระบบงาน

2) การตรวจติดตามคุณภาพการปฏิบัติงานต้องครอบคลุมการดำเนินงานที่เป็นงานประจำ ซึ่งเกี่ยวข้องกับผู้วิเคราะห์ทดสอบ การตรวจสอบทบทวนการเขียนรายงาน การทบทวนโดยการซักถามข้อมูลที่ปรากฏในรายงานผล การตรวจสอบทบทวนการปฏิบัติงาน ณ ที่สถานที่ปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ การวิเคราะห์ทดสอบตัวอย่างสำหรับการตรวจสอบผลโดยเฉพาะ การทบทวนผลจากร่วมโครงการสอบเทียบขีดความสามารถของผู้วิเคราะห์ทดสอบ

3) การตรวจติดตามคุณภาพของระบบงาน ควรต้องมีการวางแผนอย่างรอบคอบและดำเนินงานโดยคณะผู้เชี่ยวชาญ เพื่อให้รบกวนการปฏิบัติงานประจำน้อยที่สุด

4) การตรวจสอบทบทวนการทำงาน ณ ที่สถานที่ปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ ควรเป็นไปในทางสร้างสรร และมีการสรุปให้ผู้ปฏิบัติงานทราบถึงสิ่งที่ตรวจพบก่อนจบการตรวจเยี่ยม

5) ควรจัดทำรายงานการตรวจติดตามคุณภาพให้เร็วที่สุด และส่งให้ผู้ปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการ ตรวจสอบความถูกต้องและให้ข้อวิจารณ์

6) รายงานการตรวจติดตามคุณภาพควรระบุลำดับความสำคัญของสิ่งบกพร่องที่ตรวจพบและให้ข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุง

7) กรณีที่ร่างรายงานการตรวจติดตามคุณภาพที่จัดทำขึ้น ได้รับการโต้แย้งจากบุคลากรของห้องปฏิบัติการ ผู้ตรวจติดตามคุณภาพจะต้องหาข้อสรุปที่เป็นที่ยอมรับ ก่อนที่จะส่งรายงานไปยังผู้บริหารระดับสูง

8) ควรดำเนินการการตรวจติดตามคุณภาพ ณ สถานที่ทำการ ซ้ำในช่วงเวลาอันควร เพื่อให้แน่ใจว่าได้มีการปรับปรุงอย่างเหมาะสม

กระบวนการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการในโครงการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการ ควรมีองค์ประกอบสำคัญดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ เช่น การตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการจะต้องจัดทำขึ้นเพื่อ แสดงว่า

1.1 สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ของการบริหารจัดการซึ่งระบุไว้ในระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทุกประการ

1.2 บุคลากรทุกคนในทุกระดับมีความพอใจในการปฏิบัติภารกิจและความรับผิดชอบที่ได้รับมอบหมาย

1.3 มีการดำเนินการตามวิธีการที่ได้ระบุไว้ในคู่มือคุณภาพอย่างเคร่งครัด

2. เงื่อนไขสำคัญสำหรับการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการ ห้องปฏิบัติการจะต้องดำเนินการ

2.1 จัดทำแผนการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการในระบบคุณภาพ

2.2 แต่งตั้งบุคลากรหรือคณะบุคคลที่รับผิดชอบดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพ

2.3 จัดทำเอกสารวิธีการดำเนินงานการตรวจติดตามคุณภาพ

2.4 จัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพตามแผนที่กำหนดไว้ล่วงหน้า

2.5 เก็บบันทึกผลการตรวจติดตามคุณภาพทุกครั้ง

2.6 ตัดสินใจทำการแก้ไขสิ่งที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนดในระบบคุณภาพโดยทันทีและดำเนินการให้แล้วเสร็จในเวลาอันสมควร

2.7 ต้องมั่นใจว่าวิธีการแก้ไขข้อบกพร่องที่ใช้มีประสิทธิภาพและสัมฤทธิผลโดยเร็ว

3. ผู้รับผิดชอบการดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ ซึ่งได้แก่ ผู้จัดการด้านคุณภาพ หรืออาจเรียกเป็นอย่างอื่น ควรมีบทบาทดังนี้

3.1 รับผิดชอบในการสร้างความเชื่อมั่นว่ามีการปฏิบัติงานในกรอบของระบบคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ

3.2 รับผิดชอบในการทำแผน บันทึกรายงาน และดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพ และสร้างความเชื่อมั่นว่าสิ่งบกพร่องทั้งหมดจะได้รับการแก้ไขอย่างมีประสิทธิผลโดยรวดเร็ว และต้องมีอำนาจในการสั่งการเกี่ยวกับการแก้ไขปรับปรุงในสิ่งที่จำเป็นเพื่อรักษาระบบคุณภาพที่ได้กำหนดไว้ให้ได้ นอกจากนี้จะต้องสามารถติดต่อกับผู้บริหารระดับสูงได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านผู้บริหารระดับกลางของห้องปฏิบัติการ

3.3 การตรวจติดตามคุณภาพในกรณีที่ห้องปฏิบัติการมีขนาดใหญ่และครอบคลุมหลายสาขาวิชา อาจจำเป็นต้องแต่งตั้งคณะผู้ตรวจติดตามคุณภาพ หรือผู้ช่วยจากบุคลากรของห้องปฏิบัติการ ซึ่งจะต้องไม่ทำการตรวจติดตามคุณภาพงานที่ตนร่วมรับผิดชอบอยู่ บุคคลเหล่านี้จะต้องได้รับการอบรมเทคนิคการตรวจติดตามคุณภาพ และต้องรายงานผลการตรวจติดตามคุณภาพโดยตรงต่อผู้จัดการด้านคุณภาพ

3.4 กรณีที่ห้องปฏิบัติการจัดให้มีการตรวจติดตามคุณภาพโดยบุคคลภายนอก ผู้จัดการด้านคุณภาพจะต้องดูแลว่าผู้ที่ได้รับเลือกมาทำการตรวจติดตามคุณภาพนั้น ได้รับการอบรมเทคนิคการตรวจติดตามคุณภาพและมีความเข้าใจในข้อกำหนดต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมทั้งคู่มือคุณภาพของห้องปฏิบัติการ

4. การจัดทำแผนและการดำเนินงานตรวจติดตามคุณภาพ

4.1 ผู้รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบควรจัดทำตารางการตรวจติดตามระบบคุณภาพประจำปี โดยระบุความสัมพันธ์ระหว่างกิจกรรมที่จะทำการตรวจติดตามคุณภาพกับกำหนดวันดำเนินการในแต่ละเดือน เพื่อให้เกิดความสะดวกในการดำเนินงานและประสานงาน กิจกรรมที่ต้องทำการตรวจติดตามระบบคุณภาพที่กำหนดขึ้นจะต้องสอดคล้องกับสาระสำคัญตามคู่มือคุณภาพของห้องปฏิบัติการ กล่าวคือการจัดองค์กรและการบริหาร บุคลากรและการฝึกอบรม เครื่องมืออุปกรณ์และวัสดุมาตรฐาน การสอบเทียบเครื่องมือวัด วิธีวิเคราะห์ทดสอบการปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบ สถานที่ทำการวิเคราะห์ทดสอบและสิ่งแวดล้อม การดูแลวัตถุตัวอย่าง บันทึกผล รายงานผล ข้อร้องเรียนหรือข้อโต้แย้งของผู้ใช้บริการ กิจกรรมที่จ้างให้ผู้อื่นทำแทน บริการสนับสนุนห้องปฏิบัติการและการพัสดุ

4.2 โครงการตรวจติดตามคุณภาพห้องปฏิบัติการจะต้องครอบคลุมทั้งแนวกว้างและแนวลึก เช่น การตรวจติดตามเครื่องมืออุปกรณ์ที่ต้องการการสอบเทียบจะต้องแน่ใจว่า

1) เครื่องมือนั้นๆ ได้รับการสอบเทียบในช่วงเวลาและระดับ uncertainty ที่เหมาะสม

2) มีการติดป้ายหรือรหัสที่เครื่องมือซึ่งแสดงสถานภาพของการสอบเทียบ

3) มีการจัดเก็บประกาศนียบัตรการสอบเทียบฉบับล่าสุดตามข้อกำหนดที่ระบุไว้ในระบบคุณภาพ

4) จัดทำบันทึกการสอบเทียบให้เป็นปัจจุบัน และรวบรวมเอกสารหลักฐานที่เกี่ยวข้องไว้ในที่ที่กำหนด

4.3 กรณีที่ห้องปฏิบัติการย่อยใช้เครื่องมือหรือบุคลากรร่วมกันในบางส่วน การทำการตรวจติดตามในแนวกว้างควรทำทั่วทุกห้องปฏิบัติการ

4.4 ควรทำการตรวจติดตามคุณภาพในแนวลึกเสริมการตรวจติดตามใน

แนวกว้าง โดยสุ่มเลือกทำกับเครื่องมือหรือตัวอย่าง/รายการวิเคราะห์ที่ทำเสร็จใหม่ๆ การปฏิบัติการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือหรือตัวอย่างนั้นๆ ควรได้รับการตรวจสอบความถูกต้อง เช่น การลงทะเบียนรับตัวอย่าง คุณสมบัติของบุคลากรที่ทำการวิเคราะห์ทดสอบ เครื่องมือที่ใช้ วิธีวิเคราะห์ทดสอบที่ใช้วิธีปฏิบัติการขณะทำการวิเคราะห์ทดสอบ เงื่อนไขการควบคุมคุณภาพ สภาวะแวดล้อมของการวิเคราะห์ทดสอบ การบันทึกผล การเขียนรายงาน การเก็บรักษาและทิ้งทำลายหรือจำหน่ายวัตถุตัวอย่าง

4.5 การจัดทำบันทึกช่วยจำ ซึ่งประกอบด้วยรายละเอียดของรายการในแต่ละประเด็นที่จำเป็นต้องทำการตรวจติดตามคุณภาพ จะช่วยให้ผู้ตรวจติดตามคุณภาพสามารถดำเนินงานได้อย่างครบถ้วน

4.6 อาจต้องมีการดำเนินการตรวจติดตามคุณภาพที่ไม่มีปรากฏในแผนงาน เช่น กรณีเกิดข้อโต้แย้ง หรือร้องเรียนโดยเฉพาะที่เกี่ยวกับการสงสัยว่าจะมีการปฏิบัติไม่ตรงตามนโยบายด้านคุณภาพ หรือใช้วิธีการมาตรฐานที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งควรจัดทำการตรวจติดตามคุณภาพโดยทันที

4.7 ฝ่ายบริหารจัดการองค์กรต้องมั่นใจว่าได้มอบหมายให้มีผู้ตรวจติดตามการปฏิบัติงานของผู้รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพ เพื่อสร้างความมั่นใจว่าการดำเนินงานด้านคุณภาพเป็นไปอย่างเป็นที่น่าพอใจ

5. บันทึกการตรวจติดตามคุณภาพ

5.1 ห้องปฏิบัติการจะต้องเก็บรักษาบันทึกหลักฐานการตรวจติดตามคุณภาพไว้ทั้งหมด โดยจัดเก็บในลักษณะที่จะสืบค้นได้ง่าย ฝ่ายบริหารจัดการจะต้องสามารถใช้ข้อมูลย้อนหลังได้ เพื่อพิจารณาประวัติการปฏิบัติงานของห้องปฏิบัติการและหาสิ่งบ่งชี้ข้อด้อยในการดำเนินงาน

5.2 ต้องทำการบันทึกสิ่งที่ไม่สอดคล้องกับข้อกำหนดของระบบคุณภาพ พร้อมกับรายละเอียดวิธีแก้ไขที่ระบุวิธีการ บุคคลผู้ดำเนินการ ช่วงเวลาที่ดำเนินการจนเกิดผลสำเร็จ บางกรณีอาจต้องระงับปฏิบัติการที่มีปัญหาไว้ชั่วคราว จนกว่าการแก้ไขจะประสบผลสำเร็จ

5.3 ผู้รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพจะต้องติดตามความก้าวหน้าในการแก้ไขปัญหา เพื่อให้สามารถเร่งรัดการดำเนินงานให้ได้ทันตามกำหนดเวลา

5.4 การจัดทำรายงานการตรวจติดตามคุณภาพ ควรมีสาระสำคัญ ดังนี้ 1) ชื่อผู้ทำการตรวจติดตามคุณภาพ 2) วันที่ทำการตรวจติดตามคุณภาพ 3) หัวข้อเรื่องที่ทำการตรวจติดตามคุณภาพ 4) รายละเอียดประเด็นที่ตรวจสอบ รวมทั้งหมายเลขกำกับตัวอย่าง หมายเลขหรือรหัสของเครื่องมือที่ใช้ 5) ข้อบกพร่องที่ตรวจพบ 6) จัดลำดับความรุนแรงของปัญหาที่ตรวจพบ 7) วิธีการแก้ไขที่เป็นที่ยอมรับ ผู้รับผิดชอบการแก้ไขและช่วงระยะเวลาที่ใช้ในการดำเนินการแก้ไข 8) วันที่ ซึ่งมีการยืนยันความครบถ้วนของการแก้ไข 9) ลายมือชื่อผู้รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพ ซึ่งรับรองว่ากระบวนการแก้ไขครบถ้วนแล้ว

5.5 ควรสรุปผลสิ่งที่ได้พบในการตรวจติดตามคุณภาพทั้งหมด และเน้นประเด็นที่พบข้อด้อย ซึ่งจะช่วยให้เห็นข้อผิดพลาดในระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการได้ดีขึ้น สรุปผลดังกล่าวควรลงนามรับรองโดยผู้รับผิดชอบการตรวจติดตามคุณภาพและหัวหน้าห้องปฏิบัติการ

5.6 บันทึกข้อมูลเกี่ยวกับการตรวจติดตามคุณภาพควรเก็บรักษาไว้นานอย่างน้อย 6 ปี

เอกสารอ้างอิง

Garfield; F.M. Quality assurance principles for analytical laboratories. Arlington : AOAC International. 1994.

International Organization for Standardization/International Electrotechnical Commission. General requirements for the acceptance of testing Laboratories. ISO/IEC Guide 38. 1983.

..... . General requirements for the competence of calibration and testing Laboratories. ISO/IEC Guide 25. 1990.

NAMAS Executive. Quality audit and quality system review in calibration and testing laboratories. M51. Teddington : National Physical Laboratory, 1991.

การทำงานของแก้วในเครื่องถ่ายเอกสาร

ดร.สุมาลี ลิขิตวนิชกุล

บทนำ

เครื่องถ่ายเอกสารได้เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่งสำหรับการถ่ายทอดและสื่อสารข้อมูลที่สามารถพบได้ในสถานที่ต่างๆ เช่น สถานที่ราชการ สถานศึกษา โรงพยาบาล ธนาคาร หรือแม้แต่ในบ้านเรือน เครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเป็นประเภทไม่ใช้น้ำยาเคมี (xerography มาจากคำว่า xeros แปลว่า แห้ง และ graphos แปลว่า เขียน) การทำงานระบบนี้ได้ถูกคิดค้นโดยนายเชสเตอร์ เอฟ คาร์ลสัน เมื่อประมาณ 60 ปีที่แล้ว โดยใช้หลักการดูดและผลักกันของประจุไฟฟ้า (electrostatic) และการนำไฟฟ้าโดยอิทธิพลของแสง (photoconductivity)

กระบวนการถ่ายเอกสารอาศัยหลักการส่งผ่าน สะท้อน และดูดซับพลังงานของแสง ดังนั้นแก้วซึ่งอาจอยู่ในรูปของกระจกแผ่น กระจกเงา เลนส์ หรือเคลือบ (แก้วชนิดพิเศษ) จึงมีบทบาทสำคัญที่ทำให้การถ่ายเอกสารเกิดขึ้นได้ บทความนี้ได้อธิบายถึงการทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร หน้าที่ของแก้วที่ตำแหน่งต่างๆ ภายในเครื่องและได้อธิบายเน้นถึงแก้วที่มีคุณสมบัตินำไฟฟ้าเมื่อได้รับแสง(photoconductive) ซึ่งอยู่ในรูปของแก้วชั้นบางๆ ที่เคลือบบนแผ่นโลหะ

การทำงานของเครื่องถ่ายเอกสาร

ภาพที่ 1 แสดงชิ้นส่วนภายในของเครื่อง Xerox 9400 เมื่อเครื่องเริ่มทำงาน ต้นฉบับที่ถูกใส่เข้าไปในช่อง (1) จะถูกป้อนเข้าไปที่กระจกแผ่นสำหรับรับเอกสาร (2) เอกสารนี้จะถูกฉายแสง ภาพบนเอกสารจะถูกส่งผ่านกระจกแผ่น และจะตกลงบนกระจกเงารับภาพ (3) ภาพบนกระจกเงานี้จะสะท้อนผ่านเลนส์ (4) ซึ่งจะทำหน้าที่ย่อหรือขยายภาพและส่งต่อไปยังกระจกเงารับภาพ (5) แสงที่สะท้อนจากกระจกเงา (5) จะตกลงบนแผ่นโลหะบางเคลือบด้วยแก้ว (photorecepter belt) (6) ลูกกลิ้งแม่เหล็ก (magnetic rollers) (7) จะทำหน้าที่โรยและปัดผงหมึก (toner) ลงบนผิวแก้วที่เคลือบแผ่นโลหะบาง ผงหมึกนี้ประกอบด้วยผงคาร์บอน ซิลิกา และโพลิเมอร์ ที่หลอมตัวได้เมื่อได้รับความร้อน (thermosetting polymer) จากนั้นกระดาษจากถาด (8) ซึ่งถูกทำให้เกิดประจุบวกที่มีความเข้มของประจุสูงจะเคลื่อนไปเหนือแผ่นโลหะบางเคลือบด้วยแก้ว และดึงเอาผงหมึกไว้ (9) กระดาษนี้ถูกส่งผ่านไประหว่างลูกกลิ้งสองลูก และถูกฉายให้เกิดความร้อนด้วยแสงอินฟราเรด (10) ซึ่งจะหลอมผงหมึกให้ติดกับกระดาษ ถ้าต้องการถ่ายสำเนาเพียงหนึ่งแผ่นหรือหนึ่งหน้า กระดาษนี้จะถูกส่งไปที่ถาด (11) แต่ถ้าต้องการถ่ายสำเนาจำนวนหลายแผ่นกระดาษนี้จะถูกส่งไปเก็บที่ (12) หรือถูกส่งกลับเมื่อพิมพ์หน้าที่สองที่ (13) ส่วนควบคุมกลาง (14) และส่วนควบคุมระบบ (15) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของเครื่อง

ตำแหน่งและหน้าที่ของแก้วภายในเครื่อง

แก้วที่ใช้ในเครื่องถ่ายเอกสารอยู่ในหลายรูปแบบ เช่น กระจกแผ่น (ตำแหน่งที่ 2) กระจกเงา (ตำแหน่งที่ 3 และ 5) เลนส์ (ตำแหน่งที่ 4) และแก้วในลักษณะของเคลือบบนแผ่นโลหะ (ตำแหน่งที่ 6) แก้วเหล่านี้มีความสำคัญต่อการทำงานและระบบการถ่ายเอกสารของเครื่องต่างๆ กัน กระจกแผ่นในตำแหน่งที่ 2 ซึ่งทำหน้าที่รองรับต้นฉบับต้องมีความแข็งแรง มีความสม่ำเสมอในเนื้อแก้วและมีความเรียบ เพื่อทำให้กระจกนี้สามารถรับน้ำหนักและทนทานต่อการใช้งานได้ นอกจากนั้นยังต้องสามารถส่งผ่านภาพจากต้นฉบับได้ดีโดยไม่มีการบิดเบือนเกิดขึ้น กระจกเงาในตำแหน่ง 3 และ 5 ต้องมีความเรียบ มีเนื้อแก้วที่สม่ำเสมอ และมีประสิทธิภาพในการสะท้อนแสงดี ส่วนเลนส์ในตำแหน่งที่ 4 จะต้องมีประสิทธิภาพในการย่อหรือขยายภาพให้ได้สัดส่วนที่ต้องการและถูกต้อง แก้วที่เคลือบบนแผ่นโลหะในตำแหน่งที่ 6 เป็นแก้วที่มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นแก้วที่สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อได้รับแสง และเป็นส่วนที่ทำให้การถ่ายทอดข้อความจากต้นฉบับมาสู่สำเนาเกิดขึ้นได้ รายละเอียดของการนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้น และกระบวนการถ่ายทอดข้อความได้อธิบายในหัวข้อต่อไป

แก้วที่นำไฟฟ้าได้เมื่อได้รับแสง (photoconductive glass)

แก้วที่เคลือบอยู่บนโลหะแผ่นบางนี้จะมีความหนาประมาณ 50 ไมครอน และเป็นแก้วชาลโคเจไนด์ คือแก้วที่ทำจากธาตุชาลโคเจน [ธาตุกลุ่มที่ V ในตารางธาตุ เช่น ซัลเฟอร์ (S) เซเลเนียม (Se) และเทลลูเรียม (Te) เพียงอย่างเดียว หรือผสมกับธาตุในกลุ่มที่ IV ฟอสฟอรัส (P) สารหนู (As) พลวง (Sb) และบิสมัธ (Bi) หรือผสมกับธาตุ เยอร์มาเนียม (Ge) และธัลเลียม (TI)] แก้วชาลโคเจไนด์ที่เคลือบนี้อยู่ในรูป

ของ Se และอาร์เซนิกเซเลไนด์ (As_2Se_3) แก้วชนิดนี้มีคุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำ (semiconductor) โดยจะทำหน้าที่เป็นฉนวนทางไฟฟ้า (dielectric) แต่จะมีสมบัตินำไฟฟ้าดีขึ้นเมื่อได้รับแสง (photoconductive)

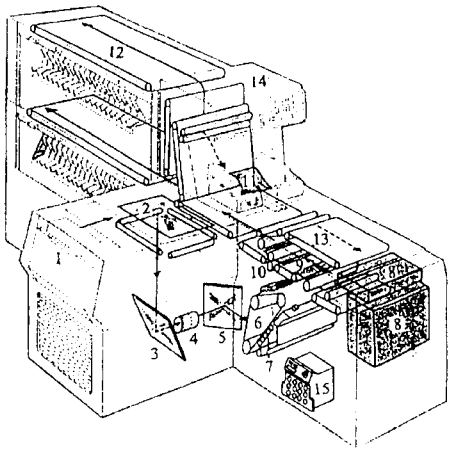
การนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแก้วชาลโคเจไนด์สามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อแสงตกกระทบบนแก้ว พลังงานจากแสง (photon) จะถูกดูดซับโดยชั้นบางๆ ของแก้ว พลังงานนี้เพียงพอที่จะกระตุ้นให้อิเล็กตรอนกระโดดข้ามช่องว่างของพลังงาน (energygap, E_g) ของแก้วชาลโคเจไนด์ ซึ่งมีค่าประมาณ 2 อิเล็กตรอนโวลต์ โดยกระโดดจากแถบพลังงานวงนอกสุด (valence band) ไปสู่แถบนำไฟฟ้า (conduction band) ทำให้เกิดคู่ของอิเล็กตรอน-โฮลขึ้น (ดูภาพที่ 2) การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนทำให้เกิดการนำไฟฟ้าขึ้น

การนำไฟฟ้าที่เกิดขึ้นทำให้กระบวนการถ่ายเอกสารเกิดขึ้นได้ดังนี้ เคลือบแก้วบนผิวโลหะ (ตำแหน่งที่ 6) จะถูกเหนี่ยวนำด้วยเส้นลวดอิเล็กโตรดที่มีกำลังเคลื่อนไฟฟ้า 30 กิโลโวลต์ ทำให้เกิดประจุบวก (electrostatic charges) ที่กระจายตัวอย่างสม่ำเสมอบนผิวของชั้นแก้วขึ้น (ดูภาพที่ 3 ก) ในขณะเดียวกันนั้นประจุลบได้ถูกเหนี่ยวนำให้เกิดขึ้นที่บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นแก้วและโลหะ (glass-metal substrate interface) ขั้นตอนนี้เป็นการเตรียมผิวของแก้วเพื่อรับภาพสะท้อนจากกระจกเงา (5)

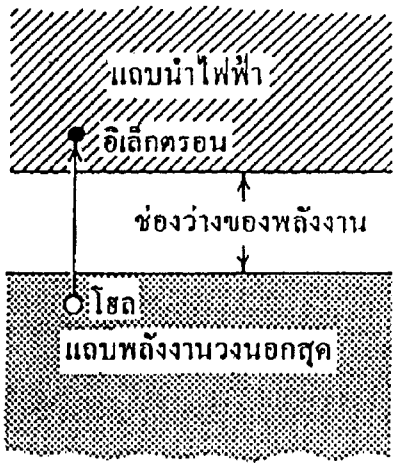
ภาพหรือข้อความที่ต้องการจะถ่ายสำเนาจะถูกถ่ายทอดลงบนแก้วที่มีประจุบวกอยู่บนผิวโดยอาศัยหลักการพื้นฐานทางแสง คือ ส่วนที่เป็นสีขาวบนต้นฉบับจะสะท้อนแสงออกมามาก แต่ส่วนที่มีสีเข้มจะสะท้อนแสงออกมาน้อย แสงที่สะท้อนออกมาจากกระจกเงา (5) จะตกกระทบและถูกดูดซับโดยแก้วชาลโคเจไนด์ และจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนขึ้นในชั้นแก้ว (จากหลักการที่อธิบายข้างต้น) อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเคลื่อนที่ไปหาประจุบวกบนผิวของชั้นแก้ว (ดูภาพที่ 3 ข) และทำให้บริเวณนั้นเกิดเป็นกลางขึ้น สำหรับโฮลที่คู่กับอิเล็กตรอนนั้นๆ จะเคลื่อนไปที่บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นแก้วและโลหะ เพื่อทำให้เกิดความเป็นกลางกับประจุลบในบริเวณนั้น สำหรับส่วนที่เป็นสีดำในต้นฉบับซึ่งมีแสงสะท้อนออกมาน้อย อิเล็กตรอนในชั้นแก้วจะเกิดขึ้นน้อยมากหรือไม่เกิดเลย จึงทำให้ประจุบวกบนผิวแก้วยังคงอยู่ ดังนั้นเมื่อโรยผงหมึกที่มีประจุลบลงบนแผ่นโลหะที่เคลือบด้วยแก้วชาลโคเจไนด์นี้ ผงหมึกจะเกาะกับบริเวณที่มีประจุบวกบนผิวแก้วและจะเกาะแน่นเป็นพิเศษในบริเวณที่มีความเข้มของประจุสูง (highly charged dark regions) (ดูภาพที่ 3 ค) ผงหมึกส่วนเกินจะถูกเขย่าออกก่อนที่กระดาษที่มีประจุบวกจะถูกป้อนลงบนแผ่นโลหะเคลือบ ผงหมึกที่มีประจุลบจะถูกประจุบวกบนกระดาษดูดออกมา (ดูภาพที่ 3 ง) หลังจากนั้นกระดาษที่มีผงหมึกติดอยู่จะถูกรีดด้วยลูกกลิ้ง และถูกฉายแสงเพื่อหลอมโพลิเมอร์ที่ผสมอยู่ในผงหมึกให้ติดกับกระดาษ เมื่อกระบวนการถ่ายเอกสารเสร็จสิ้นลง แผ่นโลหะเคลือบแก้วนี้จะถูกทำให้สะอาด โดยการฉายแสงลงบนแผ่นโลหะเคลือบทั้งแผ่น ขั้นตอนนี้จะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอนโฮลขึ้นทั่วในชั้นแก้ว อิเล็กตรอนจะทำให้ประจุบวกที่เหลืออยู่เป็นกลาง ในขณะเดียวกันโฮลจะทำให้ประจุลบที่บริเวณรอยต่อระหว่างชั้นแก้วและโลหะเป็นกลาง ปรากฏการณ์นี้ส่งผลให้หมึกที่มีประจุลบหลุดออก ผิวหน้าของแก้วจึงพร้อมสำหรับใช้ถ่ายสำเนาต่อไป

สรุป

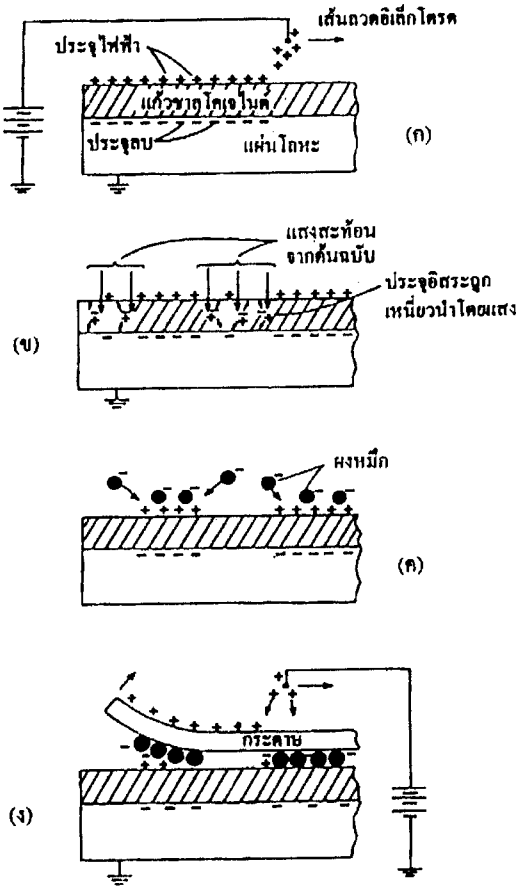
วิทยาการในการถ่ายเอกสารได้รับการพัฒนามาอย่างต่อเนื่อง จนในปัจจุบันเรามีเครื่องถ่ายเอกสารที่เป็นระบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำงานได้รวดเร็วมาก เครื่องถ่ายเอกสารที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในท้องตลาดล้วนแต่มีแก้วเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ แก้วในเครื่องถ่ายเอกสารทำหน้าที่ต่างๆ กัน เริ่มจากเป็นกระจกแผ่นรองรับเอกสารต้นฉบับ เป็นกระจกเงาสะท้อนภาพหรือข้อความ เป็นเลนส์ที่ใช้ย่อหรือขยายข้อความ จนกระทั่งถึงส่วนที่สำคัญมาก คือแก้วชั้นบางๆ ที่เคลือบบนแผ่นโลหะ ซึ่งเป็นแก้วชาลโคเจไนด์ (Se หรือ As_2Se_3) คุณสมบัติของสารกึ่งตัวนำของแก้วชนิดนี้ ทำให้แก้วนี้สามารถนำไฟฟ้าได้เมื่อได้รับแสง จากคุณสมบัตินี้ประกอบกับหลักการของการดูดและผลักกันของประจุไฟฟ้า และหลักการพื้นฐานทางแสง ทำให้กระบวนการถ่ายเอกสารแบบไม่ใช้น้ำยาเคมีเกิดขึ้นได้ ปัจจุบันเครื่องถ่ายเอกสารระบบนี้เป็นที่นิยมใช้ในสำนักงานทั่วไป



ภาพที่ 1 ชิ้นส่วนภายในเครื่อง Xerox 9400



ภาพที่ 2 การเกิดคู่อิเล็กตรอน-โฮลในสารกึ่งตัวนำ



ภาพที่ 3 หลักการถ่ายเอกสารแบบไม่ใช้น้ำยาเคมี :

(ก) การเหนี่ยวนำให้เกิดประจุโดยอิเล็กโตรด

(ข) ประจุที่เกิดขึ้นในแก้วชาลโคเจไนด์จากอิทธิพลของแสง

(ค) การลอกเลียนภาพจากต้นฉบับลงบนผิวแก้ว

(ง) การถ่ายสำเนาลงบนกระดาษ

เอกสารอ้างอิง

Anderson, J.C., et. al. Materials science. 4th ed. London: Chapman and Hall, 1990. Chapter. 14, p. 425-450.

Golembeski, D.J. Struggling to become an inventor. In Allen, F Great invention that changed the world. New York,N.Y.: American Heritage, 1994. p.40-48.

Solymar, L. and Walsh, D. Lectures on the electrical properties of materials. 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 1990. p.286.

Varshneya, A.K. Fundamentals of inorganic glasses. Boston: Academic Press, 1994. p. 385-389.

ระบบคุณภาพในห้องปฏิบัติการเคมี (Quality Systems in Chemical Laboratories)

ชัยวุฒิ เลาวเลิศ

ระบบคุณภาพในห้องปฏิบัติการ คือ การจัดโครงสร้างขององค์ประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพในห้องปฏิบัติการให้อยู่ในกรอบเดียวกัน ระบบคุณภาพนี้จะครอบคลุมการดำเนินการทุกสิ่งทุกอย่างในห้องปฏิบัติการ ตั้งแต่นโยบายการจัดการทางด้านคุณภาพไปจนถึงรายละเอียดเกี่ยวกับวิธีดำเนินการของบุคลากร เพื่อให้เกิดความมั่นใจในคุณภาพของผลการวิเคราะห์

การจัดการในห้องปฏิบัติการต้องมีระบบคุณภาพ ด้วยเหตุผลต่างๆ เช่น

1. ค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ซ้ำ (cost & reanalysis) ประเทศอังกฤษ ในแต่ละปีห้องปฏิบัติการจะมีการวิเคราะห์มากกว่า 1 พันล้านรายการ ถ้าสมมุติว่า 1 รายการ ค่าใช้จ่าย 10 ปอนด์ หมายความว่าการวิเคราะห์ทางเคมี ในแต่ละปีมีค่าใช้จ่ายเป็นเงิน 10 พันล้านปอนด์ ได้มีการประเมินว่าค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ซ้ำ (สาเหตุอาจจะเกิดจากความผิดพลาด หรือข้อโต้แย้ง) ประมาณ 1 พันล้านปอนด์ในแต่ละปี (ประมาณร้อยละ 10 ของค่าวิเคราะห์ทั้งหมด) ดังนั้นถ้าห้องปฏิบัติการต่างๆ มีระบบคุณภาพ ก็จะลดค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ซ้ำได้

2. ข้อมูลไม่น่าเชื่อถือ (unreliable data)

2.1 ในประเทศอังกฤษ ได้มีการสุ่มตัวอย่างห้องปฏิบัติการจำนวน 27 แห่ง เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วในกะหล่ำปลีแห้ง (dried cabbage) โดยใช้ตัวอย่างกะหล่ำปลีที่มีตะกั่วอยู่ในช่วงระหว่าง 0.23-0.4 mg kg^{-1} ผลการวิเคราะห์ปรากฏในตาราง

ผลวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วเฉลี่ยในตัวอย่างกะหล่ำปลีจากห้องปฏิบัติการ 27 แห่ง

(หน่วย mg kg^{-1})

ผลวิเคราะห์		จำนวนห้องปฏิบัติการ
0.10		1
0.14		1
0.18		2
0.22		2
0.26	ช่วงที่ยอมรับได้	1
0.34		3
0.46		1
0.50		2
0.54		2
0.58		1
0.62		2
0.66		1
0.74		2
0.82		1
1.02		1
1.18		1
1.22		1
3.60		1
3.90		1

จากตารางแสดงให้เห็นว่ามีห้องปฏิบัติการจำนวนเพียง 4 แห่ง ที่รายงานผลอยู่ในช่วงที่ย่อมรับได้ จากการพิจารณาห้องปฏิบัติการต่างๆ ถึงเหตุที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน พบว่า เกิดจากขั้นตอนการสกัดตะกั่วออกจากตัวอย่างและการใช้วิธีดำเนินการที่ไม่เหมาะสมกับปริมาณความเข้มข้นของตะกั่วที่มีอยู่ในตัวอย่าง

2.2 จากการทดลองวิเคราะห์นมผงเพื่อหาปริมาณแคดเมี่ยม ปรอท ตะกั่ว และทองแดง ด้วยวิธีการวิเคราะห์เปรียบเทียบของห้องปฏิบัติการต่างๆ (intercomparison laboratories) โดยใช้ reference material ผลการวิเคราะห์ปรากฏในตาราง

สารที่วิเคราะห์	สารปริมาณน้อยในนมผง (mg kg^{-1}) การเปรียบเทียบครั้งแรก ช่วงผลการวิเคราะห์	หลังจากได้รับการแนะนำ ช่วงผลการวิเคราะห์	ค่าที่ยอมรับ
แคดเมียม	0.4-4500	1.0-5.6	2.9
ปรอท	0.6-42	0.73-1.27	1.0
ตะกั่ว	68-5500	92.4-112.5	104.5
ทองแดง	470-9257	475-700	545

จากตาราง ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบครั้งแรก ความ เข้มข้นของโลหะอยู่ในช่วงที่กว้างมาก จึงได้มีการปรึกษา และให้คำแนะนำกับห้องปฏิบัติการต่างๆ เกี่ยวกับวิธีการทดสอบ วิธีการสอบเทียบเครื่องมือต่างๆ จากนั้นจึงส่งตัวอย่างให้ทำการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ผลการวิเคราะห์ครั้งที่สอง ผลการวิเคราะห์หลังจากที่ได้แนะนำแล้วปรากฏว่าดีขึ้นเมื่อเทียบกับค่าที่ยอมรับได้

จากเหตุผลดังกล่าวข้างต้น จึงเป็นเหตุผลสำคัญที่ทำให้ห้องปฏิบัติการต้องจัดทำระบบคุณภาพเพื่อให้บุคลากรในห้องปฏิบัติการปฏิบัติไปในแนวเดียวกัน และสามารถตรวจสอบผลการวิเคราะห์ได้โดยบุคลากรในห้องปฏิบัติการนั้น หรือห้องปฏิบัติการอื่นซึ่งอยู่ภายในประเทศหรือต่างประเทศ

ในช่วงระยะเวลาที่ผ่านมา ห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปพยายามที่จะพัฒนางานให้มีคุณภาพ และมีความถูกต้อง เช่น ห้องปฏิบัติการบางแห่ง ใช้วิธีการบันทึกการทดลอง หรือบันทึกข้อมูลต่างๆ ที่จำเป็นเพื่อใช้เป็นฐานการปฏิบัติงานต่อๆไป แต่พบว่ายังมีข้อผิดพลาด ซึ่งอาจจะเกิดขึ้นจากความไม่ระมัดระวังหรือใช้วิธีดำเนินการที่ไม่ถูกต้อง ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเขียนระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นแนวทางปฏิบัติโดยให้บุคลากรในห้องปฏิบัติการรับรู้และเข้าใจตรงกันคู่มือ คุณภาพ (quality manual) เป็นเอกสารที่ห้องปฏิบัติการจะต้องจัดทำขึ้นโดยเนื้อหาจะประกอบด้วย การควบคุมคุณภาพ (quality control) การประกันคุณภาพ (quality assurance) การสอบเทียบเครื่องมือ (calibration) การจัดการด้านคุณภาพ (quality management) และอื่นๆ เป็นต้น

ความหมายของคำต่างๆ ที่ใช้ในระบบคุณภาพ ได้แก่ EN 8402 (1991)

ระบบคุณภาพ (quality system) ตาม ISO 8402 (1986),/ และ BS-4788 part 1(1989) หมายถึง ระบบที่ประกอบด้วยโครงสร้างขององค์กร หน้าที่ความรับผิดชอบ วิธีดำเนินการกระบวนการและทรัพยากร สำหรับนำการบริหารงานคุณภาพไปปฏิบัติหรือกล่าวอย่างง่ายๆ ระบบคุณภาพ ก็คือ ระบบที่ประกอบด้วยการจัดการคุณภาพและการประกันคุณภาพ

คู่มือคุณภาพ (quality manual) หมายถึงเอกสารที่ระบุนโยบายคุณภาพระบบคุณภาพและการปฏิบัติงานอย่างมีคุณภาพขององค์กรหรือเอกสารอื่นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการด้านคุณภาพของห้องปฏิบัติการ

คุณภาพ (quality) ตามบทความของ ดร.วีรพจน์ ลือประสิทธิ์กุล ในหนังสือพิมพ์กรุงเทพธุรกิจ วันที่ 3 พฤศจิกายน พ.ศ. 2539 กล่าวไว้ว่า Duncan William L., และพวก ให้นิยามความหมายของคำคุณภาพออกเป็น สองกลุ่มใหญ่

กลุ่มแรกเรียกว่า คิวเล็ก (q) ใช้ในกรณีที่แสดงถึงข้อกำหนดของผลิตภัณฑ์ และของกระบวนการ

กลุ่มที่สองเรียกว่า คิวใหญ่ (Q) ใช้ในกรณีที่เป็นแนวคิด และเป้าหมายด้านการบริหาร

คำนิยามของคุณภาพในกรณีของ คิวเล็ก

คุณภาพ คือ ระดับที่บ่งบอกว่าผลิตภัณฑ์นั้นสอดคล้องกับข้อกำหนดหรือไม่ (Harold Gilmore)

คุณภาพ คือ ระดับที่บ่งบอกความเป็นเลิศในราคาที่ยอมรับได้ (Robert A. Broth)

คุณภาพ คือ ความเหมาะเจาะสำหรับการใช้สอย (Dr. M. Juran) กล่าวโดยสรุป คิวเล็ก หรือ คุณลักษณะเชิงคุณภาพ (quality characteristics) ก็คือ คุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์วัสดุ กระบวนการและการบริการที่เหมาะสมกับการใช้สอย

คำนิยามของคุณภาพในกรณีของ คิวใหญ่

Dr. W.E. Deming กล่าวว่า การปรับปรุงคุณภาพ หมายถึง การปรับปรุงกระบวนการเพื่อช่วยเพิ่มความสม่ำเสมอของผลิตภัณฑ์ ลดความผิดพลาดและการซ่อมแซมแก้ไข ลดการสูญเปล่าของแรงงาน วัสดุและเครื่องจักร ทำให้สามารถเพิ่มผลผลิตได้ด้วยการลงทุนที่น้อยลง

คุณภาพ คือ ความสอดคล้องกับสิ่งที่ต้องการ (Philip B. Crosby)

คุณภาพ คือ ความคาดหวังของลูกค้า (Robert Costello)

Dr. A.V. Feigenban คุณภาพ หมายถึง สิ่งที่ดีที่สุดสำหรับเงื่อนไขของลูกค้า เช่น การใช้งานและราคา กล่าวโดยสรุป คุณภาพตามทัศนะของคิวใหญ่ ก็คือ การทำให้ลูกค้าพึงพอใจ ด้วยการทำให้ความต้องการและความคาดหวังของลูกค้าได้รับการตอบสนอง เช่น การส่งสินค้าที่ถูกต้อง ตรงเวลาที่ต้องการ ในราคาที่ย่อมเยา และด้วยการปฏิบัติอย่างสุภาพอ่อนโยน คุณภาพ ก็คือ ความพึงพอใจของลูกค้า

คุณภาพ ตาม ISO (1986), BS (1991), EN (1987) หมายถึง คุณลักษณะของสิ่งต่าง ๆที่ก่อให้เกิดความพอใจและตอบสนองความต้องการได้

คุณภาพของห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ จะต้องมีความหมายประกอบด้วย

1. เป็นไปตามความประสงค์ของลูกค้า

2. ผลการวิเคราะห์ทำให้เกิดความเชื่อมั่นต่อลูกค้าและผู้ที่เกี่ยวข้อง

3. ราคาที่เหมาะสม

การควบคุมคุณภาพ (quality control) หมายถึง วิธีปฏิบัติและกิจกรรมที่ใช้เพื่อก่อให้เกิดคุณภาพ (the operational techniques and activities that are used yo fulfil requirements for quality.) จากเอกสาร AOAC ให้ความหมายว่า กิจกรรมที่ได้วางแผนเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพ (planned activities designed to provide quality product.)

การประกันคุณภาพ (quality assurance) หมายถึง แผนและการปฏิบัติที่จำเป็นเพื่อก่อให้เกิดความมั่นใจว่าผลิตภัณฑ์หรือการบริการเป็นไปอย่างมีคุณภาพเป็นที่น่าพอใจ (all those planned and systematic action necessary to provide adequate confidence that a product or service will satisfy givan requirements for quality.) จากเอกสาร AOAC ให้ความหมายว่า กิจกรรมที่ได้วางแผนเพื่อให้มีการใช้การควบคุมคุณภาพในกระบวนการอย่างเหมาะสม

รูปแบบมาตรฐานระบบคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการ

จากการที่ห้องปฏิบัติการมีความแตกต่างและมีความหลากหลายทำให้มีมุมมองทางด้านระบบคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งเป็นการยากที่จะให้ผู้ใช้บริการห้องปฏิบัติการทราบว่าห้องปฏิบัติการใด มีระบบคุณภาพตามที่ต้องการ สถาบันต่าง ๆ จึงได้พยายามพัฒนามาตรฐานระบบคุณภาพให้เหมาะสมกับห้องปฏิบัติการต่าง ๆ สำหรับห้องปฏิบัติการทางด้านเคมีวิเคราะห์ แบ่งมาตรฐานระบบคุณภาพออกได้เป็น 3 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ

1. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) ได้จัดทำระบบคุณภาพที่เรียกว่า The Good Laboratory Practice standard (GLP)

2. International and national standards organization มาตรฐานระบบคุณภาพ จะตรงกับระบบคุณภาพที่ใช้ในห้องปฏิบัติการในประเทศอังกฤษ ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 3 ระดับ คือ ระหว่างประเทศ ประเทศในยุโรป ในประเทศอังกฤษ ดังต่อไปนี้

2.1 The International Organization for Standardization (ISO) ได้จัดทำมาตรฐานระบบคุณภาพเหมาะสมใช้งานได้หลายรูปแบบ เช่น ISO 9000 series. ISO/IEC Guide 25

2.2 The European Committee for Standardization (CEN) ได้จัดมาตรฐานระบบคุณภาพใช้กับประเทศในยุโรป เช่น EN 29000 series (based on ISO 9000 series). EN 45000 series (based on ISO/IEC Guide 25)

2.3 The British Standards Institon. (BSI) ได้จัดทำมาตรฐานระบบคุณภาพของประเทศอังกฤษ ได้แก่ BS 5750 (equivalent to ISO 9000, EN 29000), BS 7500 (EN 45000)

3. National laboratory accreditation bodies. ได้จัดทำรายละเอียดเกี่ยวกับข้อกำหนดของระบบคุณภาพสำหรับห้องปฏิบัติการโดยทั่วไปจะใช้เกณฑ์ที่กำหนดไว้โดย ISO, EN และอื่น ๆที่เหมาะสมกับมาตรฐานภายในประเทศ และยังทำหน้าที่เป็นองค์กรที่ประเมินห้องปฏิบัติที่ใช้ระบบคุณภาพดังกล่าวข้างต้น ในประเทศอังกฤษ The National Measurement Accreditation Service (NAMAS) เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่ประเมินและให้การรับรองห้องปฏิบัติการในปี 1995 ได้มีการรวมตัวขององค์กร NAMAS กับ NACCB ได้จัดตั้งเป็นบริษัทโดยการยอมรับของรัฐบาลอังกฤษ เรียกว่า The United Kingdom Accreditation Service (UKAS) ทำหน้าที่เป็น National accreditation of measurement and sampling and of certification bodies.

ห้องปฏิบัติการที่ประสงค์จะเลือกมาตรฐานระบบคุณภาพใดนั้นจะต้องพิจารณารายละเอียดของกฎเกณฑ์ของระบบคุณภาพ เพื่อที่จะตัดสินได้ว่ามาตรฐานระบบคุณภาพใดที่เหมาะสมที่สุด เพื่อที่จะได้วางแผนให้ระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการเป็นไปตามมาตรฐานที่ได้กำหนดไว้ กล่าวคือ ห้องปฏิบัติการใดต้องการได้รับการประเมินการรายงานผลการวิเคราะห์ รวมถึง การแปรผลข้อมูลและการตัดสินใจจากข้อมูล ควรใช้มาตรฐานระบบคุณภาพ BS 5750 หรือเทียบเท่าสำหรับห้องปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ มาตรฐานระบบคุณภาพที่เหมาะสมและควรใช้คือ ISO/IEC Guide 25 แต่ถ้าห้องปฏิบัติการใดทำงานทางด้านการวิเคราะห์ทดสอบและนำข้อมูลไปจดทะเบียน (registration) ควรใช้มาตรฐานระบบคุณภาพ GLP เป็นต้น

ห้องปฏิบัติการ ที่ทำตามข้อกำหนดมาตรฐานระบบคุณภาพใดมิได้หมายความว่าจะได้มาตรฐานคุณภาพตามระบบนั้น แต่จะต้องมีการตรวจสอบโดยผู้ประเมินอิสระหรือที่เรียกว่า third party audit. เพื่อให้มั่นใจว่าข้อกำหนดในระบบคุณภาพได้ถูกนำไปปฏิบัติอย่างถูกต้องผู้ประเมินจะตรวจสอบคู่มือคุณภาพของห้องปฏิบัติการนั้น จนเป็นที่ยอมรับว่าเป็นไปตามมาตรฐานระบบคุณภาพและห้องปฏิบัติการได้นำข้อกำหนดที่เขียนไว้ไปปฏิบัติอย่างแท้จริง เมื่อผู้ประเมินให้การรับรองห้องปฏิบัติการแล้ว ห้องปฏิบัติการนั้น จึงจะสามารถระบุได้อย่าง เป็นทางการว่า ได้รับการรับรองตามมาตรฐานระบบคุณภาพ หลังจากนั้นห้องปฏิบัติการที่ได้รับรองจะถูกประเมินเป็นระยะ ๆ เพื่อเป็นการประกันว่าระบบคุณภาพจะมีการปฏิบัติอย่างสม่ำเสมอและเหมาะสม

ห้องปฏิบัติการที่สามารถให้ข้อมูลที่มีความถูกต้องจะเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน ไม่ว่าจะเป็นเรื่องอาหาร สิ่งแวดล้อม สุขภาพ ตลอดจนถึงเรื่องการค้า ห้องปฏิบัติการที่รายงานผลการทดสอบที่สามารถทวนสอบได้จะเป็นที่น่าเชื่อถือ ทำให้ห้องปฏิบัติการนั้นสามารถที่จะแข่งขันได้ในตลาดโลกเสรี

ตามที่ได้แบ่งมาตรฐานระบบคุณภาพ ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ นั้นน่าจะได้พิจารณารายละเอียดของแต่ละระบบคุณภาพดังต่อไปนี้

มาตรฐานระบบคุณภาพ GLP

ระบบคุณภาพตามมาตรฐาน GLP เป็นแผนจัดการระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ ที่จัดทำขึ้นเพื่อให้ดำเนินการระหว่างประเทศโดยมีจุดมุ่งหมายในเบื้องต้นสำหรับห้องปฏิบัติการที่ทำการวิเคราะห์สารต่างๆ แล้วประมวลผล เพื่อนำไปใช้ในการขอขึ้นทะเบียน เช่นการประมวลผลความปลอดภัยทางด้านยารักษาโรค การทดสอบสารเติมแต่งในอาหารและเครื่องสำอาง การทดสอบความเป็นพิษที่เกี่ยวกับการทดลองในสัตว์ การตรวจสอบสารต่างๆ ที่จะเป็นอันตรายต่อสิ่งแวดล้อมในปี 1976 FDA (The United States Food and Drug Administration) ได้วางกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวจนเป็นที่ยอมรับของหน่วยงานขึ้นทะเบียน ต่อมาในปี 1982 OECD ได้ยกร่างและจัดพิมพ์ให้เป็นมาตรฐานระหว่างประเทศ

การปฏิบัติเพื่อให้เป็นไปตามกฎเกณฑ์ของ GLP นี้เรียกว่า GLP compliance การปฏิบัติตาม GLP Compliance ทำให้ผลการทดสอบหรือผลการทดลองมีความถูกต้องสมบูรณ์ เป็นที่ยอมรับระหว่างองค์กรหรือระหว่างประเทศ ทำให้ค่าใช้จ่ายในการทดสอบซ้ำลดลงการปฏิบัติตามกฎเกณฑ์จะต้องกล่าวถึง วิธีดำเนินการทุกอย่างในห้องปฏิบัติการที่เกี่ยวข้องกับเรื่องการศึกษานั้นๆ ซึ่งจะแตกต่างจากข้อกำหนดของ BS 7500 และ NAMAS ซึ่งจะดูถึงความสามารถในแต่ละการทดสอบ

ในแต่ละประเทศจะมีองค์กรที่ทำหน้าที่ประเมินห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ international GLP scheme สำหรับในประเทศอังกฤษ กรมอนามัย จะเป็นผู้ดำเนินการและคอยดูแลให้เป็นไปตามมาตรฐานระบบคุณภาพ GLP โดยมีห้องปฏิบัติการจำนวนมากกว่าร้อยแห่งที่เข้าร่วมดำเนินการตามระบบนี้

มาตรฐานระบบคุณภาพ BS (now known as BS ENISO 9000)

ระบบคุณภาพตามมาตรฐาน BS 5750 เป็นแผนจัดการระบบคุณภาพที่สามารถนำไปใช้ได้ในกิจกรรมต่างๆ มาตรฐาน BS จะเทียบเท่ากับมาตรฐานของ ISO และ EN ดังนี้

BS 5750 : Part 1 "Specification for design/development, production. installation and servicing" จะเทียบเท่ากับ ISO 90001 และ EN 29001.

BS 5750 : Part 2 "Specification for production and installation". (ISO 9002, EN 29002)

BS 5750 : Part 3 "Specification for final inspection and test", (ISO 9003, EN 29003)

ระบบคุณภาพตามมาตรฐาน BS 5750 ใช้กันอย่างแพร่หลายตามองค์กรต่างๆ ในประเทศอังกฤษ ทางด้านการผลิต การพัสดุและการบริการ

NAMAS

ในประเทศอังกฤษ NAMAS เป็นหน่วยงานที่ทำหน้าที่ประเมินและรับรองห้องปฏิบัติการทางด้านการทดสอบและสอบเทียบ โดยมีห้องปฏิบัติการประมาณ 1500 แห่ง ที่ดำเนินการร่วมกับ NAMAS ในจำนวนนี้มีหลายร้อยแห่งที่ดำเนินการวิเคราะห์ทางด้านเคมี ส่วนที่เหลือจะเป็นการทดสอบทางด้านฟิสิกส์และการสอบเทียบ NAMAS ให้การรับรองห้องปฏิบัติการที่ดำเนินการวิเคราะห์ทดสอบเฉพาะรายการที่ต้องการขอการรับรองตามรายละเอียดที่ปรากฏอยู่ใน ISO/IEC Guide 25

เอกสารอ้างอิง

Crosby, Neil T. Quality in the analytical chemistry laboratory. Chichester : Wiley, 1995.

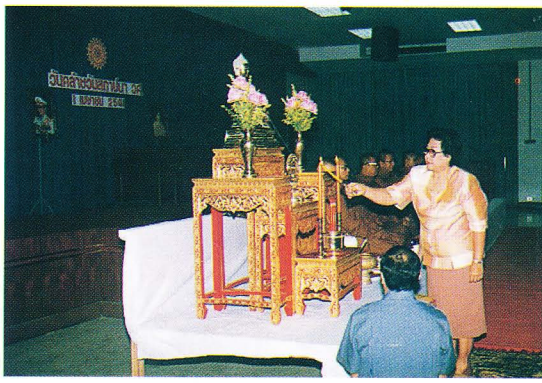
International Organization for Standardization. Quality management and quality assurance-vocabulary. ISO 8402. 1994.

-----. International Electrotechnical Commission. General requirements for the competence of calibration and testing laboratories. ISO/IEC Guide 25. 1990

Laboratory of the Government Chemist. EURACHEM/WELAC chemistry working group. EURACHEM guidance document no.1 WELAC guidaner document no. WGD 2 ; accreditation for chemical laboratories. Teddington, Middlesex : Laboratory of the Government Chemist, Aprils, 1993.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ข้อกำหนดทั่วไปว่าด้วย ความสามารถของห้องปฏิบัติการสอบเทียบและห้องปฏิบัติการทดสอบ มอก. 1300, 2537.

1 ดร.ศุภวิทย์ เปี่ยมพงศ์สานต์ ดร.อนามัย สิงหะพันธุ และนายเฉลิมศักดิ์ วานิชสมบัติ ผู้ตรวจราชการกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ ตรวจเยี่ยมกิจการและปรึกษาข้อราชการกับกรมวิทยาศาสตร์บริการ (16 ก.พ. 2541)



2 นางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธีทำบุญเลี้ยงพระ เนื่องในวันคล้ายวันสถาปนา วศ. (1 เม.ย. 41)

3 ดร.ฤกษ์ ศยามานนท์ และนายวิศิษฐพร เผื่อนพิภพ ผู้แทนโครงการศึกษาวิจัยการผลิตกระถางหญ้าแฝกเพื่อปลูกป่า ณ ดอยคุง จ.เชียงราย และการผลิตกระถางผักตบชวา ตามพระราชดำริพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว รับเงินอุดหนุนโครงการฯ จากนางสาวชดช้อย เอี่ยมพงษ์ อธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ

4

5

6

7

8

9

4 กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ กรมวิทยาศาสตร์บริการร่วมกับกรมสามัญศึกษาจัดโครงการอบรมสัมมนาเรื่องการบริการห้องปฏิบัติการเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ ยุค IMF ให้แก่ครูวิทยาศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา โดยมี นายบันเทิง ตัณฑวัฒน์ รองอธิบดีกรมวิทยาศาสตร์บริการ เป็นประธานในพิธี ณ ห้องประชุม อาคารตั้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ

5 กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจัดอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องอินเตอร์เน็ตสำหรับผู้บริหารและข้าราชการระดับ 8 ขึ้นไป ของกรมวิทยาศาสตร์บริการ (13 มี.ค. 2541)

6 สำนักงานเลขานุการกรม จัดโครงการฝึกอบรมปฐมนิเทศข้าราชการและลูกจ้างประจำบรรจุใหม่ ประจำปี 2541 ณ ห้องประชุม อาคารตั้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ

7 นางมยุรี ผ่องผุดพันธ์ ผู้อำนวยการกองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ให้การต้อนรับ Mr. NGU Yen Hoang DUC บรรณารักษ์ประเทศเวียดนามมาฝึกอบรมด้าน Training on Library Management and Information Service

8 นายสุรพันธ์ บริสุทธิ์ ผู้อำนวยการศูนย์วิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมเซรามิก แถลงข่าวเรื่องการค้นพบเทคนิคการเผาเพื่อให้เกิดสีแดงในผลิตภัณฑ์เซรามิก ณ ห้องประชุมกระทรวงวิทยาศาสตร์ฯ (27 มี. ค. 2541)

9 กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพอบรมการแปรรูปผลผลิตการเกษตร แก่สมาชิกกลุ่มแม่บ้านเกษตรกร จ.นครปฐม

10

11

12

13

14

10,11,12 โครงการฝึกอบรมและพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ จัดอบรมการสอบเทียบเครื่องแก้วเชิงปริมาตรในห้องปฏิบัติการ รุ่นที่ 1 การทำ Validation เครื่อง HPLC และการพัฒนาเทคนิคทางวิทยาศาสตร์ การใช้ AAS ในการวิเคราะห์ทดสอบและวิจัย รุ่นที่ 1 ให้แก่ ข้าราชการและผู้สนใจ

13 กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานเรื่อง การทำเยื่อฟอกปราศจากคลอรีนจากยูคาลิปตัส การทำวัสดุก่อสร้างจากกากหมึกพิมพ์ธนบัตร การผลิตเยื่อเซลลูโลสคุณภาพสูงจากกระดาษธนบัตรชำรุด ผลไม้อบแห้งโดยวิธีแช่เยือกแข็ง ไปร่วมแสดงในงานนิทรรศการศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.อยุธยา (28 ม.ค.-1 ก.พ. 2541)

14 กรมวิทยาศาสตร์บริการนำผลงานเรื่องการวิเคราะห์น้ำบริโภคทางเคมีและชีวภาพไปแสดงในงานนิทรรศการวันข้าราชการพลเรือน ณ หอประชุม กรมประชาสัมพันธ์ (30 มี.ค.-2 เม.ย. 2541)

ข้าราชการและลูกจ้างดีเด่นประจำปี 2541

1 นางอุมาพร สุขม่วง เกิด ๑๑ สิงหาคม ๒๕๐๒
วุฒิการศึกษา ปริญญาโท จากสถาบัน จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
เริ่มรับราชการครั้งแรกเมื่อ ๑ ธันวาคม ๒๕๒๖
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ๗ ว
สถานที่ทำงาน กองการศึกษาเคมีปฏิบัติ
อุดมคติในการทำงาน ทำงานในหน้าที่และงานที่ได้รับมอบหมายให้ดีที่สุด

2 นางสาวนงนุช เมธียนต์พิริยะ เกิด ๑ พฤศจิกายน ๒๕๐๒
วุฒิการศึกษา MSc. จากสถาบัน University of Otago, New Zealand
เริ่มรับราชการครั้งแรกเมื่อ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๒๖
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักวิทยาศาสตร์ ๕
สถานที่ทำงาน กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
อุดมคติในการทำงาน ทำให้ดีที่สุดเท่าที่จะทำได้ ด้วยความพยายามและความสามารถของตนเอง

3 นางสาวพอใจ ทองก้าย เกิด ๑๖ มิถุนายน ๒๕๐๙
วุฒิการศึกษา ประกาศนียบัตรวิชาชีพเทคนิค จากสถาบัน เทคนิควิมล
เริ่มรับราชการครั้งแรกเมื่อ ๑ กุมภาพันธ์ ๒๕๓๔
ปัจจุบันดำรงตำแหน่ง นักการภารโรง
สถานที่ทำงาน กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ
อุดมคติในการทำงาน รู้จักประหยัด ซื่อสัตย์สุจริต ทำงานในหน้าที่ที่ได้รับมอบหมายให้ดีที่สุด

การฝึกอบรมทางวิชาการ

- อบรมวิธีปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ทั่วไปทางเทคนิค ปฏิบัติการด้านวิเคราะห์อาหาร หลักการวิเคราะห์อาหาร ปิโตรเคมี ปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์โดยปริมาณ Advanced Chemical Analysis, Petrochemistry, Organic Chemistry, NMR Spectroscopy, Total hardness, Free residual chlorine ในน้ำ การวิเคราะห์แร่และโลหะสารปริมาณน้อยและการใช้เครื่องมือพิเศษ การวิเคราะห์น้ำ สารเคมีทางการเกษตร การวิเคราะห์คุณสมบัติของน้ำมันปิโตรเลียมและถ่านหิน วิธีวิเคราะห์และทดสอบตัวอย่างผงซักฟอก แคลเซียมคาร์บอเนต การวิเคราะห์สารอินทรีย์ แก่นักศึกษาเคมีปฏิบัติ นักศึกษาสถาบันต่างๆ และบริษัทเอกชน
- อบรมการใช้เครื่องหมุนเหวี่ยง การทำน้ำผลไม้พร้อมดื่ม : ฝรั่ง มะขาม มะพร้าว เฉาก๊วย เก๊กฮวย การแปรรูปถั่วลิสง วิธีวิเคราะห์วิตามินบี 1 ขนุนอบแห้ง น้ำมะขามเปียก มันสำปะหลังทอดกรอบ วุ้นมะพร้าว น้ำนมถั่วเหลือง น้ำตะไคร้หวานเข้มข้น ถั่วอบกะทิ ข้าวบรรจุกระป๋อง ขาหมูบรรจุกระป๋อง การทำทุเรียนแผ่นกรอบ วิธีวิเคราะห์อาหารทางด้านจุลชีววิทยา วิธีวิเคราะห์สีผสมอาหาร ให้แก่ กลุ่มเคหะกิจและแม่บ้านเกษตร จ.ปราจีนบุรี จ.มุกดาหาร จ.ศรีสะเกษ เจ้าหน้าที่เคหกิจ จ.นครปฐม และผู้สนใจ
- อบรมเรื่องการทำวัสดุก่อสร้างจากดินซีเมนต์ การวิเคราะห์สมบัติและการเผาพลอย ให้แก่นักศึกษาและผู้สนใจ และถ่ายทอดเทคโนโลยีการผลิตกระถางหญ้าแฝก ที่โรงงานผลิตกระถางหญ้าแฝกดอยตุง จ.เชียงราย
- อบรมงานวิเคราะห์ทดสอบและงานตกแต่งสี งานด้านเซรามิก การเผาผลิตภัณฑ์สีแดงในเคลือบสีน้ำเงิน แก่นักศึกษาสถาบันราชภัฏบุรีรัมย์ สถาบันราชภัฏพระนคร สถาบันราชภัฏฉะเชิงเทรา ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จ.อยุธยา ศูนย์ศิลปาชีพบ้านกุดนาขาม จ.สกลนคร ศูนย์ศิลปาชีพบ้านแม่ต๋ำ จ.ลำปาง

การพัฒนาบุคลากรในต่างประเทศ

1. นายปรีชา ธรรมนิยม ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปประชุมคณะกรรมการวิชาการสาขา Agricultural food products/ Microbiology ณ ประเทศเนเธอแลนด์
2. นางสาวสุคนธ์ เนคมานุรักษ์ ข้าราชการกองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ไปประชุมคณะกรรมการวิชาการสาขานมและผลิตภัณฑ์นม ณ ประเทศอุรุกวัย

สารให้ความหวานแทนน้ำตาลในเครื่องดื่ม

วรุณีย์ วงศ์ธนสารสิน

เครื่องดื่มเป็นอาหารที่มีส่วนประกอบหลายอย่าง ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องดื่ม ได้แก่ น้ำที่มีแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วย เครื่องดื่มที่ทำจากผลไม้หรือพืชผักและเครื่องดื่มที่ทำจากส่วนผสมที่ไม่ใช่ผลไม้หรือพืชผัก ไม่ว่าจะมีคาร์บอนไดออกไซด์หรือออกซิเจนผสมอยู่ด้วยหรือไม่ก็ตาม เครื่องดื่มชนิดแห้ง เครื่องดื่มชนิดเข้มข้นที่ต้องเจือจางก่อนบริโภค สำหรับเครื่องดื่มชนิดเหลว ส่วนประกอบหลักคือน้ำ ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวประสานให้ส่วนประกอบอื่นผสมเข้าด้วยกัน ส่วนประกอบที่สำคัญ ได้แก่ สารให้รสหวาน เปรี้ยว เค็ม กลิ่น สารเสริมคุณลักษณะเนื้อให้ได้เครื่องดื่มตามที่ต้องการอย่างสมบูรณ์ อาจรวมไปถึงแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ด้วย ดังนั้นคุณภาพของเครื่องดื่ม จึงขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของส่วนประกอบเหล่านี้เป็นสำคัญ น้ำตาลเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเครื่องดื่มที่มีความสำคัญมาก กล่าวคือเป็นสารให้ความหวานและยังทำให้เกิดความสมดุลของรสชาติอื่นที่มีในเครื่องดื่ม เช่น รสเปรี้ยว เค็ม ขม นอกจากนี้น้ำตาลยังเป็นสารให้ความหนืด ให้น้ำหนัก หรือจัดเป็นส่วนประกอบใหญ่ของเนื้อ (body) ของเครื่องดื่ม ในระดับความเข้มข้นสูงน้ำตาลยังทำหน้าที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ด้วย

เครื่องดื่มที่จำหน่ายทั่วไปในท้องตลาด ส่วนประกอบสำคัญอย่างหนึ่งคือ สารให้ความหวาน น้ำตาลนับว่ามีความสำคัญมากที่สุด แม้ว่าขณะนี้ยังไม่สามารถหาสารอื่นมาทดแทนน้ำตาลได้อย่างแท้จริง เมื่อคิดถึงต้นทุนการผลิตและความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สารให้ความหวานที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในอาหารอาจแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการและสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ

สารให้ความหวานที่มีคุณค่าทางโภชนาการที่นิยมใช้ได้แก่ น้ำตาลชนิดต่างๆ ดังต่อไปนี้

ซูโครสหรือน้ำตาลทราย เป็นสารให้ความหวานที่นิยมใช้มากที่สุด เมื่อละลายน้ำจะมีบางส่วนแตกตัวเป็นกลูโคสและฟรักโทส ได้จากอ้อยหรือหัวบีท

ฟรักโทสหรือเลวูโลส เป็นน้ำตาลที่พบมากในผลไม้และน้ำผึ้ง มีความหวานมากกว่าความหวานจากน้ำตาลทรายประมาณ $1\frac{1}{2}$ เท่า

Fructose syrup ที่ประกอบด้วยฟรักโทส ร้อยละ 42 เดกซ์โทรส ร้อยละ 51 ใช้เสริมความหวานให้กับสารให้ความหวานชนิดอื่น เช่น แซ็กคาริน ได้ดี

น้ำผึ้ง เป็นสารให้ความหวานเข้มข้นที่สำคัญของมนุษย์ น้ำผึ้งที่มาจากแหล่งต่างกันจะมีคุณภาพต่างกันด้วย ไม่ว่าองค์ประกอบ กลิ่นรส น้ำตาลหลักที่พบในน้ำผึ้งประกอบด้วยฟรักโทส และกลูโคส จะมีวิตามินและเกลือแร่เพียงเล็กน้อย

มอลทิทอล (maltitol) เป็นสารให้ความหวาน ผลิตได้โดยการนำมอลโทสมาผ่านขบวนการไฮโดรจิเนชัน (hydrogenation) ด้วยเอนไซม์ (enzyme) โดยมีโลหะเช่น นิเกิล (nickel) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) สารนี้ให้ความหวานเพียง ร้อยละ 90 เมื่อเทียบกับน้ำตาลซูโครส ได้มีการนำมอลทิทอลมาใช้ในอาหารตั้งแต่ปี 1964 ในประเทศญี่ปุ่น

ไซลิทอล (xylitol) เป็นสารให้ความหวานที่ได้จากการไฮโดรจิเนชันของน้ำตาลไซโลส ไซลิทอลมีอยู่ในผักและผลไม้หลายชนิด สารนี้ให้ความหวานใกล้เคียงกับน้ำตาล ไซลิทอลจะให้ความรู้สึกเย็นซ่ากับผู้บริโภคมากกว่าน้ำตาลชนิดอื่นๆ ทั้งนี้เนื่องจากในการละลายจะดูดความร้อนจากตัวทำละลายได้มาก ทำให้มีรสเย็นเมื่อบริโภค ไซลิทอลมีข้อได้เปรียบกว่าน้ำตาลชนิดอื่น คือ ไม่ทำให้เกิดฟันผุ แต่มีข้อเสียคือ ถ้าบริโภคเป็นจำนวนมากๆ ในเวลาเดียวกัน จะทำให้เกิดอาการท้องเสียได้ เพราะไซลิทอลมีคุณสมบัติเป็นยาระบาย

ซอร์บิทอล (sorbitol) มีชื่อทางเคมีว่า D-glucitol หรือ D-sorbitol เกิดจากกระบวนการไฮโดรจิเนชันของน้ำตาลกลูโคส ในทางการค้าจะอยู่ในรูปของผลึกซึ่งละลายน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังผลิตในรูปของไซรับมีลักษณะใส ไม่มีสี ซอร์บิทอลมีความหวานน้อยกว่าซูโครส 1 เท่า แต่จะมีการดูดซึมช้ากว่าฉะนั้นจึงสามารถใช้แทนน้ำตาลได้โดยไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค

สารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการมีความสำคัญสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่ม เช่น ผู้ป่วยโรคเบาหวานจะมีปัญหาในการบริโภคน้ำตาล เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว จึงได้มีผู้คิดค้นสารให้ความหวานเพื่อใช้ทดแทนน้ำตาลขึ้น ส่วนมากจะเป็นสารให้ความหวานที่ไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ ใช้ในเครื่องดื่ม

สำหรับผู้ต้องการลดน้ำหนักสารเหล่านี้ไม่ให้เนื้อ (body) เหมือนอย่างเช่น น้ำตาลจึงจำเป็นต้องเติม bodying agent เช่น เพ็กติน คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (carboxymethyl cellulose) หรือ CMC สารให้ความหวานประเภทที่นิยมใช้สำหรับเครื่องดื่ม โดยเฉพาะเครื่องดื่มอัดแก๊ส ได้แก่ แอสพาเทม แซ็กคาริน

แอสพาเทม มีชื่อทางการค้าว่า Nuta-sweet เป็นสารสังเคราะห์ methyl ester ของ dipeptide ซึ่งประกอบด้วย L-aspartic acid กับ l-phenylalanine มีความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 180 เท่า ไม่คงตัวเมื่อได้รับความร้อน นิยมใช้มากในเครื่องดื่มอัดแก๊ส

แซ็กคาริน เป็นสารให้ความหวานที่ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 300 เท่า นิยมใช้ในรูปของเกลือโซเดียมหรือเกลือโพแทสเซียม

สารให้ความหวานที่มีแนวโน้มว่าจะใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ได้แก่

Acesulfame-K ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาล 150 เท่า มีความคงตัวภายใต้ความร้อนสูงกว่าน้ำตาล จึงไม่สลายตัวในภาวะที่ต้องทำการพาสเจอไรส์ หรือเมื่อมีการกรอง ปัจจุบันใช้ได้ในสหราชอาณาจักร ไอร์แลนด์ เยอรมัน เบลเยี่ยม และสหรัฐอเมริกา

Sucralose ให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 600 เท่า ได้จากการรวมตัวของซูโครสและคลอรีน มีความคงตัวสูง ปัจจุบันอยู่ระหว่างการพิจารณาของคณะกรรมการอาหารและยาว่าจะอนุญาตให้ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์อาหารหรือไม่

Stevioside สกัดได้จากหญ้าหวาน (stevia rebaudiana) ประเทศญี่ปุ่น อนุญาตให้ใช้ในเครื่องดื่มได้ ให้รสขมตกค้าง

สรุป สารให้ความหวานแทนน้ำตาล คือ สารที่ไม่ใช่น้ำตาลแต่มีคุณสมบัติให้รสหวานเช่นเดียวกับน้ำตาล แต่ไม่ให้พลังงาน หรือคุณค่าทางโภชนาการ นำมาใช้แทนน้ำตาลเพื่อให้รสหวานในอาหารหรือเครื่องดื่มต่าง ๆ สำหรับผู้ที่ต้องการหลีกเลี่ยงน้ำตาล สารให้ความหวานที่ผู้ผลิตยังนิยมนำมาใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องดื่ม ได้แก่ แซ็กคาริน โดยเฉพาะเครื่องดื่มประเภทน้ำหวาน เพื่อลดปริมาณการใช้น้ำตาลและช่วยลดต้นทุนการผลิต แซ็กคารินจะให้ความหวานมากกว่าน้ำตาลทราย 300-400 เท่า การบริโภคแซ็กคารินจำนวนมากอาจทำให้มีปัญหาต่อสุขภาพ จากรายงานวิจัย พบว่า แซ็กคารินอาจทำให้เกิดมะเร็งในกระเพาะปัสสาวะของสัตว์ทดลองได้ สำหรับปริมาณที่คนเราจะบริโภคได้นั้น มีรายงานของ FAO (1986) ว่าแซ็กคารินมีค่า ADI (Acceptable Daily Intake) 2.5 มิลลิกรัม ต่อ น้ำหนักตัว 1 กิโลกรัม ต่อ วัน

เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคด้านความปลอดภัย จึงมีประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 62 (2524) เรื่องกำหนดให้เครื่องดื่มในภาชนะปิดสนิทเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ ห้ามใช้สารให้ความหวานชนิดอื่นนอกจากน้ำตาล ทั้งนี้เนื่องจากสารให้ความหวานแทนน้ำตาลไม่มีคุณค่าทางโภชนาการ ทำให้ผู้บริโภคไม่ได้รับพลังงานที่ควรได้รับจากน้ำตาล ที่มีอยู่ในเครื่องดื่ม แต่ถ้าเป็นเครื่องดื่มที่มีจุดประสงค์จะใช้เฉพาะผู้ป่วยที่ต้องจำกัดการบริโภคน้ำตาล อาจใช้วัตถุที่ให้ความหวานชนิดอื่นได้ ตามชนิดและปริมาณที่ได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา สารที่สามารถนำมาใช้ได้ เช่น แอสพาเทม ซอร์บิทอล ไซลินอล mannitol isomalt (Palatinit), hydrogenated glucose syrup (Lycasin), Acesulfame-K, Thaumatin (Talin)

เอกสารอ้างอิง

Anon, Sugar and Nutritive Sweeteners in processed food : A Scientific status summary, expert of food safety and nutrition, Food Technology, 1979 Vol. 33, No. 5, p. 101-105.

Five more approvials for artificial sweeteners. Manufacturing Chemist, 1982 Vol. 53, No. 4, p. 23.

Homler, B.E. Properties and stability of aspartame Food Technology, 1984, Vol. 38, No. 7, p. 50-55.

Moscowitz, A.H. Alternative sweeteners, New York, N.Y. : Marcel Dekker. 1991, p. 102-104.

Pepper, T. The new sweeteners-opportunities for use in the confectionery industry. Food Flavour Ingredients Process, 1985, Vol. 7, No. 8, p. 22-25.

Sipple, H.L. and McNutt, K.W., ed. New Carbohydrate sweetener by C. Aminoft, In Sugar in Nutrition. New York, N.Y. : Academic Press. 1974. p. 215-217.

ทนง ภัครัชพันธ์, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2539 หน้า 405-418.

ไพบูลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. กรรมวิธีแปรรูปอาหาร. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2532 หน้า 88-105.

ศิวาพร ศิวเวชช วัตถุเจือปนในผลิตภัณฑ์อาหาร, นครปฐม : โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 2535, หน้า 187.

เอกสารมาตรฐาน ASTM

จารุนี วิวัชรโกเศศ

ปัจจุบันมาตรฐานมีบทบาทสำคัญต่อการขยายตัวของธุรกิจการค้า ทั้งในประเทศและระหว่างประเทศ เนื่องจากมีการแข่งขันสูงในเรื่องของคุณภาพและบริการ การใช้มาตรฐานมีทั้งที่เป็นไปด้วยความสมัครใจและเป็นมาตรฐานบังคับใช้ ซึ่งบางประเทศอาจใช้มาตรฐานเป็นมาตรการกีดกันทางการค้า องค์กรที่ทำหน้าที่กำหนดมาตรฐานต่างๆ มีมากมาย เช่น สมาคมวิชาชีพ สถาบันมาตรฐานแห่งชาติ องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ

ความเป็นมาของ ASTM

ASTM (American Society for Testing and Materials) นับได้ว่าเป็นสมาคมวิชาชีพทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่กำหนดและจัดทำมาตรฐาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับทั่วโลก สมาคม ASTM จัดตั้งขึ้นในสหรัฐอเมริกา เมื่อปี ค.ศ. 1989 ทำหน้าที่ส่งเสริมสนับสนุนทางด้านวิชาการ เพื่อเป็นการช่วยเหลืออุตสาหกรรม หน่วยงานของรัฐ และสาธารณชนทั่วไป โดยการพัฒนามาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับลักษณะและการทำงานของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบการใช้งาน ASTM ถือได้ว่าเป็นสมาคมที่ใหญ่ที่สุดในโลกในด้านของระบบการพัฒนามาตรฐานที่ใช้โดยความสมัครใจ มาตรฐาน ASTM จัดทำขึ้นโดยมติของคณะกรรมการวิชาการเฉพาะสาขาวิชาต่างๆ ถึง 132 คณะ และมีการจัดพิมพ์มาตรฐานมากกว่า 9,800 เรื่องในแต่ละปี โดยมีสมาชิกที่ทรงคุณวุฒิทางวิชาการถึง 35,000 คน ประกอบด้วยตัวแทนกลุ่มผู้ผลิต ผู้บริโภค และผู้สนใจทั่วไป รวมทั้งองค์การที่เกี่ยวข้องต่างๆ ทั้งภาครัฐและภาคเอกชน ทำให้เชื่อได้ว่ามาตรฐาน ASTM นี้ครอบคลุมวิชาการต่างๆ มากมายและมีความละเอียด ลึกซึ้ง นอกจากนี้มาตรฐาน ASTM ยังได้รับการพิจารณาทบทวนปรับปรุงและแก้ไขเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา ทำให้ทันสมัยอยู่เสมอ

การจัดแบ่งมาตรฐาน ASTM

มาตรฐาน ASTM ที่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ และประกาศใช้เป็นมาตรฐานสามารถแบ่งตามเนื้อหาออกได้เป็นประเภทต่างๆ ดังนี้

1. Classification เป็นมาตรฐานของระบบการจัดการ และการจัดแบ่งวัสดุ ผลิตภัณฑ์ การบริการ ระบบ หรือการใช้งานออกเป็นกลุ่มๆ โดยอาศัยคุณลักษณะที่เหมือนกัน เช่น แหล่งกำเนิด ส่วนประกอบ คุณสมบัติ หรือประโยชน์ใช้สอย

2. Specification เป็นข้อกำหนดที่ระบุแน่นอนถึงคุณลักษณะและสมบัติต่างๆ ที่ต้องการของวัสดุ ผลิตภัณฑ์ ระบบหรือการใช้งาน ข้อกำหนดเหล่านี้มักจะแสดงค่าเป็นตัวเลขและมีข้อจำกัดกำหนดไว้ พร้อมทั้งวิธีหาค่าเหล่านั้นด้วย

3. Terminology เป็นเอกสารมาตรฐานที่กำหนดคำนิยาม คุณลักษณะ คำอธิบาย ของศัพท์ต่างๆ เครื่องหมาย ตัวย่อ คำย่อที่ใช้ในมาตรฐานต่างๆ

4 Test method เป็นมาตรฐานเกี่ยวกับกรรมวิธีที่กำหนดให้ใช้ในการตรวจสอบ พิสูจน์วัด และประเมินคุณภาพ คุณลักษณะ คุณสมบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่างของวัสดุ ระบบหรือการใช้งาน ซึ่งมีผลการทดสอบที่สามารถนำไปใช้ในการประเมินค่าตามข้อกำหนด

5 Guide เป็นคำแนะนำ หรือ ทางเลือกให้ผู้ใช้เลือกใช้เทคนิคต่างๆ ที่มีอยู่ รวมทั้งสิ่งที่จะได้จากการประเมิน และการมาตรฐานที่ใช้นั้นๆ ด้วย

6 Practice เป็นวิธีการปฏิบัติเฉพาะสำหรับงานเฉพาะอย่าง ได้แก่ การเขียนรายงาน การสุ่มตัวอย่าง ความแม่นยำ ความละเอียด การเลือก การเตรียม การประยุกต์ การตรวจสอบ ข้อควรระวังในการใช้ การกำจัดทิ้ง การติดตั้ง การบำรุงรักษาตลอดจนการใช้เครื่องมือทดสอบ

นอกจากนี้ ASTM มีการจัดแบ่งมาตรฐานออกเป็นกลุ่มๆ เฉพาะเรื่อง โดยใช้ตัวอักษรเป็นสัญลักษณ์แทนกลุ่มของเนื้อเรื่อง เรียงตามลำดับ ดังนี้

A	:	Ferrous Metals
B	:	Nonferrous Metals
C	:	Cementitious, Ceramic, Concrete, and Masonry Materials
D	:	Miscellaneous Materials
E	:	Miscellaneous Subjects
F	:	Materials for Specific Applications
G	:	Corrosion, Deterioration, and Degradation of Materials

เดิม ASTM ได้แบ่งประเภทมาตรฐานตามลักษณะการกำหนดมาตรฐานออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. Standards เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้นตามมติเอกฉันท์ของสมาชิกและผ่านการรับรองตามขั้นตอน และกฎของสมาคมฯ เรียบร้อยแล้ว

2. ES. (Emergency Standards) เป็นเอกสารที่จัดพิมพ์ตามความต้องการเร่งด่วน แต่ยังไม่ผ่านการรับรองของสมาคมฯ เพียงแต่ผ่านการพิจารณาของคณะอนุกรรมการบริหาร

3. P. (Proposal) เป็นเอกสารมาตรฐานที่พิมพ์เพื่อเผยแพร่ แนะนำ ก่อนที่จะพิจารณาลงมติให้ใช้เป็นมาตรฐาน

แต่ในปี ค.ศ. 1995 สมาคม ASTM ได้กำหนดให้ใช้ PS. (Provisional Standards) ซึ่งเป็นเอกสารที่ถูกจัดพิมพ์ขึ้นมาใช้แทน ES. และ P.

การจัดพิมพ์ Annual book of ASTM standards

ASTM standards จัดพิมพ์รวมเล่มเป็นชุดประจำปีใช้ชื่อว่า Annual book of ASTM standards มาตรฐานที่พิมพ์รวมเล่มนี้ ต้องผ่านการรับรองของสมาคมฯ มาแล้วอย่างน้อย 6 เดือน เมื่อใช้ไปครบทุก 5 ปี จะได้รับการพิจารณาทบทวนจากคณะกรรมการวิชาการ ซึ่งอาจมีการปรับปรุงใหม่ มาตรฐานที่นำมาพิมพ์ในแต่ละปี จึงมีทั้งเรื่องที่พิมพ์ซ้ำรวมทั้งเรื่องใหม่และเรื่องที่ได้รับการปรับปรุง ซึ่งมีประมาณร้อยละ 30 ของเรื่องทั้งหมดในแต่ละเล่ม ผู้ใช้สามารถทราบว่ามาตรฐานนั้นๆ เป็นเรื่องเดิมหรือปรับปรุงใหม่ ได้จากปีที่กำกับอยู่ท้ายรหัสตัวอักษร และ ตัวเลขที่ ASTM กำหนดให้ใช้สำหรับมาตรฐานแต่ละเรื่อง การจัดพิมพ์รวมเล่มเอกสารมาตรฐาน ASTM นี้ จะรวมเรื่องประเภทเดียวกันไว้ในเล่มเดียวกัน และมีการพัฒนาจัดแบ่งเล่มใหม่อยู่เสมอ ในระหว่างปี ค.ศ. 1974-1982 Annual book of ASTM standards มี 47 เล่ม และเล่มที่ 48 เป็นดรรชนีรวมเอกสารมาตรฐาน ASTM และในปี ค.ศ. 1983 ได้ปรับปรุงรูปเล่มขึ้นใหม่ จำนวน 66 เล่ม โดยจัดเรื่องเป็นกลุ่มๆ รวม 16 กลุ่ม ดังนี้

Section 1 : Iron and Steel Products
Section 2 : Nonferrous Metal Products
Section 3 : Metals Test Methods and Analytical Procedures
Section 4 : Construction
Section 5 : Petroleum Products, Lubricants and Fossil Fuels
Section 6 : Paints, Related Coatings, and Aromatics
Section 7 : Textiles
Section 8 : Plastics
Section 9 : Rubber
Section 10 : Electrical Insulation and Electronics
Section 11 : Water and Environmental Technology
Section 12 : Nuclear, Solar, and Geothermal Energy
Section 13 : Medical Devices
Section 14 : General Methods and Instrumentation
Section 15 : General Products, Chemical Specialities, and End Use Products
Section 00 : Index

การจัดพิมพ์เรื่องราวรายละเอียดของมาตรฐานในแต่ละเล่ม จะจัดเรียงลำดับตามรหัสตัวอักษร และตัวเลข ยกเว้นเล่มที่ 05.04 11.01 และ 11.02 จะเรียงเรื่องตามกลุ่มวิชา และเล่มที่ 06.03 จะเรียงเรื่องตามกลุ่มคณะกรรมการที่กำหนดเรื่อง แต่อย่างไรก็ตามในแต่ละกลุ่มยังคงเรียงลำดับรหัสตัวอักษรและตัวเลขที่กำกับประจำแต่ละเรื่อง

ASTM ได้มีการจัดพิมพ์และปรับปรุงรูปเล่มของ Annual book of ASTM standards อยู่ตลอดเวลา ดังแสดงในตาราง

ตารางแสดงการปรับปรุงการจัดพิมพ์รูปเล่มของมาตรฐาน ASTM ตั้งแต่ปี 1983-ปัจจุบัน

Annual book of ASTM standards				
ปี ค.ศ.	**การจัดกลุ่ม**	**จำนวนเล่ม**	**เล่มที่มีการจัดเรียงตามกลุ่มวิชา**	**เล่มที่มีการจัดเรียงตามกลุ่มคณะกรรมการ**
1983-1991	16	66	05.04, 11.01,11.02	06.03
1992-1993	16	68	"	05.03, 06.03
1994	16	70	"	04.09, 05.03,06.03
1995-1996	16	71	"	03.06, 05.03, 06.03
1997-ปัจจุบัน	16	72	"	03.06, 05.03, 06.03

การค้นหาสารนิเทศจากเอกสารมาตรฐาน ASTM

เล่มที่ 00.01 เป็นดรรชนีรวมของเอกสารมาตรฐานทั้งหมด โดยแบ่งเป็น 2 ตอน ตอนแรก เป็นดรรชนีหัวเรื่อง (subject index) ตอนหลังเป็นดรรชนีรหัสตัวอักษรและตัวเลขประจำเรื่องมาตรฐาน (alphanumeric list) เรียงตามลำดับตัวอักษร และ ตัวเลข

ดรรชนีหัวเรื่อง (subject index) ใช้ค้นหาหมายเลขมาตรฐานของเรื่องที่ต้องการและเล่มที่ตีพิมพ์เนื้อเรื่องเต็มของมาตรฐานหมายเลขนั้นๆ

ตัวอย่าง : **Calcium chloride**

calcium chloride, spec,, D 98 (04.03)

ความหมาย : หมายเลขของมาตรฐาน ASTM เรื่อง Standard specification for calcium chloride คือ **ASTM D 98** เนื้อเรื่องเต็มตีพิมพ์อยู่ใน Annual book of ASTM standards เล่มที่ 04.03

ดรรชนีรหัสตัวอักษรและตัวเลขประจำเรื่องมาตรฐาน (alphanumeric list)

ใช้ค้นหารายละเอียดของมาตรฐาน หมายเลขที่ต้องการ ชื่อเรื่อง ปีที่ประกาศใช้ การปรับปรุงการยกเลิก ปีที่ยกเลิก การระบุหมายเลขมาตรฐานที่ใช้แทนหมายเลขมาตรฐานที่ถูกยกเลิก และเล่มที่ตีพิมพ์เนื้อเรื่องเต็มของมาตรฐานหมายเลขนั้นๆ

ตัวอย่างที่ 1 : D 1042-93

Test method for linear dimensional changes of plastics under accelerated service conditions 08.01

ความหมาย : มาตรฐาน ASTM หมายเลข D 1042ประกาศใช้ปี ค.ศ. 1993

ชื่อเรื่อง : Test method for linear dimensional changes of plastics under accelerated service conditions

เนื้อเรื่องเต็มตีพิมพ์อยู่ใน Annual book of ASTM standards เล่มที่ 08.01

ตัวอย่างที่ 2 : D 1089 Discontinued 1984 ; Method of test for carbonyl content of butadiene ; replace by D 4423

ความหมาย : มาตรฐาน ASTM หมายเลข D 1089 ยกเลิกเมื่อปี ค.ศ. 1984 โดยใช้หมายเลข D 4423 แทน

ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการเป็นสมาชิก ASTM จึงมีมาตรฐาน ASTM ครบชุดถึงปี 1997 วารสาร ASTM standardization news ซึ่งเป็นวารสารที่ลงข่าวความเคลื่อนไหวในวงการมาตรฐานและสิ่งพิมพ์อื่นๆ ของ ASTM บางเล่ม รวมทั้งบัญชีรายชื่อสิ่งพิมพ์ต่างๆ ที่ ASTM จัดพิมพ์เผยแพร่ นอกจากนี้ ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการจัดให้มีบริการเกี่ยวกับเอกสารมาตรฐาน ASTM ดังนี้

- แนะนำวิธีค้นหาสารนิเทศจากเอกสารมาตรฐาน
- บริการคัดถ่ายเอกสารมาตรฐานทางจดหมาย
- บริการตรวจสอบหมายเลขมาตรฐานทางโทรศัพท์

ผู้ที่ต้องการเอกสารมาตรฐาน ASTM และบริการอื่นๆ สามารถใช้บริการได้ที่ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ กองสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี อาคารมาตรวิทยาและศูนย์สารนิเทศวิทยาศาสตร์ (ชั้น 6) ถนนพระราม 6 เขตราชเทวี กรุงเทพฯ 10400 หรือหมายเลขโทรศัพท์ 2460065, 2461387-95 ต่อ 384 ในเวลาราชการ

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Annual book of ASTM standards. Vol. 00.01. Easton, MD : ASTM, 1996, p. iii-xii, 124, 1247.

รดาวรรณ ศิลปโภชากุล. แนะนำเอกสารมาตรฐาน ASTM. เอกสารเผยแพร่ห้องสมุดกรมวิทยาศาสตร์บริการ. กรกฎาคม 2530, 4 หน้า.

การฟอกเยื่อกระดาษด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

จิระศักดิ์ ชัยสนิท

ในปัจจุบันความต้องการในการลดปัญหาด้านมลภาวะของน้ำทิ้ง ที่ถูกปล่อยออกจากโรงงานในส่วนผลิตของภาคอุตสาหกรรมต่างๆ มีมากขึ้น ความตระหนักต่อผลเสียที่เกิดขึ้นกับแม่น้ำลำคลองได้เป็นปัจจัยผลักดันให้หน่วยราชการและเอกชนร่วมมือกันเพื่อขจัดสาเหตุที่เป็นปัญหาต่อสิ่งแวดล้อม ในส่วนของอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ จึงได้มีความพยายามในการปรับเปลี่ยนกระบวนการฟอกเยื่อ (bleaching process) เพื่อให้มีศักยภาพในการลดสารเคมีที่เป็นพิษ ซึ่งเกิดขึ้นและปะปนอยู่ในน้ำทิ้งของโรงงาน อันเนื่องมาจากการที่ใช้สารคลอรีนฟอกเยื่อในปริมาณสูงโดยนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (hydrogen peroxide) เข้ามาใช้ในขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการฟอกเยื่อ ในอุตสาหกรรมการผลิตเยื่อกระดาษ ซึ่งก่อให้เกิดผลดีดังนี้คือ

1. ช่วยลดปริมาณการใช้สารคลอรีนในกระบวนการฟอกเยื่อ ซึ่งเป็นการลดปริมาณสารพิษที่เกิดขึ้น

2. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและลดการกลับสี (brightness reversion) ของเยื่อกระดาษได้ เมื่อนำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ไปใช้ในขั้นตอนต่างๆ ในกระบวนการฟอกเยื่อ เช่น

2.1 ใช้ในขั้นออกซิเจน (oxygen stage, O) ซึ่งในประเทศไทยได้มีการใช้ออกซิเจนเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการฟอกเยื่อกระดาษโดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดปริมาณสารลิกนิน การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ช่วยเสริมในขั้นนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพ ในการลดปริมาณลิกนินในเยื่อได้ดีกว่าการใช้ออกซิเจนแต่เพียงอย่างเดียว ลักษณะการใช้ จะเติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณร้อยละ 0.2-0.5 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง ขั้นตอนนี้ซึ่งมีไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ช่วยเสริมประสิทธิภาพการฟอก ใช้สัญลักษณ์เป็น Op

2.2 ใช้ในขั้นการสกัดด้วยด่าง (extraction stage, E) เติมไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ปริมาณร้อยละ 0.3-0.8 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้งจะส่งผลทำให้เยื่อที่ได้จากขั้นนี้มีความขาวสว่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้โซเดียมเปอร์ออกไซด์เพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ยังมีผลต่อการเพิ่มความคงทนในการกลับสีของกระดาษ และยังช่วยลดปริมาณลิกนินที่เหลือในเยื่อได้อย่างดีด้วย ขั้นตอนการสกัดด้วยด่าง ซึ่งใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ช่วยเสริมประสิทธิภาพการฟอก ใช้สัญลักษณ์เป็น Ep

2.3 ขั้นเปอร์ออกไซด์ (peroxide stage, P) การฟอกเยื่อในขั้นนี้นิยมใช้เป็นขั้นตอนสุดท้ายของกระบวนการฟอกเยื่อกระดาษ โดยมีปริมาณการใช้ประมาณร้อยละ 0.5-3.0 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง ขึ้นอยู่กับความต้องการสมบัติทางด้านแสงของกระดาษ คือ ความขาวสว่าง (brightness) ข้อดีของการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในขั้นนี้คือ เยื่อที่ได้มีค่าการกลับสีต่ำกว่าการใช้สารประกอบคลอรีน เช่น โซเดียมไฮโปคลอไรด์เป็นสารฟอก แต่เมื่อเทียบประสิทธิภาพในการเพิ่มค่าความขาวสว่าง การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะได้เยื่อที่มีค่าความขาวสว่างต่ำกว่าที่ระดับปริมาณการใช้เท่ากัน

ข้อมูลพื้นฐานของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

สารละลายของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะมีสภาพความเป็นกรดอ่อน (pH 2.0) ซึ่งในสภาพนี้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะมีเสถียรภาพอยู่ได้ ค่าคงที่ในการแตกตัวเท่ากับ $2x10^{-12}$ ที่อุณหภูมิห้อง และเท่ากับ $2x10^{-11}$ ที่อุณหภูมิ 80 ° ซ (อุณภูมิห้องถึงอุณหภูมิที่ 80 ° ซ เป็นช่วงของอุณหภูมิที่ใช้ในการฟอกเยื่อกระดาษด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในกระบวนการฟอกเยื่อกระดาษ) ค่า redox potential เท่ากับ -0.2 โวลต์ ที่ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 10-11

สูตรโครงสร้างของไฮโดรเจนเปอร์-ออกไซด์คือ H_2O_2 สารละลายของไฮโดรเจน-เปอร์ออกไซด์ที่มีวางจำหน่ายในท้องตลาดมีความเข้มข้นประมาณร้อยละ 50 ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายวัตถุประสงค์เช่น ใช้ผสมเป็นน้ำยาล้างแผล ใช้ในขั้นตอนการลอกแป้งและฟอกขาวในอุตสาหกรรมสิ่งทอ เป็นต้น

การเปรียบเทียบค่าแสดงความสามารถเป็นตัวออกซิไดส์ในรูปของแอกทีฟคลอรีน (active chlorine) และแอกทีฟออกซิเจน (active oxygen) ระหว่างไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์กับสารอื่นๆ ที่มีสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ ดังแสดงในตาราง

Oxidant, 1 kg	Active Chlorine, kg	Active Oxygen, kg
$NaClO$	0.93	0.21
$NaClO_2$	1.57	0.35
ClO_2	2.63	0.59
Na_2O_2	0.91	0.20
H_2O_2	2.09	0.47
$KMnO_4$	1.11	0.25

ที่มา : Sven A. Rydholm "Preparation of Bleached Plup"

จากข้อมูลดังกล่าวพบว่า ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีความสามารถเป็นตัวออกซิไดส์ในรูปของแอกทีฟคลอรีนและแอกทีฟออกซิเจนสูงกว่าสารประกอบอื่นๆ หลายชนิด ยกเว้นคลอรีนไดออกไซด์

ปฏิกิริยาเคมีที่เกี่ยวข้องกับการฟอกเยื่อกระดาษโดยใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอก (bleaching agent) เยื่อกระดาษทำในสภาพด่าง (alkalinity) มีค่าความเป็นกรด-ด่างในช่วง 10.5-11 โดยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์จะทำหน้าที่เป็นตัวออกซิไดส์ และเป็นสารฟอกในเวลาเดียวกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นจากการใช้โซเดียมไฮดรอกไซด์เติมลงในไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ จะทำให้เกิดเปอร์ไฮดรอกซิลไอออน (perhydroxylion, OOH^-) ซึ่งว่องไวต่อปฏิกิริยาออกซิเดชันมาก สมดุลของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์และเปอร์ไฮดรอกซิลไอออนในสภาวะที่เป็นด่าง (alkali condition) แสดงในสมการที่ 1

$$H_2O_2+OH^- \rightleftharpoons OOH^-+H_2O \qquad (1)$$

ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 10.5 จะมีเปอร์ไฮดรอกซิลไอออนอยู่มากกว่าร้อยละ 90 และเมื่อเพิ่มความเป็นกรด-ด่างสูงขึ้นมากกว่านี้จะทำให้สมดุลของปฏิกิริยาไปทางด้านขวาเพิ่มมากขึ้น (OOH มากขึ้น) แต่เมื่อเพิ่มความเป็นกรด-ด่างสูงมากเกินไป (มากกว่า 11.5) จะทำให้เกิดการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ กลายเป็นน้ำและออกซิเจน ดังสมการที่ 2

$$2\,H_2O_2 \longrightarrow 2\,H_2O+2\,O_2 \qquad (2)$$

ในการสลายตัวจะเกิดเป็นตัวกลาง radical ซึ่งจะว่องไว ต่อปฏิกิริยามากตามสมการที่ (3) และ (4)

$$H_2O_2+OOH^- \longrightarrow HO+O_2^-+H_2O \qquad (3)$$

$$H_2O_2+OOH^- \longrightarrow HO^-+O_2+H_2O \qquad (4)$$

ปฏิกิริยาในการฟอกเยื่อกระดาษเกิดขึ้นโดยเปอร์ไฮดรอกซิลไอออนทำปฏิกิริยากับลิกนินที่มีอยู่ในเส้นใย ซึ่งจะทำให้บางส่วนของหน่วยฟีนิลโพรเพน (phenyl propane unit) แตกออก ปฏิกิริยานี้เป็นการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของลิกนินทำให้ค่าการสะท้อนแสงในช่วงที่ตามองเห็น (visible light) เพิ่มมากขึ้น

สภาวะที่ใช้ในการฟอกเยื่อกระดาษ

การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เป็นสารฟอกในขั้นเปอร์ออกไซด์ ต้องใช้โซเดียมซิลิเกต (Na_2SiO_3) แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4$) และโซเดียมไฮดรอกไซด์ รวมอยู่ด้วยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการฟอกโดยสารแต่ละตัวมีหน้าที่ดังนี้

โซเดียมซิลิเกตทำหน้าที่เป็นตัวทำให้เกิดความเสถียร (stabilizing agent) ช่วยให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์อยู่ตัวไม่สลายตัวง่าย และช่วยป้องกันผลของตัวเร่งปฏิกิริยาจากโลหะซึ่งมีปริมาณเล็กน้อยในไม้ และผลิตภัณฑ์จากพืชเส้นใย และในน้ำ รวมทั้งโลหะจากเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการฟอกเช่น เหล็ก ทองแดง นิกเกิล และแมงกานีส นอกจากนี้โซเดียมซิลิเกตยังมีสมบัติเป็นตัวควบคุมความเป็นกรด-ด่างด้วย โดยจะให้โซเดียมไฮดรอกไซด์ออกมา

แมกนีเซียมซัลเฟต ทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ อยู่ในรูปอินแอกทีฟ (inactive form) ไม่เกิดปฏิกิริยากับโลหะต่างๆ และแมกนีเซียมไอออนยังเข้ารวมตัวกับโซเดียมซิลิเกต อยู่ในรูปของสารแขวนลอยของแมกนีเซียม-ซิลิเกต ซึ่งจะดูดซึมไอออนโลหะทรานซิชัน ดังนั้นจึงส่งผลต่อความสามารถในการเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ให้ลดลง ถ้าน้ำที่ใช้ในโรงงานมีความกระด้างน้อยเกินไปอาจต้องเติมแมกนีเซียมซัลเฟตลงไปด้วย แต่ถ้าน้ำที่ใช้ในโรงงานมีความกระด้างมากเพียงพอ ก็ไม่จำเป็นต้องเติมแมกนีเซียมซัลเฟต

โซเดียมไฮดรอกไซด์ทำหน้าที่ควบคุมความเป็นกรด-ด่าง และทำให้มีปริมาณเพียงพอเหมาะสมในระบบการฟอก

โซเดียมไฮดรอกไซด์และโซเดียมซิลิเกตที่ใช้ในกระบวนการฟอกเยื่อกระดาษจะแสดงอยู่ในสภาพด่างรวม (total alkalinity) และปริมาณที่ใช้จำเป็นต้องถูกกำหนดขึ้นอย่างชัดเจน เช่น

- โซเดียมซิลิเกต ร้อยละ 1.5-3 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง
- แมกนีเซียมซัลเฟต ร้อยละ 0.05-0.5 ต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง
- โซเดียมไฮดรอกไซด์ ใช้ปรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำเยื่อ

เมื่อการฟอกสิ้นสุดลง ควรมีปริมาณด่างเหลืออยู่ในระบบการฟอกประมาณร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับปริมาณด่างรวมที่ใส่ลงไปก่อนฟอก เพื่อให้ส่วนผสมของปริมาณด่างรวมและไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ในระบบการฟอกสมดุลกัน ถ้าปริมาณด่างรวมถูกใช้หมดไปในขณะทำการฟอกเยื่อ จะทำให้ปริมาณของไฮดรอกซิลไอออน (hydroxyl ion, OH^-) มีไม่เพียงพอต่อการฟอก และถ้าปริมาณของ

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มีน้อยเกินไปในขณะที่ปริมาณด่างรวมยังเหลืออยู่มากจะทำให้ความขาวสว่างของเยื่อลดลงได้

การควบคุมการสลายตัวของไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ซึ่งเกิดจากโลหะหนัก

มีโลหะหลายชนิดเช่น เหล็ก แมงกานีส ทองแดง และตะกั่ว ที่แม้ว่าจะมีปริมาณเพียงเล็กน้อยก็สามารถทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัว กลายเป็นน้ำและออกซิเจน ดังนั้นถ้ามีโลหะเหล่านี้อยู่ในระบบการฟอก จะทำให้สิ้นเปลืองไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์มากกว่าที่ควรจะเป็น ปฏิกิริยาที่โลหะทำให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวอยู่ในรูปของ free radical ดังสมการที่ (5)-(8)

$$H_2O_2 + M \longrightarrow HO^{\cdot} + OH^{-} + M^{+} \quad (5)$$

$$H_2O_2 + HO^{\cdot} \longrightarrow HOO^{\cdot} + H_2O \quad (6)$$

$$HOO^{\cdot} + M^{+} \longrightarrow O_2 + H^{+} + M \quad (7)$$

$$HOO^{\cdot} + H_2O \longrightarrow O_2^{-} + H_3O^{+} \quad (8)$$

โลหะหนักทำหน้าที่เป็นตัวเร่งให้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์เกิดการสลายตัวอย่างรวดเร็ว สามารถเรียงลำดับความแรงจากมากไปน้อยได้ดังนี้ $Mn^{2+} >> Cu^{2+} > Fe^{2+}$ เมื่อค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 10.8

การควบคุมไม่ให้โลหะหนักเหล่านี้เกิดปฏิกิริยากับไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ ทำได้โดยการใช้สารที่สามารถรวมตัวกับโลหะหนักได้ ซึ่งเป็นสารคีเลติง (chelating agent) ประเภท polydendate ligands เช่น เกลือ เพนตะโซเดียมไดเอทิลีนไตรแอมีนเพนตะอะซิติกแอซิด (pentasodium salt of diethylenetriamine penta acetic acid, DTPA) ที่จำหน่ายในท้องตลาดเป็นแบบร้อยละ 40 ของเกลือที่ละลายในน้ำ ปฏิกิริยาระหว่างโลหะหนัก (M) ที่มีประจุ +n กับสารคีเลติง (Q) ที่มีประจุ -r เขียนได้เป็น

$$M^{+n} + Q^{-r} \longrightarrow MQ^{n-r}$$

การใช้ DTPA ประมาณร้อยละ 0.2 โดยน้ำหนักต่อน้ำหนักเยื่อแห้ง สามารถกระทำได้โดยตรง 2 วิธี

วิธีที่ 1 ผสมกับเยื่อก่อนการฟอกด้วยไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

วิธีที่ 2 เติมลงในเยื่อระหว่างการล้างเยื่อผ่านตะแกรง (screening-cleaning)

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ฟอกเยื่อกระดาษก่อให้เกิดผลดี ทั้งในเรื่องการลดปริมาณสารพิษที่เกิดจากการใช้คลอรีน การเพิ่มประสิทธิภาพการฟอก และลดการกลับสีของเยื่อกระดาษ ปัจจุบันกรมวิทยาศาสตร์บริการมีผลงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ฟอกเยื่อกระดาษอยู่หลายเรื่อง ผู้สนใจติดต่อขอรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ กลุ่มวิจัยและพัฒนา 3 กองการวิจัย กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารอ้างอิง

Casey, James P. Pulp and paper : chemistry and chemical technology. vol. I. 2nd rev. and enl. ed., New York : Interscience Publishers, 1960. p. 535-545.

Colodette, J.L., Rothenberg, S. and Dence, C.W. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part II : Hydrogen peroxide stability in the presence of sodium silicate. Journal of Pulp and Papar Science. January, 1989, vol. 15, p. 3-10.

———. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part III : Hydrogen peroxide stability in the presence of magnesium and combinations of stabilizers. Journal of Pulp and Paper Science. March, 1989, vol. 15, p.. 45-50.

Colodette, J.L and Dence C.W. Factors affecting hydrogen peroxide stability in the brightening of mechanical and chemimechanical pulps. Part IV : The Effect of Transition metals in Norway spruce TMP on hydrogen peroxide stability. Journal of Pulp and Paper Science. May, 1989, vol. 15, p. 79-83.

Patrick, Ken L. Bleaching technology for chemical and mechanical pulps. San Francisco : Miller Freeman, 1991, p. 83-91.

วัสดุผสมคอนกรีต

อนนท์ ป้อมประสิทธิ์

วัสดุผสมคอนกรีต (concrete aggregate) เป็นองค์ประกอบหลักที่สำคัญอย่างหนึ่งของคอนกรีต ซึ่งมีองค์ประกอบหลักที่สำคัญได้แก่ ปูนซีเมนต์วัสดุผสมคอนกรีต น้ำ และสารเคมีผสมเพิ่ม วัสดุผสมคอนกรีตเป็นองค์ประกอบส่วนที่เป็นก้อนและเม็ดแทรกตัวอยู่ในเนื้อคอนกรีต มีขนาดต่างๆกัน และเป็นวัสดุที่เฉื่อยเกิดปฏิกิริยากับปูนซีเมนต์ได้น้อยมาก โดยมากจะเป็นวัสดุอนินทรีย์จำพวกหิน หรือวัสดุประเภทเดียวกับหิน ตัวอย่างเช่น ทราย กรวด หินบด และตะกอนจากเตาหลอมเหล็ก การใช้วัสดุผสมคอนกรีตนอกจากจะมีผลต่อคุณภาพของคอนกรีตแล้ว ยังทำให้ประหยัดต้นทุนในการก่อสร้างอีกด้วยเนื่องจากในการผสมคอนกรีตเมื่อคอนกรีตแข็งตัว ปูนซีเมนต์ที่อยู่ระหว่างก้อนหรืออนุภาคของวัสดุผสมจะยึดวัสดุผสมให้ติดกันอย่างแข็งแรงฝังตัวอยู่ในเนื้อคอนกรีต วัสดุผสมคอนกรีตเป็นองค์ประกอบที่มีปริมาตรประมาณสามในสี่ของปริมาตรคอนกรีต ดังนั้นคุณภาพของวัสดุผสมคอนกรีตจึงมีความสำคัญต่อคุณภาพของคอนกรีตมาก การใช้วัสดุผสมคอนกรีตจะช่วยลดปริมาณการใช้ปูนซีเมนต์ลงซึ่งจะเป็นผลทำให้ลดการคืบตัว (creep) และการหดตัวของคอนกรีตอันเนื่องมาจากปูนซีเมนต์ และในขณะเดียวกันยังทำให้คอนกรีตมีราคาถูกลงด้วยเนื่องจากวัสดุผสมคอนกรีตมีราคาถูกกว่าปูนซีเมนต์มาก

การจัดประเภทของวัสดุผสมสามารถทำได้หลายวิธี เช่น จัดตามกรรมวิธีการผลิตว่าได้มาจากธรรมชาติหรือผลิตขึ้นมา จัดตามค่าความถ่วงจำเพาะ หรือจัดตามความสามารถในการทำปฏิกิริยา แต่วิธีที่เป็นที่นิยมกันมากที่สุดได้แก่ การจัดประเภทตามขนาดการจัดประเภทตามวิธีนี้สามารถแบ่งวัสดุผสมออกได้เป็น 3 ประเภท คือ

- วัสดุผสมหยาบ (coarse aggregate) เป็นวัสดุผสมที่มีขนาดใหญ่กว่า 4.75 มิลลิเมตรหรือมีส่วนผสมที่ค้างบนตะแกรงร่อน (sieve) ขนาด 4.75 มิลลิเมตร
- วัสดุผสมละเอียด (fine aggregate) เป็นวัสดุผสมที่มีขนาดเล็กกว่า 4.75 มิลลิเมตรหรือมีส่วนผสมที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 4.75 มิลลิเมตร
- วัสดุผสมคละ (combined or mixed aggregate) เป็นวัสดุผสมที่ประกอบด้วยวัสดุผสมหยาบและวัสดุผสมละเอียดรวมกัน

ตัวอย่างวัสดุผสมละเอียด ได้แก่ ทรายและทรายบด ตัวอย่างวัสดุผสมหยาบได้แก่ กรวด หินบด และตะกรันบด เป็นต้น วัสดุผสม ที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 16 (1.18 มิลลิเมตร) อาจเรียกว่าเป็นทรายละเอียด และวัสดุที่ผ่านตะแกรงร่อนเบอร์ 200 (0.075 มิลลิเมตร) เรียกว่า ตะกอน (silt) หรือถ้ามีขนาดเล็กกว่า 2 ไมโครเมตร มักจะเรียกว่าดิน (clay)

วัสดุผสมคอนกรีตที่ใช้ควรมีความลดหลั่นของขนาดเพื่อช่วยให้เรียงตัวกันได้แน่นและมีช่องว่างน้อย ช่วยให้ทำงานได้ง่าย และยังช่วยลดปริมาณปูนซีเมนต์ลง มาตรฐาน ASTM ได้กำหนดความลดหลั่นของขนาดของวัสดุผสมคอนกรีตโดยการทดสอบการผ่านตะแกรงร่อน ตามตารางที่ 1 และ 2 ซึ่งค่าร้อยละของการผ่านตะแกรงร่อนอาจเปลี่ยนแปลงไปจากที่กำหนด โดยขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน สำหรับวัสดุผสมละเอียดร้อยละของวัสดุผสมที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาดใดขนาดหนึ่งและไปค้างบนตะแกรงถัดไป ไม่ควรเกินร้อยละ 45 และค่าโมดูลัส ความละเอียด (fineness modulus) ควรอยู่ในช่วง 2.3-3.1

ตารางที่ 1 เกณฑ์กำหนดการคัดขนาดของมวลผสมละเอียด

Sieve (Specification E 11)	Percent Passing
3/8-in (9.5-mm)	100
No.4 (4.75-mm)	95-100
No.8 (2.36-mm)	80-100
No.16 (1.18-mm)	50-85
No.30 (600-μm)	25-60
No.50 (300-μm)	10-30
No.100 (150-μm)	2-10

ตารางที่ 2 เกณฑ์กำหนดการคัดขนาดของวัสดุผสมหยาบ

Size Number	Nominal Size (Sieves with Square Openings)	Amounts Finer than Each Laboratory Sieve (Square-Openings). Weight percent												
		4 in. (100 mm)	3 1/2 in. (90 mm)	3 in. (75 mm)	2 1/2 in. (63 mm)	2 in. (50 mm)	1 1/2 in. (37.5 mm)	1 in. (25.0 mm)	3/4 in. (19.0 mm)	1/2 in. (12.5 mm)	3/8 in. (9.5 mm)	No.4 (4.75 mm)	No.8 (2.36 mm)	No.16 (1.18 mm)
1	3 1/2 to112 in. (90to37.5 mm)	100	90 to 100	...	25 to 60	...	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
2	2 1/2 to 1 1/2 in. (63 to 37.5 mm)	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...	...
3	2 to 1 in. (50 to 25.0 mm)	...	...	...	100	90 to 100	35 to 70	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...	...
357	2 in to No. 4 (50 to 4.75 mm)	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	...	0 to 5	...	...
4	1 1/2 to 3/4 in (37.5 to 19.0 mm)	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	...	0 to 5	...	...	...
467	1 1/2 in. to No. 4 (37.5 to 4.75 mm)	...	...	...	...	100	95 to 100	...	35 to 70	...	10 to 30	0 to 5	...	...
5	1 to 1/2 in. (25.0 to 12.5 mm)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...	...	...
56	1 to 3/4 in. (25.0 to 9.5 mm)	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 85	10 to 40	0 to 15	0 to 5	...	...
57	1 in. to No. 4 (25.0 to 4.75 mm)	...	...	...	...	...	100	95 to 100	...	25 to 60	...	0 to 10	0 to 5	...
6	3/4 to 3/8 in. (19.0 to 9.5 mm)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	20 to 55	0 to 15	0 to 5	...	...
67	3/4 in. to No. 4 (19.0 to 4.75 mm)	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	...	20 to 55	0 to 10	0 to 5	...
7	1/2 in. to No. 4 (12.5 to 4.75 mm)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 to 100	40 to 70	0 to 15	0 to 5	...
8	3/8 in. to No. 8 (9.5 to 2.36 mm)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 to 100	10 to 30	0 to 10	0 to 5

วัสดุผสมคอนกรีตที่จะนำมาใช้งานควรมีคุณสมบัติที่เหมาะสมคือจะต้องเป็นวัสดุที่แข็งแน่น ทนทาน สะอาด ไม่มีส่วนผุกร่อน หรือ วัชพืชปนอยู่ไม่ควรมีลักษณะแบนหรือยาว หรือมีรูพรุนที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า

วัสดุผสมคอนกรีตที่ดีควรมีคุณสมบัติทางกลดังต่อไปนี้คือ

- ค่าสึกกร่อนของวัสดุผสม วัสดุผสมคอนกรีตสำหรับงานทนการขัดสีควรมีค่าสึกกร่อนไม่เกินร้อยละ 40 โดยน้ำหนัก และวัสดุผสมคอนกรีตสำหรับงานคอนกรีตทั่วไปควรมีค่าสึกกร่อนไม่เกินร้อยละ 50 โดยน้ำหนัก
- ความคงตัวของวัสดุผสม วัสดุผสมละเอียดเมื่อทดสอบกับโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟต น้ำหนักที่หายไปไม่ควรเกินร้อยละ 10 และ 15 โดยน้ำหนักตามลำดับ วัสดุผสมหยาบเมื่อทดสอบกับโซเดียมซัลเฟตหรือแมกนีเซียมซัลเฟตน้ำหนักที่หายไปไม่ควรเกินร้อยละ 12 และ 18 โดยน้ำหนักตามลำดับ การทดสอบความคงตัวของวัสดุผสมอาจไม่มีความจำเป็นถ้าหากวัสดุผสมคอนกรีตนั้นไม่ได้ถูกนำไปใช้ในโครงสร้างที่มีสภาพเหมือนชายทะเล

วัสดุผสมละเอียดที่ได้มาจากแหล่งตามธรรมชาติอาจจะมีสารอินทรีย์จำพวกกรดแทนนิก (tannic acid) และสารประกอบของกรดแทนนิก ซึ่งเกิดจากการสลายตัวของซากพืชจะมีผลทำให้คุณสมบัติของคอนกรีตเสียไป โดยอาจทำให้คอนกรีตแข็งตัวช้า หรือไม่แข็งตัวเลยก็ได้ การตรวจสอบสารอินทรีย์ที่เจือปนอยู่ทำโดยแช่วัสดุผสมในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 3 เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำสารละลายมาเทียบสีกับกระจกสีมาตรฐานของการ์ดเนอร์สีของสารละลายต้องไม่เข้มกว่าสีของกระจกหมายเลข 3 วัสดุผสมคอนกรีตต้องไม่มีวัสดุอันตราย เช่น ถ่านหิน ลิกไนต์ หรือวัสดุที่คล้ายคลึงกัน ก้อนดินสะเก็ดวัสดุอ่อน หรือวัสดุที่ละเอียดกว่า 75 ไมโครเมตรปนอยู่เกินขีดจำกัดตามตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ขีดจำกัดของวัสดุอันตราย

วัสดุอันตราย	ปริมาณที่ยอมให้มีได้สูงสุด, ร้อยละโดยน้ำหนัก	
	วัสดุผสมละเอียด	วัสดุผสมหยาบ
ก้อนดินและสะเก็ดวัสดุอ่อน	3.0	5.0
วัสดุที่ผ่านตะแกรงร่อนขนาด 75 ไมโครเมตร		
- สำหรับคอนกรีตทนการขัดสี	3.0	1.0
- สำหรับคอนกรีตทั่วไป	5.0	1.0
ถ่านหินและลิกไนต์ [2,3]		
- สำหรับคอนกรีตในงานอวดผิวหน้า	0.5	0.5
- สำหรับคอนกรีตทั่วไป	1.0	1.0

วัสดุที่มีขนาดเล็กกว่า 75 ไมโครเมตร ซึ่งอาจอยู่ในรูปของ ดิน ตะกอน หรือฝุ่นหิน ถ้ามีวัสดุพวกนี้อยู่มาก จะทำให้ คอนกรีตเสียความสามารถในการเทได้ (workability) คอนกรีตจะเกิดการหดตัวมากขึ้น และยังทำให้ความทนทานของคอนกรีตต่ำลง วัสดุจำพวกถ่านหินและลิกไนต์จะทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตต่ำลงหรือทำให้เกิดรอยเปื้อนและรูโพรงในเนื้อคอนกรีตซึ่งจะก่อให้เกิดผลเสียหายต่อการใช้งานได้

นอกจากสิ่งเจือปนต่าง ๆ ที่ได้กล่าว มาแล้วยังมีสิ่งเจือปนอื่น ๆ อีก เช่น แร่ต่าง ๆที่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ไฮเดรชัน หรือคาร์บอร์เนชัน เมื่อสัมผัสกับอากาศซึ่งปฏิกิริยาเหล่านี้มีผลต่อคุณสมบัติของคอนกรีต ตัวอย่างเช่น แร่ pyrite และ marcasite (FeS_2) จะถูกออกซิไดส์และเกิดไฮเดรชันเมื่อมีออกซิเจนและน้ำเกิดเป็นกรดซัลฟิวริก และ Hydrated iron oxides แล้วมีปริมาตรเพิ่มขึ้นทำให้เกิดความเสียหายต่อผิวของคอนกรีต ซึ่งมักจะเกิดขึ้นในที่ที่มีอุณหภูมิและชื้นสูง นอกจากแร่ pyrite แล้วการเกิดปฏิกิริยาของ ferric oxide, ferrous oxide, magnesia (MgO) และ lime (CaO) ที่ปนอยู่กับวัสดุผสมก็ก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นเดียวกัน ควรหลีกเลี่ยงการใช้วัสดุผสมคอนกรีตที่มี mica ในปริมาณที่สูงเพราะ mica อาจจะไม่คงตัวในคอนกรีตสารประกอบพวกยิปซัมและซัลเฟตต่าง ๆ ที่ปนเปื้อนอยู่ในวัสดุผสมอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อคอนกรีตได้เช่นเดียวกัน สารประกอบของตะกั่วและโบรอนบางชนิดอาจมีผลทำให้กำลังรับแรงอัดของคอนกรีตในระยะต้นลดต่ำลงได้อย่างมาก วัสดุผสมที่มีปริมาณต่างสูงควรหลีกเลี่ยงที่จะนำมาใช้ในงานคอนกรีต เพราะจะทำให้เกิดความเสียหายได้ ถ้านำเอาทรายทะเลซึ่งเป็นวัสดุผสมละเอียดที่มีเกลือ (sodium chloride) ปนอยู่ด้วยในปริมาณที่สูง มาใช้งานก็อาจทำให้เกิดผลที่ไม่ต้องการได้ เช่น ในงานคอนกรีตเสริมเหล็กจะทำให้เหล็กเสริมเป็นสนิมและผุเร็ว

ถึงแม้ว่าจะจัดวัสดุผสมคอนกรีตเป็นวัสดุที่เฉื่อยต่อปฏิกิริยา แต่ยังมีปฏิกิริยาหลายอย่างเกิดขึ้นระหว่างต่างใน ปูนซีเมนต์ และวัสดุผสม ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นนี้อาจทำให้เกิดการแตกร้าวอันเนื่องมาจากการขยายตัวของคอนกรีตได้ ปฏิกิริยาที่รู้จักกันดี ได้แก่ ปฏิกิริยาที่รู้จักกันดี ได้แก่ปฏิกิริยาระหว่างปูนซีเมนต์กับสารประกอบซิลิคอน (opal หรือ silica พวก low-crystalline) ซึ่งเรียกว่า ปฏิกิริยา alkali-silica การขยายตัวของคอนกรีตอาจมากถึง 0.5% และทำให้เกิดรอยร้าวกว้างถึง 1 นิ้ว รอยร้าวนี้เกิดจากการพองตัวของเจลที่เกิดจากซิลิกาของโซเดียมและโพแทสเซียม อาจป้องกันหรือทำให้การขยายตัวลดลงโดยการใช้ปูนซีเมนต์ที่มีด่างต่ำ (คิดเป็นโซเดียมออกไซด์ไม่เกิน 0.6%) ลดปริมาณปูนซีเมนต์ลง หรือใช้ปอซโซลาน (pozzolan) ทดแทนปูนซีเมนต์บางส่วน

ปฏิกิริยาอีกชนิดหนึ่งที่ก่อให้เกิดความเสียหายได้เช่นเดียวกัน ได้แก่ ปฏิกิริยา alkali-carbonate rock ในกรณีนี้หินปูนที่มี dolomite เป็นองค์ประกอบจะทำปฏิกิริยากับด่างในปูนซีเมนต์ ทำให้เกิดการขยายตัวและการแตกร้าวของคอนกรีตได้มาก การขยายตัวนี้ไม่สามารถแก้ไขได้โดยการเติมปอซโซลาน

ในปัจจุบันยังไม่มีวิธีตรวจสอบทางห้องปฏิบัติการที่แน่นอนที่จะตัดสินว่าตัวอย่างวัสดุผสมที่ได้รับมาจะทำให้คอนกรีตเกิดการขยายตัวมากเกินไปหรือไม่ แม้แต่วิธีตรวจสอบตามมาตรฐาน ASTM เองก็เป็นเพียงการคาดคะเนว่าวัสดุผสมมีแนวโน้มที่จะเกิดปฏิกิริยาจนทำให้เกิดการขยายตัวของคอนกรีตหรือไม่เท่านั้น มีวิธีตรวจสอบอยู่หลายวิธีบางวิธีใช้เวลาน้อยแต่มีความน่าเชื่อถือน้อยกว่าวิธีที่ใช้เวลาตรวจสอบนาน เช่น การตรวจสอบปฏิกิริยา alkali-silica โดยวิธีหล่อวัสดุผสมกับปูนซีเมนต์เป็นแท่ง (motar bar test) ตาม ASTM C 227 แล้ววัดการขยายตัวของแท่งมอร์ตาร์ตามระยะเวลาที่กำหนดซึ่งอาจใช้ระยะเวลาในการตรวจผลตั้งแต่ 14 วัน จนถึง 6 เดือน

เนื่องจากวัสดุผสมมีความสำคัญต่อคุณภาพของคอนกรีตมาก ดังนั้นจึงควรมีความระมัดระวังมากในการใช้งาน การขนย้ายวัสดุผสมตั้งแต่เริ่มผลิตจนถึงกองเก็บต้องควบคุมไม่ให้เกิดการแยกตัวของวัสดุผสมแต่ละขนาด ตลอดจนป้องกันไม่ให้สิ่งสกปรกอื่น ๆมาเจือปน ถ้าหากมีการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกเช่น มีดินหรือโคลนติดมาด้วย หรือมีวัชพืช เปลือกหอย หรือเศษวัสดุต่าง ๆ ปะปนก็ควรร่อนหรือล้างให้สะอาดเสียก่อนเพราะจะช่วยให้คอนกรีตมีคุณภาพดีขึ้น นอกจากนี้ควรมีการตรวจสอบคุณภาพและเลือกใช้วัสดุผสมให้ถูกต้องตามประเภทของคอนกรีตและวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เพื่อเป็นการลดความเสียหาย อันเนื่องมาจากการใช้วัสดุไม่เหมาะสมได้อีกทางหนึ่งด้วย

เอกสารอ้างอิง

American Society for Testing and Materials. Standard specification for concrete aggregates. 1996 Annual book of ASTM standards, Volume 04, 02 Section 4 : Construction. West Conshohocken, PA : ASTM., 1996. p. 10-16

Popovics, Sandor. Concrete materials. 2 nd ed. New Jersey : Noyes Publication, 1992. p. 274-374.

วินิต ช่อวิเชียร. คอนกรีตเทคโนโลยี กรุงเทพมหานคร : ป.สัมพันธ์ 2529

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมวลผสมคอนกรีต มอก. 566-2528. 2539.

ผลิตภัณฑ์พลาสติกในห้องปฏิบัติการ

นางกิตติพร เหล่าแสงธรรม

ปัจจุบันพลาสติก (plastics) เป็นวัสดุที่นิยมใช้กันแพร่หลาย สามารถพบเห็นผลิตภัณฑ์พลาสติกได้ทั่วไป ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในครัวเรือน ถังน้ำ กาละมัง แม้กระทั่งเขียงที่ใช้หั่น เนื้อ ผัก ผลไม้ ตู้ทีวี หน้าปัทม์วิทยุ เทป หรือในรูปของประดับสวยงามประเภทดอกไม้พลาสติก กระถาง ฯลฯ ผลิตภัณฑ์ในห้องน้ำ เช่น ขัน กล่องสบู่ สายยาง ชั้นวางของ ฯลฯ และยังมีผลิตภัณฑ์อื่นๆ อีกมากมาย สำหรับผู้ที่ปฏิบัติงานด้านวิทยาศาสตร์ ยังพบพลาสติกที่เป็นผลิตภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ ซึ่งนับวันการนำพลาสติกมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ทดแทนเครื่องแก้วเห็นจะมีมากขึ้น ดังนั้น ผู้เขียนจึงได้รวบรวมชนิดของพลาสติก สูตรโครงสร้าง ความเหมาะสมในการใช้งานและข้อควรระวัง เพื่อเป็นแนวทางที่จะเลือกใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกสำหรับห้องปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสมกับงานที่ปฏิบัติ

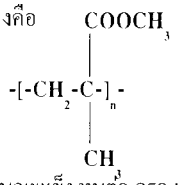
ชนิดของพลาสติกที่นิยมใช้ทำผลิตภัณฑ์สำหรับห้องปฏิบัติการมีหลายชนิดเช่น

1. อะคริโลไนทริล-บิวตาไดอีน-สไตรีน (Acrylonitril-butadiene-styrene, ABS)

พลาสติก ABS ประกอบด้วยสารอะคริโลไนทริลไม่น้อยกว่าร้อยละ 13 บิวตาไดอีนไม่น้อยกว่า ร้อยละ 5 และสไตรีนไม่น้อยกว่าร้อยละ 15 มีความทนต่อไอกรด ด่าง และจะแตกเป็นส่วนๆ (disintegrate) ในกรดเข้มข้นที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ (oxidizing agent) เช่นกรดไนตริก (nitric acid) และกรดกำมะถัน (sulfuric acid) นอกจากนี้ถ้าสัมผัสกับสารเคมีภายใต้ความเค้น (stress) จะเกิดรอยแตก (crack) ขึ้น

2. อะคริลิก (Acrylic) หรือโพลีเมททิล เมททาไครเลท (Polymethyl methacrylate)

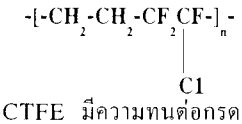
สูตรโครงสร้างคือ



อะคริลิกมีลักษณะแข็ง ทนต่อ กรด และด่าง แต่ถูกทำลายได้ด้วยตัวทำลายอินทรีย์หลายชนิด พลาสติกชนิดนี้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงไม่เกิน 70 องศาเซลเซียสแต่ถ้ามีความจำเป็นใช้งานที่อุณหภูมิ90 องศาเซลเซียส ควรใช้งานในระยะเวลาสั้นๆ หรือหลีกเลี่ยงใช้วัสดุชนิดอื่นทดแทน

3. เอททีลีน-คลอโรไตรฟลูออโรเอททีลีน (Ethylene-chlorotrifluoroethylene, E-CTFE)

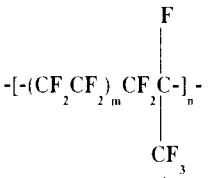
สูตรโครงสร้างคือ



E-CTFE มีความทนต่อกรด ด่าง และสารละลายอินทรีย์ ได้ดีเยี่ยมนิยมใช้ทำสายยาง บีกเกอร์ และขวด ซึ่งสามารถใช้ได้ดีที่อุณหภูมิต่ำมากๆ (cryogenic) จนถึงอุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส

4. ฟลูออริเนเตด เอททีลีน โพรพิลีน (Fluorinated ethylene propylene, FEP)

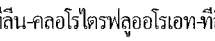
สูตรโครงสร้างคือ



พลาสติกชนิด FEP มีลักษณะไม่ทึบแสง แต่ไม่ใส ไม่ดูดกลืนแสงยูวี มีคุณสมบัติโค้งงอได้ มีความหนาแน่นสูง สามารถทนต่ออุณหภูมิไม่เกิน 200 องศาเซลเซียส ทนต่อสารเคมีทุกชนิดยกเว้นโลหะมอลเทินแอลคาไล (molten alkali metal) และฟลูออรีน การทนต่อสารเคมีของ FEP จะด้อยกว่าโพลีเตตราฟฟลูออไรเอททีลีน (PTFE) เล็กน้อย เนื่องจากโครงสร้างที่เป็นเทอร์เชียลรี ฟลูออรีน (tertiary fluorine) ถูกทำลายด้วยกรดเปอร์คลอริก (perchloric acid) ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะใช้กับกรดชนิดนี้ และจากกระบวนการผลิตพบว่ามีเหล็ก สังกะสี อะลูมิเนียม ทองแดง และแมงกานีส ติดอยู่กับผนังขวด FEP ด้วย

5. เอททีลีนเตตราฟลูออโรเอททีลีน (Ethylene-tetrafluoroethylene, ETFE)

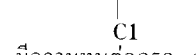
สูตรโครงสร้าง คือ



ETFE เป็นโพลิเมอร์ผสม (copolymer) ของ เอททีลีนกับ เตตราฟลูออโรเอ็ททีลีน (TFE) ประกอบด้วย TFE ปริมาณร้อยละ 80 โดยน้ำหนัก มีคุณสมบัติทางเชิงกลที่ดีกว่า FEP และง่ายในการขึ้นแบบ โดยปกติจะบริสุทธิ์กว่า FEP และเบากว่าฟลูออโรโพลิเมอร์ (Fluoropolymer) จำพวก PTFE, PFA, FEP มีความทนต่อกรด ด่าง และตัวทำละลายอินทรีย์เกือบทั้งหมด นิยมใช้ในการทำบีกเกอร์ และขวดที่สามารถทนอุณหภูมิที่ 180 องศาเซลเซียส

6. โพลีเอททีลีนชนิดความหนาแน่นต่ำ (Low density polyethylene, LDPE)

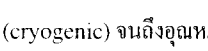
สูตรโครงสร้างคือ



พลาสติกชนิด LDPE มีคุณสมบัติที่สามารถใช้ได้ที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส มีข้อควรระวังคือพลาสติกชนิดนี้ สามารถถูกทำลายอย่างช้าๆ ได้โดยสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ชนิดแรง และจะเกิดก่อนอ่อนตัวบวม ได้เมื่อสัมผัสกับตัวทำละลายชนิดต่างๆ

7. โพลีเอททีลีนชนิดความหนาแน่นสูง (High density polyethylene, HDPE)

สูตรโครงสร้างคือ

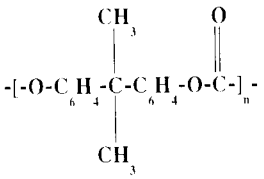


พลาสติกชนิด HDPE มีลักษณะทึบ

แสง ทนต่อสารเคมีและทนอุณหภูมิได้สูงกว่า LDPE โดยสามารถ ใช้งานได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส การผลิต HDPE จะมีการเติมโลหะเพื่อเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา (catalyst) ในกระบวนการผลิตได้แก่ อะลูมิเนียม โครเมียม ซิลิคอน ไทเทเนียม วาเนเดียม สังกะสี และเซอร์โคเนียม ดังนี้จึงอาจมีการปนเปื้อนจากโลหะเหล่านี้ได้

8. โพลีคาร์บอเนท (Polycarbonate, PC)

สูตรโครงสร้างคือ



PC เป็นพลาสติกชนิดที่มีความเสถียรต่อการกระแทก (impact strength) นิยมใช้ทำแว่นตานิรภัย (safety glasses) และทำอุปกรณ์ดูดความชื้น (vacuum desiccator) พลาสติกชนิดนี้ไม่เหมาะที่จะใช้กับงานที่มีกรด เบส และตัวทำละลายอินทรีย์ต่างๆ เพราะจะทำให้ PC ถูกทำลาย

9. โพลีคลอโรไตรฟลูออโรเอททีลีน (Polychlorotrifluoroethylene, PCTFE)

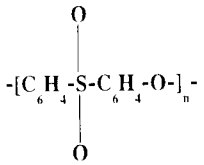
สูตรโครงสร้างคือ

$$-[-CClF-CF_2-]_n-$$

PCTFE เป็นพลาสติกที่มีคุณสมบัติดีเยี่ยมในการทนต่ออุณหภูมิต่ำมากๆ ทนต่อการกัดกร่อนและทนต่อสารอินทรีย์ที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ แต่สามารถถูกทำลายได้ด้วยสารอินทรีย์ต่างๆ ส่วนความร้อนจะทำให้ PCTFE เกิดการตกผลึก ทำให้เปราะแตกหักได้ง่าย

10. โพลีอีเทอร์ซัลโฟน (Polyethersulphone, PES)

สูตรโครงสร้างคือ



PES มีลักษณะใส แข็ง และมีสีเหลืองอ่อน มีความทนต่อ กรด เบส อะลิฟาติกไฮโดรคาร์บอน (aliphatic hydrocarbon) และแอลกอฮอล์ (alcohol) แต่จะละลายในไดเมททิลซัลโฟไซด์ (dimethyl sulphoxide) อะโรมาติกเอมีน (aromatic amine) ไนโตรเบนซีน (nitrobenzene) และสารละลายชนิดคลอริเนเตด (chlorinated solvent)

11. โพลีอีเทอร์อีเทอร์คีโตน (Polyetheretherketone, PEEK)

สูตรโครงสร้างคือ

$$-[C_6H_4-CO-C_6H_4-O-C_6H_4-O]_n-$$

PEEK เป็นพลาสติกที่มีความพิเศษซึ่งนิยมใช้ในงานทางด้านโครมาโตกราฟี (chromatography) คือมีลักษณะเหนียว แข็ง และแน่น มีความทนต่อสารเคมีชนิดสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ อย่างไรก็ตาม PEEK จะดูดซับเมททีลีนคลอไรด์ (methylene chloride) ถึงร้อยละ 15-20 และจะละลายได้ในกรดกำมะถันเข้มข้น

12. โพลีเอททีลีน เทอร์เรพาทาเลท (Polyethylene terephthalate, PET)

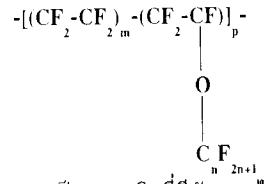
สูตรโครงสร้างคือ

$$-[CO-C_6H_4COO-CH_2-CH_2-O]_n-$$

PET เป็นพลาสติกที่ใช้ทำเป็นบรรจุภัณฑ์ในอุตสาหกรรมทางด้านอาหารเป็นส่วนใหญ่ มีจุดหลอมเหลวที่ 254 องศาเซลเซียส สามารถเปลี่ยนเป็นทั้งผลิตภัณฑ์ชนิดอสัณฐาน (amorphous) หรือกึ่งผลึก (semicrystalline) เมื่อมีผลึกของโพลิเมอร์ในพลาสติกเพิ่มขึ้นจะทำให้มีความทนต่อสารเคมี และตัวทำละลายสูงขึ้น พลาสติกชนิดนี้มีสารปนเปื้อนได้แก่ ไทเทเนียม เจอร์เมเนียม และพลวง

13. เปอร์ฟลูออโรแอลคอกซี ฟลูออโรคาร์บอน (Perfluoroalkoxy fluorocarbon, PFA)

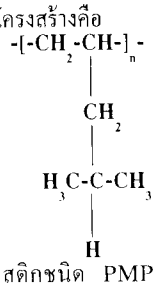
สูตรโครงสร้างคือ



PFA เป็นพลาสติกที่มีลักษณะไม่ทึบแสง แต่ไม่ใส ไม่ดูดกลืนแสงยูวี มีจุดหลอมเหลวประมาณ 320 องศาเซลเซียส มีความทนต่อสารเคมีคล้ายกับ PTFE แต่สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้างกว่าคือสามารถใช้งานได้ตั้งแต่อุณหภูมิ -270 องศาเซลเซียส ถึง + 260 องศาเซลเซียส PFA จะต้านทานต่อการดูดกลืนแสงแม้ที่อุณหภูมิสูงถึง 200 องศาเซลเซียส ทำให้เหมาะสำหรับการเก็บสารละลายของโลหะหนักปริมาณน้อยและเก็บตัวอย่างที่ได้จากการย่อยสลาย

14. โพลีเมททิลเพนทีน (Polymethylpentene, PMP)

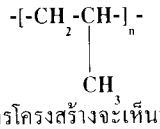
สูตรโครงสร้างคือ



พลาสติกชนิด PMP มีลักษณะใส เหมาะสำหรับนำมาทำอุปกรณ์ที่เกี่ยวกับการวัดปริมาตร สามารถใช้งานได้ดีที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส พลาสติก PMP คล้ายกับ PP ต่างกันที่มีหมู่ไอโซบิวทิล (isobutyl) แทนหมู่เมททิล (methyl) พลาสติกชนิดนี้จะถูกทำลาย ถ้าถูกสารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์ชนิดแรงและจะเกิดการอ่อนตัว บวมได้เมื่อถูกตัวทำละลายบางชนิด เช่น ไตรคลอโรเอททีลีน (trichloroethylene) ในกระบวนการผลิต PMP จะมีการใช้ตัวเร่งปฏิกิริยาเช่นเดียวกับการผลิต HDPE ดังนั้นจึงอาจมีการปนเปื้อนจากโลหะบางชนิดได้เช่นเดียวกับพลาสติกชนิด HDPE

15. โพลีโพรพิลีน (Polypropylene, PP)

สูตรโครงสร้างคือ



จากสูตรโครงสร้างจะเห็นว่าพลาสติกชนิด PP มีหมู่เมททิล ซึ่งทำให้ PP ง่ายต่อการถูกทำลายจากตัวออกซิไดส์ชนิดแรง PP สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงถึง 130 องศาเซลเซียส ดังนั้นจึงเหมาะกับการใช้งานที่ต้องมีการนึ่งฆ่าเชื้อ สำหรับกรรมวิธีการผลิตพลาสติกชนิดนี้มีวิธีการคล้ายกับ HDPE ดังนั้นจึงอาจมีการปนเปื้อนจากโลหะบางชนิดเช่นเดียวกับพลาสติกชนิด HDPE

16. โพลีเอมีค เรซิน (Polyamide resin)

สูตรโครงสร้างคือ

$$H-[NH(CH_2)_6-NH-CO-(CH_2)_4-CO]_n-OH$$

โพลีเอมีค เรซิน สามารถทนต่อสารเคมีได้ปานกลาง จะถูกทำลายด้วยกรดแก่ สารที่มีคุณสมบัติเป็นตัวออกซิไดส์, ฟีนอล (phenols) และคลอริเนเตดไฮโดรคาร์บอนบางชนิด (chlorinated hydrocarbon)

17. โพลีสไตรีน (Polystyrene, PS)

สูตรโครงสร้างคือ

$$-[-\underset{\underset{CH}{|}}{CH}-CH_2-]_n-$$

พลาสติกชนิดนี้มีลักษณะใส เนื้อแน่นแข็ง และมีความคงตัว ใช้สำหรับทำผลิตภัณฑ์ที่ใช้แล้วทิ้ง PS เสถียรต่อการทำลายด้วยสารละลายหลายชนิด แต่จะละลายในสารพวกอะโรมาติค และตัวทำละลายชนิดฮาโลจิเนเตด มีข้อจำกัดของการใช้งาน คือ สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

18. โพลีเตตราฟลูออโรเอททีลีน (Polytetrafluoroethylene, PTFE)

สูตรโครงสร้างคือ

$$-[-CF_2-CF_2-]_n-$$

พลาสติกชนิด PTFE มีคุณสมบัติทนต่อสารเคมีแตกต่างจากพลาสติกชนิดอื่น ๆ เนื่องจาก PTFE ไม่ไหม้ไฟ และไม่ละลายในตัวทำละลายต่าง ๆ ยกเว้นโลหะมอลเทินแอลคาไล และฟลูออรีนที่อุณหภูมิสูงเท่านั้น PTFE จะยอมให้ ก๊าซ สารละลายและกรดบางชนิดซึมผ่านได้บ้าง การใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องที่อุณหภูมิสูงถึง 260 องศาเซลเซียส จากคุณสมบัติพิเศษที่กล่าวข้างต้นรวมทั้งการปนเปื้อนของสารอนินทรีย์จากการใช้ PTFE น้อยมาก ทำให้เหมาะสมที่จะใช้ทำเป็นแท่งสำหรับกวนสาร (stirring bars), จุกปิด (stopcock) และแบริง (bearing) เป็นต้น

19. โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinylchloride, PVC)

สูตรโครงสร้างคือ

$$-[-CH_2-CHCl-]_n-$$

โครงสร้างของ PVC จะคล้ายกับ PE แต่มีคลอรีน (chlorine) แทนไฮโดรเจน (hydrogen) PVC มีลักษณะแข็งและแน่น การนำไปใช้งาน เช่น ในการผลิตสายยางจะต้องทำให้อ่อนและหยุ่น และมีการเติมสารชนิดพทาเลท เอสเทอร์ (phthalate esters) ลงไปเพื่อเพิ่มคุณสมบัติให้แก่พลาสติก ข้อจำกัดของ PVC จะถูกทำลายด้วยตัวทำละลายอินทรีย์หลายชนิด และไม่ควรใช้กับงานที่มีอุณหภูมิสูงกว่า 70 องศาเซลเซียส

20. โพลีไวนิลอิดีน ฟลูออไรด์ (Polyvinylidene fluoride, PVDF)

สูตรโครงสร้างคือ

$$-[-CF_2-CHF-]_n-$$

PVDF เป็นพลาสติกที่มีความทนทานดีเยี่ยมต่อสารเคมีส่วนใหญ่ และมีจุดหลอมเหลวต่ำที่สุดเมื่อเทียบกับฟลูออโรโพลิเมอร์ทั่ว ๆ ไป การใช้งานสามารถใช้งานได้ในอุณหภูมิไม่เกิน 150 องศาเซลเซียส

ตารางแสดงปริมาณธาตุที่มีอยู่ในพลาสติกบางชนิด (หน่วยเป็นนาโนกรัมต่อกรัม)[4]

ธาตุ	LDPE	HDPE	PP	PS	PC	PVC	TFE	FEP	ETFE
Na	1300	15000	4800	2200	2700	20000	160	400	600
Al	500	30000	55000	500	3000		230	200	
Cl	7000	30000	180000		50000	major		800	10^6
K	>5000	>600						90000	1100
Ca		800000							
Ti		5000	60000	1000					
Mn		10	20	20				60	
Co			40		6				
Zn		520000							
Br	>20	800	>5	>1	29000	>6	>2		240
Sn						2.4×10^6			
Sb	5	200	600						
La				0.3			0.6		1
W								700	
Au			0.1	0.04	0.03		0.4		0.4

จากตารางแสดงให้เห็นถึงโลหะและธาตุปริมาณน้อยหลายชนิดในพลาสติกชนิดต่าง ๆ ซึ่งมาจากวัตถุดิบที่ใช้ และกระบวนการผลิตที่มีการเติมตัวเร่งปฏิกิริยาและอื่น ๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติบางประการให้กับพลาสติก

พลาสติกชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ในห้องปฏิบัติการ ดังที่ได้กล่าวถึงโครงสร้าง และคุณสมบัติของวัสดุในข้างต้น จะเป็นการช่วยให้พิจารณาตัดสินใจในการเลือกใช้ผลิตภัณฑ์พลาสติกในห้องปฏิบัติการได้อย่างเหมาะสม และการใช้งานทั่วไปควรหลีกเลี่ยงผลิตภัณฑ์พลาสติกที่ใส่สีต่าง ๆ รวมทั้งสีขาว เนื่องจากวัสดุที่ให้สี จะเป็นสาเหตุของการปนเปื้อนในระหว่างการปฏิบัติการวิเคราะห์ทางเคมีได้

เอกสารอ้างอิง

Bel-Art Scienceware. No Place : Bel-Art Product, 1993, 178 p.

Howard, AG. and Statham, P.J. Inorganic trace analysis : philosophy and practice. Chichester : Wiley, 1993, p. 34-37.

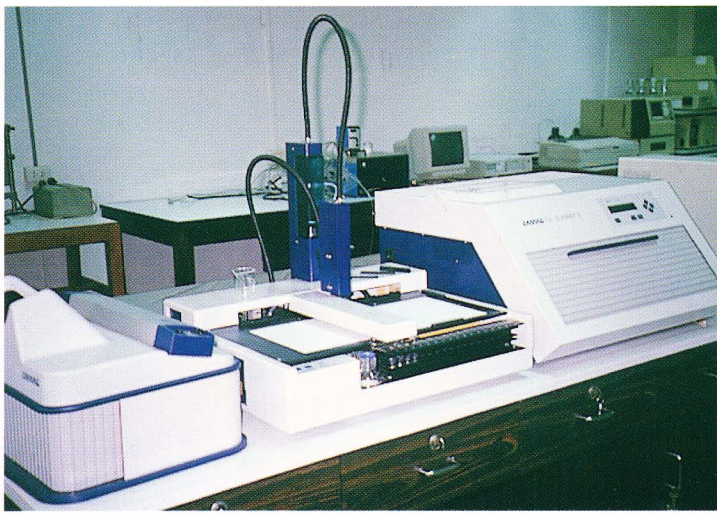
Nalgene Co. Nalgene™ Labware. New York : Nalgene Brand Products, 1990, 192 p.

ทัศนีย์ จูดะกานนท์. สารานุกรมศัพท์เคมี. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2533, 348 หน้า

ราชบัณฑิตยสถาน. ศัพท์วิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : บริษัทเพื่อนพิมพ์, 2532, 343 หน้า

เคื่องมือวิเคราะห์แยกสารบนแผ่น (TLC)
(TLC SCANNER)

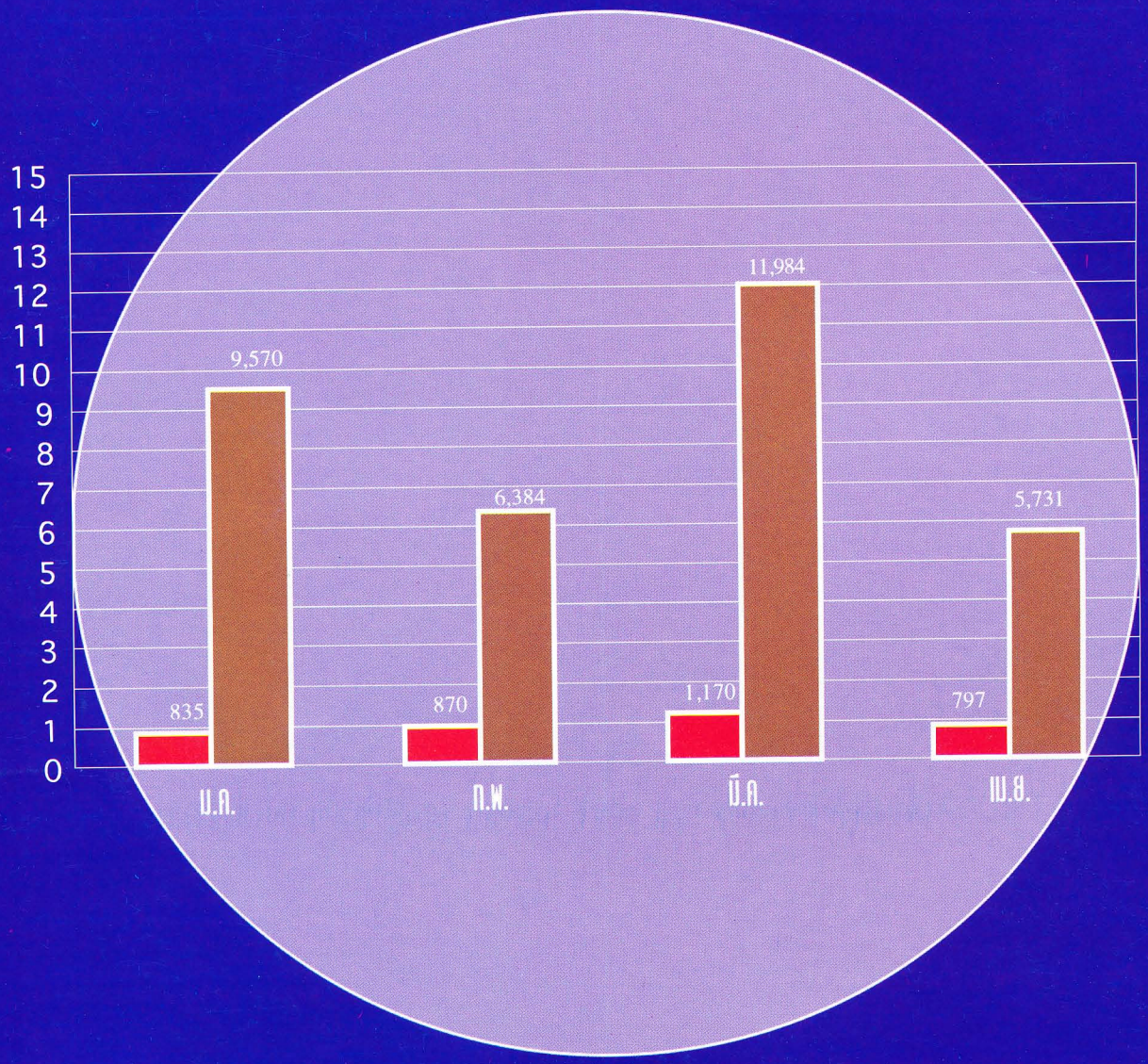
การวิเคราะห์โดยวิธีโครมาโตกราฟ ลำแสงที่ฉายบนแถบหรือจุดของสารละลายตัวอย่างบนแผ่นรงคเลขผิวบาง (TLC plate) โดยการอ่านค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) หรือการเรืองแสง (fluorescence) และคำนวณปริมาณสาร โดยเทียบกับสารมาตรฐานนั้นๆ (กองวิทยาศาสตร์ชีวภาพ)



สถิติแสดงจำนวนตัวอย่างและรายการ
วิเคราะห์ทดสอบวัตถุตัวอย่าง
เดือนมกราคม–เมษายน 2541

จำนวนตัวอย่าง

จำนวนรายการ



อัตราส่วน 1:1000