

หนังสือ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน



ซินโครตรอน
ไทยแลนด์
เซ็นทรัล แล็บ

หนังสือทศวรรษ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

หนังสือธรรม

สถาบันวิจัยแสงชนโคตรอน

ISBN 978-616-12-0526-3

พิมพ์ครั้งที่ 1: มีนาคม 2561

ผู้แต่ง

ศ. น.ท. ดร.สราวุฒิ สุจิตจร
ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ
ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ
ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว
สำเร็จ ด้วงนิล
ดร.วราภรณ์ ตันทนุข
ดร.ศิริวัช สุนทรานนท์
ดร.ศรายุทธ ตันมี
ดร.สมใจ ชื่นเจริญ

ผู้เรียบเรียง

สุพรรณ บุญสุยา
ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล
ดร.ศิรินาฏ ศรีจันทร์
ดร.วรวิมลยา เกียรติพงษ์ลาภ
ดร.คมสัน เทียนสมจิตร

บรรณาธิการวิชาการ

ศ. น.ท. ดร.สราวุฒิ สุจิตจร

บรรณาธิการบริหาร

ศศิพันธุ์ ไตรทาน

กราฟิกดีไซน์เนอร์

เทวฤทธิ พันธุ์เพียร

พิสูจน์อักษร

กุลธิดา พิทยาภรณ์

พิมพ์และแยกสี

โคราข มาร์เก็ตติ้ง แอนด์ โปรดักชั่น

จัดทำโดย

สถาบันวิจัยแสงชนโคตรอน (องค์การมหาชน)

สถาบันวิจัยแสงชนโคตรอน (องค์การมหาชน)

อาคารสิรินธรวิทยโชทัย 111 ถ. มหาวิทยาลัย ต.สุนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000

โทรศัพท์ 0-4421-7040 โทรสาร 0-4421-7047

Email stampi@slri.or.th Facebook www.facebook.com/SLRI.THAILAND

www.slri.or.th





คำนำ

หนังสือ “หนึ่งทศวรรษ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน” เล่มนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อแนะนำเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน สำหรับประชาชน และผู้ที่สนใจใคร่รู้วิทยาศาสตร์ของแสงซินโครตรอน เนื้อหาภายในเล่มนอกจากจะแนะนำเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนแล้ว ยังได้มีการรวบรวมผลงานวิจัยต่างๆ ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนทั้งที่เป็นผลงานร่วมและเอกชน ตลอดจนเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องที่เป็นองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นตลอดเส้นทางของการพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนของไทยเครื่องนี้ ซึ่งผลงานต่างๆ แบ่งออกเป็น 12 หมวดหมู่ดังนี้

1. ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านการแพทย์
2. ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมอาหาร
3. ซินโครตรอนกับงานวิจัยทางการเกษตร
4. ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมพอลิเมอร์และยาง
5. ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมโลหะ
6. ซินโครตรอนกับงานนิติวิทยาศาสตร์
7. ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านโบราณคดี
8. ซินโครตรอนกับผู้ด้อยโอกาส
9. ซินโครตรอนกับเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับบำบัดมะเร็ง
10. ซินโครตรอนกับการเชื่อมโลหะขั้นสูง
11. ซินโครตรอนกับงานสุญญากาศ
12. ซินโครตรอนกับงานเคลือบผิวเชิงแสง

ผลงานทั้ง 12 หมวดหมู่นี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งของผลงานที่เกิดจากการร่วมแรงร่วมใจกันของ นักวิจัย นักวิทยาศาสตร์ วิศวกร ข่างผู้ชำนาญการ ตลอดจนบุคลากรของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ที่ได้ทุ่มเท “ศาสตร์แห่งพระราชา” ของพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช บรมนาถบพิตร ผู้ทรงเปี่ยมด้วยพระปรีชาสามารถ และทรงดำเนินโครงการในพระราชดำริมากกว่าสี่พันโครงการ นานกว่าครึ่งศตวรรษ ภายใต้ศาสตร์แห่งวิธีการ เข้าใจ เข้าถึง พัฒนา มาเป็นหลักยึด หลักปฏิบัติงาน

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ “หนึ่งทศวรรษ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน” จะเป็นแหล่งเรียนรู้เรื่องราวประวัติของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน หนึ่งเดียวในประเทศไทยและใหญ่ที่สุดในภูมิภาคอาเซียน ตลอดจนพัฒนาการของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่มีมากกว่าสิบปี อีกทั้งเป็นแหล่งความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรมที่จะสร้างแรงบันดาลใจให้แก่ นักเรียน นักศึกษา นักวิชาการ และผู้ที่สนใจทั่วไป รวมทั้งหวังว่าหนังสือเล่มนี้จะเป็นเหมือนเข็มทิศชี้แนวทางให้พลชนกรชาวไทยได้สำนึกในพระมหากรุณาธิคุณและยึดมั่นปฏิบัติดำเนินชีวิตไปในแนวทางของ “ศาสตร์พระราชา” เพื่อนำไปสู่การพัฒนาตนเอง ครอบครัว และพัฒนาชาติไทย ให้มีความเจริญ ยั่งยืนสืบไป

คณะผู้จัดทำ
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
มีนาคม 2561

สารบัญ

คำนำ.....	ก
ทำความรู้จักกับแสงซินโครตรอน (แสงซินโครตรอนกับศาสตร์พระราชา)	
ศ. น.ท. ดร.สราวุฒิ สุจิตจร.....	2
ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านการแพทย์ ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล ดร.ศรีนาฏ ศรีจันทร์.....	8
ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมอาหาร	
ดร.วรวิทย์ลา เกียรติพงษ์ลาภ ดร.คมสัน เทียนสมจิตร.....	13
ซินโครตรอนกับงานวิจัยทางการเกษตร ดร.วราภรณ์ ตันตานุช.....	17
ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมพอลิเมอร์และยาง ดร.ศิริวัช สุนทรานนท์.....	21
ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมโลหะ ดร.ศรายุทธ ตันมี.....	24
ซินโครตรอนกับงานนิติวิทยาศาสตร์ ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์.....	27
ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านโบราณคดี	
ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์ ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์	30
ซินโครตรอนกับผู้ด้อยโอกาส ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล.....	34
ซินโครตรอนกับเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับบำบัดมะเร็ง	
ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว ดร.สมใจ ชื่นเจริญ.....	38
ซินโครตรอนกับการเชื่อมโลหะขั้นสูง	
นายสำเริง ด้วงนิล ดร.สุพัฒน์ กลิ่นเขียว.....	42
ซินโครตรอนกับงานสุญญากาศ	
นายสุพรรณ บุญสุยา นายสำเริง ด้วงนิล.....	46
ซินโครตรอนกับงานเคลือบผิวเชิงแสง (Optical Coating)	
นายสุพรรณ บุญสุยา.....	50



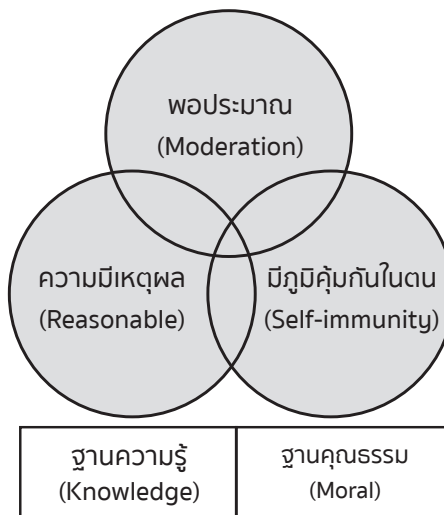
ทำความเข้าใจกับแสงซินโครตรอน (แสงซินโครตรอนกับศาสตร์พระราช)

ศ. น.ท. ดร.สราวุฒ สุจิตจร

“ ข้าพระพุทธเจ้าขอนอบน้อมสักการะพระราช พระมหาบุรุษ
ผู้ทรงพระคุณอันประเสริฐในจักรวาลสากลพิภพ พระองค์นั้น ”

ศาสตร์แห่งพระราช

พระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ผู้เปี่ยมล้นด้วยทศพิธราชธรรมและพระมหากรุณาธิคุณอันยิ่งใหญ่ไพศาล หลังจากที่ได้ทรงตรากตรำพระวรกาย ทรงดำเนินโครงการพระราชดำริมากกว่าสี่พันโครงการ มานานกว่าครึ่งศตวรรษ เพื่อประโยชน์สุขของประชาชนชาวไทยและมนุษยชาติ พระองค์ได้ทรงสรุปเป็นทฤษฎีแห่งการปฏิบัติอันยิ่งใหญ่ไม่มีใครได้เสมอเหมือน คือ “ศาสตร์พระราช” ซึ่งมี “ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง” เป็นหลักการนำทาง ที่สามารถสรุปให้เข้าใจได้ง่ายๆ ดังภาพในรูปที่ 1

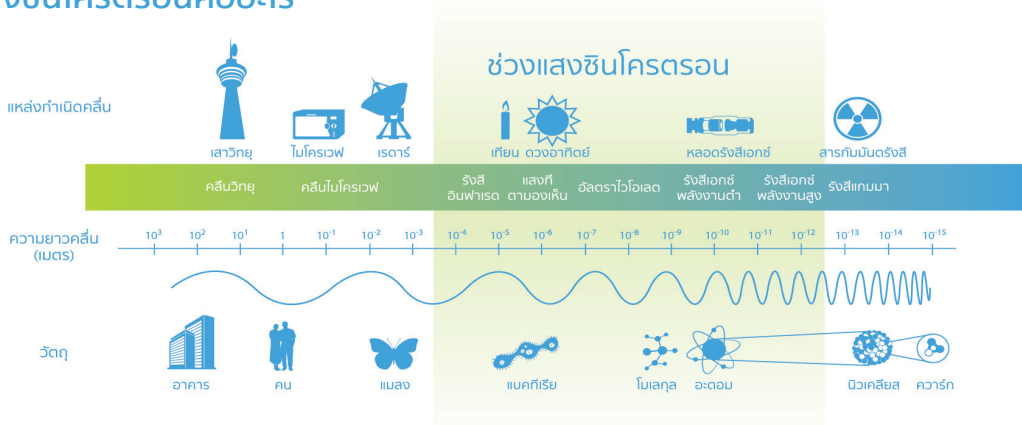


รูปที่ 1 ปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง
(Sufficiency Economy Philosophy)

การดำเนินงานใดๆ ได้ทรงพระราชทานแนวทางให้คำนึงถึงผลลัพธ์อันเป็น “การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)” ที่จะเกิดแก่คน วัตถุ สิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมเสมอ ไม่ว่าบทประยุกต์ (Applications) นั้นจะเป็นเรื่องใด และที่สำคัญยิ่ง ศาสตร์แห่งวิธีการ “เข้าใจ เข้าถึง พัฒนา” การดำเนินงานแบบเข้าใจ (Understanding) นั้น ต้องอาศัยข้อมูลเชิงประจักษ์ วิเคราะห์ วิจัย ทดลอง ใช้ได้ผลจริง โดยจะต้องเข้าถึง (Connecting) กลุ่มเป้าหมาย ผู้ใช้ประโยชน์ ให้รู้ความต้องการของเขาอย่างแท้จริง จะต้องดำเนินงานด้วยปัญญาให้ระเบิดจากข้างใน (Inside-out blasting) ให้เกิดผลลัพธ์เป็นการพัฒนาอย่างยั่งยืน ที่เริ่มต้นด้วยตนเองและพึ่งพาตนเองได้โดยแท้

จากนี้ไปอีก 12 ปีข้างหน้า ทีมงานสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนจะพาท่านไปรู้จักกับหน่วยงานของเรา รู้จักกับแสงซินโครตรอนอย่างง่าย ๆ ท่านจะได้รับทราบข้อมูลการทำงานของพวกเราชาวซินโครตรอนในด้านต่างๆ ที่ล้วนน่าสนใจศาสตร์แห่งพระราชโองการใส่เกล้าใส่กระหม่อมเป็นเครื่องนำทางมาเสมอและจะคงเช่นนี้ตลอดไป ท่านจะได้เรียนรู้กับการประยุกต์แสงซินโครตรอนกับงานทางการแพทย์ การเกษตร อุตสาหกรรม อาหารและวัสดุ นิติวิทยาศาสตร์ โบราณคดี และการช่วยเหลือผู้ด้อยโอกาส ตลอดจนความพยายามในการพึ่งพาตนเองให้ได้อย่างสัมฤทธิ์ผล ทั้งด้านการพัฒนาเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาค เทคโนโลยีสุญญากาศ และการเชื่อมโลหะขั้นสูง ตลอดจนการเคลือบผิวเชิงแสง (Optical Coating) ขอให้ท่านได้มีความสุขกับการสำรวจโลกแห่งแสงจี้ “แสงซินโครตรอน” นับจากนี้

แสงซินโครตรอนคืออะไร



รูปที่ 2 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

แสงซินโครตรอน คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับแสงที่อยู่รอบๆ ตัวเรา (รูปที่ 2) ไม่ว่าจะเป็นแสงจากดวงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟ ต่างกันที่แหล่งกำเนิดแสงเท่านั้น ด้วยคุณสมบัติของแสง มนุษย์สามารถมองเห็นสิ่งต่างๆ ได้เมื่อมีแสงมากระทบวัตถุและสะท้อนเข้าตา นักวิทยาศาสตร์จึงเกิดคำถามต่อไปว่า แล้วจะอย่างไรที่จะทำให้แสงมองเห็นทะลุลงไปได้ลึกระดับอะตอม?? แสงนั้นต้องมีความโดดเด่นกว่าแสงประเภทอื่นๆ ซึ่งจะต้องมีความสว่างจ้ามากกว่าแสงกลางวันถึงล้านเท่า มีขนาดลำแสงเล็กเทียบเท่ากับครึ่งหนึ่งของเส้นผม ดังนั้นการจะสร้างแสงดังกล่าวนี้ขึ้นมาจะต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งขั้นตอนของการสร้างนั้นประกอบไปด้วย

1. การผลิตอิเล็กตรอน โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโลหะจนร้อน และใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูงขับวักตึงอิเล็กตรอนออกจากไส้โลหะเข้าสู่เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรง
2. เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรง ทำหน้าที่เร่งอิเล็กตรอนให้ได้พลังงานและความเร็วที่ต้องการและส่งไปยังเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม
3. เครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม ทำหน้าที่เร่งความเร็วอิเล็กตรอน ให้มีความเร็วสูงมากและมีพลังงานเท่ากับ 1,000 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ (1 GeV) แล้วจึงส่งต่อไปยังวงกักเก็บอิเล็กตรอน
4. วงกักเก็บอิเล็กตรอน เป็นบริเวณที่ผลิตแสงซินโครตรอน โดยอิเล็กตรอนจะถูกเร่งพลังงานให้มีค่าถึง 1,200 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ จากนั้นจะถูกบังคับให้เลี้ยวเบนโดยสนามแม่เหล็ก อิเล็กตรอนจะเกิดการสูญเสียพลังงานและปลดปล่อยพลังงานนั้นออกมาในรูปของแสง ซึ่งเราเรียกว่า แสงซินโครตรอน
5. ระบบลำเลียงแสง แสงซินโครตรอนที่ผลิตได้จากวงกักเก็บอิเล็กตรอนจะเดินทางในท่อสุญญากาศของระบบลำเลียงแสง เพื่อให้ให้นักวิทยาศาสตร์ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างที่ปลายสถานีทดลอง



รูปที่ 3 เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทรงสนพระทัยและให้ความสำคัญกับงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสนับสนุนการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์มาโดยตลอด ที่สำคัญยิ่งทรงมีพระมหากรุณาธิคุณกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนอย่างหาที่สุดมิได้ สถาบันได้รับสนองโครงการในพระราชดำริหลากหลายโครงการในมิติต่างๆ เพื่อพัฒนาความรู้ ความเชี่ยวชาญ ยกระดับงานทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของประเทศให้ทัดเทียมนานาชาติในระดับประเทศ นอกจากนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ได้พระราชทานนามอาคารของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ว่า “สิรินธร วิชโชทัย” แปลได้ว่า “แสงแห่งวิทยาการอันเป็นมงคล” ซึ่งนับเป็นพระมหากรุณาธิคุณที่มีต่อสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เป็นองค์การมหาชน ภายใต้กำกับของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีพันธกิจ เพื่อการวิจัยเกี่ยวกับแสงซินโครตรอน การให้บริการแสงซินโครตรอนและเทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอน อีกทั้งการส่งเสริมการถ่ายทอดและการเรียนรู้เทคโนโลยีด้านแสงซินโครตรอน สถาบันได้ปฏิบัติพันธกิจทั้งหมดนี้สนองตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี โดยสรุปดังนี้ เพิ่มมูลค่าเศรษฐกิจ พัฒนาคุณภาพชีวิตของประชาชน ให้ทัดเทียมนานาชาติในระดับประเทศ

นอกจากนี้ สถาบันยังมุ่งมั่นทำงานเพื่อให้สอดคล้องกับนโยบายการพัฒนาประเทศของรัฐบาล นั่นคือการสร้างงานวิจัยที่เกื้อกูลต่ออุตสาหกรรมเพื่อช่วยในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจของประเทศ



พัฒนาการของระบบลำเลียงแสงสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

เครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนใช้อยู่ในปัจจุบันนี้ เป็นเครื่องที่ได้รับบริจาคมาจากประเทศญี่ปุ่น เมื่อปี พ.ศ. 2541 ตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้เรียนรู้ ทดลอง สะสมประสบการณ์ พัฒนาเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมไปถึงขยายขีดความสามารถของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนให้ใช้ในงานวิจัยได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการอานรังสีเอกซ์
สร้างสำเร็จ และใช้งานเพื่อการผลิตชิ้นส่วน
จุลภาคสามมิติระดับไมโครเมตร

พ.ศ.2548

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ สร้างสำเร็จและใช้งานเพื่อวิเคราะห์วัสดุชั้นสูง เช่น กระดาษกาว วัตถุพระแก้ว เป็นต้น

พ.ศ.2549

พ.ศ.2554

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการปลดปล่อยอิเล็กตรอนสร้างสำเร็จ โดยเป็นการใช้แสงซินโครตรอนศึกษาค่าพลังงานของอิเล็กตรอนที่หลุดออกมาเมื่อยิงแสงซินโครตรอนให้ตกกระทบที่ผิวของตัวอย่าง
- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคดูดกลืนรังสีเอกซ์แบบติดตามเวลาที่ได้รับการบริจาคมาจาก Bonn University ติดตั้งสำเร็จ ใช้ประโยชน์ในการติดตามการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับอะตอมหรือโมเลกุลของตัวอย่างภายใต้อิทธิพลของสภาวะแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป
- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการถ่ายภาพด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนโฟโตมิสชันสร้างสำเร็จ เพื่อใช้วิเคราะห์โครงสร้างพื้นผิวของตัวอย่าง ด้วยการถ่ายภาพจากอิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกจากตัวอย่างเมื่อแสงซินโครตรอนตกกระทบ
- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมเล็กสร้างสำเร็จ สำหรับศึกษาโครงสร้าง ขนาด รูปร่างของสารในระดับนาโนเมตร หรือการจัดเรียงตัวของโมเลกุลในวัสดุ
- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์สร้างสำเร็จ สำหรับศึกษาองค์ประกอบของธาตุในระดับอะตอม และการกระจายตัวของธาตุต่าง ๆ

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ในย่านรังสีเอกซ์พลังงานสูง สร้างสำเร็จ เพื่อศึกษาโครงสร้างสามมิติของสารชีวโมเลกุลขนาดใหญ่ จำพวกโปรตีน

พ.ศ.2555

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์สร้างสำเร็จ โดยเป็นระบบลำเลียงแสงที่เกิดจากการร่วมทุนระหว่าง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศูนย์นาโนเทคโนโลยีแห่งชาติ และสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

พ.ศ.2557

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการดูดกลืนรังสีอินฟราเรดสร้างสำเร็จ เทคนิคนี้เป็นประโยชน์อย่างมากสำหรับงานวิจัยด้านเกษตรและวิทยาศาสตร์ชีวภาพ ซึ่งเป็นรากฐานของประเทศไทย

พ.ศ.2558

พ.ศ.2559

- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์สร้างสำเร็จ ใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์สารตกค้างหรือโลหะหนักในสิ่งแวดล้อม เป็นระบบที่มหาวิทยาลัยขอนแก่นร่วมทุนในการสร้างและติดตั้ง
- ระบบลำเลียงแสงในเทคนิคการสร้างภาพสามมิติด้วยรังสีเอกซ์สร้างสำเร็จ เทคนิคนี้จะให้ภาพถ่ายตัดขวางโครงสร้างภายในของตัวอย่างโดยไม่จำเป็นต้องทำการตัดตัวอย่างจริงๆ

* ระบบลำเลียงแสงข้างต้น ยกเว้นเพียง 1 ระบบที่ได้รับบริจาคจาก Bonn University สหพันธรัฐเยอรมัน เป็นเทคโนโลยีแสงขั้นสูงที่สถาบันเป็นผู้ออกแบบ สร้างและติดตั้งเองทั้งสิ้น



ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านการแพทย์

ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล
ดร.ศรินทร์ ศรีจันทร์

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้น้อมนำ ศาสตร์พระราชาเพื่อบูรณาการงานวิจัยทางด้านการแพทย์ที่มีลักษณะของพหุวิทยาการ ด้วยความมุ่งมั่น และตั้งใจของบุคลากรและความพร้อมทางด้านเทคโนโลยีและเครื่องมืออันทันสมัยของห้องปฏิบัติการแสง สยาม เรามีความภาคภูมิใจที่ได้มีส่วนร่วมในการยกระดับงานวิจัยทางด้านการแพทย์ของประเทศไทยอันนำไปสู่การมีสุขภาพที่ดีของประชาชน โดยงานวิจัยและพัฒนาด้านการแพทย์ที่สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้ ดำเนินการมาอย่างต่อเนื่องนั้น ครอบคลุมทั้งการใช้แสงซินโครตรอนเพื่อศึกษากลไกและค้นหาสาเหตุของ โรค รวมไปถึงการค้นคว้าและทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากทรัพยากรในประเทศ

ในขณะที่ประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงการเปลี่ยนผ่านเข้าสู่สังคมผู้สูงอายุ (รูปที่ 1) นักวิจัยของ สถาบันได้ใช้แสงซินโครตรอนเพื่อศึกษากลไกและสาเหตุการเกิดโรคในผู้สูงอายุ อาทิ การศึกษาวิเคราะห์ หาสัดส่วนปริมาณธาตุที่สำคัญในเส้นผมและองค์ประกอบของธาตุเพื่อป้องกันภาวะโรคสมองเสื่อม นักวิจัย พบว่า เส้นผมของผู้ป่วยโรคสมองเสื่อมมีส่วนของธาตุแคลเซียม คลอรีน และฟอสฟอรัส ซึ่งมีผลต่อระบบ เฝอผลาญของร่างกาย รวมทั้งการทำงานของระบบประสาทมนุษย์ในปริมาณที่สูงกว่าคนปกติ นอกจากนี้



เส้นผมของผู้มีภาวะสมองเสื่อมที่ สัมพันธ์กับโรคอัลไซเมอร์และโรคพาร์ กินสันจะมีองค์ประกอบของซิลเฟต อยู่ในระดับที่สูงกว่าผู้มีภาวะสมอง เสื่อมจากเส้นเลือดในสมองตีบอีกด้วย ผลการศึกษาวิจัยโดยใช้แสงซินโครตรอน ชี้ให้เห็นว่าการวิเคราะห์หาสัดส่วน ปริมาณธาตุที่สำคัญในเส้นผม และ องค์ประกอบของธาตุนั้น สามารถใช้ เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการป้องกัน ภาวะ โรคสมองเสื่อมได้

รูปที่ 1 ผู้สูงอายุ

นอกจากนี้แสงซินโครตรอนยังมีส่วนช่วยในงานวิจัยโรคข้อเข่าเสื่อม (รูปที่ 2) โดยนักวิจัยพบว่ากระดูกของกลุ่มคนอายุ 70-80 ปี มีการเปลี่ยนแปลงสัดส่วนโครงสร้างของโปรตีนในบริเวณกระดูกอ่อนอย่างชัดเจน รวมถึงมีการย่อยสลายของโครงสร้างโปรตีนคอลลาเจนสูงขึ้นและมีการเสื่อมของโครงสร้างแคลเซียมในกระดูกได้เร็วขึ้นเมื่ออายุมากขึ้น ดังนั้นความเชื่อที่ว่า การกินแคลเซียมจะทำให้การเสื่อมของข้อเข่าลดลงจึงเป็นความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน จากผลการศึกษาดังกล่าวจะช่วยให้สามารถพิสูจน์ทราบสาเหตุของการเกิดโรคข้อเข่าเสื่อมในผู้สูงอายุอันจะนำมาซึ่งวิธีการรักษาใหม่ ๆ ได้ในอนาคตอันใกล้

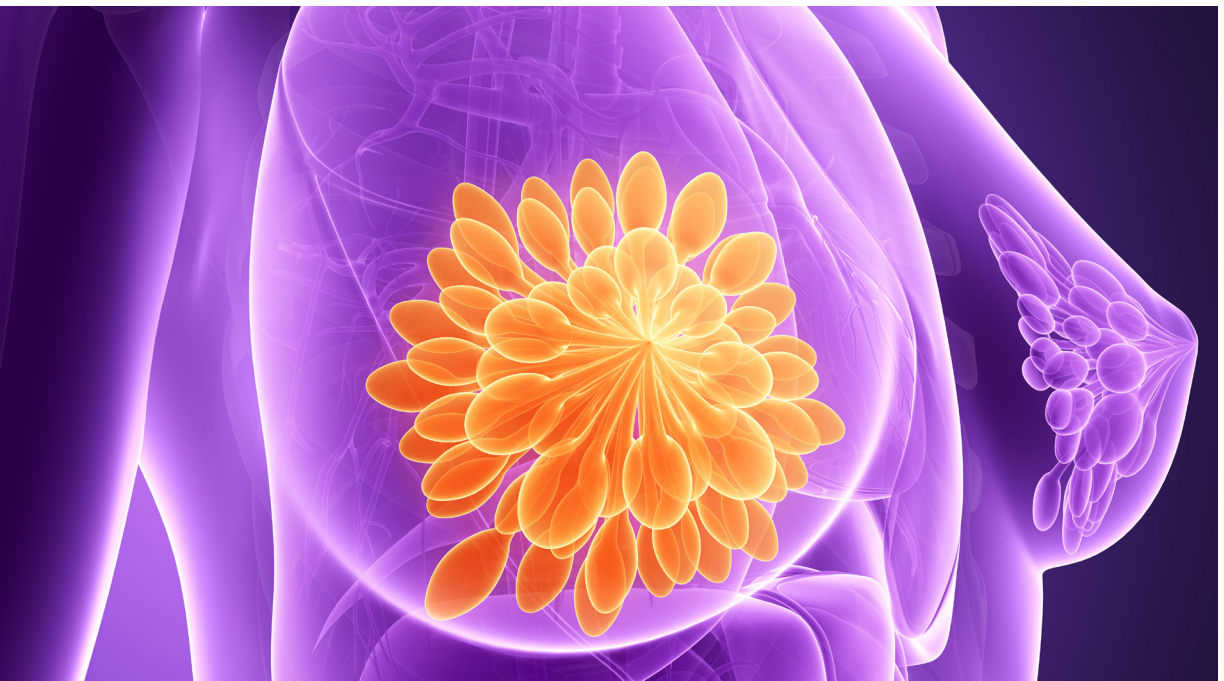


รูปที่ 2 โรคข้อเข่าเสื่อม



นอกเหนือจากการศึกษาหาสาเหตุและกลไกการเกิดโรคแล้ว นักวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนยังดำเนินงานวิจัยเพื่อค้นคว้าและทดสอบสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สกัดได้จากสัตว์ พืชสมุนไพรและเห็ดที่พบในประเทศไทยอีกด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษาความสามารถและประสิทธิภาพของสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพในการทำลายเซลล์มะเร็ง ตัวอย่างเช่น การศึกษาโปรตีนสกัดจากดักแด้ไหมพันธุ์ไทยพื้นบ้านนางลายและดักแด้ไหมอิตาลีที่มีฤทธิ์ยับยั้งการเจริญเติบโตของเซลล์มะเร็งเต้านม (รูปที่ 3) โดยนักวิจัยพบว่าโปรตีนสกัดจากดักแด้มีความสามารถในการทำลายเซลล์มะเร็งเต้านมได้ดี ซึ่งการค้นพบดังกล่าวจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญที่จะนำไปสู่การวิจัยในขั้นตอนต่อไป เพื่อหาความเป็นไปได้ในการพัฒนาโปรตีนสกัดจากดักแด้ไหม ทั้ง 2 สายพันธุ์เพื่อใช้ในการรักษาโรคมะเร็งเต้านมในอนาคต

รูปที่ 3 ดักแด้ไหมนางลาย (บน) ดักแด้ไหมอิตาลี (ล่าง)



นอกจากนี้ นักวิจัยของสถาบันยังศึกษาสารสกัดจากหนุ่ยหายาดน้ำค้างหรือหนุ่ยกาบหอยตัวเมีย (รูปที่ 4) ที่สามารถออกฤทธิ์ทำลายเซลล์มะเร็งเทียบเท่ากับยาเมลฟาแลน ซึ่งเป็นยาต้านเซลล์มะเร็งที่ใช้ทำเคมีบำบัดแก่ผู้ป่วยมะเร็ง หนุ่ยหายาดน้ำค้างจึงมีศักยภาพที่สามารถพัฒนาให้เป็นยาคุณภาพสูงทั้งในรูปแบบยาสมุนไพรหรือยาแผนปัจจุบันได้ นับเป็นอีกความหวังหนึ่งให้แก่ผู้ป่วยโรคมะเร็ง อีกทั้งนักวิจัยยังพบว่าสารสกัดจากหนุ่ยหายาดน้ำค้างยังมีฤทธิ์ต้านสารอนุมูลอิสระซึ่งช่วยชะลอการเสื่อมสภาพของเซลล์ ด้วยการค้นพบดังกล่าวนี้ หนุ่ยหายาดน้ำค้างจึงเป็นสมุนไพรไทยที่มีโอกาสในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องสำอางสุขภาพเพื่อชะลอวัยได้อีกด้วย



รูปที่ 4 หนุ่ยหายาดน้ำค้าง

ยิ่งไปกว่านั้น นักวิจัยสถาบันได้ทำวิจัยเพื่อศึกษาเห็ดแครงและเห็ดฟาง (รูปที่ 5) โดยพบว่าเห็ดแครงมีสารเล็กตินที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราที่เป็นสาเหตุให้อาหารเน่าเสียและสามารถยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์มะเร็งเยื่อช่องปากได้ดี สำหรับเห็ดฟางนั้นสามารถสร้างสารเล็กตินที่มีฤทธิ์ยับยั้ง



รูปที่ 5 เห็ดแครง (บน) เห็ดฟาง (ล่าง)

แบคทีเรียที่เป็นเชื้อก่อโรคอาหารเป็นพิษได้ รวมถึงยังออกฤทธิ์ยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์มะเร็งเยื่อช่องปากและเซลล์มะเร็งปากมดลูกโดยไม่ทำอันตรายต่อเซลล์ปกติ และเมื่อศึกษาคุณสมบัติของสารเล็กตินที่ถูกสกัดจากเห็ดดังกล่าว พบว่าเป็นสารที่มีสภาพเป็นโมเลกุลโปรตีนขนาดเล็กและมีความคงทนต่อสภาวะความเป็นกรด-ด่าง จึงมีแนวโน้มที่จะถูกดูดซึมสู่ร่างกายและนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี เนื่องจากสามารถทนกรดภายในกระเพาะอาหารได้ อีกทั้งสารเล็กตินที่สกัดได้จากเห็ดทั้งสองชนิดจะไม่เสื่อมสภาพจนทำให้สูญเสียคุณค่าทางอาหารหากผ่านการปรุงอาหารด้วยความร้อนไม่เกิน 60 องศาเซลเซียส

ทีมนักวิจัยสถาบันยังได้ร่วมศึกษาวิจัยเห็ดเหื่อไผ่จากแปลงวิจัยในเขตพื้นที่จังหวัดสระแก้วและนครราชสีมา (รูปที่ 6) โดยศึกษาองค์ประกอบและสารสำคัญของเห็ดเหื่อไผ่ ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม ซึ่งพบว่าเห็ดเหื่อไผ่ชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยเฉพาะมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าเห็ดชนิดอื่น ๆ จึงเหมาะกับการนำมาบริโภคเป็นแหล่งโปรตีนที่ทดแทนเนื้อสัตว์ อีกทั้งเมื่อศึกษาโดยละเอียดยังพบว่าในส่วนต่าง ๆ ของเห็ดยังประกอบด้วยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพที่สำคัญและมีประโยชน์มาก อาทิ สารต้านอนุมูลอิสระ สารต้านการอักเสบ สารออกฤทธิ์ผลิตเซลล์ผิว สารออกฤทธิ์กระตุ้นและส่งเสริมการสร้างภูมิคุ้มกัน ฯลฯ เห็ดเหื่อไผ่จึงเหมาะสำหรับการนำไปเป็นวัตถุดิบเพื่อพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ทั้งในกลุ่มอาหารเพื่อสุขภาพ อาหารเสริม ผลิตภัณฑ์เวชสำอาง ยารักษาโรค เป็นต้น ซึ่งเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับเห็ดเหื่อไผ่



รูปที่ 6 เห็ดเหื่อไผ่



รูปที่ 7 เห็ดเหื่อไผ่

จากผลงานวิจัยด้านการแพทย์โดยใช้แสงซินโครตรอนที่ผ่านมาดังที่กล่าวข้างต้น นักวิจัยของสถาบัน ยังคงมุ่งมั่นน้อมนำศาสตร์พระราชมามาใช้ในการปฏิบัติงาน และน้อมดำเนินตามรอยพระยุคลบาทเพื่อสนองพระราชปณิธานแห่งพระบาทสมเด็จพระปรมินทรมหาภูมิพลอดุลยเดช ในการดำเนินงานวิจัยและพัฒนา รวมถึงการสร้างนวัตกรรมทางการแพทย์ ให้ประสบความสำเร็จ มั่นคง ยั่งยืน เป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมสุขภาพของประชาชนชาวไทยให้สมบูรณ์แข็งแรงเป็นกำลังสำคัญในการพัฒนาประเทศสืบไป



ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมอาหาร

ดร.วรวิทย์ เกียรติพงษ์ลาภ

ดร.คมสัน เกียรติสมจิต

ในยุคที่เทคโนโลยีพัฒนาก้าวหน้าไปอย่างมาก มนุษย์ได้มีการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์และนำเทคโนโลยีมาช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น เช่นเดียวกับอุตสาหกรรมอาหารของไทยที่กำลังจะพลิกโฉมไปสู่อุตสาหกรรมอาหารยุค 4.0 เน้นการใช้เทคโนโลยีและนวัตกรรมในการสร้างมูลค่าเพิ่ม (Value Added) ให้กับผลิตภัณฑ์ โดยการสร้างสรรค์อาหารรูปแบบใหม่ที่หลากหลายให้ตรงกับพฤติกรรมผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา รวมถึงการใช้เทคโนโลยีต่างๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตของผู้ประกอบการ และนี่เป็นอีกหนึ่งในการกิจของ “สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)” กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่จะช่วยสนับสนุนประเทศในการพัฒนาอุตสาหกรรมด้านอาหาร เพิ่มศักยภาพในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรสู่อุตสาหกรรม เพื่อยกระดับการส่งออกอาหารของไทยในตลาดโลก

สถาบันให้บริการวิจัยตอบโจทย์เชิงลึกโดยใช้เทคโนโลยีแสงซินโครตรอนที่สามารถศึกษาองค์ประกอบของอาหารได้ถึงระดับโครงสร้างโมเลกุลและลงลึกถึงระดับอะตอม ที่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของอาหาร โดยได้วิจัยและพัฒนากระบวนการ

ผลิตและเทคโนโลยีการแปรรูปผลผลิตทางการ

เกษตร รวมทั้งวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรม

อาหารให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่มีคุณภาพ

เพิ่มมูลค่าด้วยกระบวนการแปรรูปต่างๆ

ศึกษากระบวนการผลิต อายุการเก็บของ

ผลิตภัณฑ์ และปัจจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ตลอดจนการหาเทคนิคตรวจวิเคราะห์

อาหารแบบไม่ทำลายตัวอย่างและสามารถ

ตรวจวิเคราะห์ได้อย่างรวดเร็ว เพื่อควบคุม

การผลิตและความปลอดภัยของอาหาร ส่ง

มอบผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพและคุณประโยชน์ต่อ

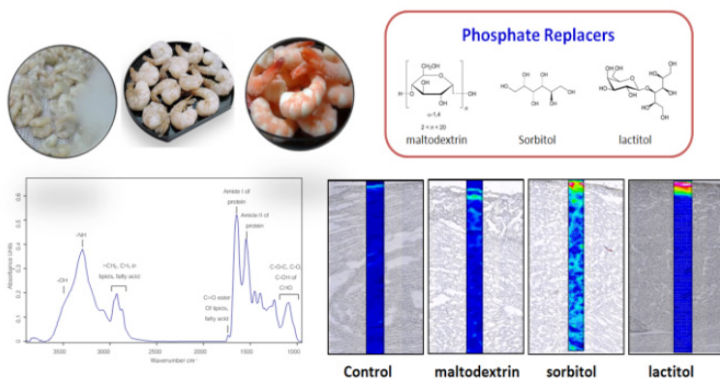
สุขภาพผู้บริโภค



รูปที่ 1 อาหารสดและแปรรูป

ตัวอย่างงานวิจัยของสถาบันที่ได้พัฒนาและยกระดับผลิตภัณฑ์อาหารด้านคุณค่าทางโภชนาการ และคุณภาพ เช่น

1. การศึกษาโครงสร้างและคุณภาพของเนื้อสุกรภายใต้เครื่องหมายการค้า S-Pure จากสายพันธุ์ที่แตกต่างกันและการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างโปรตีนของเนื้อปรงสุกที่อุณหภูมิต่างกัน ที่มีผลต่อความสามารถในการถูกย่อยในระบบทางเดินอาหาร เพื่อให้ประชาชนได้บริโภคเนื้อสุกรที่มีรสชาติดีและคุณภาพสูง
2. การศึกษาเนื้อไก่โคราชเทียบกับไก่พันธุ์เนื้อทางการค้าและไก่พื้นเมือง พบว่าไก่โคราชมีปริมาณโปรตีนสูง แต่ไขมันต่ำ และยังมีกรดไขมันโอเมก้า-3 ที่มีประโยชน์ต่อร่างกาย ซึ่งเป็นที่ต้องการของตลาดผู้บริโภคสุขภาพ
3. การศึกษาองค์ประกอบและสารสำคัญของเห็ดเหี่ยวไผ่สายพันธุ์กระโปรงยาวสีขาว ซึ่งพบคุณค่าทางโภชนาการและสรรพคุณทางยาในปริมาณที่สูงอันประกอบไปด้วยโปรตีนและสารสำคัญที่มีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) มากมาย สามารถส่งเสริมการเพาะปลูกให้กับเกษตรกร และการนำไปใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์ในการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ทั้งในเชิงอาหารเพื่อสุขภาพ และอาหารเสริม เป็นต้น
4. การศึกษาการผลิตแป้งต้านทาน (resistant starch) จากแป้งมันสำปะหลังและแป้งข้าวเจ้าซึ่งมีคุณสมบัติในการเป็นพรีไบโอติก (แป้งที่ไม่ถูกย่อยในระบบทางเดินอาหารซึ่งจะเป็นอาหารสำหรับจุลินทรีย์ชนิดดีที่อยู่ในลำไส้ใหญ่) รวมถึงนำไปเติมแต่งในผลิตภัณฑ์ต่างๆ เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมอาหารและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์
5. การวิจัยข้าวและผลิตภัณฑ์ขนมอบจากข้าวกล้องงอกที่มีสาร Gamma-aminobutyric acid หรือ GABA ซึ่งเป็นสารสำคัญที่ช่วยลดโอกาสการเกิดโรคอัลไซเมอร์
6. การศึกษาโครงสร้างผลิตภัณฑ์ไอศกรีมและชีสจากการเติมสารทดแทนไขมัน
7. การศึกษาการใช้สารประกอบกลุ่มคาร์โบไฮเดรตทดแทนสารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์กึ่งขาวแช่เยือกแข็งเพื่อควบคุมคุณภาพทางประสาทสัมผัสและเพิ่มมูลค่าทางสุขภาพ เป็นต้น



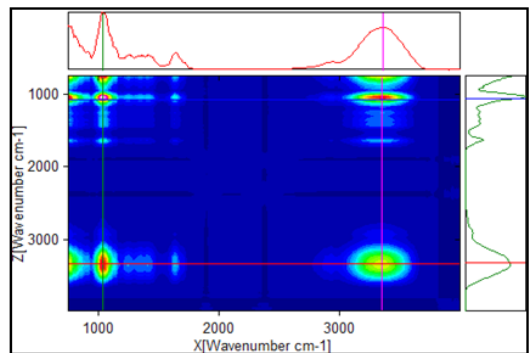
รูปที่ 2 การศึกษาการ
ชิมผ่านของสารประกอบ
กลุ่มคาร์โบไฮเดรต
ทดแทนสารประกอบ
ฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์กึ่ง
ขาวแช่เยือกแข็ง

งานวิจัยวัสดุเหลือใช้จากอุตสาหกรรมให้เป็นผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพนั้น สถาบันได้ทำการวิจัยร่วมกับภาคเอกชนในการนำกากมันสำปะหลังมาใช้ประโยชน์เป็นอาหารเชิงฟังก์ชันภาพ (Functional food) ซึ่งหมายถึง อาหารที่มีสารประกอบทำหน้าที่พิเศษยิ่งกว่าการให้สารอาหารต่อร่างกาย เช่น เสริมสร้างภูมิคุ้มกัน เป็นต้น การแปรรูปกากมันให้เป็นโยเกิร์ตคุณภาพสูง การวิจัยนำผลพลอยได้จากลำไยไปใช้เป็นอาหารเสริมสร้างสุขภาพ ในประเด็นคุณสมบัติด้านสารอนุมูลอิสระและปรับระบบภูมิคุ้มกัน การวิจัยนำกากมะพร้าวมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์อาหารใหม่ที่มีโปรตีนและไฟเบอร์สูง ถือเป็นการสร้างนวัตกรรมผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพชนิดใหม่ซึ่งจะช่วยสร้างมูลค่าให้กับวัสดุเศษเหลือและสร้างผลกำไรกับบริษัทฯ อีกทั้งยังช่วยสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์อาหารของไทย และสามารถส่งออกเพื่อจำหน่ายนารายได้กลับสู่ประเทศได้อีก



รูปที่ 3 วัสดุเหลือใช้กับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารเชิงฟังก์ชันภาพ (Functional food)

นอกจากนี้สถาบัน ได้ทำการวิจัยวิเคราะห์ ตรวจสอบโครงสร้างของวัตถุดิบและผลิตภัณฑ์จาก กระบวนการผลิตต่างๆ เพื่อหาสภาวะการผลิตที่เหมาะสม ควบคุมคุณภาพรวมถึงปัจจัยที่มีผลต่อ อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์ให้กับภาคเอกชนอย่าง หลากหลาย เช่น การวิเคราะห์จุลินทรีย์ที่เกิดบริเวณ เปลือกกุ้ง ข้อมูลที่ได้นำไปช่วยในการบริหารจัดการ การเก็บรักษาและการจำหน่ายกุ้งแช่แข็ง เพิ่มมูลค่า การส่งออกกุ้งแช่แข็งได้กว่า 1,350 ล้านบาท การ ปรับปรุงคุณภาพเนื้อสุกรคัดเกรดด้วยการปรับปรุง อาหารสุกรและการเลี้ยงในฟาร์มเลี้ยง เพื่อให้ได้ เนื้อสุกรที่มีคุณภาพสูงขึ้น การศึกษาถึงองค์ประกอบ ทางเคมีของ glucose polymer ซึ่งเป็นวัตถุดิบใน การผลิตอาหารเหลวสำหรับผู้ป่วย เพื่อหาสภาวะที่ เหมาะสมในการผลิตที่ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติ ตามที่ต้องการ การวิเคราะห์โครงสร้างผลึกของแป้ง จากแต่ละขั้นตอนกระบวนการผลิตเพื่อลดโอกาส การเกิดแป้งหยาบ การตรวจสอบการเกิดสีน้ำตาล ในน้ำสลัดไซเพื่อปรับปรุงส่วนผสมวัตถุดิบเพิ่มอายุ การเก็บให้กับผลิตภัณฑ์ได้นานขึ้น เป็นต้น



รูปที่ 4 การตรวจสอบการเกิดสีน้ำตาลในน้ำสลัดด้วย เทคนิค 2D FTIR correlation



ทั้งหมดนี้ล้วนเป็นงานวิจัยทาง ด้านอาหาร ในการนำเทคโนโลยีแสง ชินโครตรอนมาทำให้เกิดประโยชน์ อย่างสูงสุด ปัจจุบัน สถาบันยังคง มุ่งหน้าวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรม อาหารอย่างต่อเนื่องเพื่อยกระดับ คุณภาพและความปลอดภัยของอาหาร มาสู่คนไทยและพร้อมที่จะก้าวสู่ระดับ สากลต่อไป



ซินโครตรอนกับงานวิจัยทางการเกษตร

ดร.วรารณ ดัณฑุช

นโยบายของรัฐบาลในการขับเคลื่อนประเทศไทยไปสู่เกษตร 4.0 ภายใต้ Thailand 4.0 และแผนบูรณาการพัฒนาศักยภาพการผลิตภาคเกษตร ปี 2561 มุ่งเน้นให้การเกษตรที่ใช้นวัตกรรมแบบเกษตรอัจฉริยะ (Smart agriculture) ยกระดับมูลค่าด้วยคุณภาพมาตรฐานและเน้นการทำวิจัยและพัฒนาเพิ่มขั้นบูรณาการการทำงานร่วมกันในทุกกระทรวงที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ครอบคลุมทุกมิติ

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) เป็นหนึ่งในหน่วยงานรัฐ ที่สนองนโยบายของรัฐบาลอย่างรวดเร็วและคล่องตัว โดยในปีงบประมาณ พ.ศ. 2561 สถาบันได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากแผนงานบูรณาการพัฒนาอุตสาหกรรมศักยภาพ ในการจัดตั้ง “ศูนย์วิจัยเพื่อเพิ่มศักยภาพด้านอาหารและการเกษตรด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน” ขึ้นเพื่อสร้างความเข้มแข็งให้แก่ประชาคมวิจัยและอุตสาหกรรมด้านการเกษตรของประเทศให้มีศักยภาพเทียบเท่าระดับนานาชาติ ซึ่งด้วยคุณลักษณะของแสงซินโครตรอน ที่มีความเข้มสูงมาก มีความเสถียรมาก และมีลำแสงซินโครตรอนที่มีขนาดเล็กมากประมาณเส้นผมมนุษย์ ทำให้สามารถศึกษาถึงองค์ประกอบทางเคมีของผลิตผลทางการเกษตรได้ และสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างระดับนาโนเมตร โมเลกุล ผลึก และลงลึกถึงอะตอม การแยกแยะความซับซ้อนทางเคมีของสารที่มีอยู่ในธรรมชาติได้ จึงรองรับงานวิจัยทางด้านการเกษตรได้อย่างหลากหลาย



รูปที่ 1 การเกิดโรคใบไหม้ของมันสำปะหลัง

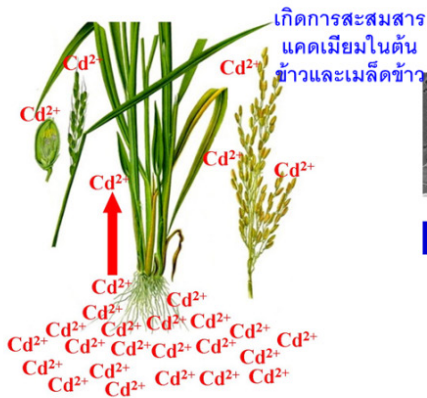
ตัวอย่างเช่น งานวิจัยทางการเกษตรของ มันสำปะหลัง ซึ่งเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ นั้น สถาบันร่วมกับ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ศึกษาประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียบาซิลลัส (*Bacillus amyloliquefaciens*) ที่ช่วยในการควบคุมโรคใบไหม้ (รูปที่ 1) และกระตุ้นการเจริญของพืชไปพร้อม ๆ กัน พบว่า แบคทีเรียมีประสิทธิภาพสูงสามารถช่วยเพิ่มผลผลิตได้ถึงร้อยละ 30 ปัจจุบัน ทางมหาวิทยาลัยได้ผลิตแบคทีเรียดังกล่าวในรูปของการผสมแบคทีเรียกับวัสดุปรับปรุงดินที่บริษัทเอี่ยมเฮงผลิตขึ้นเอง เพื่อส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ปลูกมันสำปะหลังโดยไม่มีค่าใช้จ่าย

มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับ สถาบัน คัดแยกแบคทีเรีย *Cupriavidus taiwanensis* S2500-3 ที่เปลี่ยนโครงสร้างแคดเมียมในดิน ให้อยู่ในรูปที่พืชลำเลียงไปใช้ไม่ได้ ช่วยลดการสะสมแคดเมียมในข้าว ที่เพาะปลูกบริเวณที่มีแคดเมียมปนเปื้อนสูงได้ถึง 61 เปอร์เซ็นต์ (รูปที่ 2)

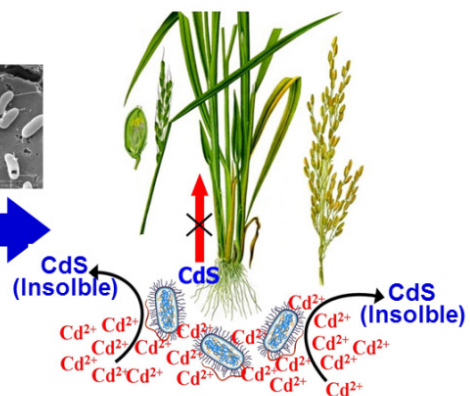
โรคของเปลือกไม้ในยางพารา เป็นปัญหาสำคัญต่อการปลูกและส่งผลกระทบต่อ การส่งออกน้ำ ยางพาราของประเทศไทย สถาบันได้ร่วมกับ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ และ ศูนย์วิจัยยางสุราษฎร์ธานี ได้ทำการศึกษาถึงสาเหตุของการเกิดโรสดังกล่าว ซึ่งพบว่าเกิดจากองค์ประ กอบของซัสเฟด ข้อมูลที่ได้นี้เป็นประโยชน์ต่อชาวสวนยางในการใช้ปุ๋ยอย่างเหมาะสม ป้องกันการเกิด โรคเปลือกไม้ยางพารา

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีอินทรีย์และสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยมูลค่างควา รวมถึงการศึกษากการคงสภาพภายหลังกระบวนการผลิต และความสามารถในการควบคุมการปลดปล่อย ธาตุอาหารของปุ๋ย เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ให้มีคุณภาพดียิ่งขึ้น เพื่อเกษตรกรไทยได้ใช้ สินค้าที่ดีมีคุณภาพ สามารถลดต้นทุนการปลูก เพิ่มผลผลิต และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ปัญหามลภาวะการปนเปื้อนสาร แคดเมียมในข้าว



แบคทีเรียช่วยตรึงแคดเมียม ลดการสะสมในข้าว



ภาพที่ 2 จำลองกลไกการแก้ไขปัญหามลภาวะการปนเปื้อนแคดเมียมในนาข้าว ด้วยแบคทีเรีย

สถาบันได้ดำเนินการเกี่ยวกับ SMART FARMING ตามนโยบายของรัฐหลายโครงการ เช่น การพัฒนาระบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมการเพาะเลี้ยงงัดเข้า (รูปที่ 3) เพื่อให้ได้งัดเข้าที่มีคุณภาพ อุดมไปด้วยสารอันเป็นประโยชน์ต่อร่างกายและพบว่า มีปริมาณ “สารอะดีโนซีน” สูงกว่าผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด

สถาบันร่วมกับมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จัดสร้างโรงเรือนต้นแบบสำหรับการเพาะต้นกล้า ผักกาดเขียวปลี โดยใช้แสงจากหลอดแอลอีดี (LED) ทดสอบการใช้สีและความเข้มแสงที่เหมาะสมต่อพืช ทำให้กล้าแข็งแรง สามารถเพิ่มแผนการเพาะปลูกจากเดิม 1 ครั้งต่อปี เพิ่มขึ้นเป็น 2 ครั้งได้ จึงช่วยให้เกษตรกรมีรายได้สูงขึ้นอีกเท่าตัว



รูปที่ 3 ระบบอัจฉริยะควบคุมสภาพแวดล้อมเพาะเลี้ยงงัดเข้า

นอกจากนี้ สถาบันได้พัฒนาอุปกรณ์ประมวลค่าความชื้นและอุณหภูมิ (รูปที่ 4) ให้สามารถเชื่อมต่อเซ็นเซอร์ได้กับทุกยี่ห้อและสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมการเลี้ยงของโรงเรือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ การทดสอบร่วมกับสำนักวิศวกรรม สายธุรกิจ โก-เปิด ของบริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน) พบว่าช่วยลดข้อจำกัดของการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้าด้วยกัน ส่งผลต่อการลดต้นทุนในสายธุรกิจของบริษัท อย่างเป็นรูปธรรม โดยสามารถลดต้นทุนได้ จากราคาเครื่องละ 11,000 บาท เหลือต้นทุนเพียงประมาณ 1,500 บาท โดยบริษัทฯ มีโครงการที่จะทยอยเปลี่ยนใช้เซ็นเซอร์ที่พัฒนาขึ้นมาใหม่นี้ ประมาณ 40 แห่งทั่วประเทศ และฟาร์มในต่างประเทศ อีกประมาณ 80 ฟาร์ม สามารถประหยัดต้นทุนได้ 9,500 บาทต่อเครื่อง ช่วยลดต้นทุนได้ประมาณ 4.94 ล้านบาท (ในประเทศไทย) และ 9.88 ล้านบาท (ในต่างประเทศ) สามารถช่วยลดต้นทุนรวมได้ทั้งหมด 14.82 ล้านบาท



รูปที่ 4 อุปกรณ์ประมวลค่าความชื้นและอุณหภูมิสำหรับโรงเลี้ยงโก-เปิด



ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมพอลิเมอร์และยาง

ดร.ศิริวัช สุนทรานนท์

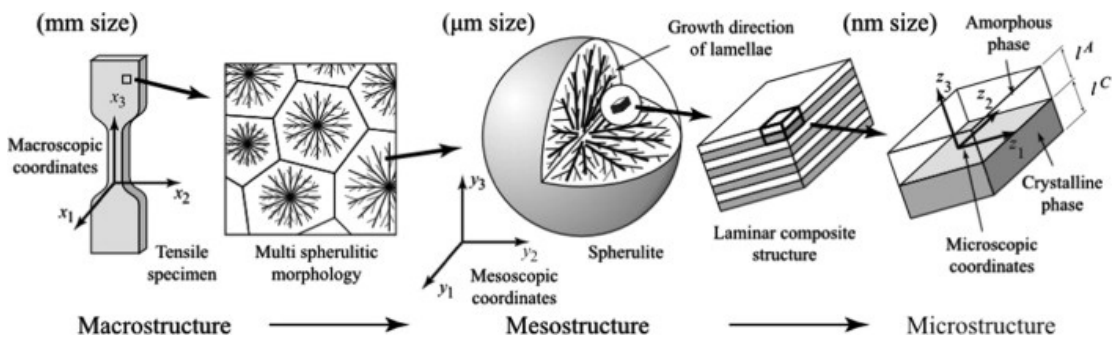
พอลิเมอร์ คือสารประกอบที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่และมีมวลโมเลกุลมาก ประกอบไปด้วยหน่วยย่อยๆ เรียกว่า มอนอเมอร์ มาจัดเรียงเชื่อมต่อกันเป็นสายยาว มอนอเมอร์ที่มาเชื่อมต่อกันนี้อาจจะเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างกันได้ หากเราพิจารณาประเภทของพอลิเมอร์ตามการเกิดจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือพอลิเมอร์ที่เกิดเองตามธรรมชาติ เช่น โปรตีน แป้ง เซลลูโลส ยางธรรมชาติ และพอลิเมอร์สังเคราะห์ เช่น พลาสติก ไนลอน เส้นใย โฟม กาว ซิลิโคน เป็นต้น พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่มีประโยชน์มากมาย สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย เราสามารถพบพอลิเมอร์ได้ในวัสดุอุปกรณ์แทบทุกชนิด ตั้งแต่ ของเล่น เครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ไปจนถึงวัสดุที่ใช้ในยานยนต์ (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ตัวอย่างพอลิเมอร์ประเภทต่างๆ ที่พบได้ในชีวิตประจำวัน

การที่พอลิเมอร์เป็นวัสดุที่มีขอบข่ายการใช้งานที่กว้างขวาง สามารถนำมาแทนที่วัสดุธรรมชาติประเภทอื่นๆ ได้ดี ไม่ว่าจะเป็นไม้ แก้ว หรือโลหะ เนื่องจากพอลิเมอร์มีราคาถูก มีน้ำหนักเบา สามารถปรับปรุงพัฒนาให้มีคุณสมบัติตรงกับความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นคุณสมบัติด้านความแข็งแรง ความยืดหยุ่น ความเหนียว การนำไฟฟ้า สี และคุณสมบัติเชิงแสง เป็นต้น โดยคุณสมบัติที่แตกต่างกันไปนี้ ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้วัตถุดิบสำหรับทำปฏิกิริยาเคมี กระบวนการผลิต วิธีการขึ้นรูป การเติมสารเติมแต่งต่างๆ เข้าไป เป็นต้น หนึ่งในสาเหตุสำคัญที่ทำให้กระบวนการเหล่านี้สามารถไปปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของพอลิเมอร์ให้แตกต่างกันไปนั้น คือ การเข้าไปเปลี่ยน “โครงสร้าง” ทางโมเลกุลและอะตอมของพอลิเมอร์นั่นเอง รูปแบบการจัดเรียงตัวกันของสายโมเลกุลพอลิเมอร์ ตลอดจนถึงการเกิดเป็นผลึกในระดับอะตอม (รูปที่ 2) ล้วนส่งผลต่อคุณสมบัติของพอลิเมอร์ทั้งสิ้น ดังนั้นความรู้ความเข้าใจในความสัมพันธ์ระหว่างโครงสร้างและคุณสมบัติของพอลิเมอร์ จะช่วยตอบโจทย์ทางด้านวัสดุศาสตร์ที่มีความซับซ้อนอันเป็นประโยชน์ต่อพัฒนาการทางอุตสาหกรรม

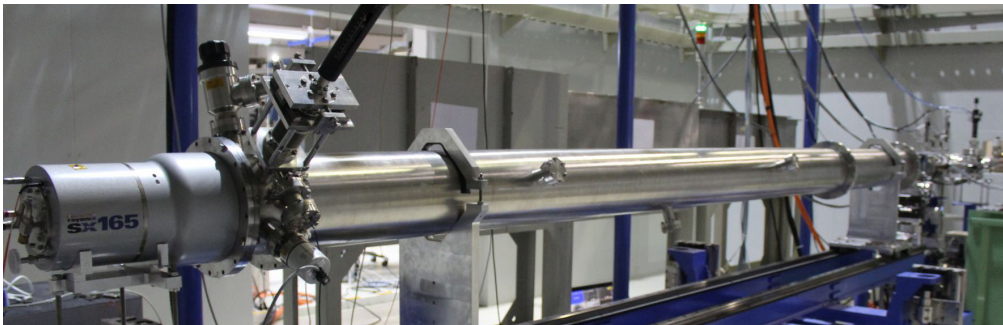
พอลิเมอร์เป็นหนึ่งในวัสดุหลายๆ ชนิดที่สามารถใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนเพื่อศึกษาโครงสร้างเหล่านี้ได้เป็นอย่างดี นักวิทยาศาสตร์สามารถใช้แสงซินโครตรอนในย่านรังสีอินฟราเรดเพื่อศึกษาโครงสร้างทางเคมี เช่น ชนิดของพอลิเมอร์ หรือ การเจือปนของสารอื่นๆ เป็นต้น และใช้แสงซินโครตรอนในย่านรังสีเอกซ์เพื่อศึกษาโครงสร้างระดับนาโนเมตร และโครงสร้างผลึกของพอลิเมอร์



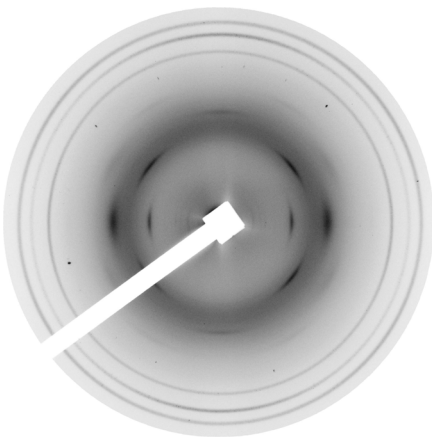
รูปที่ 2 โครงสร้าง ตั้งแต่ระดับมิลลิเมตรที่สามารถมองเห็นด้วยตาเปล่า ระดับไมครอน ระดับนาโนเมตร จนถึงระดับผลึกขนาดเล็กกว่านาโนเมตร ซึ่งโครงสร้างเหล่านี้มีส่วนสำคัญอย่างยิ่งในการกำหนดคุณสมบัติของพอลิเมอร์

ปัจจุบันมีนักวิจัยทั้งจากภาคการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม ให้ความสำคัญกับการวิจัยโครงสร้างผลึก และโครงสร้างระดับนาโนเมตรของพอลิเมอร์และยาง ด้วยการใส่แสงซินโครตรอนที่ระบบลำเลียงแสงที่ 1.3W ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (รูปที่ 3) ดังนั้น เพื่อตอบโจทย์ความต้องการที่หลากหลาย สถาบันจึงได้พัฒนาระบบการวัดให้สอดคล้องกับความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น ระบบให้แรงดึงและควบคุมอุณหภูมิของตัวอย่าง ซึ่งมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับการศึกษาการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของพอลิเมอร์และยาง อันเนื่องจากผลของแรงและอุณหภูมิ เช่น การศึกษาการพัฒนาคุณสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติด้วยการเติมอนุภาคซิลิกาในระดับนาโนเมตรลงไป (รูปที่ 4)

นอกจากนี้ ทางสถาบันได้ร่วมกับ บริษัท เอสซีจี เคมิคอลส์ จำกัด พัฒนาระบบการวัดเทคนิคการกระเจิงรังสีเอกซ์ทำให้สามารถให้ข้อมูลทั้งโครงสร้างผลึก และโครงสร้างระดับนาโนเมตร ไปพร้อมๆ กัน ในการวัดเพียงครั้งเดียว เพื่อช่วยตอบโจทย์การพัฒนาเม็ดพลาสติกกลุ่มพอลิโอฟีน ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์หลักของทางบริษัทฯ ให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งานที่หลากหลายของพอลิเมอร์ดังกล่าว



รูปที่ 3 สถานีทดลองที่ 1.3W สำหรับการศึกษาโครงสร้างผลึกและโครงสร้างระดับนาโนเมตร



รูปที่ 4 รูปแบบการกระเจิงรังสีเอกซ์มุมกว้างของยางธรรมชาติ แสดงให้เห็นโครงสร้างผลึกที่เกิดขึ้นใหม่ ช่วยให้ยางมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับยางในสภาวะปกติ



ซินโครตรอนกับอุตสาหกรรมโลหะ

ดร.ศรายุทธ ดันมี

ปัจจุบันวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทกับการใช้ชีวิตประจำวัน รวมถึงการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อตอบโจทย์ภาคเอกชน โดยเฉพาะการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาช่วยวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในประเทศ มีความจำเป็นอย่างยิ่งในการยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์เพื่อผลประโยชน์สูงสุดของผู้บริโภค และส่งผลให้การเติบโตทางด้านเศรษฐกิจของประเทศสูงขึ้น ซึ่งกลุ่มอุตสาหกรรมที่เป็นพื้นฐานหลักของประเทศที่จะช่วยยกระดับคุณภาพชีวิตของประชากร คือ อุตสาหกรรมโลหะ โดยกลุ่มอุตสาหกรรมโลหะในประเทศไทยประกอบไปด้วย อุตสาหกรรมการถลุง การหล่อ การรีดเย็นและร้อน รวมถึงอุตสาหกรรมการก่อสร้างที่จะต้องใช่วัสดุโลหะเป็นตัวหลักในการดำเนินงานทางด้านวิศวกรรม โดยทั่วไปในกระบวนการผลิตจำเป็นต้องมีการวิจัยและพัฒนาเพื่อปรับปรุงสมบัติของตัวชิ้นงานให้ได้ตามมาตรฐานและสามารถนำไปใช้ในงานวิศวกรรมได้อย่างปลอดภัย (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 ตัวอย่างอุตสาหกรรมการหล่อโลหะ

เทคโนโลยีล้ำสมัยที่จะมาช่วยและตอบโจทย์กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะได้แก่ เทคโนโลยีแสงซินโครตรอน (รูปที่ 2) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีขั้นสูงทางด้านวิทยาศาสตร์ของประเทศ จากการวิจัยและพัฒนาวัสดุโลหะด้วยเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนนั้น ส่งผลให้มีการนำเอาวัสดุโลหะไปประยุกต์ใช้ร่วมกับงานวิจัยทางด้านอื่น ๆ เช่น ทางด้านวิศวกรรมยานยนต์ ชิ้นส่วนอุปกรณ์ทางการแพทย์ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ วัสดุก่อสร้าง ฯลฯ “แสงซินโครตรอน” ตอบโจทย์ในงานวิจัยทางด้านโครงสร้างจุลภาคในระดับอะตอมและโมเลกุล การตรวจสอบองค์ประกอบทางเคมีที่ซับซ้อน การศึกษาการตกผลึกของเฟสที่ 2 ซึ่งเครื่องมือ

พื้นฐานทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป ไม่สามารถวิเคราะห์ตรวจสอบได้ นอกจากนี้ แสงซินโครตรอน ยังสามารถที่จะติดตามผลการทดลองที่ผันแปรไปตามเวลาเมื่อปัจจัยสภาพทางการทดลองปรับเปลี่ยนไป (In-situ real time) ซึ่งเป็นลักษณะเด่นของเทคโนโลยีนี้ถือเป็นที่ต้องการของนักโลหะวิทยา เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมของด้านวัสดุโลหะมากขึ้น นำไปสู่การกำหนดสมบัติของตัวชิ้นงานได้อย่างถูกต้อง

กรณีตัวอย่างการนำเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน มาประยุกต์และแก้ไขปัญหาให้กับภาคเอกชนในการ วิเคราะห์ถึงองค์ประกอบทางเคมีของชิ้นงานเหล็กกล้า แผ่นบางที่ผ่านการรีดร้อน ที่ปรากฏสิ่งปนเปื้อนบน พื้นผิว (รูปที่ 3) นักวิจัยของสถาบันและของบริษัท สหวิริยาสตีลอินดัสตรี จำกัด (มหาชน) ร่วมกันวิจัยสิ่งปน เปื้อนที่ปรากฏอยู่ในแผ่นเหล็กกล้า โดยใช้เทคนิคทาง ด้านแสงซินโครตรอนที่เรียกว่า “X-ray Photoemission Electron Microscopy (X-PEEM) และ X-ray Photoemission Spectroscopy (XPS)” ในการตรวจ สอบสารประกอบของสิ่งปนเปื้อนที่ปรากฏอยู่ ช่วยให้บริษัทฯ สามารถแก้ไขปัญหาในกระบวนการผลิต ได้สำเร็จ และช่วยลดปริมาณข้อบกพร่องในกระบวนการผลิตลงได้ ถือเป็นอีกหนึ่งผลงานที่สถาบันช่วย สนับสนุนงานวิจัยให้กับกลุ่มอุตสาหกรรม



รูปที่ 3 วัสดุอุตสาหกรรมเหล็กรีดร้อน



รูปที่ 4 ทีมนักวิจัยสถาบันและบริษัทฯ

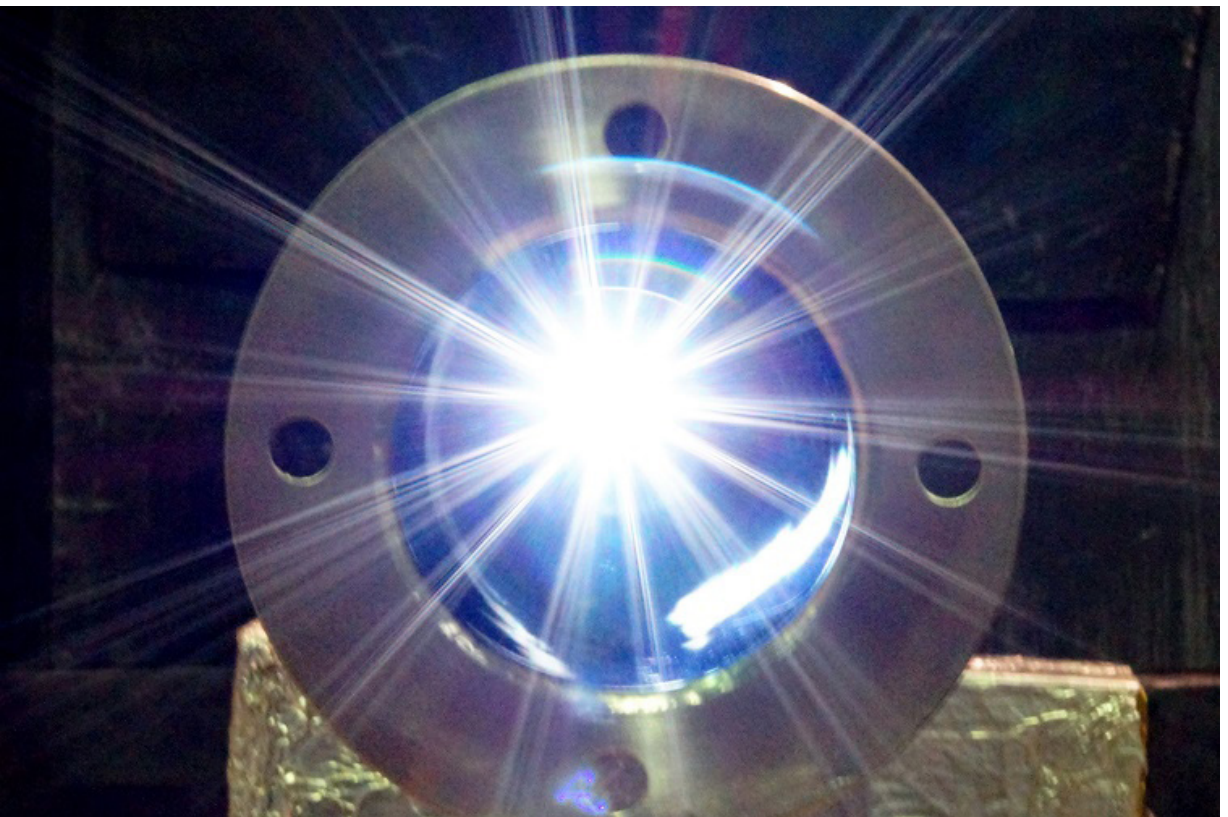
นอกจากนี้ สถาบันยังมีโครงการร่วมวิจัย กับบริษัท อีกหนึ่งโครงการ คือ โครงการ “An Investigation of Dark Surface on Low Carbon Steel Strip Surface” เป็นการตรวจสอบร่องรอยของ คราบสีดำที่ปรากฏบนพื้นผิวของเหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ พบสาเหตุของปัญหาว่า เกิดจากน้ำกรดปนเปื้อนลง ในถังล้างที่ใช้ทำความสะอาดชิ้นงาน ส่งผลให้ค่า pH ลดลง โดยทีมนักวิจัยของสถาบัน และบริษัทฯ (รูปที่ 4) ร่วมกันแก้ไขปัญหาโดยการปรับค่า pH ในถังล้าง ให้มีสภาวะเป็นกลางก่อนนำไปใช้งาน จากผลงาน ดังกล่าวทำให้บริษัทฯ ลดมูลค่าความเสียหายจาก ปัญหาที่เกิดขึ้นได้ถึง 16.74 ล้านบาทต่อปี



รูปที่ 2 เทคโนโลยีแสงซินโครตรอนที่มีเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม หรือเครื่องซินโครตรอนเป็นหัวใจสำคัญ

นอกเหนือจากกรณีตัวอย่างที่ได้กล่าวไว้เบื้องต้น ยังมีการนำเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนไปประยุกต์ใช้ทางด้านอุตสาหกรรมโลหะอีกหลายด้าน เช่น การใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในการศึกษาอะตอมที่อยู่ข้างเคียงในวัสดุโลหะและโลหะเจือ และยังสามารถใช้ในการศึกษาและคำนวณความเค้นตกค้างที่เหลืออยู่ในเนื้อโลหะได้ ซึ่งเป็นการตอบโจทย์อุตสาหกรรมการผลิตเหล็กแผ่นในเมืองไทย

เทคโนโลยีล้ำสมัยอย่างแสงซินโครตรอน (รูปที่ 5) เป็นการอีกก้าวหนึ่งของวงการวิทยาศาสตร์ที่ได้บูรณาการนำเครื่องมือขั้นสูงไปช่วยวิจัยและพัฒนาเชิงลึกในการตอบโจทย์กลุ่มอุตสาหกรรมโลหะของประเทศ เป็นการแก้ปัญหาแบบยั่งยืน และส่งเสริมให้ภาคเอกชนหันมาใส่ใจในการทำวิจัยมากขึ้น นำไปสู่การสร้างมูลค่าเพิ่มทางเศรษฐกิจให้กับอุตสาหกรรมเหล่านี้ และประเทศชาติต่อไป



รูปที่ 5 แสงซินโครตรอน (ถ่ายภาพโดย ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ)



ซินโครตรอนกับงานนิติวิทยาศาสตร์

ดร.ประพจน์ คล้ายสุบรรณ

งานนิติวิทยาศาสตร์เป็นการพิสูจน์หลักฐานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความจริงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น บ่อยครั้งจึงมักจะเกี่ยวข้องกับการค้นหาสารหรือส่วนประกอบที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ เนื่องจากคนร้ายมักจะไม่ทิ้งหลักฐานไว้หรือแม้กระทั่งทำลายหลักฐานที่อาจหลงเหลืออยู่ในที่เกิดเหตุด้วยเหตุนี้ แสงซินโครตรอนจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับงานลักษณะดังกล่าว เนื่องจากเทคนิคการทดลองที่ใช้แสงซินโครตรอนสามารถตรวจพบสารที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ ถึงในระดับเพียงหนึ่งในล้านส่วนได้อย่างแม่นยำ จึงมีการนำแสงซินโครตรอนไปช่วยในงานนิติวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาคทั่วโลก



รูปที่ 1 ม้าแข่งฟ้าแลบที่ถูกสตัฟฟ์ไว้และ
ถูกจัดแสดงอยู่ที่พิพิธภัณฑ์แห่งชาติรัฐวิกตอเรียในเมือง
เมลเบิร์น

มีตัวอย่างการใช้แสงซินโครตรอนทางนิติวิทยาศาสตร์ เช่น ในประเทศออสเตรเลียได้มีการตรวจหาสาเหตุการตายของม้าแข่งชื่อดัง “ฟ้าแลบ” (Phar Lap) ม้าแข่งที่เคยชนะเลิศการแข่งขันมากมายจนเป็นตำนานของประเทศ (รูปที่ 1) ต่อมาเจ้าของได้พามันไปแข่งขันที่ประเทศเม็กซิโกและสหรัฐอเมริกา แต่ปรากฏว่าม้าฟ้าแลบได้ตายโดยไม่ทราบสาเหตุที่รัฐแคลิฟอร์เนียก่อนการแข่งขันเพียง 35 ชั่วโมง เมื่อปี พ.ศ. 2475 สาเหตุของการตายถูกระบุว่าเพราะมีการติดเชื้อในช่องท้อง แต่ยังมีผู้สงสัยว่าม้าฟ้าแลบอาจถูกวางยาพิษโดยนักพนัน ในปี พ.ศ. 2549 นักวิทยาศาสตร์ชาวออสเตรเลีย ใช้เทคนิคการทดลองด้วยแสงซินโครตรอนตรวจพบสารหนูที่รากขนของขนแผงคอม้าซึ่งเป็นสารหนูที่แตกต่างไปจากชนิดที่ใช้สตัฟฟ์สัตว์ จึงสรุปได้ว่าม้าฟ้าแลบถูกวางยาพิษ

จะเห็นว่าแสงซินโครตรอนมีความสามารถช่วยในการพิสูจน์หลักฐานได้อย่างดี อย่างในกรณีนี้เป็นการตรวจพิสูจน์หลังจากที่เกิดเหตุการณ์ไปแล้วถึง 74 ปี

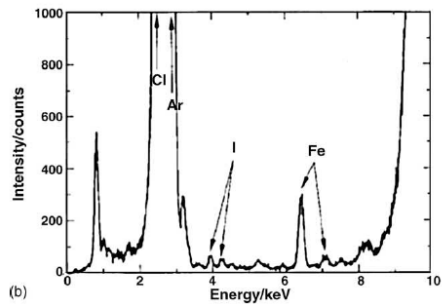
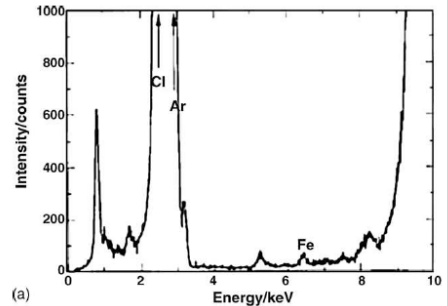
ในประเทศญี่ปุ่น เกิดคดีสะเทือนขวัญที่เป็นข่าวใหญ่ คือ มีการวางยาพิษด้วยสารหนูในแกงกะหรี่ ที่นำมาแจกจ่ายให้กับผู้ที่มาร่วมงานเทศกาลฤดูร้อนที่เมืองวาคายามะเมื่อวันที่ 25 กรกฎาคม พ.ศ. 2541 โดยมีผู้ร่วมงานเกิดอาการสารหนูเป็นพิษอย่างรุนแรงถึง 63 คน และมีผู้เสียชีวิต 4 คน ตำรวจญี่ปุ่น ได้ให้นักวิทยาศาสตร์ตรวจสอบสารหนูในถ้วยกระดาดที่พบในงาน จากการใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ด้วยแสงซินโครตรอน นักวิทยาศาสตร์ตรวจพบว่าสารหนูในถ้วยกระดาดนี้มีปริมาณสารปนเปื้อนต่าง ๆ เหมือนกับสารหนูที่พบในบ้านผู้ต้องสงสัย กล่าวคือสารหนูจากทั้งสองสถานที่เป็นสารหนูที่ถูกผลิตขึ้นจากกระบวนการเดียวกันและจากโรงงานผลิตเดียวกัน ข้อมูลที่ได้ก็นำไปสู่การจับกุมผู้ต้องหาได้ในที่สุด (รูปที่ 2) นอกจากนั้นในประเทศญี่ปุ่นยังมีการใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ด้วยแสงซินโครตรอนในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแก้วครอบไฟหน้ารถและสีรถในการสืบหาคนร้ายในคดีชนแล้วหนีด้วย



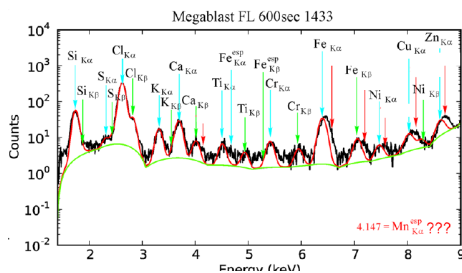
รูปที่ 2 ผู้ต้องหาคดีวางยาพิษที่เมืองวาคายามะ
นางมาซุมิ ฮายาชิ และบ้านของเธอที่พบสารหนู

ในประเทศญี่ปุ่นยังมีการใช้แสงซินโครตรอนในการวิเคราะห์ธาตุเจือ (Trace elements) ของสารเสพติดหลายชนิด เช่น แอมเฟตามีน (Amphetamine), เมทแอมเฟตามีน (Methamphetamine), โคเคน, และเฮโรอีน (รูปที่ 3) โดยมีจุดประสงค์เพื่อใช้ข้อมูลนี้ระบุถึงแหล่งผลิตและเส้นทางการผลิตและขนส่ง โดยเทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ด้วยแสงซินโครตรอนสามารถให้ข้อมูลที่แม่นยำแม้ว่าสารเสพติดที่นำมาตรวจจะมีปริมาณน้อยมาก ๆ คือน้อยกว่า 10 ไมโครกรัม (1 ไมโครกรัม คือ หนึ่งในล้านกรัม เท่านั้น)

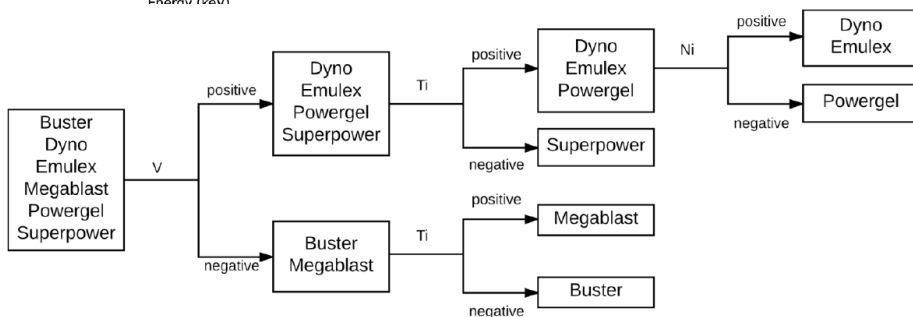
ในประเทศไทยเราเองเพิ่งจะเริ่มมีการใช้แสงซินโครตรอนในงานนิติวิทยาศาสตร์ ตัวอย่างเช่น สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ร่วมกับสถาบันนิติวิทยาศาสตร์ กระทรวงยุติธรรม และศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC) ศึกษาธาตุองค์ประกอบซึ่งเป็นอัตลักษณ์ของสารวัตถุระเบิดชนิดต่าง ๆ โดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ด้วยแสงซินโครตรอน (รูปที่ 4) ผลการศึกษสามารถใช้เป็นแนวทางในการระบุชนิดของวัตถุระเบิดที่พบในที่เกิดเหตุ (รูปที่ 5) ซึ่งเป็นข้อมูลสำคัญที่จะช่วยในการสืบหาเพื่อระบุตัวหรือกลุ่มผู้ต้องสงสัยได้



รูปที่ 3 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ธาตุเจือของสารเสพติดเมทแอมเฟตามีน รูปบนเป็นผลการวัดธาตุเจือของเมทแอมเฟตามีนจากการสังเคราะห์ในห้องทดลอง รูปล่างเป็นผลของเมทแอมเฟตามีนที่เจ้าหน้าที่ยึดมาได้



รูปที่ 4 ตัวอย่างผลการวิเคราะห์ธาตุองค์ประกอบของวัตถุระเบิดชนิดหนึ่ง



รูปที่ 5 ธาตุเจือที่พบในสารวัตถุระเบิดชนิดต่าง ๆ สามารถใช้ระบุชนิดของสารวัตถุระเบิดนั้น ๆ ได้



ซินโครตรอนกับงานวิจัยด้านโบราณคดี

ดร.ประพจน์ คล้ายสุบรรณ

ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ

ในปัจจุบันได้มีการนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการวิจัยด้านโบราณคดีอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในยุโรป เนื่องจากเทคนิคการทดลองที่ใช้แสงซินโครตรอนสามารถบอกให้รู้ถึงองค์ประกอบและโครงสร้างของวัตถุได้โดยไม่ทำลายชิ้นงานให้เสียหายหรือมีผลอื่นใดต่อวัตถุที่นำมาศึกษา ทำให้เหมาะที่จะนำแสงซินโครตรอนไปใช้ในการศึกษาวัตถุโบราณหรือวัตถุที่มีคุณค่าและมูลค่าสูงอื่น ๆ ได้ สำหรับประเทศไทยในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการศึกษาด้านโบราณคดีเพิ่มมากขึ้น



รูปที่ 1 วัดพระศรีรัตนศาสดาราม

งานหุงกระเจกและงานประดับกระเจกเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของงานช่างสิบหมู่โบราณของประเทศไทย มีความเจริญรุ่งเรืองนับตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 ซึ่งพระองค์ท่านทรงโปรดให้บูรณปฏิสังขรณ์พระอุโบสถวัดพระศรีรัตนศาสดาราม (รูปที่ 1) ปรับปรุงฝาผนังด้านนอกจากที่เคยเป็นลายทองรดน้ำพื้นสีแดง เปลี่ยนเป็นลายปั้นปิดทองประดับกระเจกดั่งเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กระเจกดั่งกล่าวเป็นที่รู้จักกันในนามว่า “กระเจกเกียบ” เนื่องจาก

มีลักษณะบางเหมือนแผ่นข้าวเกรียบดิบ เป็นแก้วเนื้ออ่อนซึ่งสามารถตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ง่ายสำหรับงานประดับลวดลายอันวิจิตรงดงาม นอกจากการประดับตกแต่งฝาผนังแล้ว กระเจกเกียบยังได้ถูกนำมาใช้ตกแต่งเครื่องราชภัณฑ์ และศิลปวัตถุโบราณอันมีค่าต่าง ๆ อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าเสียดายยิ่งที่งานหุงกระเจกและงานประดับกระเจกขาดช่างฝีมือสืบทอดต่อกันมา จนในปัจจุบันไม่พบว่ามีแหล่งผลิตกระเจกเกียบในประเทศไทย ในการบูรณปฏิสังขรณ์จึงจำเป็นต้องใช้กระเจกสมัยใหม่ที่น่าเข้าจากต่างประเทศ ที่มีสีเพี้ยนไปจากสีแบบไทยและไม่สามารถทนการกัดของรักได้ ซึ่งรักใช้เป็นสารยึดติดตามแบบโบราณของไทย



รูปที่ 2 สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ
ครั้งเสด็จพระราชดำเนินสถาบันวิจัยแสง
ซินโครตรอน ทรงรับฟังรายงานความ
สำเร็จของการศึกษาวิจัยกระจกเกรียบ
และทอดพระเนตรกระจกเกรียบที่ทำขึ้น
ใหม่สำหรับการบูรณปฏิสังขรณ์
(13 ตุลาคม 2558)

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของกระจกเกรียบโบราณด้วยแสงซินโครตรอน ตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งได้ทรงพระราชทานพระราชานุญาตให้คณะวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนนำตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณจากวัดพระศรีรัตนศาสดารามมาดำเนินการศึกษา เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีว่า กระจกแต่ละสีประกอบด้วยธาตุชนิดใดบ้าง และมีปริมาณเท่าไร จนประสบความสำเร็จสามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยมาสังเคราะห์กระจกใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมือนของเดิมทุกประการ เพื่อใช้สำหรับงานบูรณปฏิสังขรณ์ในอนาคต (รูปที่ 2)

อีกตัวอย่างหนึ่งของการใช้แสงซินโครตรอนช่วยในการวิจัยด้านโบราณคดี ได้แก่ การศึกษาวิจัยเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงเป็นแหล่งโบราณคดีที่มีความสำคัญมากที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทยและของโลก ได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกทางวัฒนธรรมเมื่อปี พ.ศ. 2535 เนื่องจากพบหลักฐานที่แสดงถึงอารยธรรมชุมชนโบราณซึ่งเป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในยุคโลหะที่มีอายุกว่า 3,500 ปี มีหลักฐานที่บ่งบอกถึงการมีวัฒนธรรม ขนบประเพณี และภูมิปัญญาในหลาย ๆ ด้าน ในแหล่งโบราณคดีนี้นักโบราณคดีได้ขุดค้นพบหลุมศพของชาวบ้านเชียงโบราณ (รูปที่ 3) ซึ่งมีประเพณีฝังศพที่จะทำการฝังสิ่งของเครื่องใช้ เป็นการอุทิศให้กับผู้ตายด้วย ภายในหลุมศพเหล่านี้จึงพบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำจากสำริดและเหล็ก เช่น ใบหอก ใบขวาน มีด เครื่องประดับลูกปัดที่ทำจากหินและแก้ว เศษผ้า และที่สำคัญคือภาชนะเครื่องปั้นดินเผาโบราณที่มีการเขียนสีเป็นลวดลายสวยงามเป็นเอกลักษณ์ จนเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในนาม “เครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง”



รูปที่ 3 หลุมขุดแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง



รูปที่ 4 ตัวอย่างภาชนะเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงที่ขุดพบ (บน) และชิ้นเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้และของทำเทียมที่นำมาศึกษา (ล่าง)

เนื่องจากเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงมีความงดงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว จึงเป็นที่ต้องการของผู้ที่สนใจและนักสะสม ทำให้เกิดการทำเลียนแบบขึ้นเป็นจำนวนมาก การทำเลียนแบบนี้ได้มีการพัฒนาเทคนิคจนสามารถทำให้ดูเหมือนของแท้ รวมไปถึงการทำให้ดูเหมือนเก่าด้วย ซึ่งการพิสูจน์ความแท้ของแท้นั้นทำได้ยากและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์อย่างมากเท่านั้น กรมศิลปากร ได้ร่วมกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ศึกษาวิจัยคุณสมบัติของเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงด้วยแสงซินโครตรอน ทั้งในส่วนของเนื้อดินและสีที่เขียนเป็นลวดลาย (รูปที่ 4) เพื่อนำไปแยกแยะความแตกต่างระหว่างเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้และของที่ทำเลียนแบบขึ้นมา และได้มาซึ่งองค์ความรู้ในการพิสูจน์ความแท้ของเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ร่วมกับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อดินและสี นำไปสู่การพัฒนาวิธีการแยกแยะเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้และของทำเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ



ซินโครตรอนกับผู้ด้อยโอกาส

ดร.รุ่งเรือง พัฒนากุล

ผู้ด้อยโอกาสคือกลุ่มผู้ขาดแคลนและประสบปัญหาในการเข้าถึงสิ่งอำนวยความสะดวกพื้นฐานในการดำรงชีวิต ทั้งในส่วนของบริการสาธารณะและการศึกษา ส่งผลให้ไม่มีพัฒนาการทางร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ สังคม และจิตใจ ที่ไม่สามารถรับมือกับการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็วของโลกในปัจจุบันและอาจเป็นภาระของสังคมหลากหลายด้านได้ อย่างไรก็ตาม กลุ่มผู้ด้อยโอกาสเหล่านี้ หากได้รับการพัฒนาและสนับสนุนอย่างเหมาะสมแล้วจะสามารถก้าวข้ามขีดจำกัดของตัวเองมาเป็นทรัพยากรที่สำคัญของประเทศได้เหมือนคนปกติ

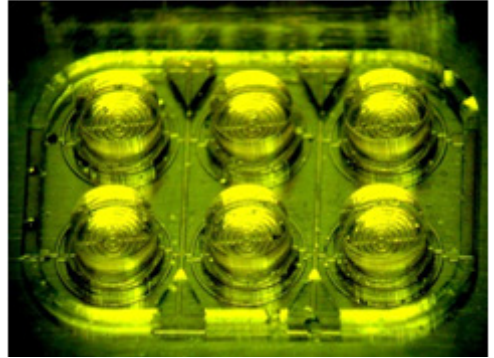


รูปที่ 1 ดร.จักรีรดา อัดตริตยา

ดร.จักรีรดา อัดตริตยา นักวิทยาศาสตร์ระบบลำเลียงแสง สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (รูปที่ 1) เป็นหนึ่งในผู้พิการทางการได้ยินที่ก้าวข้ามขีดจำกัดทางร่างกายผ่านการสนับสนุนจากครอบครัวและได้รับพระราชทานทุนจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในการศึกษาต่อระดับปริญญาโท และสามารถสอบชิงทุนรัฐบาลร่วมกับคนปกติ โดยเป็นทุนตามความต้องการของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ไปศึกษาต่อทางด้านเทคโนโลยีชีวภาพและสำเร็จการศึกษาปริญญาเอกด้านการใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน ด้วยเทคนิคโปรตีนคริสตัลโลกราฟี (Protein Crystallography) จากมหาวิทยาลัยบริสตอล สหราชอาณาจักร ส่งผลให้เป็นผู้พิการคนแรกของไทย ที่ได้รับทุนเรียนต่อปริญญาโท-เอก ทางด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ด้วยโอกาสที่ได้รับและความมุ่งมั่นพยายามของ ดร.จักรีรดาฯ ส่งผลให้ประเทศไทยมีนักวิทยาศาสตร์ที่มีเชี่ยวชาญมาเสริมศักยภาพของเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนให้ประจักษ์ต่อนานาชาติ ร่วมพัฒนาประเทศไทยและเป็นแบบอย่างให้กับเยาวชนผู้พิการให้ก้าวข้ามอุปสรรคและประสบความสำเร็จดังเช่นคนปกติทั่วไปได้

นอกเหนือจากการเป็นหน่วยงานที่สนับสนุนผู้ด้อยโอกาสที่มีศักยภาพให้ก้าวขึ้นมาเรียนรู้และพัฒนาเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อพัฒนาประเทศแล้ว สถาบันยังได้ร่วมมือกับมูลนิธิธรรมิกชนเพื่อคนตาบอดในประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ พัฒนาเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์สำหรับผู้พิการทางสายตาในประเทศไทย โดยเริ่มต้นจากการออกแบบและสร้างจุดแสดงอักษรเบรลล์ซึ่งมีขนาดเล็กเพียง 1.2 มิลลิเมตร ด้วยกระบวนการสร้างชิ้นส่วนจุลภาคด้วยแสงซินโครตรอนและนำมาประกอบกันเป็นเซลล์แสดงผลอักษรเบรลล์ (รูปที่ 2) เพื่อทดสอบการอ่านร่วมกับนักเรียนผู้พิการทางสายตาซึ่งผลตอบรับที่ได้จากการทดสอบ ไม่ใช่เพียงแค่สร้างความหวังให้กับผู้พิการทางสายตาในการเข้าถึงข้อมูลข่าวสาร แต่ยังเป็นการทำงานเชิงบูรณาการร่วมกันระหว่างผู้ใช้งานและนักพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรมร่วมกัน ส่งผลให้สามารถสร้างเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ 20 เซลล์ (รูปที่ 3) ที่ผู้พิการทางสายตาสามารถอ่านข้อความได้อย่างต่อเนื่อง รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมการแปลงอักษรเบรลล์ขึ้นมาเพื่อส่งผ่านเนื้อหาสาระการเรียนรู้จากภาษาปกติเป็นอักษรเบรลล์บนหน้าสัมผัสอีกด้วย และในวันที่ 23 กรกฎาคม 2558 ทางสถาบันได้เข้าเฝ้าทูลละอองพระบาทสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทูลเกล้าฯ ถวายเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ 20 เซลล์ ต้นแบบ ณ อาคารชัยพัฒนา สวนจิตรลดา (รูปที่ 4) นอกจากนี้ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ ได้พระราชทานโอกาสให้สถาบันผลิตเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์อีก 200 เครื่อง โดยเสด็จพระราชกุศลเนื่องในโอกาสที่ทรงเจริญพระชนมายุ 5 รอบ 60 พรรษา เพื่อเป็นของขวัญพระราชทานแก่โรงเรียนคนตาบอดทั่วประเทศ



รูปที่ 2 จุดแสดงผลอักษรเบรลล์ที่สร้างด้วยแสงซินโครตรอน



รูปที่ 3
เครื่องแสดงผลอักษร
เบรลล์ 20 เซลล์



รูปที่ 4 รศ.ดร. วีระพงษ์ แพสุวรรณ ประธานคณะกรรมการบริหารสถาบันฯ
เข้าเฝ้าทูลละอองพระบาทสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี น้อมเกล้าฯน้อมกระหม่อม
ถวายเครื่องต้นแบบแสดงผลอักษรเบรลล์ (23 กรกฎาคม 2558)

ด้วยความมุ่งมั่นของสถาบัน ที่ต้องการช่วยเหลือผู้ด้อยโอกาสทางการเห็นให้ได้รับคุณภาพชีวิตที่ดีขึ้น ทีมนักวิจัยจึงได้เร่งพัฒนาเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ให้มีความปลอดภัยสูงสุดในการใช้งาน โดยได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) เพื่อบรรจุเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ในบัญชีสิ่งประดิษฐ์แห่งชาติและพัฒนาเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ให้ได้รับมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยได้ขอรับการทดสอบกับสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) ควบคู่ไปกับการปรับกระบวนการผลิตสู่เชิงพาณิชย์ เพื่อให้ได้อุปกรณ์การเรียนรู้ที่มีคุณสมบัติที่ตอบสนองต่อการอ่านอักษรเบรลล์ผ่านปลายนิ้วมือ (รูปที่ 5) มากที่สุด มุ่งเน้นไปยังนักเรียนผู้พิการทางสายตา (รูปที่ 6) ให้สามารถใช้เครื่องมือเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพและพกพาเพื่อศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้ อีกทั้งปรับลดต้นทุนการผลิตให้ต่ำลงเพื่อให้การจัดหาและซ่อมบำรุงอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสมต่องบประมาณภาครัฐ

ภายหลังการทดสอบและพัฒนา ร่วมกับ ผู้ทรงคุณวุฒิเพื่อให้เครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์ ผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม นักเรียนผู้พิการทางสายตาทั่วประเทศ ภายใต้การกำกับดูแลของมูลนิธิธรรมิกชนเพื่อคนตาบอดในประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ จึงได้รับพระราชทานเครื่องจากสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ในงาน “หนึ่งทศวรรษสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)” ในวันที่ 1 มิถุนายน 2561 เพื่อนำไปเสริมสร้างการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น สอดคล้องกับพันธกิจของสถาบัน ที่ไม่ใช่ว่าเพียงแค่การบูรณาการวิจัยร่วมกับกลุ่มผู้พิการทางสายตาเท่านั้น สถาบันยังได้ส่งต่อและถ่ายทอดเทคโนโลยีไปยังภาคเอกชนเพื่อผลิตและจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ ก่อกำเนิด tech startup 1 ราย ซึ่งเป็นการส่งต่อเมล็ดพันธุ์งานวิจัยและนวัตกรรมไปยังกลุ่มธุรกิจที่มีอุดมการณ์เพื่อสังคมและคงไว้ซึ่งนวัตกรรมสำหรับผู้พิการทางสายตาได้อย่างยั่งยืนต่อไป



รูปที่ 6 นักเรียนผู้พิการทางสายตาเรียนรู้และทดสอบการทำงานของเครื่องแสดงผลอักษรเบรลล์



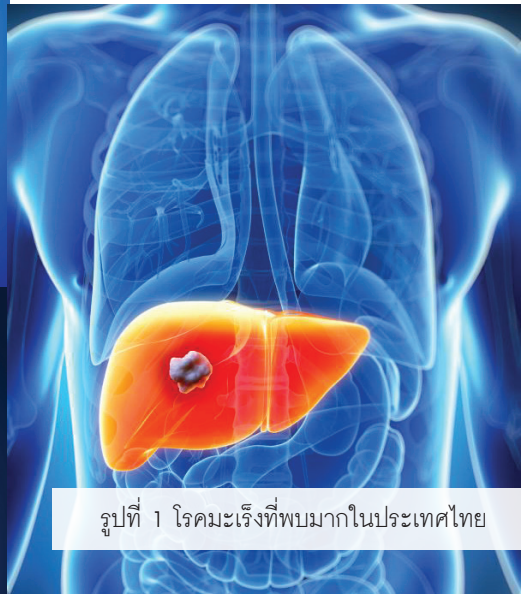
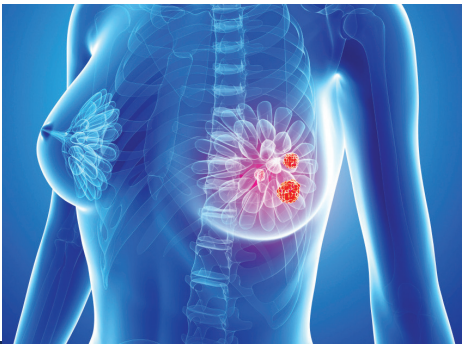
รูปที่ 5 การอ่านอักษรเบรลล์ผ่านปลายนิ้วมือ



ซินโครตรอนกับเทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับบำบัดมะเร็ง

ดร.สุวัฒน์ กลิ่นเขียว
ดร.สมใจ ชื่นเจริญ

สถานการณ์ของโรคมะเร็งในประเทศไทยในปัจจุบันพบว่า จำนวนผู้ป่วยรายใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี โดยเฉลี่ยอยู่ที่ 130,000 รายต่อปี พบในเพศชายมากกว่าเพศหญิง และอัตราการเกิดโรครวมถึงอัตราการเสียชีวิตมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นในทั้งสองเพศ โรคมะเร็งยังคงเป็นสาเหตุของการเสียชีวิตเป็นอันดับหนึ่งของคนไทยนับตั้งแต่ปี พ.ศ. 2542 โดยมีสาเหตุหลักมาจากการบริโภคและการใช้ชีวิตที่ไม่เหมาะสม ขาดการใส่ใจดูแล ควบคุม และป้องกันปัจจัยเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพ จากข้อมูลล่าสุดผู้ป่วยด้วยโรคมะเร็งก็ยังคงสูงอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 100 คนต่อประชากร 100,000 คน ซึ่งเป็นภาพรวมที่สะท้อนให้เห็นถึงสถานการณ์โรคมะเร็งในประเทศไทย ที่หลายฝ่ายยังจะต้องเร่งพิจารณาและให้ความสำคัญ ชนิดของผู้ป่วยโรคมะเร็งที่พบมากในประเทศไทยทั้งเพศชายและเพศหญิง ได้แก่ มะเร็งเต้านม มะเร็งปากมดลูก มะเร็งปอด มะเร็งตับ มะเร็งทวารหนัก และมะเร็งต่อมลูกหมาก เป็นต้น (รูปที่ 1)



รูปที่ 1 โรคมะเร็งที่พบมากในประเทศไทย

การรักษาโรคมะเร็งในประเทศไทยส่วนใหญ่ยังใช้การผ่าตัด และการใช้เคมีบำบัดเป็นหลัก ซึ่งจะได้ผลดีกับมะเร็งในระยะเริ่มต้นถึงระยะกลางเท่านั้น ส่วนการรักษาโดยใช้รังสีนั้นยังไม่ทั่วถึง เนื่องจากจำนวนสถานพยาบาลที่ให้บริการยังไม่ครอบคลุมทุกพื้นที่ มีการกระจุกตัวอยู่แค่ตามหัวเมืองใหญ่ ๆ โดยเฉพาะกรุงเทพฯ ยิ่งไปกว่านั้นเครื่องฉายรังสีรักษามีราคาค่อนข้างสูง และยังต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งหมด จึงส่งผลให้อัตราค่าบริการในการฉายรังสีแต่ละครั้งค่อนข้างสูง ทำให้ผู้มีรายได้น้อยไม่มีกำลังในการจ่ายค่ารักษา

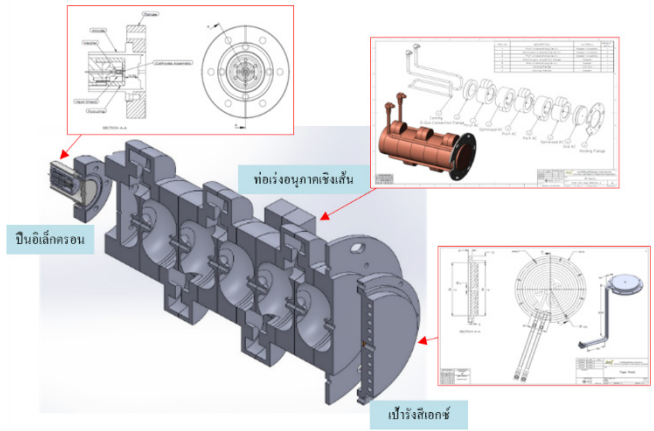


รูปที่ 2 เครื่องเร่งอนุภาคสำหรับบำบัดมะเร็ง
(Medical linac)

รังสีรักษาจะใช้รังสีที่มีพลังงานสูงซึ่งมีคุณสมบัติทำลายเซลล์มะเร็งได้ดี รังสีมีผลทำให้พันธุกรรม หรือสิ่งแวดล้อมทั้งภายในและภายนอกของเซลล์มะเร็งเสียสมดุล เป็นผลให้เซลล์นั้นไม่สามารถแบ่งตัวต่อไปได้ และถูกทำลายในที่สุด โดยไม่กระทบกับเซลล์ดีรอบข้าง จุดมุ่งหมายของการใช้รังสีรักษามะเร็งมีอยู่ 2 ประการ คือ (1) เพื่อผลการรักษามะเร็งให้หายขาด โดยมากจะเป็นผู้ป่วยในระยะที่หนึ่งถึงสอง และ (2) เพื่อบรรเทาอาการในกลุ่มที่ไม่สามารถรักษามะเร็งให้หายขาดได้ แต่เป็นการบรรเทาอาการปวด แสบหน้าอก หายใจลำบาก และเลือดออกมาก เป็นต้น สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน จึงมีแนวคิดในการสร้างเครื่องฉายรังสีชนิดเครื่องเร่งอนุภาค (Medical linac) สำหรับรักษามะเร็งโดยฝีมือนักวิจัยและวิศวกรไทยขึ้นครั้งแรก เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวฯ นี้

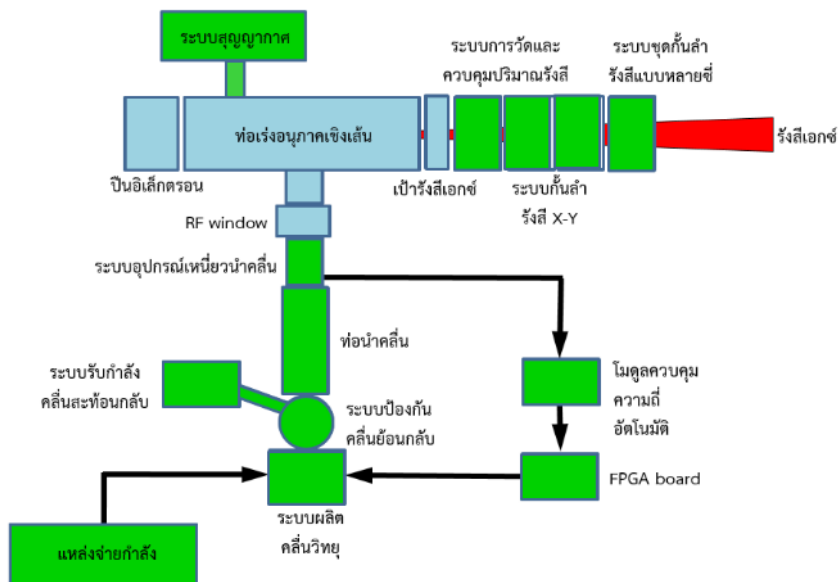
เครื่องฉายรังสีชนิดเครื่องเร่งอนุภาคที่จะผลิตขึ้นนี้ จะมีพลังงานและอำนาจการทะลุทะลวงสูง จึงสามารถฉายรังสีเข้าสู่เซลล์มะเร็งได้โดยตรงทำให้เซลล์ดังกล่าวได้รับรังสีอย่างเต็มที่และสม่ำเสมอ สามารถใช้ในการรักษาโรคมะเร็งทั่วไปโดยไม่ทำลายเซลล์เนื้อเยื่อที่รายล้อมเซลล์มะเร็ง ซึ่งจะได้ผลดีกว่าเครื่องฉายแสงด้วยโคบอลต์ 60 ที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ที่มีพลังงานค่อนข้างต่ำ ทำให้ไม่สามารถเข้าถึงเซลล์มะเร็งที่อยู่ลึกในร่างกายได้ จำเป็นต้องใช้ระยะเวลาในการฉายรังสีนานขึ้น ซึ่งส่งผลให้เซลล์เนื้อเยื่อที่ดีที่อยู่รอบข้างถูกทำลาย และได้รับความเสียหายไปด้วย ในปัจจุบันเครื่องฉายรังสีชนิดเครื่องเร่งอนุภาคนี้นับถือเป็นทางเลือกใหม่ในการรักษาผู้ป่วยโรคมะเร็ง (รูปที่ 2) แสดงเครื่องฉายรังสีชนิดเครื่องเร่งอนุภาคคือเล็คตรอนสำหรับบำบัดมะเร็งที่ใช้อยู่ในสถานพยาบาลตามหัวเมืองใหญ่ ๆ ของประเทศ

รูปที่ 3 และ 4 แสดงการพัฒนา
คำนวณ ออกแบบ เพื่อสร้างเครื่องเร่ง
อนุภาคเชิงเส้น (Linac) ต้นแบบ ที่
เป็นหัวใจสำคัญของเครื่องเร่งอนุภาค
สำหรับรักษามะเร็ง ซึ่งประกอบด้วย ปืน
อิเล็กตรอน ท่อเร่งอนุภาค และเป้า
รังสีเอกซ์ พร้อมกับการพัฒนาอุปกรณ์
และระบบย่อยรอบต่าง ๆ ที่จำเป็นสำหรับ
เครื่องฯ ได้เองภายในสถาบัน



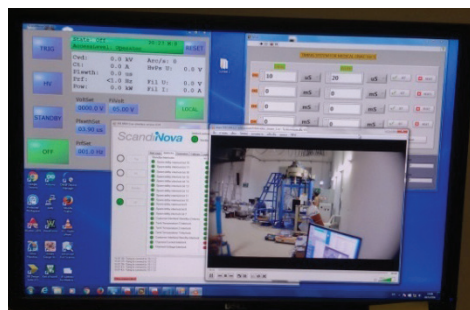
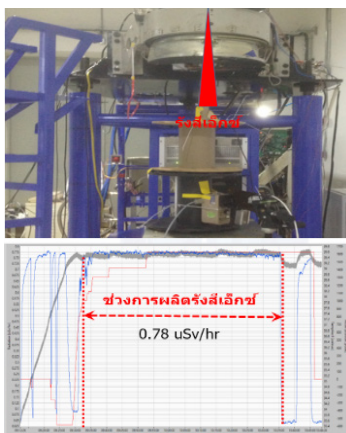
รูปที่ 3 เครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้น (Linac)

รูปที่ 5 แสดงการประกอบ ติด
ตั้ง และทดสอบเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับ
รักษามะเร็ง (Medical linac) ที่ทาง
สถาบันได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น โดยระบบจ่ายกำลังคลื่นวิทยุจะทำหน้าที่ในการผลิตคลื่นวิทยุ และ
ส่งผ่านกำลังคลื่นไปยังท่อเร่งเพื่อเร่งอนุภาคอิเล็กตรอนจากปืนอิเล็กตรอน ให้วิ่งเข้าชนเป้ารังสีเอกซ์เพื่อ
ผลิตรังสีเอกซ์ จากผลการทดสอบพบว่าเครื่องต้นแบบสามารถผลิตรังสีเอกซ์ที่มีความต่อเนื่องและสามารถ
ควบคุมคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ตามความต้องการ



รูปที่ 4 การออกแบบระบบย่อยรอบต่าง ๆ

เครื่องต้นแบบการฉายรังสีชนิดเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับรักษามะเร็งที่พัฒนาขึ้นนี้ จะช่วยลดแทน การนำเข้าและลดค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาเครื่อง การดำเนินงานในโครงการเป็นการสนับสนุนและเสริม สร้างการวิจัยพัฒนาด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ทำให้เกิดเป็นนวัตกรรมทางการแพทย์สำหรับใช้ประโยชน์ ได้จริง สร้างกำลังคนที่มีความเชี่ยวชาญสูงด้านเครื่องเร่งอนุภาคและเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องฉาย รังสีรักษามะเร็ง และที่สำคัญจะเป็นแรงผลักดันให้เกิดกลุ่มอุตสาหกรรมใหม่ที่เกี่ยวข้องกับการผลิตชิ้นส่วน และระบบต่าง ๆ ของเครื่องฯ ขึ้นภายในประเทศ โดยกลุ่มเป้าหมายสำคัญที่ได้รับประโยชน์จากโครงการนี้ คือ ผู้ป่วยมะเร็ง และประชาชนทั่วไป รวมถึงแพทย์ ซึ่งเน้นการเข้าถึงการรักษาของผู้ป่วยที่มีรายได้ ปานกลางถึงต่ำ เนื่องจากค่าใช้จ่ายไม่แพง ตลอดจนมุ่งหวังให้ประเทศไทยมีต้นแบบเครื่องฉายรังสีชนิด เครื่องเร่งอนุภาคสำหรับรักษามะเร็ง และเป็นศูนย์กลางการผลิตเครื่องฯ ในภูมิภาคอาเซียนในอนาคต ตลอดจนนโยบายรัฐบาลที่เน้นการเพิ่มขีดความสามารถในการพัฒนาประเทศ และพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน



รูปที่ 5 การประกอบ ติดตั้ง และทดสอบเครื่องเร่งอนุภาคสำหรับ บำบัดมะเร็ง ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน จ.นครราชสีมา



ซินโครตรอนกับการเชื่อมโลหะขั้นสูง

นายสำเริง ด่วงนิล
ดร.สุวัฒน์ กลิ่นเขียว

การเชื่อมชิ้นส่วนสุญญากาศระดับสูงมีความสำคัญและจำเป็นต้องอาศัยความรู้ ทักษะ ความชำนาญ และเทคนิคในการเชื่อมที่พิเศษมากกว่าการเชื่อมทั่วไป ปัจจุบันสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ใช้กระบวนการเชื่อมแบบ TIG ที่เรียกว่า Gas Tungsten – Arc Welding ซึ่งเป็นกรรมวิธีการเชื่อมที่ใช้ลวดทั้งสแตนเลสตัวอาร์ค และใช้แก๊สเฉื่อยเป็นเกราะปกคลุมบริเวณแนวเชื่อม การเชื่อมเช่นนี้ มีโอกาสสูงที่รอยเชื่อมจะร้าวแตก โลหะที่ถูกเชื่อมเกิดการบิดตัวโก่งงอ ทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนในการวางตำแหน่งอุปกรณ์ที่ต้องการความแม่นยำสูง ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้ ถ้าเราเชื่อมโลหะภายใต้สภาวะสุญญากาศ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนจึงคิดพัฒนาเตาสุญญากาศขึ้นเพื่อช่วยในกระบวนการเชื่อมชิ้นงานอุปกรณ์สุญญากาศให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

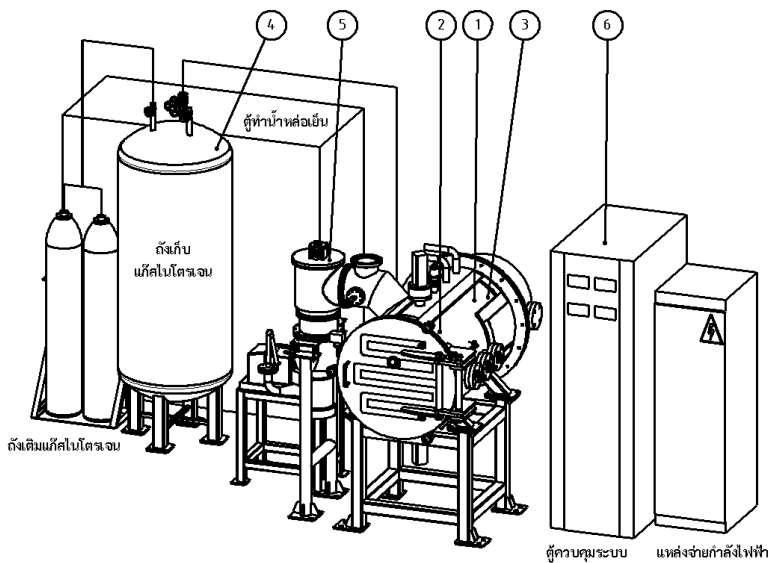
เทคโนโลยีเชื่อมโลหะต่างชนิดแบบไร้ตะเข็บในภาวะสุญญากาศ (Vacuum brazing technology) ได้รับการพัฒนาขึ้นโดยทีมวิศวกรของ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) (อนุสิทธิบัตรการประดิษฐ์ เลขที่คำขอ1703001736) ข้อดีของการเชื่อมประสานด้วยเทคนิคนี้คือ โลหะที่เชื่อมจะเกิดการบิดตัวน้อย ทำให้ควบคุมความแม่นยำในการเชื่อมได้ดี สามารถเชื่อมโลหะชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดได้เป็นอย่างดี และยังช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายจากการนำเข้าถึง 18 ล้านบาท สามารถพัฒนาต่อยอดได้กับหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมเครื่องมือตัด (Cutting tools) อุตสาหกรรมการอบชุบโลหะ (Heat treatment) อุตสาหกรรมระบบปรับอากาศ (Air conditioning system) และอุตสาหกรรมการผลิตเครื่องฟอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา (Catalytic converter) เป็นต้น



แนวคิดของการออกแบบในเบื้องต้น เตาเชื่อมชิ้นงานด้วยเทคนิคเชื่อมแบบแผ่นประสาน หรือเตาเบรซิง (Brazing) ภายในเป็นสภาวะสุญญากาศที่ระดับต่ำกว่า 10^{-5} ทอร์ (Torr) มีช่องสำหรับวางชิ้นงานเชื่อมเป็นทรงประกอบสี่เหลี่ยม มิติ 300x300x500 มม. สามารถนำชิ้นงานเข้าและออกจากด้านหน้าเตาได้สะดวก เตาสามารถให้ความร้อนสูงสุดที่อุณหภูมิ 1,200 องศาเซลเซียส ด้วยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับแผ่นให้ความร้อน (Heating element) ที่ติดตั้งไว้ภายในเตา โดยสามารถทำอุณหภูมิได้ระดับเพิ่มขึ้นได้ในช่วงอัตรา 0.5-30 องศาเซลเซียสต่อวินาที และจำกัดความพลัวของอุณหภูมิ (Temperature ripple) ได้อยู่ที่ระดับต่ำกว่า ± 2.5 องศาเซลเซียส และยังสามารถควบคุมและรักษาอุณหภูมิภายในเตาให้มีความสม่ำเสมอได้ที่ระดับ ± 5 องศาเซลเซียส โดยเฉลี่ย

เตาเบรซิงที่สถาบันได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น(รูปที่ 1) มีส่วนประกอบหลัก 6 ส่วน ได้แก่

1. ตัวถังหลักของเตา (Vacuum chamber)
2. โซนร้อน (Hot zone)
3. ตัวแลกเปลี่ยนความร้อน (Heat exchanger)
4. ระบบการจ่ายแก๊สไนโตรเจนช่วง quenching (Nitrogen-based quenching)
5. ระบบสร้างสภาวะสุญญากาศของเตา (Vacuum system)
6. ระบบควบคุมการทำงานของเตา (Control system)



รูปที่ 1 ส่วนประกอบที่เป็นระบบย่อยต่างๆ ของเตาเบรซิง

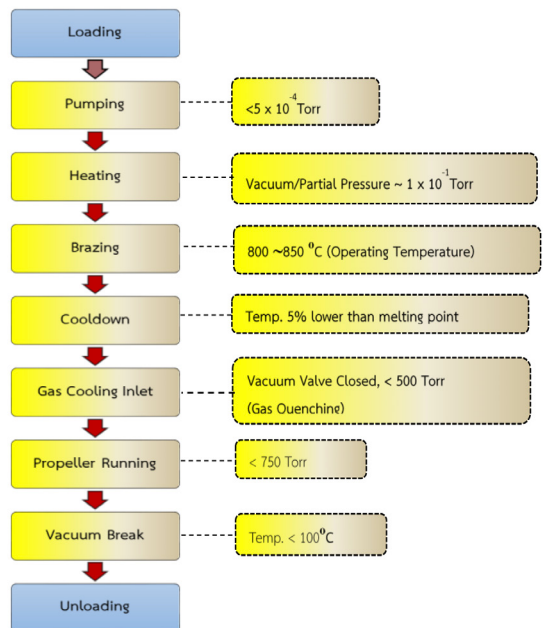
เตาที่ได้สร้างขึ้นใช้งานที่สถาบัน (รูปที่ 2)



รูปที่ 2 เตาเบรซิงจากสถานที่จริง
ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน จ.นครราชสีมา

ขั้นตอนการเบรซิงเริ่มจากการเปิดระบบต่าง ๆ หลังจากนั้นจึงนำเอาชิ้นงานเข้าไปวางในเตา แล้วทำความสะอาดสุญญากาศให้ได้อย่างน้อย 5×10^{-5} Torr แล้วเพิ่มอุณหภูมิในเตาให้สูงกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวของลวดประสาน (Filler metal) เพื่อทำการเชื่อมแผ่นประสาน เมื่อกระบวนการเชื่อมแผ่นประสานหรือเบรซิงแล้วเสร็จ จึงปิดแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโซนร้อน รอจนกระทั่งอุณหภูมิภายในเตาลดลงต่ำกว่าอุณหภูมิหลอมเหลวของลวดประสาน จึงทำการหล่อเย็นภายในเตาด้วยการเปิดแก๊สไนโตรเจนเข้าไปในโซนร้อนและเปิดระบบน้ำหล่อเย็นให้กับชุดแลกเปลี่ยนความร้อน เปิดพัดลมเพื่อระบายความร้อนออกจากเตา รอจนกว่าอุณหภูมิภายในเตาลดลงต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส จึงจะสามารถเปิดเตาและนำชิ้นงานออกได้ (รายละเอียดขั้นตอนการทำงานการเบรซิงด้วยเตาสุญญากาศแสดงไว้ในรูปที่ 3)

กระบวนการเชื่อมแผ่นประสานโลหะ หรือเบรซิง (Brazing) เป็นกรรมวิธีการเชื่อมแบบไร้ตะขั่วเพื่อเชื่อมต่อโลหะตั้งแต่สองชิ้นหรือมากกว่าเข้าด้วยกัน โลหะอาจเป็นชนิดเดียวกันหรือต่างชนิดกันก็ได้ ซึ่งต้องทำภายใต้สภาวะสุญญากาศ มีโลหะเติมหรือลวดแผ่นประสานที่อาจเป็นโลหะเงิน หรืออาจเป็นโลหะผสม เช่น ลวดทองเหลือง ลวดทองแดง ผสมฟอสฟอรัส โดยโลหะเติมนี้มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 450 องศาเซลเซียส แต่ต้องต่ำกว่าอุณหภูมิจุดหลอมเหลวของโลหะที่นำมาเข้ากระบวนการเบรซิง เรานำโลหะดังกล่าวนี้เติมลงไปที่รอยต่อของชิ้นงานแล้วนำไปอบด้วยความร้อน โลหะเติมก็จะหลอมละลายและแทรกตัวซึมเข้าไปในช่องว่างระหว่างรอยต่อด้วยปฏิกิริยาคาปิลารี (Capillary) หรือการซึมผ่านรูเล็ก

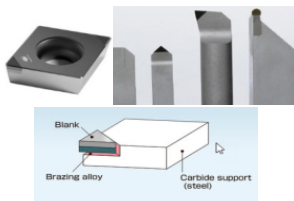


รูปที่ 3 ขั้นตอนดำเนินงานเชื่อมแผ่นประสานด้วยเตาสุญญากาศ หรือเบรซิง (Brazing)

การพัฒนาเตาเพื่อการเชื่อมแผ่นประสานโลหะในสถานะ
สุญญากาศหรือเตาเบรซิ่งนี้ ทำให้สถาบันสามารถเลี่ยงการ
จัดหาครุภัณฑ์จากต่างประเทศ เป็นการพึ่งพาตนเองอย่างยั่งยืน
ตามหลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียง ช่วยให้สามารถประหยัด
งบประมาณแผ่นดินได้ถึง 18 ล้านบาท ซึ่งถือเป็นการพัฒนา
เทคโนโลยีขององค์กรภาครัฐขึ้นมาใช้ประโยชน์จริงโดยฝีมือคน
ไทย ความรู้ความชำนาญ และเทคโนโลยีที่เกิดจากการพัฒนา
เตาสุญญากาศนี้ สามารถนำไปต่อยอดพัฒนาเป็นนวัตกรรม
สำหรับภาคอุตสาหกรรมที่ต้องการใช้งานเตาสุญญากาศได้หลาก
หลาย ลักษณะงานที่ใช้การเชื่อมต่อโลหะด้วยการเบรซิ่ง ได้แก่
การเชื่อมประสานวัสดุคมตัดให้ติดกับด้ามจับ การเชื่อมประสาน
ท่อถ่ายอากาศคอมเพรสเซอร์ในระบบปรับอากาศ งานเชื่อมต่อท่อ
อลูมิเนียมบางๆ หรือการอบชิ้นงานเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกล
เป็นต้น (ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5)



รูปที่ 4 ตัวอย่างชิ้นงานที่พัฒนาขึ้นโดยการ
เชื่อมต่อโลหะด้วยวิธีเบรซิ่ง สำหรับใช้ใน
ระบบสุญญากาศและเครื่องเร่งอนุภาคภายใน
สถาบัน



การเชื่อมประสานวัสดุ
คมตัดติดกับด้ามจับ



การอบชิ้นงานเพื่อ
ปรับปรุงคุณสมบัติทางกล



การเชื่อมต่อคอมเพรสเซอร์ใน
ระบบปรับอากาศ



การเชื่อมชิ้นส่วนของเครื่อง
พอกไอเสียเชิงเร่งปฏิกิริยา

รูปที่ 5 ตัวอย่างงานอุตสาหกรรมที่ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีการเชื่อมต่อโลหะด้วยวิธีเบรซิ่ง

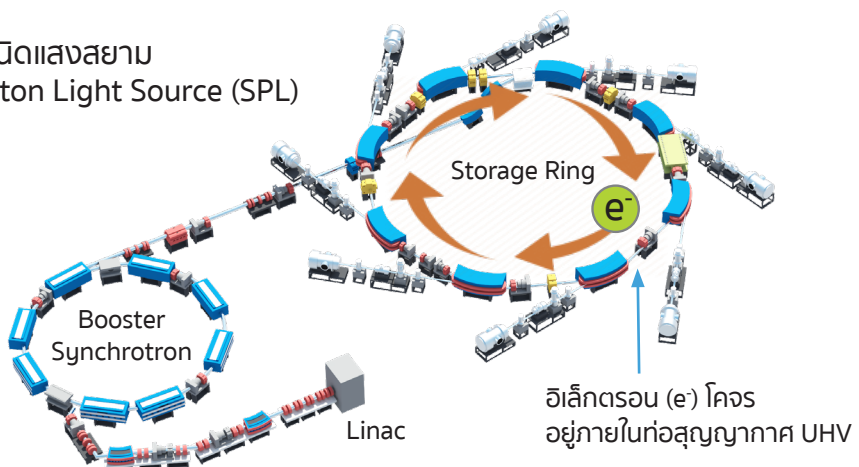


ซินโครตรอนกับงานสุญญากาศ

นายสุพรรณ บุญสุยา
นายสำเริง ด่วงนิล

ปัจจุบันเทคโนโลยีสุญญากาศ (Vacuum technology) ได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยทางด้านวิทยาศาสตร์ขั้นสูง หรือในอุตสาหกรรมการผลิตสินค้านวัตกรรมต่างๆ เพิ่มมากขึ้น ตลอดระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมา สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้ดำเนินการกิจพัฒนาเครื่องกำเนิดแสงสยามเพื่อให้บริการแสงซินโครตรอนแก่ประชาคมวิจัยไทยและต่างประเทศ ณ ห้องปฏิบัติการแสงสยาม จังหวัดนครราชสีมา โดยได้รับการถ่ายทอดเทคโนโลยีขั้นสูงหลายแขนงจากประเทศญี่ปุ่น เช่น เทคโนโลยีสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด (Ultra-High Vacuum หรือ UHV) ที่มีความสำคัญในกระบวนการผลิตแสงซินโครตรอน ซึ่งระบบสุญญากาศจะทำหน้าที่สร้างสภาวะสุญญากาศภายในท่อ ตลอดเส้นทางการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน (e^-) จนมีค่าความดันต่ำมาก ประมาณ 1×10^{-10} torr หรือต่ำกว่านั้น เพื่อให้อิเล็กตรอนที่ถูกเร่งจนมีพลังงานสูงและวิ่งด้วยความเร็วเกือบเท่าความเร็วแสง ในท่อสุญญากาศนี้มีการสูญเสียพลังงานจากการชนโมเลกุลของอากาศน้อยที่สุด ส่งผลทำให้อิเล็กตรอนสามารถโคจรรอบในภายวงกักเก็บได้นานและให้แสงซินโครตรอนที่มีคุณภาพสูง (รูปที่ 1)

เครื่องกำเนิดแสงสยาม
Siam Photon Light Source (SPL)

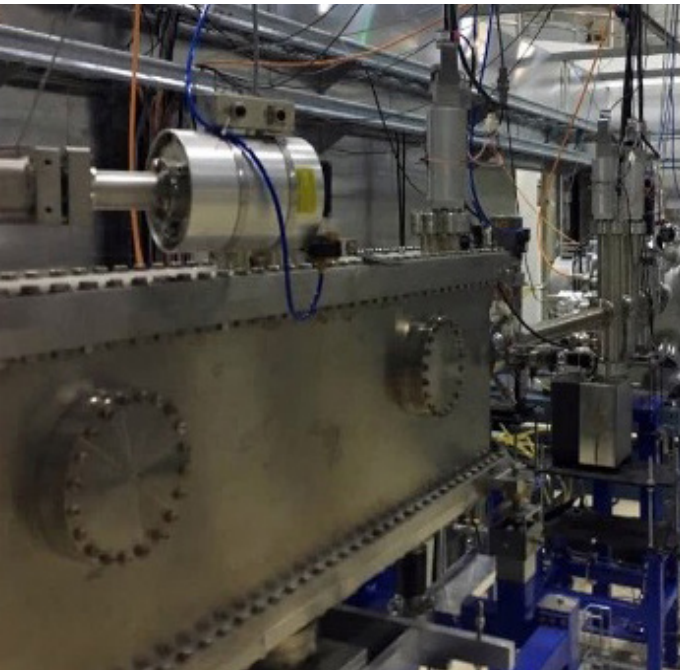


รูปที่ 1 แสดงส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอน ประกอบด้วยท่อสุญญากาศที่ใช้สำหรับลำเลียงอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่ภายในสภาวะสุญญากาศระดับ UHV

ถึงแม้ว่าการติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงสยาม ระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองสถานีแรกจะแล้วเสร็จตั้งแต่ปี พ.ศ. 2546 แต่ในส่วนของการพัฒนา การบำรุงรักษาเครื่องเร่งอนุภาค การสร้างระบบลำเลียงแสงและสถานีทดลองอื่นๆ เพิ่มเติมนั้น ถ้าใช้ชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างประเทศทั้งหมดจะสิ้นเปลืองงบประมาณเป็นจำนวนมาก บุคลากรสถาบันจึงได้ร่วมกันปรับปรุงและพัฒนาขีดความสามารถด้านเทคโนโลยีสุญญากาศระดับสูงอย่างต่อเนื่อง ปัจจุบันสถาบันมีความพร้อมทั้งด้านเครื่องมือ บุคลากรและองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีสุญญากาศ จนสามารถออกแบบ ซ่อมบำรุง พัฒนา และผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ระบบสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด (UHV) ที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับของที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ การสร้างระบบลำเลียงแสงของสถาบันจึงใช้งบประมาณที่ต่ำกว่าครึ่ง (รูปที่ 2) ซึ่งแสดงการผลิตชิ้นส่วนต่างๆ เพื่อรองรับการใช้งานภายในสถาบัน และยังสามารถให้บริการผลิตแก่หน่วยงานภายนอก ทั้งภาครัฐและเอกชนอุตสาหกรรมได้อีกด้วย

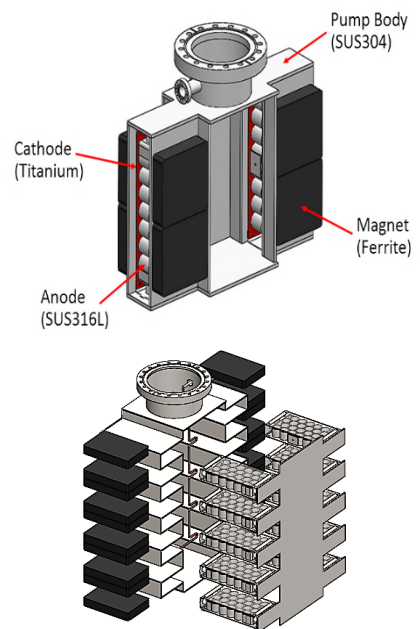


รูปที่ 2 การผลิตชิ้นส่วนสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด (UHV) ประสิทธิภาพสูง
โดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ที่มีคุณภาพเทียบเท่ากับของที่ผลิตจากต่างประเทศ



รูปที่ 3 ตัวอย่างชิ้นส่วนอุปกรณ์สุญญากาศที่ผลิตขึ้นและถูกนำไปติดตั้งใช้งานภายในสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

ชิ้นส่วนและอุปกรณ์ระบบสุญญากาศที่ผลิตขึ้นนี้สามารถใช้งานในสภาวะสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวด หรือ UHV ที่มีความดันต่ำกว่า 1.0×10^{-10} torr ได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยถูกนำไปติดตั้งใช้งานทั้งในส่วนเครื่องเร่งอนุภาคและระบบลำเลียงแสง (Beamline) (รูปที่ 3) จากอดีตจนถึงปัจจุบันสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อและนำเข้าจากต่างประเทศได้นับร้อยล้านบาท อีกทั้งยังสามารถตอบสนองได้ตรงตามความต้องการของงานวิจัยที่มีรูปแบบหลากหลายทั้งในด้านมิติและขนาด การพัฒนาด้านเทคโนโลยีสุญญากาศของสถาบันมิได้หยุดอยู่เพียงแค่การผลิตชิ้นส่วนและอุปกรณ์ระบบสุญญากาศเท่านั้น ทีมวิศวกรยังได้พัฒนาปั๊มสุญญากาศชนิดสปัตเตอร์ไอออน (Sputter ion pump) (รูปที่ 4) เพื่อใช้ในการสร้างสภาวะสุญญากาศระดับสูงยิ่งยวดอีกด้วย ซึ่งล้วนต้องใช้องค์ความรู้ด้านเทคโนโลยีสุญญากาศและงานวิศวกรรมขั้นสูงทั้งสิ้น



รูปที่ 4 Sputter Ion Pump ที่พัฒนาขึ้นเองโดยสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน

นอกจากนี้สถาบันยังมีศักยภาพและความพร้อมในการถ่ายทอดเทคโนโลยี ให้คำปรึกษา วิเคราะห์ และเข้าไปช่วยแก้ไขปัญหาเกี่ยวกับระบบสุญญากาศแก่หน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในภาคอุตสาหกรรมที่ต้องใช้ระบบสุญญากาศในกระบวนการผลิต เช่น อุตสาหกรรมการผลิตฮาร์ดดิสก์ ไดรฟ์ของบริษัทซีเทคเทคโนโลยี ประเทศไทย¹ อุตสาหกรรมการผลิตวัคซีนของบริษัทองค์การเภสัชกรรม-เมอริเออร์ชีววัตถุ จำกัด² อุตสาหกรรมการผลิต Cutting tools ของบริษัทเอส-วี นิททัน³ และอุตสาหกรรมการผลิตแผงโซลาร์เซลล์ ของบริษัทบางกอกโซลาร์ จำกัด⁴ (รูปที่ 5) การพัฒนาเทคโนโลยีสุญญากาศของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน นับได้ว่าเป็นการพัฒนากำลังคนและเทคโนโลยีขั้นสูงขึ้นภายในประเทศสามารถทดแทนการสั่งซื้อนำเข้าจากต่างประเทศ ลดค่าใช้จ่ายได้จำนวนมากศาล ตอบสนองได้ตรงความต้องการของผู้ใช้ที่มีรูปแบบหลากหลาย ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับนี้มิได้จำกัดอยู่เพียงแคภายในสถาบันเท่านั้น แต่ยังสามารถถ่ายทอดสู่หน่วยงานวิจัยภาครัฐ สถาบันการศึกษาและภาคอุตสาหกรรม ให้มีโอกาสเข้าถึงเทคโนโลยีระดับสูงที่พัฒนาโดยคนไทย เพื่อนำไปพัฒนากระบวนการวิจัยหรือนำไปปรับปรุงกระบวนการผลิตสินค้าที่มีนวัตกรรมและเพิ่มมูลค่าให้สูงขึ้น เพิ่มโอกาสและขีดความสามารถทางการแข่งขัน และสามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืน



รูปที่ 5
ตัวอย่างการถ่ายทอด
เทคโนโลยีและเข้าไปช่วย
แก้ไขปัญหาในระบบสุญญากาศ
ในกระบวนการผลิตแก่ภาค
อุตสาหกรรม



ซินโครตรอนกับงานเคลือบผิวเชิงแสง (Optical Coating)

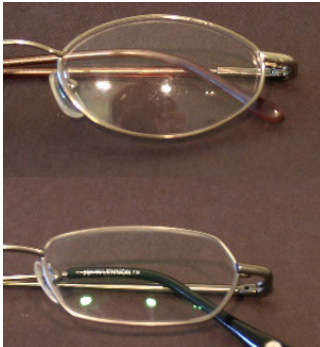
นายสุพรรณ บุญสุยา

ในประเทศไทย ณ ปัจจุบัน งานเคลือบผิววัสดุได้เข้ามามีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตภาคอุตสาหกรรมและงานวิจัยมากขึ้น เพราะมีประโยชน์ในการปรับปรุงและพัฒนาคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์เกิดนวัตกรรมที่สามารถอำนวยความสะดวกและตอบสนองการใช้งานของมนุษย์ได้ตรงความต้องการ การเคลือบผิวเชิงแสง (Optical coating) เป็นกระบวนการหนึ่งของการเคลือบผิววัสดุ เพื่อปรับเปลี่ยนคุณสมบัติเชิงแสงของวัสดุให้ดียิ่งขึ้น ยกตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น เลนส์แว่นตา หน้าจอสมาร์ทโฟน จอคอมพิวเตอร์ เลนส์กล้องถ่ายภาพ ฟิล์มกรองแสงติดรถยนต์ กระจกประหยัดพลังงาน อาคาร รวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย เช่น กระจกสะท้อนแสงกล้องโทรทรรศน์ กระจกหรือเลนส์ตัดแยกแสง เป็นต้น

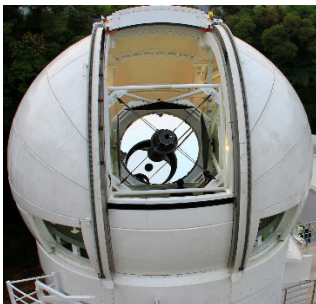
กระจกกล้องโทรทรรศน์ที่เคลือบสารสะท้อนแสง

การเคลือบผิวเชิงแสง (Optical coating)

คือ การเคลือบฟิล์มบางโลหะหรือโลหะที่มีความหนาในระดับนาโนเมตรลงบนผิววัสดุที่เกี่ยวข้องทางด้านแสง (Optical components) เช่น เลนส์ กระจกหรือฟิล์ม เป็นต้น โดยอาจเคลือบเพียงชั้นเดียวหรือหลายชั้นด้วยสารเคลือบต่างชนิดกัน เพื่อให้ผิวหน้าของวัสดุเกิดคุณสมบัติทางด้านแสง เช่น สะท้อนแสง (Reflects) หรือส่งผ่านแสงได้ดีขึ้น (Transmits) การเคลือบผิวเชิงแสงส่วนใหญ่มีวัตถุประสงค์เพื่อให้เกิดผลลัพธ์ทางแสงที่แตกต่างกัน สามารถแบ่งออกเป็น 3 กลุ่ม ดังนี้



รูปที่ 1 เปรียบเทียบเลนส์แว่นตาที่ไม่ได้เคลือบ (บน) และเคลือบสารกันการสะท้อนแสง (ล่าง)



รูปที่ 2 กระจกสะท้อนแสงของกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.4 เมตร ที่ถูกเคลือบผิวด้วยฟิล์มบางอลูมิเนียม ติดตั้ง ณ หอดูดาวเฉลิมพระเกียรติ อุทยานแห่งชาติดอยอินทนนท์ จังหวัดเชียงใหม่

1. Anti-reflection coatings เป็นการเคลือบเพื่อลดแสงสะท้อน เช่น การเคลือบเลนส์แว่นตาที่เรียกว่า Multi coat เพื่อลดแสงสะท้อนที่เกิดบนผิวเลนส์และเพิ่มปริมาณแสงส่องผ่านได้มากขึ้น จากเลนส์ปกติที่มีคุณสมบัติการส่งผ่านแสงเพียง 92% ที่เหลือ 8% เป็นแสงสะท้อนกลับ การเคลือบ Multi coat จะสามารถเพิ่มการส่งผ่านแสงได้มากกว่า 99% ในขณะที่การสะท้อนแสงต่ำกว่า 1% สารเคลือบที่นิยมใช้เพื่อลดแสงสะท้อนเช่น Magnesium Fluoride (MgF_2) เป็นต้น (รูปที่ 1)

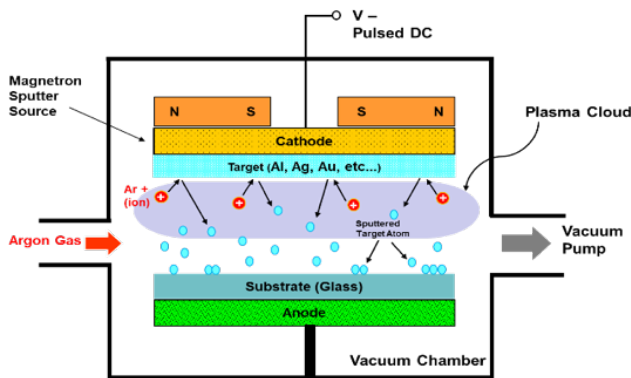
2. High-reflection coatings เป็นการเคลือบเพื่อให้สะท้อนแสงได้ดี เช่น การเคลือบกระจกสะท้อนแสงของกล้องโทรทรรศน์ (กล้องดูดาว) ด้วยฟิล์มบางโลหะที่มีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงสูง เช่น อลูมิเนียม เงินหรือทองคำ เป็นต้น (รูปที่ 2) โดยกระบวนการเคลือบด้วยไอเชิงกายภาพ (Physical Vapor Deposition หรือ PVD) ปกติเราจะใช้อลูมิเนียมบริสุทธิ์ในการเคลือบผิวกระจกของกล้องโทรทรรศน์เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเงินหรือทองคำ ซึ่งฟิล์มบางอลูมิเนียมให้ค่าการสะท้อนแสง (Reflectance) ครอบคลุมช่วงความยาวคลื่นที่ตามนุษย์สามารถมองเห็นหรือ Visible light (ความยาวคลื่น 400 – 700 nm) ประมาณ 88 – 92% ส่วนเงินและทองคำจะให้ค่าการสะท้อนแสงสูงในช่วงอินฟราเรด (ความยาวคลื่น 760 – 1000 nm) ประมาณ 95% และ 99% ตามลำดับ

3. Spectral coatings เป็นการเคลือบเพื่อคัดแยกแสง เช่น การเคลือบเลนส์หรือกระจกรองแสง (Filter) เพื่อส่งผ่านแสงในช่วงความยาวคลื่น และสะท้อนแสงในช่วงความยาวคลื่น เช่น กระจกลดแสงสีฟ้าถนอมสายตา (Blue light shield) ของจอคอมพิวเตอร์

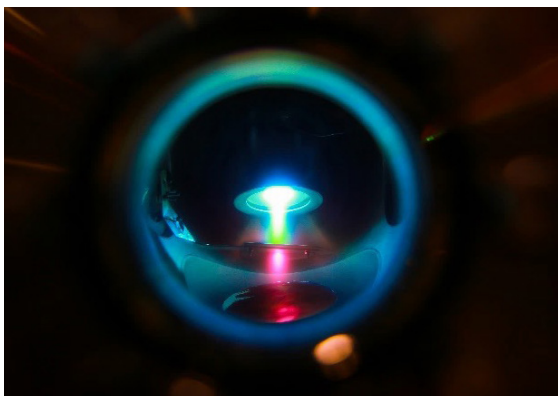
บัจจุบันกระบวนการที่นิยมใชใงานเคลือบผิวเชิงแสง คอ Physical Vapor Deposition หรือ PVD ใ้เป็นกระบวนการสร้งฟิล์มบางดว้ใทางกายภาพภายใ้สภาวะสุญญากาศ สามารถท้ได้ 2 วรือ

1. วรือการระเหยสาร (Evaporation) ดว้การใ้ความร้อนแกโลหะหรือสารเคลือบ (Target) โดยใ้กระแสไฟฟ้หรือล้ไอเล็กรอน ในการท้ให้อะตอมของสารเคลือบหลุดและฟุ้งกระจายลงไปก่อตัวเป็นชั้นฟิล์มบนผิวของวัสดุที่ต้งการเคลือบ (Substrate) ภายใ้สภาวะสุญญากาศ

2. วรือการสป้เตอรริง (Sputtering) ใ้เป็นวิธีการเคลือบผิวเชิงแสงที่มีประสิทธิภาพสูง Pulsed-DC



รูปที่ 3 กระบวนการเคลือบฟิล์มบางโลหะบนผิววัสดุเชิงแสง
ดว้เทคนิค Pulsed-DC Magnetron Sputtering



รูปที่ 4 ล้แสงที่เกิดจากพลาสมาขณะท้การเคลือบฟิล์มบางโลหะเงิน

magnetron sputtering ใ้เป็นเทคนิค
นึ่งในการเคลือบผิวเชิงแสงที่นิยม
ใ้มากที่สุด เพราะการยึดเกาะของ
ชั้นฟิล์มบนผิววัสดุจะแน่นหนากว้
วรือการระเหยสาร รวมทั้งยังสามาร
ควบคุมความหนาของชั้นฟิล์มบางได้
อย่างแม่นยำในระดับนาโนเมตร (รูปที่
3) ดั้งนี้ เมื่อท้การจ่ายแรงดันไฟฟ้
ลบเข้าไปยังขั้วแคโทด ภายใ้สภาวะ
สุญญากาศ ภายใ้ต้สนามไฟฟ้และ
สนามแม่เหล็กจะท้ให้เกิดสอาร์กอน
แตกตัวเป็นไอออน (Ar^+) จนเกิด
พลาสมา (Plasma) (รูปที่ 4) ไอออน
ดังกล่าวจะเคลื่อนที่ดว้ความเร่งและมี
พลังงานสูง ฟุ้งเข้าชนอะตอมบนผิวหน้า
ของเป้าสารเคลือบ (Target) ที่ท้จาก
โลหะ เช่น อลูมิเนียม เงินหรือทองคำ
เป็นต้น ท้ให้อะตอมของสารเคลือบ
หลุดออกมาดว้พลังงานสูงวิ่งเข้าไป
ฝังตัวเป็นชั้นฟิล์มบางบนผิวของวัสดุที่
ต้งการเคลือบ (Substrate) เราเรีย
กระบวนการนี้ว่า “สป้เตอรริง”



เครื่องเคลือบกระจกกล้องโทรทรรศน์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร ที่สร้างขึ้นโดยฝีมือคนไทย ปัจจุบันติดตั้งและใช้งานที่สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ จ.เชียงใหม่

ตลอดระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมา นับตั้งแต่ติดตั้งเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนในประเทศไทย ได้ก่อให้เกิดองค์ความรู้ทางเทคโนโลยีหลากหลายแขนง เช่น เทคโนโลยีสุญญากาศ เทคโนโลยีเครื่องเร่งอนุภาค เป็นต้น ซึ่งล้วนเป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ทำให้สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน มีความพร้อมทั้งด้านองค์ความรู้ เครื่องมือและบุคลากร สามารถพึ่งพาตนเองในการพัฒนาระบบหรือสร้างเครื่องจักรที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงขึ้นใช้เองภายในประเทศ โดยอาศัยการบูรณาการงานด้านวิศวกรรมหลากหลายสาขา ตัวอย่างการพัฒนาระบบหรือสร้างเครื่องจักรที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีซินโครตรอนในด้านที่เกี่ยวกับงานเคลือบผิวเชิงแสง เช่น การสร้างเครื่องเคลือบกระจกกล้องโทรทรรศน์ขนาดใหญ่ เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.4 เมตร ภายใต้อาณัติความร่วมมือระหว่าง สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติและมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี เพื่อใช้สำหรับเคลือบสารสะท้อนแสง (ฟิล์มบางโลหะและอโลหะ) ลงบนผิวกระจกของกล้องโทรทรรศน์ ด้วยกระบวนการ PVD โดยใช้เทคนิค Pulsed-DC magnetron sputtering และ RF Magnetron sputtering สามารถรองรับการเคลือบได้ทั้งฟิล์มบางโลหะ เช่น อลูมิเนียม เงินหรือทองคำ และฟิล์มบางที่ไม่ใช่โลหะ เช่น ซิลิกอนไดออกไซด์ (SiO_2) ปัจจุบันได้ทำการเคลือบฟิล์มบางโลหะอลูมิเนียมและฟิล์มบางซิลิกอนไดออกไซด์ลงบนผิวกระจกของกล้องโทรทรรศน์ โดยสามารถให้ค่าการสะท้อนแสงสูงถึง 90 - 92% ซึ่งมีคุณภาพเทียบเท่าเครื่องที่ผลิตในต่างประเทศ หากสั่งซื้อนำเข้าจะมีราคาสูงเกือบ 50 ล้านบาท ในขณะที่การสร้างเครื่องเคลือบกระจกเครื่องนี้ใช้งบประมาณไม่ถึง 20 ล้านบาท ผลสำเร็จของการพัฒนานี้แสดงให้เห็นถึงการนำองค์ความรู้ที่เกิดขึ้นจากเทคโนโลยีซินโครตรอน มาปรับใช้ในการพัฒนาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ก่อให้เกิดนวัตกรรมที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ สามารถพึ่งพาตนเองได้อย่างยั่งยืนต่อไปในอนาคต

❧ นวัตกรรมของ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ❧

บรรณานุกรม

- กาญจนา ธรรมนุ และสุวิมล พิทักษ์. (2559). การศึกษาคุณภาพเนื้อสุกรด้วยเทคนิคซินโครตรอน-IR Microspectroscopy. รายงานประจำปี 2559 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน. หน้า 102.
- ชัยนันท์ สุขสมิทธิ์ และกาญจนา ธรรมนุ. (2558). อุทสากรรมแป้งมันบ้านโป่ง พัฒนา “Encapsulation” เคลือบกลี้นรส. *SLRI Research Compendium 2015*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน. หน้า 38.
- ณปภา บุญโสพล, วิไล รัสสาทอง, ไศรดา วัลภา และวริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2559). การใช้สารประกอบคาร์โบไฮเดรตแทนสารประกอบฟอสเฟตในผลิตภัณฑ์กึ่งขาวแซ่เยือกแข็ง. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย.
- นันทกร บุญเกิด, วราภรณ์ ตันตพูน (2561) องค์ประกอบทางเคมีอินทรีย์และสารเร่งการเจริญเติบโตของพืชที่มีอยู่ในปุ๋ยมูลค่างควา และศึกษาความสามารถในการควบคุมการปลดปล่อยธาตุอาหารของปุ๋ย. นครราชสีมา: บริษัท อินเทอร์เน็ตไทย เทค (ประเทศไทย) จำกัด.
- นันทกร บุญเกิด, สมชาย ต้นธารภรณ์, วราภรณ์ ตันตพูน และศิริวรรณ ณะวงษ์ (2561). จัดสร้างโรงเรียนต้นแบบสำหรับการเพาะเลี้ยงต้นกล้าผักกาดเขียวปลี. จัดสร้างให้บริษัทสันติภาพ (เชียงใหม่ 1988) จำกัด. นครราชสีมา: บริษัทสันติภาพ (เชียงใหม่ 1988) จำกัด.
- เบญญาภา ทองภูมิ และกาญจนา ธรรมนุ. (2558). กุ้งแช่แข็งปลอดภัย จุลชีวแบคทีเรียบนเปลือก. *SLRI Research Compendium 2015*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน. หน้า 44.
- ปริศนา สุวรรณภรณ์และวริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2559). *Crystalline structure determination of germinated brown rice using Synchrotron Wide-angle X-ray scattering*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน).
- มงคล เวสราชีเวช และกาญจนา ธรรมนุ. (2558). เบทาโกร: เนื้อหมูคุณภาพสูง. S-Pure. *SLRI Research Compendium 2015*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน. หน้า 41.
- รุ่งเรือง พัฒนากุล. (2559). อุปกรณ์ประมวลค่าความชื้นและอุณหภูมิ. กรุงเทพฯ: บริษัท เจริญโภคภัณฑ์อาหาร จำกัด (มหาชน)
- รุ่งเรือง พัฒนากุล. (2561). พัฒนาระบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมสภาพแวดล้อมการเพาะเลี้ยงกุ้งแช่. ยะลา: บริษัทเซโก้ ฟาร์ม
- วริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2559). การตรวจวิเคราะห์การเกิดสารสีน้ำตาลในน้ำสลัดใส. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน).
- วริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2559). การแปรรูปกากมันให้เป็นใยอาหารคุณภาพสูง. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน).
- วริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2560). การพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากกากกล้วย. กรุงเทพฯ: บริษัท เนเชอรัล เบฟ จำกัด.
- วริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ และพัทธนันท์ ระวีทรัพย์. (2559). “ผลึกแป้ง” ข้อมูลสำคัญในการผลิตแป้งมันสำปะหลัง. รายงานประจำปี 2559 สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). หน้า 103.
- วริศรียา เกียรติพงษ์ลาภ. (2560). ซินโครตรอน วิจัยพบ “เห็ดเยื่อไผ่” สุดมหัศจรรย์อุดมไปด้วยสารคุณประโยชน์สูงเร่งต่อ ยอดผลิตอาหารเสริม-เวชสำอาง. สืบค้นจาก <http://www.slri.or.th/th/index.php/slriresearch>

- สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). (2560). *กินแคลเซียมไม่ช่วย ! นักวิจัยไทยสุดยอด ใช้แสงซินโครตรอน หาสาเหตุที่แท้จริงของโรคข้อเข่าเสื่อม เพื่อให้การรักษาถูกจุด*. สืบค้นจาก <http://www.sfri.or.th/th/index.php/sfriresearch>.
- สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). (2560). *ซินโครตรอนพบ! สารสกัดโปรตีนจากดักแด้ใหม่ ยับยั้งมะเร็งเต้านมได้*. สืบค้นจาก <http://www.sfri.or.th/th/index.php/sfriresearch>.
- สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). (2561). *หญ้าหยาบน้ำค้างค่านมมะเร็ง*. สืบค้นจาก <http://www.sfri.or.th/th/index.php/sfriresearch>.
- สมชาย ต้นชากรณ, สุศักดิ์ ศิริพรอดุลศิลป์, วราภรณ์ ต้นขุนข, กาญจนา ธรรมนุ และววิทย์ลา เกียรติพงษ์ลาภ (2560) การคัดแยกแบคทีเรีย *Cupriavidus taiwanensis* S2500-3 ตรึงแคดเมียมในดิน ลดการปนเปื้อนในการปลูกข้าว. รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
- อนุชิต เรืองวิทยานนท์. (2558). *การศึกษาโครงสร้างผลึกของโพลีเมอร์และชีสจากการเติมสารทดแทนไขมัน*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน).
- อมรรัตน์ โมพีและกาญจนา ธรรมนุ. (2558). การคัดแยกเนื้อไก่สายพันธุ์ไก่เนื้อโคราช. *SLRI Research Compendium 2015*. นครราชสีมา: สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน). หน้า 17.
- Kiatpongarp, W., Tongta, S., Rolland-Sabaté, A., Buléon, A. (2015). Crystallization and chain reorganization of debranched rice starches in relation to resistant starch formation. *Carbohydrate Polymers*, 122, 108-114.
- Mothong, N., Songsiriritthigul, C., and Rodtong, S. (2010, June). *Crystallization and x-ray diffraction studies of a low molecular weight-monomeric lectin from straw mushroom*. Paper presented at The 5th Annual Symposium of Protein Society of Thailand 159 "Protein Research: From Basic Approaches to Modern Technologies", Bangkok, Thailand.
- Mothong, N., Songsiriritthigul, C., Rodtong, S. (2010, October). *Crystallization of a monomeric lectin from straw mushroom for structural analysis*. Paper presented at TSB 2010 International Conference on Biotechnology for Health Living, Prince of Songkla University, Trang Campus, Thailand.
- Pattanasiriwisa, W., Sirinupong, N., Suwanmanee, P., Daengkanit, C. and Siritapetawee, J. 2009. An attempt to analyze the bark disease in *havea brasiliensis* using x-ray absorption near-edge spectroscopy. *Journal of Synchrotron Radiation*, 16, 622-627.
- Sindhupakorn, B., Thienpratharn, S., Kidkhunthod, P. (2017). A structural study of bone changes in knee osteoarthritis by synchrotron-based x-ray fluorescence and x-ray absorption spectroscopy techniques, *Journal of Molecular Structure*, 1146, 254-258.
- Siritapetawee, J., Pattanasiriwisa, W., Siritapetawee, U. (2010). Trace element analysis of hairs in patients with dementia. *Journal of Synchrotron Radiation*, 17 (pt.2), 268-272.
- Sompong, M., Thumanu, K., Prakhongka, I., Burapatpong, B., Athinuwat, D., Prayhuangwong, S., and Buensanteai, N. 2015. Infrared spectroscopy: Methods for investigating cellular components of phytopathogenic fungi response to temperature stress. *African Journal of Microbiology Research*, 7, 4331-4337.

10th หนึ่งทศวรรษ year

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน



หลักทรัพย์จัดการกองทุนสิทธิไทย
开泰基金管理 KASIKORN ASSET MANAGEMENT

ISBN 978-616-12-0526-3



9 786161 205263