บทความพิเศษ

เทพีวรรณ จิตรวัชรโกมล*
กนิษฐ์ ตะปะสา**

ห้องปฏิบัติการเชี่ยวชาญด้านแก้ว
มุ่งมั่นพัฒนาศักยภาพผู้ประกอบการไทยทุกระดับ

อุตสาหกรรมผลิตแก้วและกระจกของประเทศไทยถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ โดยมีมูลค่าการส่งออกประมาณ 35,000 ล้านบาทต่อปี และมีกำลังการผลิตมากที่สุดในภูมิภาคอาเซียน การเข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียนทำให้กลุ่มอุตสาหกรรมแก้วและกระจกของไทยได้รับประโยชน์จากการขยายตลาดและการลงทุน รวมถึงการย้ายฐานการผลิตไปต่างประเทศ แต่อย่างไรก็ตามปัญหาที่ส่งผลกระทบต่อการพัฒนาศักยภาพของอุตสาหกรรมแก้วและกระจกไทยในปัจจุบันโดยเฉพาะกับผู้ประกอบการ (ผปก.) SMEs มีอยู่มากมาย อาทิเช่น การเพิ่มขึ้นของราคาพลังงาน ค่าแรงงานและวัตถุดิบ ทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้นร้อยละ 20-30 โดยเฉพาะต้นทุนพลังงานเนื่องจากเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานสูงมาก การถูกแย่งส่วนแบ่งตลาดจากสินค้านำเข้าที่มีคุณภาพต่ำ เพราะขาดการป้องกันการนำเข้าสินค้าของผลิตภัณฑ์แก้วและวัตถุดิบ อีกทั้ง ผปก. SMEs ขาดเครื่องมือทดสอบที่จำเป็นสำหรับการควบคุมคุณภาพการผลิต ไม่มีเทคโนโลยีในกระบวนการผลิตที่ดี และบุคลากรยังมีความรู้ทาง ว. และ ท. ด้านแก้ว ทำให้ประสิทธิภาพการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ต่ำ

ด้วยเหตุผลดังกล่าว กรมวิทยาศาสตร์บริการได้จัดตั้งห้องปฏิบัติการเชี่ยวชาญด้านแก้ว ในปี 2553 เพื่อให้บริการด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแก่อุตสาหกรรมแก้วและกระจกในทุกระดับ รวมถึงการถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ชุมชนและประชาชนทั่วไปเพื่อสร้างงานสร้างรายได้ตามนโยบายรัฐบาล

บริการของห้องปฏิบัติการฯ มีด้วยกัน 3 ด้านหลัก ได้แก่ ด้านการให้บริการทดสอบ ด้านการวิจัยพัฒนา และด้านการฝึกอบรม หรือให้คำปรึกษาทางวิชาการ ต่อภาคเอกชนและบุคคลทั่วไปช่วยแก้ปัญหาทางวิชาการหรือทางเทคนิคการผลิต รวมทั้งจัดการฝึกอบรมเพื่อพัฒนาบุคลากรภาคอุตสาหกรรม

1. ด้านการให้บริการทดสอบ

ห้องปฏิบัติการฯ ได้พัฒนาศักยภาพการให้บริการทดสอบครอบคลุมทั้งทางด้านเคมีและกายภาพ ดังแสดงในตารางที่ 1 นอกเหนือจากการทดสอบสมบัติโดยทั่วไปของผลิตภัณฑ์แก้วและวัตถุดิบแก้วแล้ว ห้องปฏิบัติการฯ ยังให้บริการทดสอบเฉพาะด้านซึ่งมีผลกระทบกับความปลอดภัยของประชาชน ได้แก่ การทดสอบ

*นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ รักษาการผู้อำนวยการโครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม
**นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรม

ภาชนะบรรจุยาที่ใช้ภายในประเทศให้เป็นไปตามมาตรฐานของประเทศสหรัฐอเมริกา (USP) มาตรฐานของยุโรป (EP) หรือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ให้แก่ โรงงานบรรจุยา ผู้นำเข้าหรือผลิตขวดยา โรงพยาบาล ผู้ผลิตยา ผลการทดสอบจะระบุประเภทของแก้วเพื่อใช้บรรจุยาตามมาตรฐานสากลและมาตรฐาน มอก. คือ แก้ว Type I Type II Type III และ Type NP แก้วแต่ละประเภทมีการระบุชนิดยาชัดเจน เช่น ต้องเป็นขวดแก้ว Type I เท่านั้นที่จะใช้สำหรับบรรจุยาฉีดเข้าไปในร่างกายมนุษย์ได้ เป็นต้น

การให้บริการทดสอบความสามารถในการหลอมของวัตถุดิบแก้ว (Batch-free-time) ในกรณีที่โรงงานแก้วต้องการปรับปรุงสูตรแก้วใหม่ โรงงานจำเป็นต้องศึกษาความสามารถในการหลอมของสูตรแก้วใหม่ในห้องปฏิบัติการก่อนการตัดสินใจนำไปใช้จริง โดยการทดสอบ Batch-free-time เป็นการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้หลอมแก้วระหว่างสูตรแก้วเดิมและสูตรแก้วใหม่ นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการฯ ยังให้บริการประเมินประสิทธิภาพด้านพลังงานในเตาหลอมแก้วซึ่งโรงงานแก้วสามารถนำผลที่ได้ไปวางแผนการลดพลังงานของเตาหลอมแก้วของตนให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้

เป้าหมายของการให้บริการทดสอบของห้องปฏิบัติการ คือ การพัฒนาคุณภาพบริการให้มีผลการทดสอบที่น่าเชื่อถือในระดับสากลโดย การขยายขอบการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ ISO/IEC17025 ซึ่งปัจจุบันได้รับการรับรองในรายการ การหาองค์ประกอบการเคมีของแก้วโซดาไลม์ และทรายแก้ว ด้วยวิธี X-ray fluorescence (XRF) การทดสอบค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเชิงเส้นเมื่อร้อน (COE) และมีแผนการขยายขอบข่ายความสามารถห้องปฏิบัติการในรายการทดสอบหาองค์ประกอบทางเคมีของโดโลไมต์ การหาค่าการนำความร้อนของแก้ว และการทดสอบชนิดของแก้ว ทั้งนี้ ห้องปฏิบัติการ ฯ ได้สำรวจความต้องการด้านการทดสอบ เพื่อนำไปขยายศักยภาพห้องปฏิบัติการตามความต้องการของผู้ประกอบการที่แท้จริง

ภาพที่ 1 การให้บริการวิเคราะห์ทดสอบ

ตารางที่ 1 รายการทดสอบของห้องปฏิบัติการเชี่ยวชาญด้านแก้วที่ให้บริการ

รายการทดสอบ	มาตรฐาน	วิธีทดสอบ/เครื่องมือ
ความทนทานต่อสารเคมี (กรด)	ISO 8424	Wet analysis
ความทนทานต่อสารเคมี (ด่าง)	ISO 10629	Wet analysis
ความทนทานต่อสารเคมี (ฟอสเฟต)	ISO 9689	Wet analysis
ความทนทานต่อสารเคมี (รอยเปื้อน)	EN 122	Wet analysis
ความทนทานต่อน้ำ	ISO 719	Wet analysis
ประเภทของแก้วโดยวิธี Powder glass test)	USP 35	Wet analysis
อุณหภูมิการเปลี่ยนสถานะของแก้ว (Tg) และการหลอมตัว (softening point)		
ความหนืด	ISO 7884-3	Fiber elongation
การวัดสี (CIE L*a*b*) และร้อยละการส่งผ่านของแสง (%Transmission)	DIN 5033	Spectrophotometer

รายการทดสอบ	มาตรฐาน	วิธีทดสอบ/เครื่องมือ
Fe2+ / Fe3+	DIN 5033	Spectrophotometer
ความหนาแน่น	ASTM C 693-93	Buoyancy
ดัชนีการหักเหของแสง	-	Refractometer
ความแข็งแรง	ASTM C 158-02	Universal strength tester
ความแข็ง (Knoop)	-	Microhardness Tester
ความแข็ง (Vicker's)	-	Microhardness Tester
ความเค้นตกค้าง	ISO C 148-00	Strain viewer
การทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลัน	ISO C 149-86	Water bath
การนำความร้อน	-	Laser Flash Analyser
องค์ประกอบทางเคมีโดยใช้เทคนิค X-ray Fluorescence	-	XRF
ความสามารถในการหลอมของวัตถุดิบแก้ว (Batch-Free-Time)	-	-

2. ด้านการวิจัยพัฒนา

การวิจัยพัฒนาของห้องปฏิบัติการฯมีทั้งในระดับชุมชนและระดับอุตสาหกรรม ซึ่งในปีงบประมาณ 2557 ที่ผ่ามาห้องปฏิบัติการฯ มีผลงานดังต่อไปนี้

2.1 งานวิจัยในระดับชุมชน

โครงการการพัฒนาเนื้อแก้วสำเร็จรูปชนิดอุณหภูมิต่ำเพื่อใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องประดับและตกแต่ง

ผลิตภัณฑ์แก้วเป่าเป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ชุมชน หรือ OTOP ที่ได้รับความนิยมเนื่องจากมีความสวยงาม เพื่อเป็นการต่อยอดความหลากหลายของผลิตภัณฑ์แก้วในระดับ OTOP ห้องปฏิบัติการฯ จึงได้ศึกษาวิจัย การผลิตแก้วสำเร็จรูป เพื่อใช้หลอมเป็นรูปทรงต่าง ๆ โดยใช้อุณหภูมิหลอมต่ำ และใช้วัตถุดิบภายในประเทศ ผลิตภัณฑ์แก้วหลอมดังกล่าวเป็นที่นิยมในต่างประเทศในการสร้างสรรค์ผลงานศิลปะ แก้วสำเร็จรูปที่ผลิตได้มีสมบัติเทียบเคียงกับแก้วสำเร็จรูปที่นำเข้าจากต่างประเทศซึ่งมีราคาสูง ผู้ประกอบการวิสาหกิจชุมชนจึงสามารถนำผลการวิจัยนี้ไปใช้เพื่อเพิ่มความหลากหลายของผลิตภัณฑ์ โดยมีต้นทุนการผลิตที่ไม่สูงเกินไป

ภาพที่ 2 แก้วสำเร็จรูปชนิดอุณหภูมิต่ำ

2.2 งานวิจัยในระดับอุตสาหกรรม
โครงการ เพิ่มสมบัติของผิวแก้วโซดาไลม์ให้ทนต่ออากาศ

ประเทศไทยเป็นประเทศในเขตร้อนชื้น จึงมีปัญหาการเกิดคราบขาวที่ผิวแก้วหรือที่เรียกว่าแก้วฝ้า ซึ่งมีโอกาสเกิดขึ้นง่ายเมื่อผิวแก้วมีปริมาณโซเดียมมาก เพราะโซเดียจะทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ ทำให้เกิดฝ้าบนผิวแก้วขึ้น การลดปริมาณโซเดียมที่ผิวแก้วจะช่วยให้ชะลอการเกิดฝ้าได้ ผลจากการทดลองล้างผิวภายในของแก้วด้วยสารละลายกรดอะซิติก สารละลายสารส้ม และการอบผิวแก้วด้วยแก๊สซัลเฟอร์จากแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความเข้มข้นต่างกัน และผลทดสอบความทนทานต่อน้ำตามมาตรฐาน ISO 4802-1 พบว่า การล้างผิวแก้วด้วยสารละลายสารส้มที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักมีความเหมาะสมที่สุด และไม่มีกลิ่นรบกวนขณะใช้งาน ผลจากการนำขวดแก้วที่ผ่านการล้าง

ด้วยสารละลายสารส้มร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก เก็บในตู้ Weathering chamber ระยะเวลา 53 วัน เพื่อจำลองสภาวะการเก็บขวดในที่ร้อนชื้น พบว่าขวดที่ผ่านการล้างผิวมีการละลายของโซเดียมน้อยกว่าขวดที่ไม่ล้างผิวถึง 5 เท่า

โครงการ ผลกระทบของสารละลายต่อการกัดกร่อนผิวภายในขวดแก้วสำหรับเครื่องดื่ม

โซเดียมที่ผิวแก้วเป็นธาตุที่สามารถเกิดปฏิกิริยากับเครื่องดื่มที่มีน้ำเป็นส่วนประกอบหลักได้ง่ายที่สุด จากนั้นการเกิดปฏิกิริยาของน้ำกับธาตุอื่น ๆ ในเนื้อแก้ว จะเกิดตามมาและปนเปื้อนในเครื่องดื่มในที่สุด โดยปฏิกิริยานี้ต้องใช้เวลาและสภาวะที่ เหมาะสม ดังนั้นการลดปริมาณโซเดียมที่ผิวแก้วก่อนการใช้งานจึงเป็นการป้องการการปนเปื้อนของธาตุที่เป็นส่วนประกอบของแก้วและโลหะหนัก จากการทดลองกำจัด Na ที่ผิวแก้วโดยการล้างขวดแก้วด้วยสารละลายกรดอะซิติกและสารละลายสารส้ม ความเข้มข้นร้อยละ 2 ร้อยละ 3 และ ร้อยละ 5 ที่เวลา 30 60 และ 120 วินาที และทดสอบความทนทานต่อน้ำ ตามมาตรฐาน ISO 4802-1 พบว่าขวดแก้วสีใสและสีชา ที่ล้างด้วยสารละลายสารส้ม ความเข้มข้นร้อยละ 2 ที่เวลา 120 วินาที ให้ความทนทานต่อน้ำดีที่สุด

โครงการการพัฒนาวิธีควบคุมคุณภาพสีของผลิตภัณฑ์แก้วใสด้วยกระบวนการอบแก้ว

ภาพที่ 3 การทดลองการเพิ่มความทนทานต่อการกัดกร่อนผิวภายในขวดแก้วสำหรับเครื่องดื่ม

ในกระบวนการผลิตแก้วใส การควบคุมการเกิดสีในแก้วมีความสำคัญอย่างยิ่ง ถ้าหากมีสิ่งเจือปนเพียงเล็กน้อยจะสามารถแสดงผลให้เห็นได้อย่างชัดเจนทำให้คุณภาพของสินค้าลดลง โดยเฉพาะการส่งออกไปยังต่างประเทศที่มีการควบคุมอย่างเข้มงวด การควบคุมสีในเนื้อแก้วทำได้หลายวิธีตั้งแต่ การเลือกใช้วัตถุดิบ การควบคุมบรรยากาศระหว่างการหลอมและ การควบคุมอุณหภูมิการอบแก้ว (annealing) โดยการวิจัยนี้จะพัฒนาแนวทางในการควบคุมอุณหภูมิและเวลาอบแก้วหลังการขึ้นรูปให้เหมาะสม เพื่อลดการเกิดสีในเนื้อแก้วจากการปนเปื้อนของเหล็กออกไซด์ และศึกษาความเป็นไปได้ในการนำทราย หรือวัตถุดิบอื่นที่มีปริมาณเหล็กสูงมาใช้ผลิตแก้วใส ซึ่งจะสามารถลดต้นทุนในการผลิตลงได้ หรือจำหน่ายผลิตภัณฑ์ได้มูลค่าสูงขึ้น

โครงการพัฒนาเทคโนโลยีสำหรับการลดพลังงานในกระบวนการหลอมแก้ว

อุตสาหกรรมแก้วและกระจกเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้พลังงานมาก โดยพลังงานร้อยละ 80 ใช้ในเตาหลอมแก้ว การลดพลังงานจึงต้องมุ่งเน้นการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเตาหลอมแก้ว ดังนั้นเพื่อให้โรงงานแก้วทราบประสิทธิภาพการใช้พลังงานของเตาหลอมแก้วและหาแนวทางการลดพลังงาน โครงการนี้จึงมีเป้าหมายวิเคราะห์พลังงานที่ใช้ในเตาหลอมแก้วของโรงงานแก้วในประเทศไทยโดยใช้หลักการทางเทอร์โมนามิกส์ ซึ่งให้ความแม่นยำมากกว่าวิธีการทั่วไป โดยผลการวิเคราะห์ทำให้ระบุแนวทางการลดการใช้พลังงาน เช่น การปรับปรุงสูตรวัตถุดิบเพื่อให้หลอมได้ง่ายและเร็วขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้โครงการนี้ยังพัฒนาเตาหลอมแก้วที่ใช้เชื้อเพลิงชีวมวล และศึกษาหาสูตรแก้วที่สามารถหลอมได้โดยใช้พลังงานต่ำ เพื่อทดลองใช้พลังงานทางเลือกในการหลอมแก้ว

3. ด้านการฝึกอบรม/ให้คำปรึกษา

ห้องปฏิบัติการฯ ยังจัดหลักสูตรฝึกอบรมทุก ๆ ปีอย่างต่อเนื่อง เพื่อเสริมสร้างศักยภาพทางวิชาการให้แก่บุคลากรในภาคอุตสาหกรรม รวมถึงการฝึกอบรมการผลิตเครื่องประดับจากแก้วแก่ผู้ประกอบการ OTOP เพื่อนำไปสร้างอาชีพ โดยได้ฝึกอบรมการผลิตลูกปัดแก้ว และศิลปะบนผิวแก้ว ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมมากในต่างประเทศ เพราะเป็นงานศิลปะที่ต้องอาศัยจินตนาการ ผนวกความรู้ด้านเทคนิคการขึ้นรูปแก้ว จึงทำให้สินค้ามีรูปลักษณ์เป็นเอกลักษณ์และมีราคาแพงมาก ซึ่งในประเทศเริ่มมีการทำเครื่องประดับจากแก้ว มากขึ้นแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลาย

และมีรูปแบบไม่มากนัก จึงได้จัดการฝึกอบรมในหลาย ๆ จังหวัด อาทิเช่น ที่ศูนย์ศิลปาชีพบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อำเภอทรายทองวัฒนา จังหวัดกำแพงเพชร ศูนย์จำหน่ายสินค้า OTOP บ้านนาบ้านไร่ อำเภอเถิน จังหวัดลำปาง กลุ่มผู้ประกอบการที่จังหวัดเชียงใหม่ และกลุ่มตุ๊กตาแก้วถัก จังหวัดนครปฐม

ภาพที่ 4 การฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการการทำลูกปัดแก้วแก่ผู้ประกอบการ OTOP

ห้องปฏิบัติการฯ ให้คำปรึกษาด้านวิชาการแก่ภาคอุตสาหกรรม ทั้งในด้านการทดสอบ กระบวนการการผลิต และการควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ อีกทั้งดำเนินโครงการวิจัยระยะสั้นเพื่อแก้ปัญหาเฉพาะแก่โรงงานแก้ว เช่น การหาสาเหตุของการแตกของขวดแก้ว การวิเคราะห์พลังงานเพื่อลดปริมาณสารประกอบออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_X) จากการหลอมแก้ว การปรับปรุงสมบัติทางความร้อนของอิฐแก้ว การศึกษาอิทธิพลของคุณภาพทรายต่อคุณภาพสีใสของแก้ว การปรับปรุงสูตรแก้วเพื่อลดปัญหาแก้วเป็นฝ้าเป็นต้น

นอกจากนี้ห้องปฏิบัติการฯ ได้สร้างเครือข่ายกับหน่วยงานด้านแก้วที่มีชื่อเสียงในต่างประเทศ โดยการเป็นสมาชิกของ International Commission on Glass (ICG) ซึ่งเป็นองค์กรที่เกิดจากความร่วมมือทางด้าน Glass science and technology ในระดับนานาชาติ มีสมาชิกถาวร 35 ประเทศ และได้เข้าร่วมกิจกรรมทางวิชาการใน Technical Committee 02 - Durability and Chemical อย่างต่อเนื่อง และในปี 2557 กรมวิทยาศาสตร์บริการจะเป็นเจ้าภาพจัดประชุม ICG Annual Meeting 2015 ที่กรุงเทพ ฯ ถือเป็นความภาคภูมิใจอย่างมาก เพราะเป็นครั้งแรกในอาเซียน และเป็นโอกาสอันดีที่บุคลากรด้านแก้วในอาเซียนจะนำเสนอผลงานวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรม แสดงถึงศักยภาพและความพร้อมของงานด้านแก้วของอาเซียน ซึ่งจะทำให้ประเทศต่าง ๆ มีความสนใจต่ออุตสาหกรรมแก้วในภูมิภาคนี้มากขึ้น เกิดการแลกเปลี่ยนความรู้ การสร้างเครือข่ายทั้งเชิงวิชาการและเชิงพาณิชย์ อันจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมด้านแก้วของอาเซียนซึ่งพร้อมที่จะรวมกันเป็น AEC ในปี พ.ศ. 2558 รายละเอียดของการประชุมสามารถค้นหาเพิ่มเติมได้ที่

www.icgbangkok2015.com
หรือติดต่อ ดร.เทพีวรรณ จิตรวัชรโกมล โทร. 02-2017368
ได้ทุกวันในเวลาราชการ

ภาพที่ 5 การให้คำปรึกษาด้านวิชาการแก่ภาคอุตสาหกรรม

ภาพที่ 6 การจัดประชุมวิชาการนานาชาติด้านแก้ว ICG Annual Meeting 2015