SCIENCE &
TECHNOLOGY
BOOK SERIES

SYNCHROTRON
THAILAND
CENTRAL LAB

Synchrotron Light : An Unlocking Key to Secret

แสงซินโครตรอน...แสงไขความลับ

จุดประกายความคิด
วิทย์สร้างชาติ

Synchrotron Light : An Unlocking Key to Secret

แสงซินโครตรอน...แสงไขความลับ

Synchrotron Light :
An Unlocking Key to Secret
แสงซินโครตรอน...แสงไขความลับ

ISBN:	978-616-12-0579-9
พิมพ์ครั้งที่	1, พ.ศ. 2562
จำนวน	3,000 เล่ม
สงวนลิขสิทธิ์	ตาม พ.ร.บ. ลิขสิทธิ์ (ฉบับเพิ่มเติม) พ.ศ. 2558
จัดทำโดย	กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ไม่อนุญาตให้คัดลอก ทำซ้ำ และดัดแปลง ส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้
นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น

Synchrotron Light : An Unlocking Key to Secret แสงซินโครตรอน...แสงไขความลับ/โดย สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) -- นครราชสีมา : สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน), 2561.

48 หน้า : ภาพประกอบ

ISBN : 978-616-12-0579-9

1.แสงซินโครตรอน 2.กระจกโบราณ 3.ไขความลับ 4.ม้าฟ้าแลบ 5.วัตถุโบราณ 6.อัญมณี 7.เห็ดเยื่อไผ่ 8.ข้าว 9.ครีมกันแดด 10.กระจกเกรียบ

I. สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) II. ชื่อเรื่อง

ผู้เขียน	ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์ , ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์ , ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก ดร.ณัฐธวัล ประมาณพล , ดร.นิชาดา เจียรนัยกูร , ดร.แคทลียา โรจน์วิริยะ ดร.กาญจนา ธรรมนู , นาย สิรวิชญ์ ลิ่มกุล , ดร.วรวิกัลยา เกียรติ์พงษ์ลาภ นางสาวบุษยารัตน์ ไมขุนทด , นางสาวสุนิษา สุขสุทธิ์ , ผศ.ดร.นิภาพร อามัสสา น.ส.นันทิยา วงศ์แสงตา , ผศ.ภญ.ดร.พนิดา ลอออรรถพงศ์ ดร.พินิจ กิจขุนทด , น.ส.ศศิพันธุ์ ไตรทาน ,น.ส.กุลธิดา พิทยาภรณ์
กราฟิก	บ.พิมพ์ดี จำกัด , นางสาวสิริ นิธิเมธารัตน์

คำนิยม

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เป็นปัจจัยสำคัญในการขับเคลื่อนเศรษฐกิจ สังคม มาอย่างต่อเนื่อง ซึ่งประเทศไทยได้ให้ความสำคัญในการวิจัยพัฒนา สร้างความรู้ใหม่ และการนำไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาเศรษฐกิจ สังคม และคุณภาพชีวิต ขณะที่การเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเป็นไปอย่างก้าวกระโดดในช่วงสิบปีที่ผ่านมา การส่งเสริมให้ประชาชนได้รับรู้และทำความเข้าใจกับเรื่องราวใหม่ ๆ ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จึงเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้สังคมพร้อมต่อการก้าวไปข้างหน้าอย่างเท่าทันโลก

กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งก่อตั้งอย่างเป็นทางการเมื่อวันที่ 24 มีนาคม พ.ศ. 2522 ได้ทำหน้าที่เป็นกลไกในการขับเคลื่อนประเทศผ่านหน่วยงานวิจัยหลากหลายหน่วยงาน โดยมีการปรับเปลี่ยนไปตามสถานการณ์ตลอดช่วงเวลาหลายสิบปีที่ผ่านมา และจะยังคงพัฒนาต่อไปเพื่อเป็นองค์กรหลักในการนำประเทศสู่เศรษฐกิจฐานความรู้ และสังคมนวัตกรรม ในโอกาสครบรอบ 40 ปีของกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในปี พ.ศ. 2562 ท่าน ดร.สุวิทย์ เมษินทรีย์ อดีตรัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีดำริให้กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จัดทำ "หนังสือชุดความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี" เพื่อรวบรวมเรื่องราวด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่น่าสนใจรวม 19 เรื่องไว้ในชุดหนังสือนี้

การจัดทำหนังสือแสงชินโครตรอน...แสงไขความลับนี้ มุ่งหวังให้เยาวชนคนรุ่นใหม่ได้เข้าถึงองค์ความรู้ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี รวมทั้งยังเป็นโอกาสในการสร้างแรงบันดาลใจกับเยาวชนคนรุ่นใหม่ให้เข้าใจถึงบทบาทและความสัมพันธ์ของวิทยาศาสตร์ในมิติต่าง ๆ ของการดำรงชีวิต

ผมขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องในการจัดทำหนังสือชุดนี้ทุกท่าน และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้และเล่มอื่น ๆ ในชุด จะเป็นแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียนรู้และมีส่วนช่วยกระตุ้นให้เยาวชนและประชาชนไทยเกิดความสนใจหาความรู้วิทยาศาสตร์ในด้านอื่น ๆ ต่อไป

รองศาสตราจารย์สรนิต ศิลธรรม
ปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มีนาคม 2562

คำนำ

หนังสือ "แสงซินโครตรอน แสงไขความลับ" เล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อแนะนำเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน และประโยชน์จากแสงซินโครตรอนในด้านต่างๆ ให้แก่ เด็ก เยาวชน และประชาชนทั่วไป รวมถึงผู้ที่มีความสนใจในวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เนื้อหาภายในเล่มกล่าวถึงความรู้เบื้องต้นของแสงซินโครตรอน ซึ่งเปรียบเสมือนการปูพื้นฐานเรื่องของแสงซินโครตรอน ก่อนจะนำผู้อ่านเข้าสู่บทของการไขความลับในงานวิจัยด้านต่างๆ ด้วยแสงซินโครตรอน ซึ่งงานวิจัยในเล่มนี้ แบ่งออกเป็นหมวดหมู่ได้ดังนี้

1. ซินโครตรอน ไขความลับกระจกโบราณ
2. ซินโครตรอน ไขความลับวัตถุโบราณ
3. ซินโครตรอน ไขความลับการตายม้าฟ้าแลบ
4. ซินโครตรอน ไขความลับอัญมณี
5. ซินโครตรอน ไขความลับข้าวไทย
6. ซินโครตรอน ไขความลับเห็ดเยื่อไผ่
7. ซินโครตรอน ไขความลับครีมกันแดด
8. ซินโครตรอน ไขความลับด้านพลังงาน

ทั้ง 8 เรื่องนี้ เป็นเพียงส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่คณะผู้เขียนได้คัดสรรออกมา เพื่อถ่ายทอดประโยชน์ของแสงซินโครตรอน ผ่านการร้อยเรียงในภาษาที่เข้าใจง่าย แต่ยังคงเนื้อหาของวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) หวังเป็นอย่างยิ่งว่า หนังสือ "แสงซินโครตรอน แสงไขความลับ" จะเปรียบเสมือนกุญแจที่จะนำท่านผู้อ่านไขประตูเปิดสู่โลกวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีของแสงซินโครตรอน รวมถึงเป็นแหล่งเรียนรู้ทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและนวัตกรรม ตลอดจนเป็นหนังสือที่สร้างแรงบันดาลใจให้แก่ เด็ก เยาวชน คนรุ่นใหม่ สู่การคิดวิเคราะห์ เป็นเหตุเป็นผลในเชิงวิทยาศาสตร์ต่อไป

คณะผู้จัดทำ
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
กุมภาพันธ์ 2562

สารบัญ

06 ซินโครตรอน...แสงจิ๋วทรงพลัง

17 ซินโครตรอน ไขความลับกระจกโบราณ

20 ซินโครตรอน ไขความลับวัตถุโบราณ

24 ซินโครตรอน ไขความลับการตายม้า “ฟ้าแลบ”

26 ซินโครตรอนไขความลับอัญมณี

29 ซินโครตรอน ไขความลับข้าวไทย

33 ซินโครตรอนไขความลับเห็ดเยื่อไผ่

38 ซินโครตรอน ไขความลับครีมกันแดด

44 ซินโครตรอน ไขความลับแก้วมูลค่าสูงใช้งานในแบตเตอรี่

ซินโครตรอน...แสงจิ๋วทรงพลัง

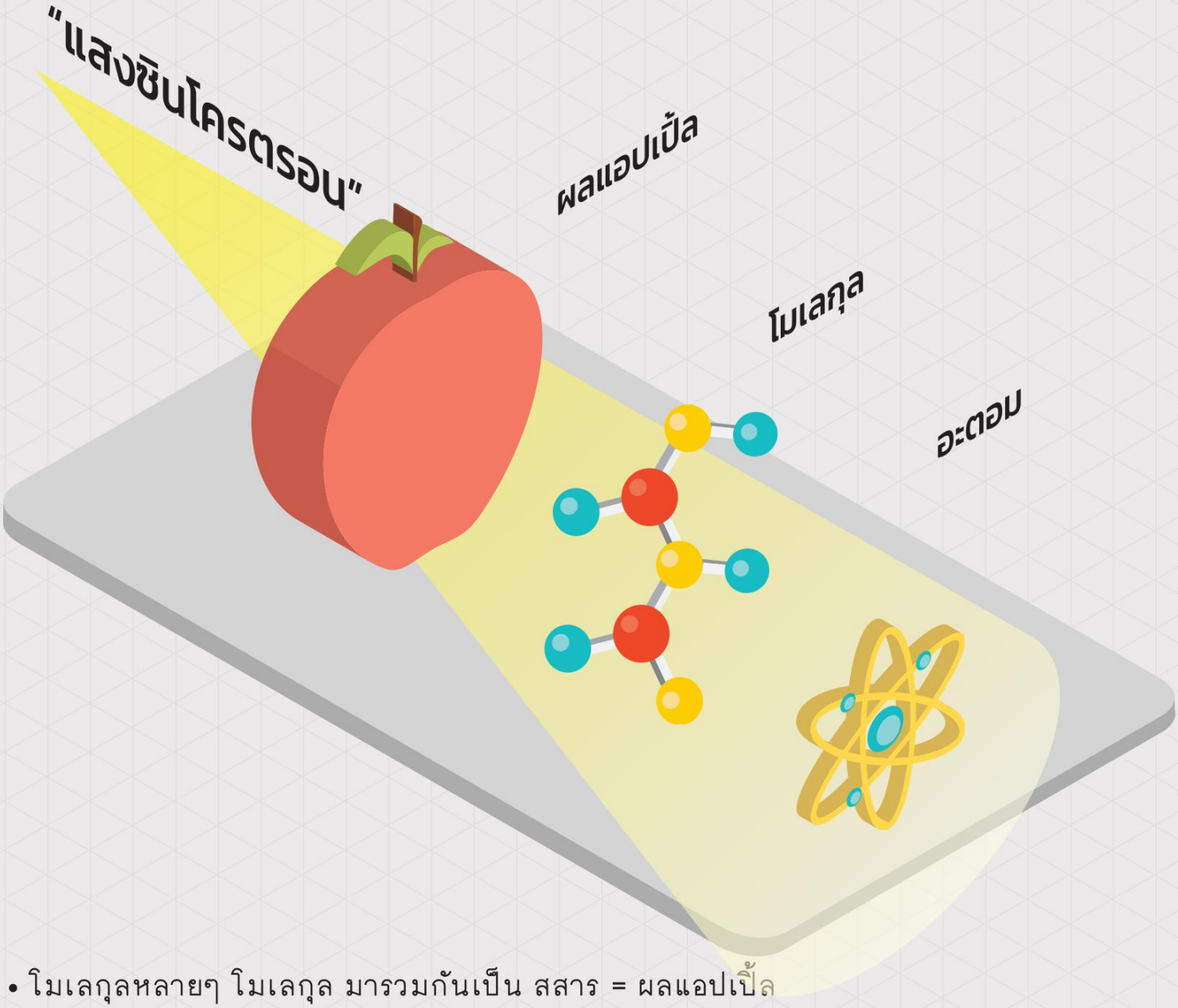
แสงซินโครตรอนคืออะไร

แสงที่มนุษย์พบเจอบนโลกนี้มีอยู่มากมาย ไม่ว่าจะเป็นแสงจากดวงอาทิตย์ในเวลากลางวัน แสงจากดวงดาวในยามค่ำคืน แสงจากหลอดไฟต่างๆ หรือแม้กระทั่งแสงที่เกิดจากการส่งสัญญาณของสัตว์อย่าง เช่น หิ่งห้อย เป็นต้น แสงเหล่านี้มีทั้งเกิดขึ้นเองโดยธรรมชาติ และมนุษย์สร้างขึ้น

ยังมีแสงอีกประเภทหนึ่ง ที่มีคุณสมบัติที่พิเศษต่างจากแสงอื่นๆ แสงนี้มีความสว่างจ้ากว่าแสงในเวลากลางวันมากกว่า 1 ล้านเท่า ขนาดของลำแสงเล็กได้ถึงขนาดของเส้นผม อีกทั้งแสงนี้ยังครอบคลุม 4 ช่วงความยาวคลื่น ตั้งแต่ แสงอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น แสงอัลตราไวโอเลต และรังสีเอกซ์ แสงนี้เรียกกันว่า **"แสงซินโครตรอน"**

"แสงซินโครตรอน"
ครอบคลุม
4 ช่วงความยาวคลื่น
ตั้งแต่ แสงอินฟราเรด
แสงที่ตามองเห็น
แสงอัลตราไวโอเลต
และรังสีเอกซ์
Electromagnetic Spectrum
Source spectrum
Wavelength (meter)
AM
FM
TV
Radar
TV Remote
Light Bulb
Sun
X-ray machine
Radioctive Elements
Radio waves
Infrared
Ultraviolet
X-rays
Gamma rays
100m
1m
1cm
0.01cm
1000nm
10nm
0.01nm
0.0001nm

“แสงซินโครตรอน” เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีคุณสมบัติพิเศษอื่นๆ อีกเช่น มีความคมชัดและความเข้มสูง มีอำนาจทะลุทะลวงสูง สามารถตรวจวัดสสารได้ถึงระดับโมเลกุลหรืออะตอม แม้จะมีปริมาณสารตัวอย่างน้อย อีกทั้งยังไม่ทำลายสารตัวอย่าง ด้วยคุณสมบัติพิเศษเหล่านี้ นักวิทยาศาสตร์จึงใช้แสงซินโครตรอนไขความลับในระดับโมเลกุลหรืออะตอมในงานวิจัยด้านต่างๆ อาทิ ด้านการแพทย์ สิ่งแวดล้อม การเกษตร อาหาร โบราณคดี วัสดุศาสตร์ อุตสาหกรรม รวมไปถึงการวิจัยพัฒนาเพื่อสร้างนวัตกรรม



- โมเลกุลหลายๆ โมเลกุล มารวมกันเป็น สสาร = ผลแอปเปิ้ล
- อะตอมหลายๆ อะตอม รวมกันเป็น โมเลกุล
- สิ่งที่เล็กที่สุดของสสาร ประกอบด้วย อิเล็กตรอน วิ่งวนอยู่รอบโปรตอน และนิวตรอน หรือนิวเคลียส คือ อะตอม

แสงซินโครตรอน
เกิดขึ้นมาได้อย่างไร

แสงซินโครตรอน เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเช่นเดียวกับแสงที่มาจากดวงอาทิตย์และแสงอื่นๆ แต่แสงซินโครตรอนนั้นคือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกปลดปล่อยออกมาจากอนุภาคที่มีประจุ เช่น อิเล็กตรอนและโปรตรอน ที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงเกือบเท่าความเร็วแสง และถูกบังคับให้เลี้ยวโค้งด้วยสนามแม่เหล็ก ทำให้อิเล็กตรอนสูญเสียพลังงานบางส่วน และปลดปล่อยออกมาในรูปของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่เรียกว่า **"แสงซินโครตรอน"**

การผลิตแสงซินโครตรอน

1. **การผลิตอิเล็กตรอน** ตัวผลิตอิเล็กตรอนจะผลิตอิเล็กตรอนจำนวนมหาศาล ด้วยการที่เราจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับไส้โลหะของปืนอิเล็กตรอนจนร้อน ทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมา จากนั้นใช้ความต่างศักย์ไฟฟ้าแรงสูงขั้วบวกในการดึงอิเล็กตรอนให้วิ่งไปในทิศทางเดียวกัน เพื่อเข้าสู่เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรง

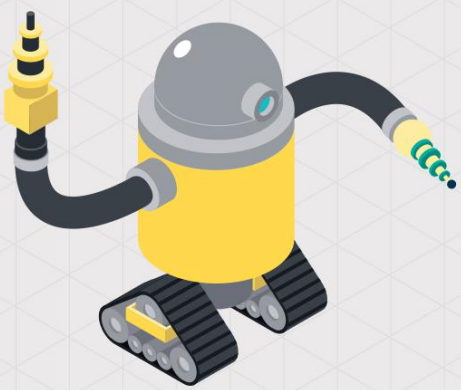
2. **เครื่องเร่งอนุภาคแนวตรง** ทำหน้าที่เร่งอิเล็กตรอนให้เคลื่อนตัวในแนวเส้นตรงให้ได้พลังงานและความเร็วที่ต้องการ และส่งไปยังเครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม

3. **เครื่องเร่งอนุภาคแนววงกลม** ทำหน้าที่เร่งการเคลื่อนตัวของอิเล็กตรอนให้มีความสูงมากและมีพลังงานตามที่ต้องการ โดยใช้สนามแม่เหล็กบังคับอิเล็กตรอนเคลื่อนไปตามแนววงกลม จนกระทั่งมีพลังงานเท่ากับ 1,200 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ (1.2 GeV) แล้วจึงถูกส่งต่อไปยังวงกักเก็บอิเล็กตรอนต่อไป

4. **วงกักเก็บอิเล็กตรอน** ทำหน้าที่กักเก็บอิเล็กตรอนและผลิตแสงซินโครตรอน ประกอบด้วยแม่เหล็กชนิดต่างๆ ทำหน้าที่บังคับให้อิเล็กตรอนพลังงานสูงเหล่านี้เคลื่อนที่ในทิศทางที่ต้องการภายในท่อสุญญากาศ โดยบริเวณที่เป็นแม่เหล็กบังคับเลี้ยวสองขั้ว (Bending magnet) จะเป็นบริเวณที่มีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเราเรียกว่า **แสงซินโครตรอน** เข้าสู่ระบบลำเลียงแสง

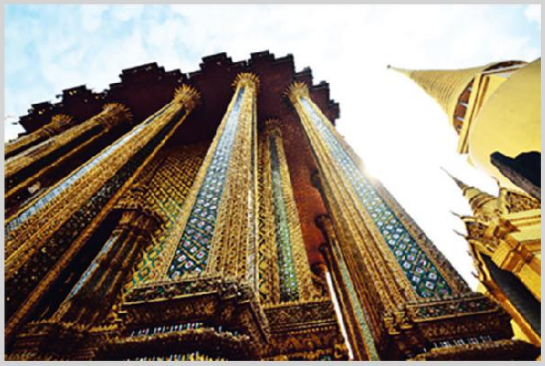
5. **ระบบลำเลียงแสง** จะทำหน้าที่ลำเลียงแสงซินโครตรอนเพื่อให้นักวิทยาศาสตร์ใช้วิเคราะห์ตัวอย่างที่ปลายสถานีทดลอง

การผลิตแสงซินโครตรอน



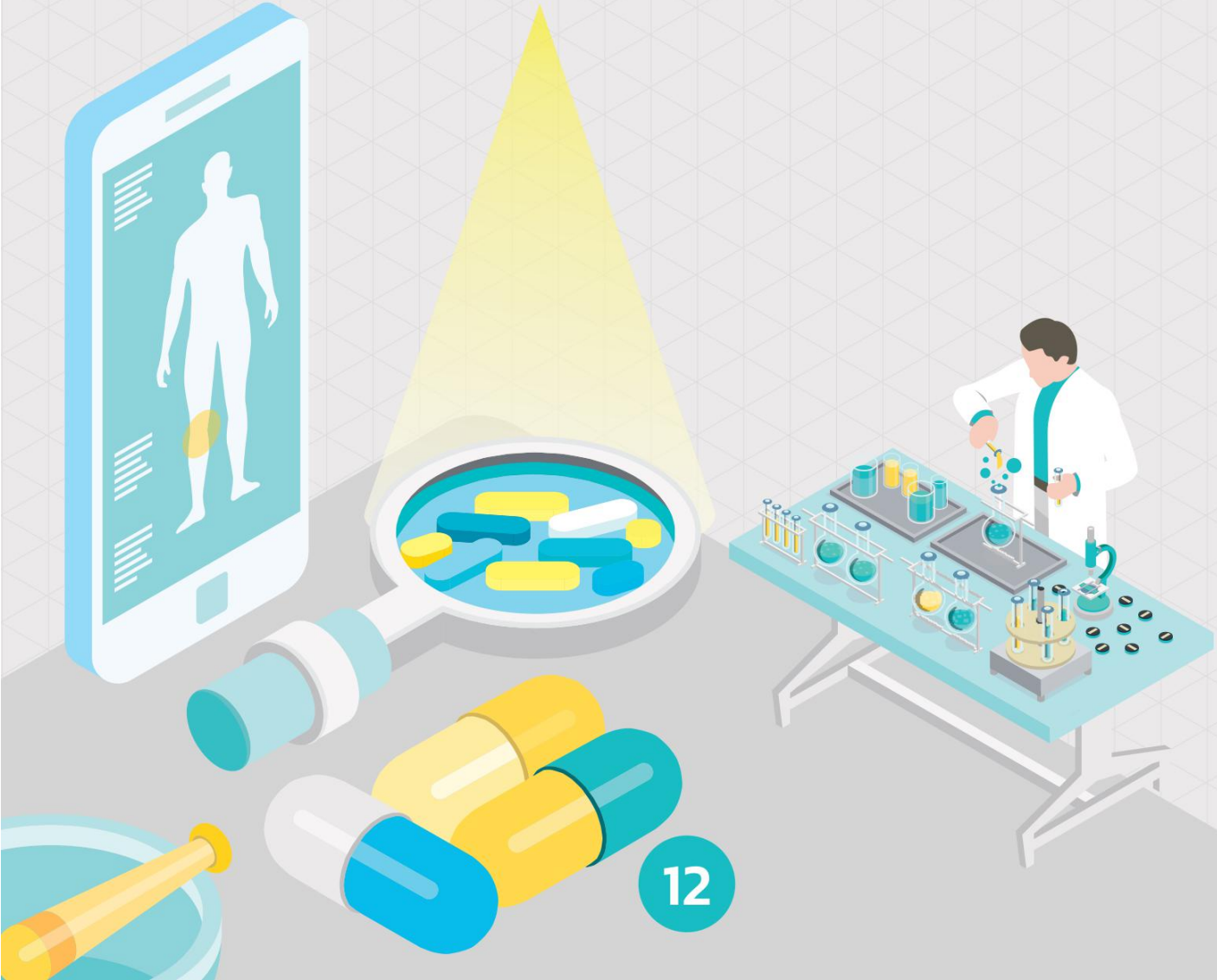
ด้านโบราณคดี

การวิเคราะห์ด้วยแสงซินโครตรอนเป็นการวิเคราะห์ที่ไม่ทำลายสารตัวอย่าง จึงเหมาะแก่การวิเคราะห์ทางโบราณคดี ซึ่งตัวอย่างที่นำมาศึกษามีมูลค่าสูงหรือประมาณค่ามิได้ ตัวอย่างงานวิจัยด้วยแสงซินโครตรอนในด้านนี้ ได้แก่ การตรวจสอบแยกแยะวัตถุโบราณบ้านเชียงของแท้และของทำเทียม ที่ยากต่อประเมินด้วยสายตา การศึกษาหาแหล่งที่มาของลูกปัดโบราณที่ค้นพบในประเทศไทย ตลอดจนการศึกษาวิเคราะห์องค์ประกอบของกระจกเกรียบโบราณ จนสามารถผลิตกระจกเกรียบใหม่สำหรับงานบูรณะปฏิสังขรณ์ที่มีคุณสมบัติเหมือนเดิมทุกประการ



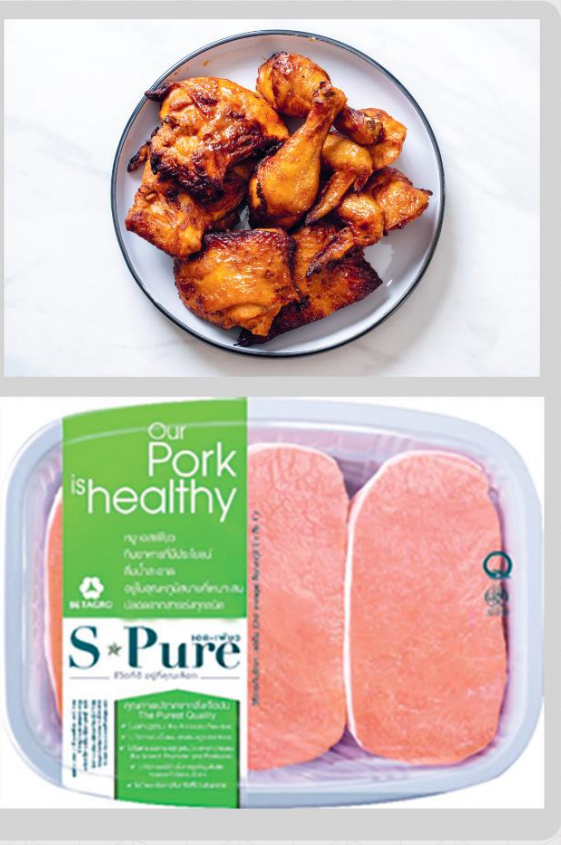
ด้านการแพทย์

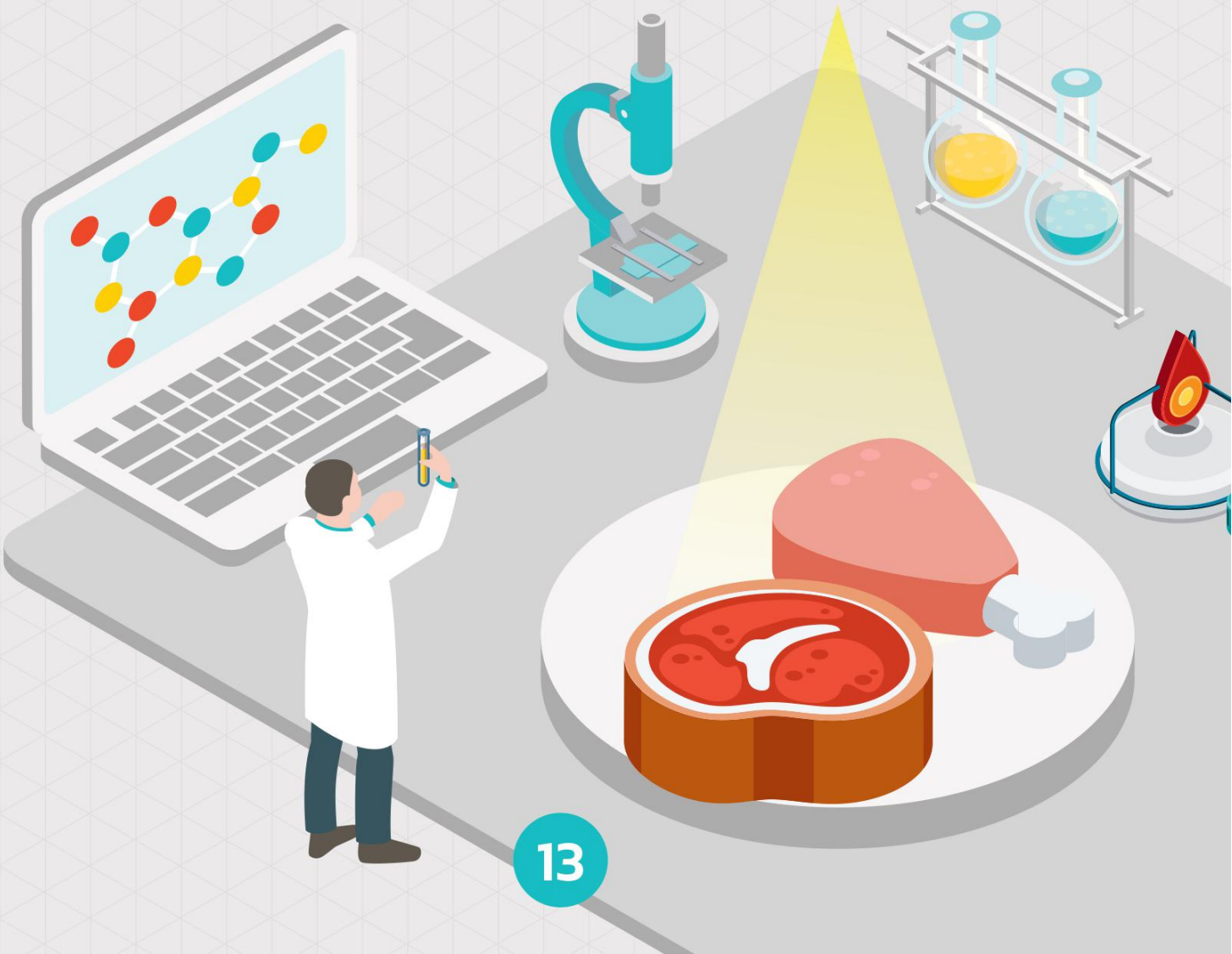
แสงซินโครตรอนสามารถใช้ในการวิเคราะห์กลไกการเกิดโรคต่างๆ เพื่อช่วยตอบโจทย์เชิงลึก ได้ทั้งการคิดค้นวิธีป้องกันโรคและการรักษาภายหลังที่เกิดโรคแล้ว เช่น การวิเคราะห์หาสาเหตุที่มาของโรคข้อเข่าเสื่อมเพื่อหาแนวการป้องกันได้อย่างทันท่วงที การศึกษาผลของสารสกัดโปรตีนจากดักแด้ไหมที่มีฤทธิ์ยับยั้งเซลล์มะเร็งเต้านม การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับสเต็มเซลล์ เป็นต้น



ด้านอาหาร

ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาด้านโภชนาการของเนื้อสัตว์ การดูคุณภาพเนื้อสัตว์ในระดับโมเลกุลเพื่อพัฒนาสายพันธุ์ แสงซินโครตรอนก็สามารถตอบโจทย์เหล่านี้ได้ เช่น การศึกษาโครงสร้างโปรตีนของเนื้อหมูปรุงสุกที่ช่วงอุณหภูมิต่างๆ เพื่อหาอุณภูมิที่เหมาะสมต่อต่อการปรุงเพื่อบริโภค การหาเอกลักษณ์ในระดับโมเลกุลของไก่เนื้อโคราชเพื่อป้องกันการลอกเลียนแบบ เป็นต้น





ด้านการเกษตร

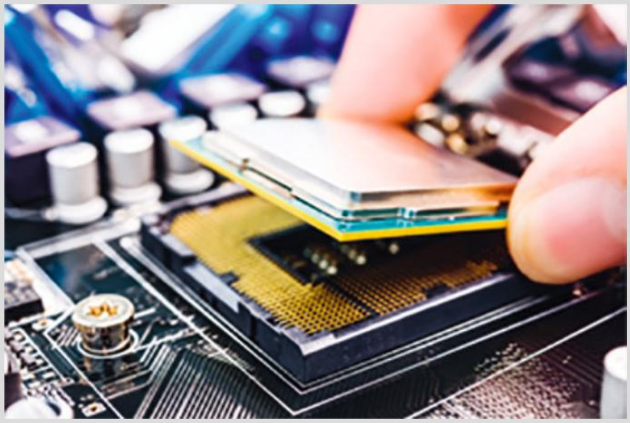
ปัจจุบันมีการนำแสงซินโครตรอน มาใช้ในงานด้านการเกษตรอยู่มาก ทั้งศึกษาสารสำคัญในพืช การแก้ปัญหาการเกิดโรคต่างๆ ในพืชเศรษฐกิจของไทย เช่น การศึกษาโครงสร้างในระดับโมเลกุลของพริกที่ได้รับการกระตุ้นด้วยแบคทีเรียต้านทานโรค เพื่อดูกลไกการเปลี่ยนแปลงการต้านทานโรคในระดับโมเลกุล การวิเคราะห์หาสารสำคัญในเห็ดเยื่อไผ่ เป็นต้น

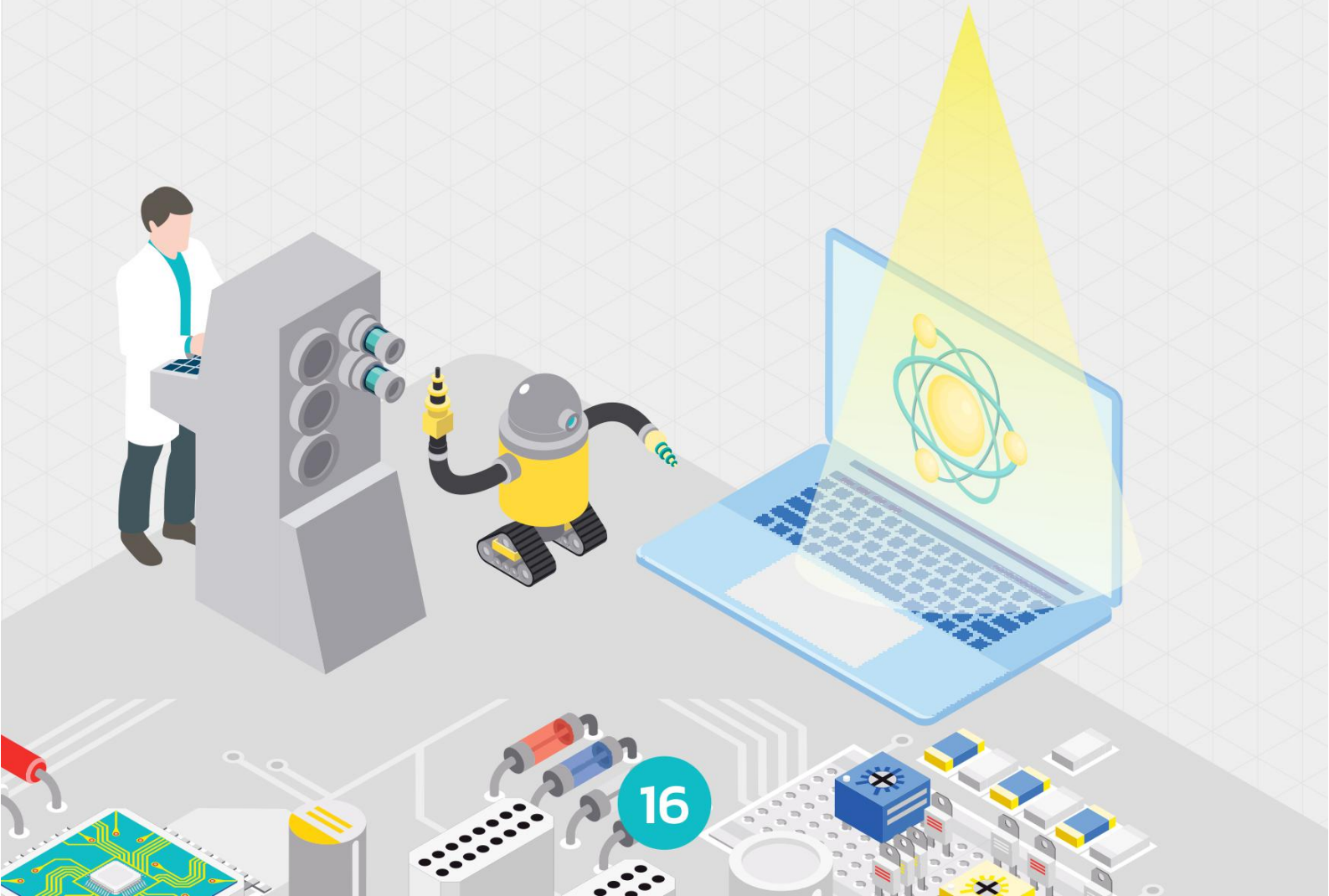
ด้านวัสดุศาสตร์

งานวิจัยและพัฒนาด้านวัสดุศาสตร์จะต้องทราบโครงสร้างในระดับอะตอม เพื่อนำไปสู่การปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์ แสงซินโครตรอนสามารถวิเคราะห์เชิงลึกในระดับนี้ได้ เช่น การวิเคราะห์พอลิเมอร์แต่ละประเภทที่จะนำมาขึ้นรูปเป็นพลาสติกประเภทต่างๆ เพื่อให้ตรงต่อความต้องการของลูกค้า

ด้านอุตสาหกรรม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้มีโอกาสเข้าไปช่วยตอบโจทย์งานภาคอุตสาหกรรมอยู่หลายประเภท ทั้งการแก้ปัญหาการเกิดลายบนเหล็กรีดร้อน การพัฒนาอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ การแปรรูปกากมันสำปะหลังเพื่อเพิ่มมูลค่า รวมถึงการหาสาเหตุการเกิดจุดขาวบนเปลือกกุ้งแช่แข็งส่งออก





ซินโครตรอน
ไขความลับกระจกโบราณ

ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์
ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์

งานหุงกระจกและงานประดับกระจกเป็นศาสตร์แขนงหนึ่งของงานช่างสิบหมู่โบราณของประเทศไทย มีความเจริญรุ่งเรืองนับตั้งแต่สมัยรัชกาลที่ 3 ซึ่งพระองค์ท่านทรงโปรดให้บูรณปฏิสังขรณ์พระอุโบสถวัดพระศรีรัตนศาสดาราม ปรับปรุงฝาผนังด้านนอกจากที่เคยเป็นลายทองรดน้ำพื้นสีแดง เปลี่ยนเป็นลายปั้นปิดทองประดับกระจกดังเช่นที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน กระจกดังกล่าวเป็นที่รู้จักกันในนามว่า **"กระจกเกรียบ"** เนื่องจากมีลักษณะบางเหมือนแผ่นข้าวเกรียบดิบ เป็นแก้วเนื้ออ่อนซึ่งสามารถตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ได้ง่าย

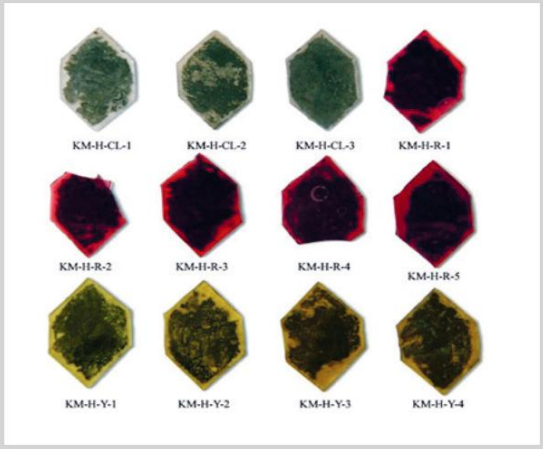
สำหรับงานประดับลวดลายอันละเอียดสวยงาม นอกจากการประดับตกแต่งฝาผนังแล้ว กระจกเกรียบยังได้ถูกนำมาใช้ตกแต่งเครื่องราชภัณฑ์ และศิลปวัตถุโบราณอันมีค่าต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม เป็นที่น่าเสียดายยิ่งที่งานหุงกระจกและงานประดับกระจกขาดช่างฝีมือสืบทอดต่อกันมา จนในปัจจุบันไม่พบว่ามีแหล่งผลิตกระจกเกรียบในประเทศไทย ในการบูรณปฏิสังขรณ์จึงจำเป็นต้องใช้กระจกสมัยใหม่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ

วัดพระศรีรัตนศาสดาราม

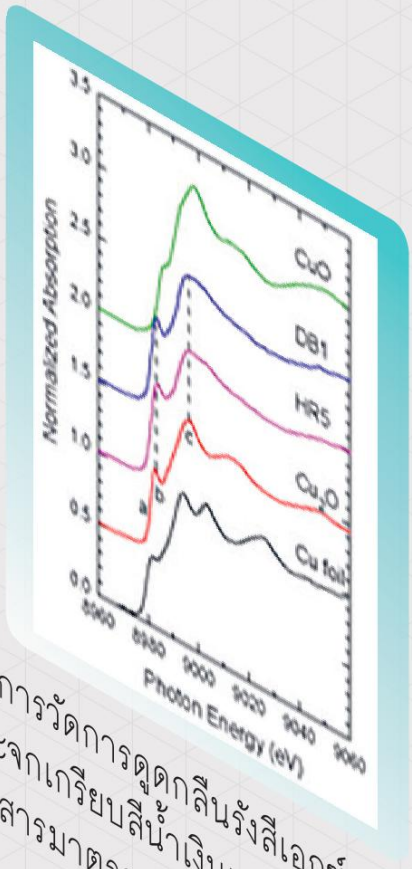
เสาหาน ณ วัดพระศรีรัตนศาสดาราม ถูกประดับด้วยกระจกเกรียบเป็นลวดลายสวยงาม

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของกระจกเกรียบโบราณด้วยแสงซินโครตรอน ตามแนวพระราชดำริของสมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งได้ทรงพระราชทานพระราชานุญาตให้คณะวิจัยของสถาบัน นำตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณจากวัดพระศรีรัตนศาสดารามมาดำเนินการศึกษา เพื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีว่า กระจกแต่ละสีประกอบด้วยธาตุชนิดใดบ้าง และมีปริมาณเท่าไร โดยใช้แสงซินโครตรอนตรวจสอบด้วยเทคนิคการเรืองแสงในย่านพลังงานรังสีเอกซ์ นอกจากนี้ยังได้ศึกษาเชิงลึกเกี่ยวกับสถานะทางเคมีของธาตุองค์ประกอบเหล่านั้นด้วยเทคนิคการดูดกลืนแสงซินโครตรอนย่านพลังงานรังสีเอกซ์ ซึ่งเป็นองค์ความรู้ที่สำคัญเกี่ยวข้องกับการเกิดสีแต่ละสีในเนื้อแก้วของกระจก จนประสบความสำเร็จสามารถนำความรู้ที่ได้จากการวิจัยมาสังเคราะห์กระจกเกรียบใหม่ที่มีคุณสมบัติเหมือนของเดิมทุกประการ เพื่อใช้สำหรับงานบูรณปฏิสังขรณ์วัดพระศรีรัตนศาสดารามในอนาคต

นอกจากกระจกเกรียบโบราณจากวัดพระศรีรัตนศาสดารามแล้ว คณะนักวิจัยของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนยังได้ทำการศึกษาองค์ประกอบของกระจกโบราณชนิดอื่น ๆ อีก เช่น กระจกเกรียบโบราณที่ใช้ประดับเครื่องราชภัณฑ์ รวมถึงกระจกจีนที่ใช้ประดับตกแต่งพระอุโบสถสมัยล้านนาในวัดทางภาคเหนือด้วย



ตัวอย่างกระจกเกรียบโบราณจากวัดพระศรีรัตนศาสดาราม



ผลการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของกระจกเกรียบสีน้ำเงินและสีแดงเทียบกับสารมาตรฐาน

สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี
ครั้งเสด็จพระราชดำเนินสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน
ทรงรับฟังรายงานความสำเร็จของการศึกษาวิจัยกระจกเกรียบและทอด
พระเนตรกระจกเกรียบที่ทำขึ้นใหม่สำหรับการบูรณปฏิสังขรณ์

ซินโครตรอน
ไขความลับวัตถุโบราณ

ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์

ในปัจจุบันได้มีการนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการวิจัยด้านโบราณคดีอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในแถบภูมิภาคยุโรป ทั้งนี้เนื่องจากเทคนิคการทดลองที่ใช้แสงซินโครตรอนสามารถบอกให้รู้ถึงองค์ประกอบและโครงสร้างของวัตถุได้โดยไม่ทำลายหรือมีผลอื่นใดต่อวัตถุที่นำมาศึกษา ทำให้เหมาะที่จะนำแสงซินโครตรอนไปใช้ในการศึกษาวัตถุโบราณหรือวัตถุที่มีคุณค่าสูงอื่น ๆ ได้ ในประเทศไทยนั้น ในช่วงหลายปีที่ผ่านมาได้มีการนำแสงซินโครตรอนมาใช้ในการศึกษาด้านโบราณคดีเพิ่มมากขึ้นเป็นลำดับ

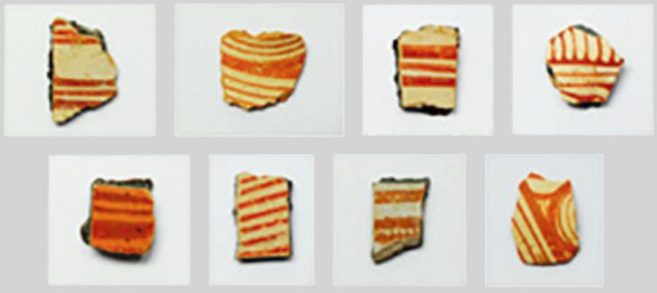
แหล่งโบราณคดีบ้านเชียงเป็นแหล่งโบราณคดีที่มีความสำคัญมากที่สุดแห่งหนึ่งของประเทศไทย จนได้รับการขึ้นทะเบียนเป็นมรดกโลกทางวัฒนธรรมเมื่อปี พ.ศ. 2535 เนื่องจากพบหลักฐานที่แสดงถึงอารยธรรมชุมชนโบราณซึ่งเป็นชุมชนเกษตรกรรมที่มีการปลูกพืชและเลี้ยงสัตว์ในยุคโลหะที่มีอายุกว่า 3,500 ปี มีหลักฐานที่บ่งบอกถึงการมีวัฒนธรรม ขนบประเพณี และภูมิปัญญาในหลาย ๆ ด้าน ในแหล่งโบราณคดีนี้นักโบราณคดีได้ขุดค้นพบหลุมศพของชาวบ้านเชียงโบราณ ซึ่งมีประเพณีฝังศพที่จะทำการฝังสิ่งของเครื่องใช้เป็นการอุทิศให้กับผู้ตายด้วย ภายในหลุมศพเหล่านี้จึงพบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ทำจากสำริดและเหล็ก เช่น ใบหอก ใบขวาน มีด เครื่องประดับลูกปัดที่ทำจากหินและแก้ว เศษผ้า และที่สำคัญคือภาชนะเครื่องปั้นดินเผาโบราณที่มีการเขียนสีเป็นลวดลายสวยงามเป็นเอกลักษณ์จนเป็นที่รู้จักอย่างกว้างขวางในนาม “เครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง”

หลุมขุดแหล่งโบราณคดีบ้านเชียง

วัตถุโบราณบ้านเชียง

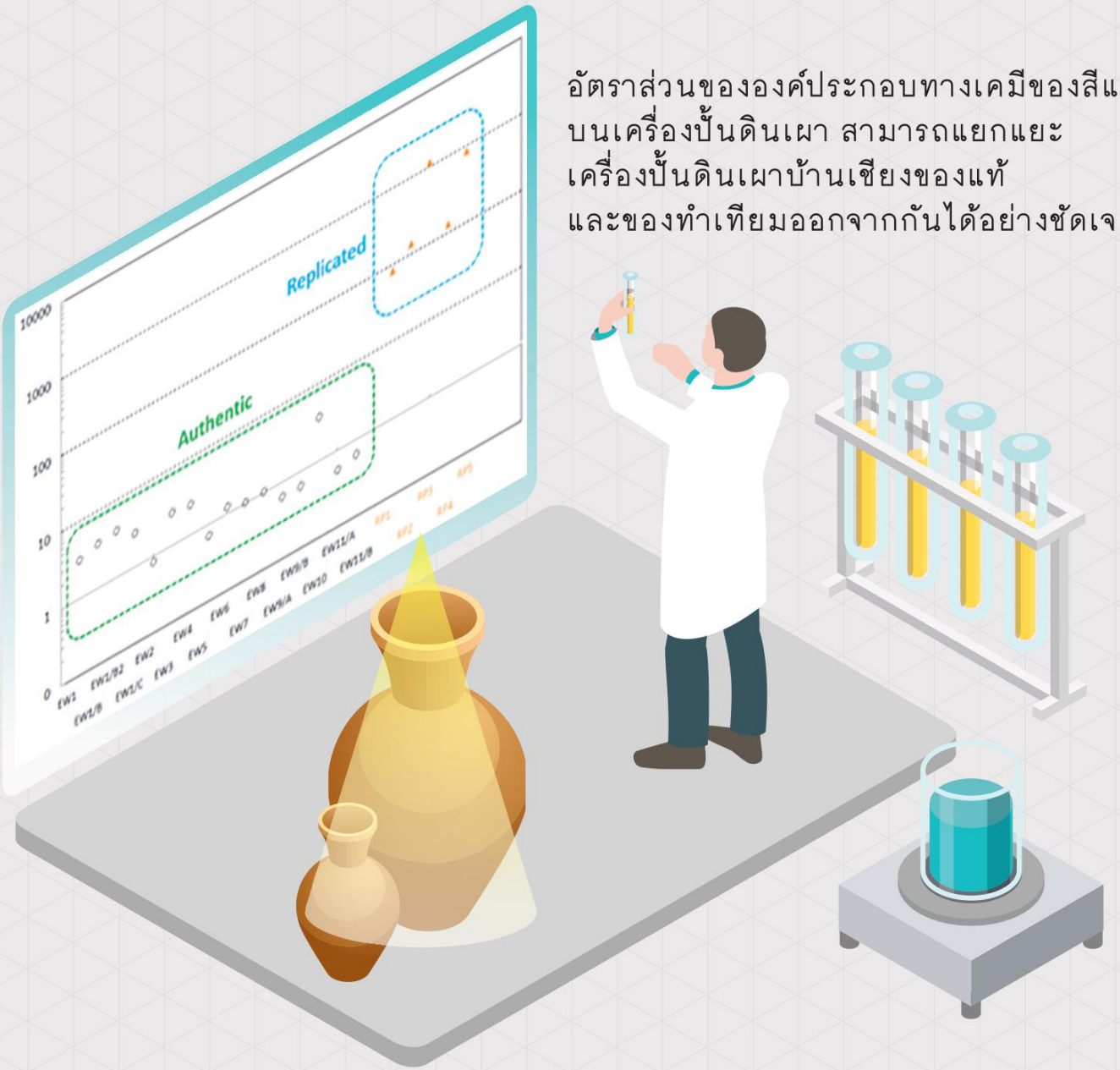
เนื่องจากเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงมีความงดงามและมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว จึงเป็นที่ต้องการของผู้ที่สนใจและนักสะสม ทำให้เกิดการทำเทียมเลียนแบบขึ้นเป็นจำนวนมาก การทำเทียมเหล่านี้ได้มีการพัฒนาเทคนิคจนสามารถทำให้ดูเหมือนของแท้ รวมไปถึงการทำให้ดูเหมือนเก่าด้วย ซึ่งการพิสูจน์ความเป็นของแท้นั้นทำได้ยากและต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญที่มีประสบการณ์อย่างมากเท่านั้น กรมศิลปากร ได้ร่วมกับสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ศึกษาวิจัยคุณสมบัติของเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงด้วยแสงซินโครตรอน ทั้งในส่วนของเนื้อดินและสีที่เขียนเป็นลวดลายเพื่อนำไปแยกแยะความแตกต่างระหว่างเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้และของที่ทำเลียนแบบขึ้นมา และได้มาซึ่งองค์ความรู้ในการพิสูจน์ความเป็นของแท้ของเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงโดยใช้เทคนิคการเรืองรังสีเอกซ์ ร่วมกับเทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ในการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อดินและสี นำไปสู่การพัฒนาวิธีการแยกแยะเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้และของทำเทียมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง
ภาชนะเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงที่ขุดพบ



ชิ้นเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้
และของทำเทียมที่นำมาศึกษา

อัตราส่วนขององค์ประกอบทางเคมีของสีแดง
บนเครื่องปั้นดินเผา สามารถแยกแยะ
เครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียงของแท้
และของทำเทียมออกจากกันได้อย่างชัดเจน



คณะนักวิจัยจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (ซ้าย)
และผู้เชี่ยวชาญของกรมศิลปากร (ขวา) ร่วมกันไขปริศนาเครื่องปั้นดินเผาบ้านเชียง

ซินโครตรอน
ไขความลับการตายม้า “ฟ้าแลบ”

ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ์

งานนิติวิทยาศาสตร์นั้นเป็นการพิสูจน์หลักฐานด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์เพื่อค้นหาความจริงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น บ่อยครั้งจึงมักจะเกี่ยวข้องกับการค้นหาสารหรือส่วนประกอบที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ เนื่องจากคนร้ายมักจะไม่ทิ้งหลักฐานไว้หรือแม้กระทั่งทำลายหลักฐานที่อาจหลงเหลืออยู่ในที่เกิดเหตุด้วย ด้วยเหตุนี้แสงซินโครตรอนจึงมีความเหมาะสมอย่างยิ่งกับงานลักษณะเช่นนี้ เนื่องจากเทคนิคการทดลองที่ใช้แสงซินโครตรอนสามารถตรวจพบสารที่มีปริมาณน้อยมาก ๆ ถึงในระดับเพียงหนึ่งในล้านส่วนได้ จึงมีการนำแสงซินโครตรอนไปช่วยในงานนิติวิทยาศาสตร์อย่างแพร่หลายในทุกภูมิภาคทั่วโลก

ในประเทศออสเตรเลียได้มีการตรวจหาสาเหตุการตายของม้าแข่งชื่อดัง **"ฟ้าแลบ"** (Phar Lap) ม้าแข่งที่เคยชนะการแข่งขันมากมายจนเป็นตำนานของประเทศ ต่อมาเจ้าของได้พามันไปแข่งขันที่ประเทศเม็กซิโกและสหรัฐอเมริกา แต่ปรากฏว่าม้าฟ้าแลบตายโดยไม่ทราบสาเหตุที่รัฐแคลิฟอร์เนียก่อนการแข่งขันเพียง 35 ชั่วโมง เมื่อปี พ.ศ. 2475 สาเหตุของการตายถูกระบุว่าเพราะมีการติดเชื้อในช่องท้อง แต่ยังมีผู้สงสัยว่าม้าฟ้าแลบอาจถูกวางยาพิษโดยนักพนัน ในปี พ.ศ. 2549 นักวิทยาศาสตร์ใช้เทคนิคการทดลองด้วยแสงซินโครตรอนตรวจพบสารหนูสะสมในรากขนแผงคอม้า ซึ่งเป็นสารหนูที่มีคุณสมบัติทางเคมีที่แตกต่างไปจากสารหนูชนิดที่ใช้สตัฟฟ์สัตว์ จึงสรุปได้ว่าม้าฟ้าแลบถูกวางยาพิษ ด้วยการกรอกสารหนูเข้าทางปาก สารหนูจึงกระจายไปตามกระแสเลือดผ่านระบบย่อยอาหาร และไปสะสมที่รากขนในที่สุด จะเห็นว่าแสงซินโครตรอนมีความสามารถช่วยในการพิสูจน์หลักฐานได้อย่างดี อย่างในกรณีนี้เป็นการตรวจพิสูจน์หลังจากที่เกิดเหตุการณ์ไปแล้วถึง 74 ปี

ม้าแข่งฟ้าแลบที่ถูกสตัฟฟ์ไว้
และถูกจัดแสดงอยู่ที่พิพิธภัณฑ์แห่งชาติรัฐวิกตอเรียในเมืองเมลเบิร์น

ซินโครตรอน
ไขความลับอัญมณี

ดร.ณรงค์ จันทร์เล็ก

อัญมณีหรือรัตนชาติ เกิดมาจากแร่ธาตุตามธรรมชาติ ซึ่งเมื่อนำมาผ่านการตกแต่ง เช่น การเจียระไน หรือแกะสลักแล้ว สามารถนำมาใช้เป็นเครื่องประดับที่มีความสวยงาม คงทนถาวร และมีความหายาก โดยคุณค่าและคุณลักษณะของอัญมณีแต่ละชนิด เช่น สี ความโปร่งแสง ความสดใส ขึ้นอยู่กับแร่ธาตุและองค์ประกอบทางเคมี รวมทั้งโครงสร้างผลึกของธาตุในอัญมณี

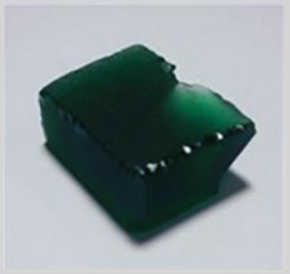
ตัวอย่างเช่น อัญมณีที่มีมูลค่าสูงอย่างเพชรซึ่งมีคุณลักษณะโปร่งแสงและมีความแข็งแกร่งที่สุด เกิดจากธาตุหลักคือคาร์บอนที่จับยึดกับแบบรูปพีระมิดทรงแปดหน้า เป็นต้น

เนื่องจากอัญมณีมีมูลค่าสูงและเป็นของหายากจึงมีการคิดค้นและสังเคราะห์อัญมณีขึ้นด้วยวิธีการทางวิทยาศาสตร์ โดยอัญมณีที่สังเคราะห์ขึ้นมานี้มีคุณสมบัติเหมือนกับอัญมณีตามธรรมชาติมาก แตกต่างกันที่ระยะเวลาในการเกิดที่อัญมณีตามธรรมชาติต้องใช้เวลานับพันปี แต่อัญมณีสังเคราะห์ใช้เวลาเพียงไม่กี่วันหรือไม่ถึงปีขึ้นอยู่กับชนิดและกรรมวิธีการผลิต ในปัจจุบันเราสามารถสร้างอัญมณีสังเคราะห์ให้เหมือนอัญมณีตามธรรมชาติได้เกือบทุกชนิด

สำนักคดีทรัพย์สินทางปัญญา กรมสอบสวนคดีพิเศษ หรือดีเอสไอ (DSI) ซึ่งปัจจุบันรับผิดชอบคดีที่เกี่ยวกับการละเมิดทรัพย์สินทางปัญญาอยู่หลายเรื่อง ได้รับการร้องเรียนเรื่องการละเมิดสิทธิบัตรของบริษัทผู้ประดิษฐ์คิดค้นวัสดุอัญมณีสังเคราะห์ที่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิฉับพลัน ซึ่งโดยปกติแล้วเป็นไปได้ยากที่จะตรวจสอบและแยกแยะอัญมณีสังเคราะห์ดังกล่าวไม่สามารถทำได้ง่ายด้วยตาเปล่าหรือวิธีการธรรมดา ทางดีเอสไอจึงต้องการนำแสงซินโครตรอนมาใช้ตรวจสอบอัญมณีดังกล่าวเพื่อเป็นหลักฐานทางวิทยาศาสตร์ประกอบการพิจารณาคดี และได้ร่วมกับนักวิทยาศาสตร์ของสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ใช้เทคนิคการดูดกลืนพลังงานย่านรังสีเอกซ์ ร่วมกับเทคนิคอื่นๆ ได้แก่เทคนิคแอลเอไอซีพีแมสสเปกโตรมิเตอร์ (Laser Ablation Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, LA-ICP-MS) ที่สถาบันทำการวิเคราะห์ตรวจสอบอัญมณีสังเคราะห์ดังกล่าว โดยเทคนิคการดูดกลืนพลังงานย่านรังสีเอกซ์เป็นเทคนิคที่สามารถวิเคราะห์องค์ประกอบของธาตุ สถานะทางเคมี รวมทั้งโครงสร้างผลึกของธาตุ ของวัสดุได้หลากหลายชนิด ประกอบกับเทคนิคนี้จะนำแสงซินโครตรอนที่มีคุณลักษณะเด่นกว่าแสงปกติทั่วไปคือมีความสว่างและความเข้มสูงมากมาใช้ในการวิเคราะห์ ทำให้สามารถจำแนกและระบุองค์ประกอบธาตุและสถานะทางเคมีของธาตุที่มีอยู่ในอัญมณีได้อย่างแม่นยำ แม้ว่าธาตุนั้นจะมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมากๆ นอกจากนี้เทคนิคการทดสอบดังกล่าวยังไม่ทำลายตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบ และจากการตรวจสอบพบว่าอัญมณีสังเคราะห์ซึ่งถูกกล่าวอ้างว่าละเมิดสิทธิบัตรมีธาตุองค์ประกอบและสถานะทางเคมีไม่ตรงตามที่ระบุไว้ในสิทธิบัตร ซึ่งข้อมูลเหล่านี้เป็นประโยชน์ต่อการพิจารณาคดี

จากการไขปริศนาของอัญมณีดังกล่าวแสดงให้เห็นประโยชน์ของการนำแสงซินโครตรอนมาประยุกต์ใช้และความก้าวหน้าของการสืบสวนคดีทางนิติวิทยาศาสตร์ในประเทศไทยได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้องค์ความรู้ที่ได้ยังมีประโยชน์ต่อกับงานวิจัยอัญมณีอีกด้วย ซึ่งที่ผ่านมาสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้ส่งเสริมและพัฒนาการการประยุกต์ใช้เทคนิคแสงซินโครตรอนกับงานวิจัยทางด้านอัญมณีมาโดยตลอด เนื่องจากอุตสาหกรรมอัญมณีและเครื่องประดับ ถือเป็นหนึ่งในอุตสาหกรรมสำคัญที่สร้างมูลค่าทางเศรษฐกิจให้แก่ประเทศไทยได้อย่างมาก

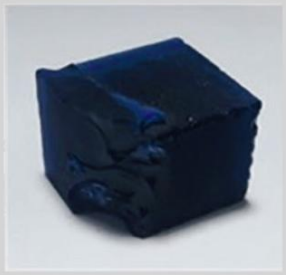
ตัวอย่างอัญมณีที่นำมาตรวจสอบโดยใช้แสงซินโครตรอนและเทคนิคต่างๆ



Emerald Green

TQ

Opal Pink



Sapphire

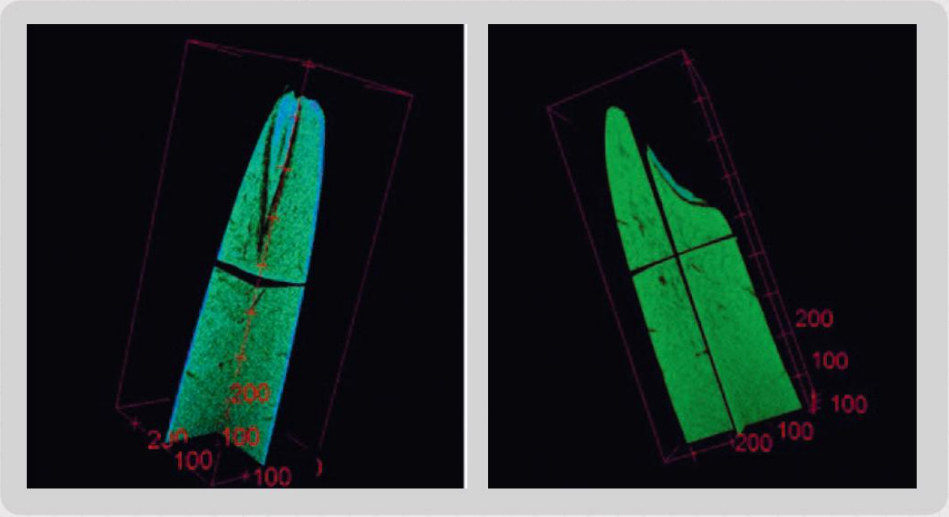
ซินโครตรอน
ไขความลับข้าวไทย

ดร.ณัฐธวัล ประมาณพล, ดร.วันทนา คล้ายสุบรรณ์, ดร.นิชาดา เจียรนัยกูร,
ดร.แคทลียา โรจน์วิริยะ, ดร.กาญจนา ธรรมนู และ สิรวิชญ์ ลิ่มกุล

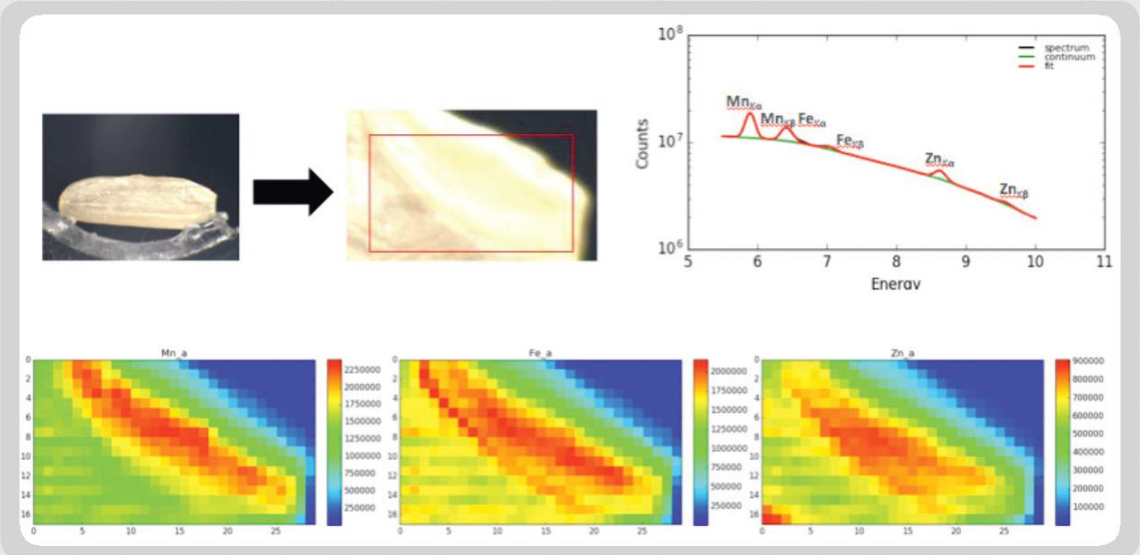
ปฏิเสธไม่ได้เลยว่า ข้าวเป็นอาหารหลักของคนไทย และยังเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย การวิจัยและพัฒนาข้าวไทย ซึ่งมีสายพันธุ์หลากหลาย จึงเป็นเรื่องสำคัญในวงการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

แสงซินโครตรอน ถือเป็นเครื่องมือหนึ่งที่สำคัญในการสนับสนุนการวิจัยและพัฒนาข้าว จะเห็นได้จาก ในต่างประเทศ มีการใช้แสงซินโครตรอนกันอย่างแพร่หลายในการศึกษาวิจัยข้าว โดยเฉพาะการติดตามและประเมินการสะสมของธาตุอาหารในข้าว ซึ่งจะมีบทบาทสำคัญในการปรับปรุงและพัฒนาพันธุ์ข้าวให้มีคุณค่าทางโภชนาการสูงขึ้น สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้เล็งเห็นความสำคัญดังกล่าว จึงได้ศึกษาการใช้ประโยชน์จากแสงซินโครตรอนไทยศึกษาวิจัยข้าวไทยในเบื้องต้น พบว่า แสงซินโครตรอนที่ผลิตได้ในประเทศไทยก็มีศักยภาพไม่แพ้แสงซินโครตรอนในต่างประเทศ โดยสามารถวิเคราะห์หาองค์ประกอบ และการกระจายตัวของธาตุอาหารที่สำคัญในเมล็ดข้าวได้ นอกจากนี้ ยังสามารถใช้แสงซินโครตรอนหาปริมาณของแร่ธาตุดังกล่าวได้ไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับวิธีการมาตรฐานทางเคมี

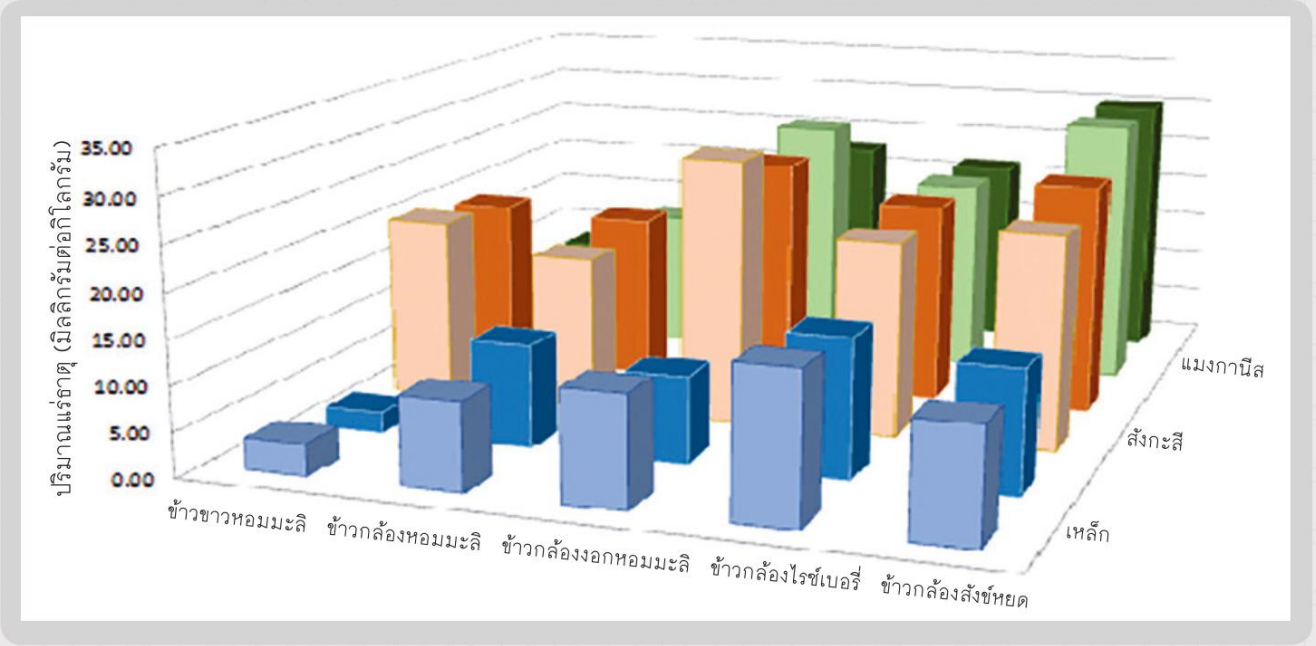
ข้าวชนิดต่างๆ



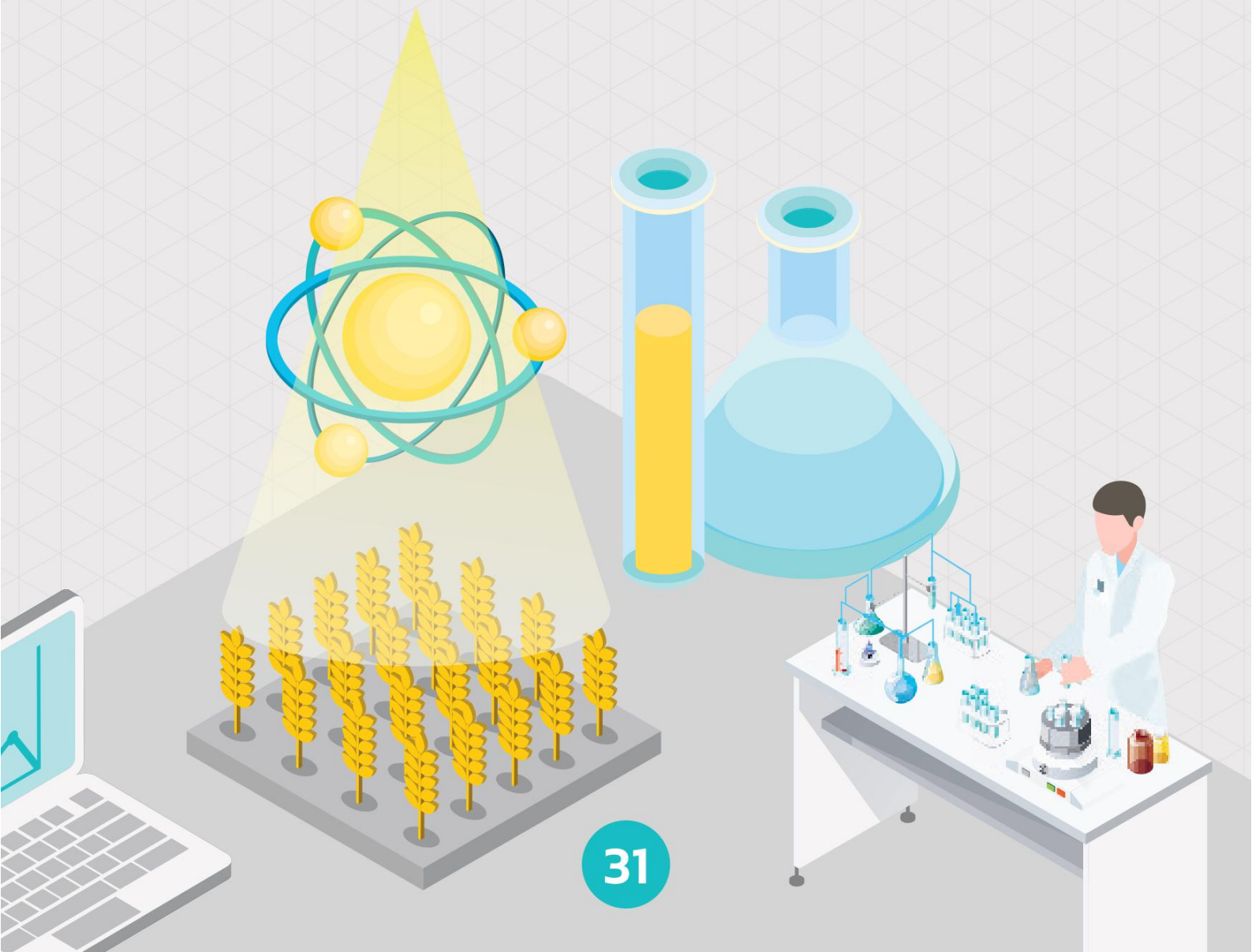
ภาพที่ 1 ภาพถ่ายสามมิติของเมล็ดข้าวกล้องหอมมะลิ (ซ้าย) และข้าวขาวหอมมะลิ (ขวา) จะเห็นว่า บริเวณจมูกข้าว และเยื่อหุ้มเมล็ดข้าวกล้องนั้น เป็นแหล่งการสะสมแร่ธาตุที่สำคัญ (สีฟ้า) เทคนิคการถ่ายภาพสามมิตินี้ สามารถมองเห็นโครงสร้างภายในได้ โดยไม่จำเป็นต้องตัดตัวอย่าง



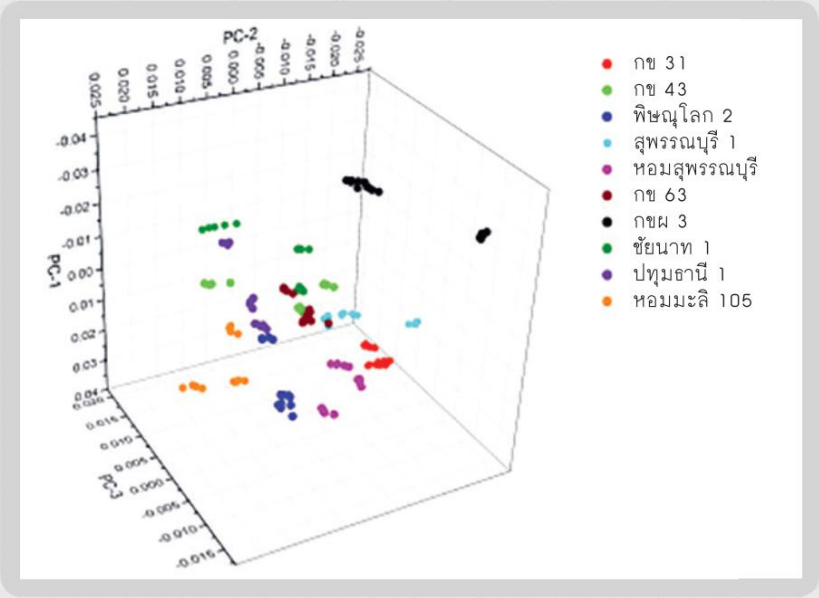
ภาพที่ 2 แผนภาพการกระจายตัวของธาตุแมงกานีส (Mn) ธาตุเหล็ก (Fe) และธาตุสังกะสี (Zn) บริเวณจมูกข้าวกล้องหอมมะลิ โดยบริเวณสีแดงมีการสะสมของธาตุอาหารมากกว่าบริเวณสีน้ำเงิน



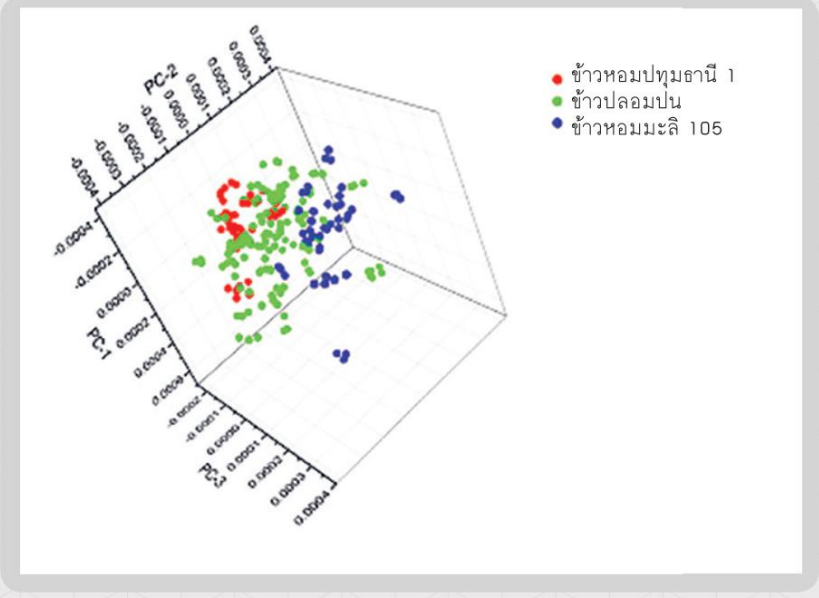
ภาพที่ 3 กราฟแท่งแสดงปริมาณธาตุเหล็ก (สีฟ้า) ธาตุสังกะสี (สีน้ำตาล) และธาตุแมงกานีส (สีเขียว) ในข้าวไทยแต่ละชนิดจากการวิเคราะห์ด้วยแสงซินโครตรอน (สีเข้ม) เปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐานทางเคมี (สีอ่อน)



สถาบันยังมีบทบาทในการหาทางแก้ปัญหาคุณภาพข้าวไทยตกต่ำ ซึ่งเกิดจากการปลอมปนข้าวหอมมะลิไทย ด้วยการใช้ประโยชน์เครื่องมือที่ติดตั้งภายในสถาบัน โดยสามารถจำแนกความแตกต่างของข้าวไทยสายพันธุ์ต่างๆ รวมทั้งการหาวิธีการตรวจสอบการปลอมปนข้าวหอมมะลิไทยได้ ซึ่งอาจเป็นจุดเริ่มต้นในการพัฒนาวิธีการในการควบคุมคุณภาพข้าวไทย ช่วยยกระดับมาตรฐานข้าวไทยให้เป็นที่ยอมรับมากขึ้น โดยอาศัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีภายในประเทศ เพื่อการพัฒนาประเทศอย่างยั่งยืน



ภาพที่ 4 แผนภาพแสดงการจำแนกข้าวไทย 10 สายพันธุ์ โดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านกลาง และการวิเคราะห์ทางสถิติ



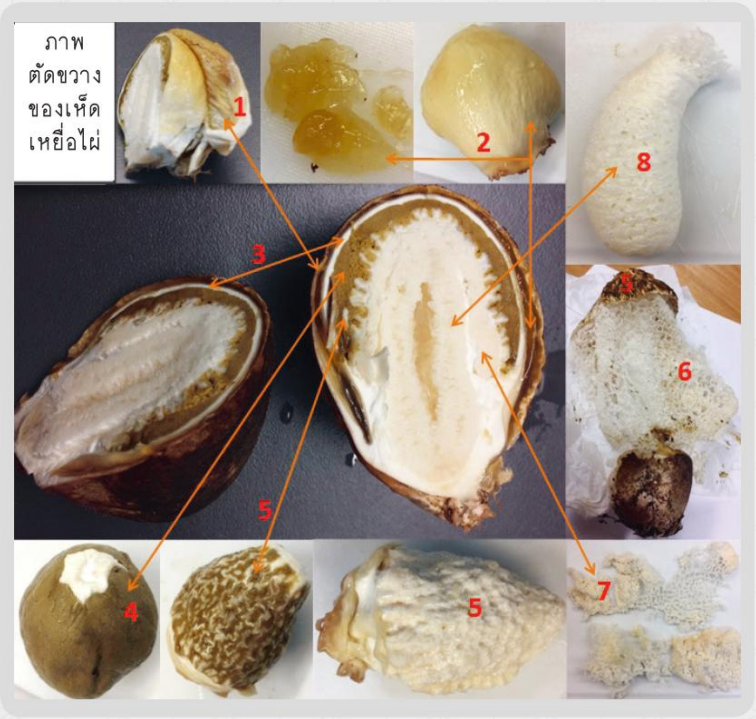
ภาพที่ 5 แผนภาพแสดงการจำแนกกลุ่มข้าวหอมมะลิ 105 (สีน้ำเงิน), ข้าวหอมมะลิปนข้าวหอมปทุมธานีในสัดส่วนตั้งแต่ 10% ถึง 90% (สีเขียว) และข้าวหอมปทุมธานี 1 (สีแดง) โดยใช้เทคนิคสเปกโตรสโกปีอินฟราเรดย่านกลาง และการวิเคราะห์ทางสถิติ

ซินโครตรอน
ไขความลับเห็ดเยื่อไผ่

ดร.วรวิกัลยา เกียรติ์พงษ์ลาภ ,
นางสาวบุษยารัตน์ ไมขุนทด , นางสาวสุนิษา สุขสุทธิ์
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
ผศ.ดร.นิภาพร อามัสสา
คณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

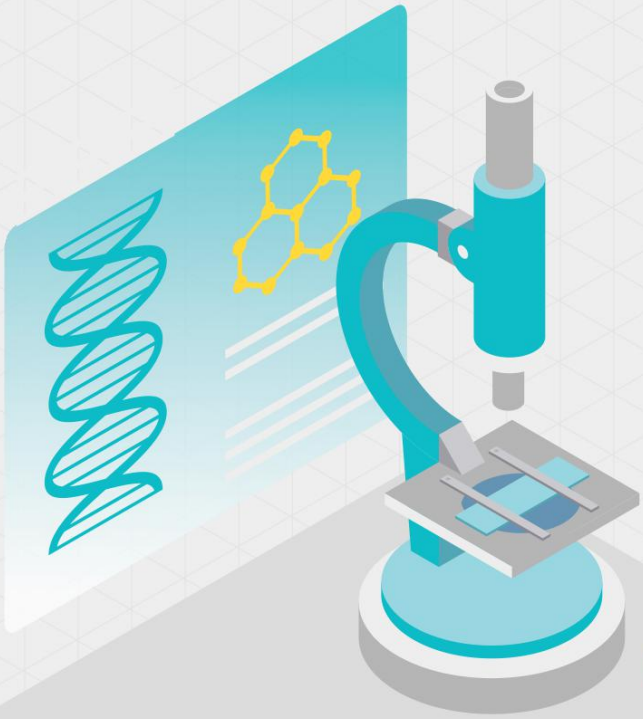
เห็ดเยื่อไผ่ หรือเห็ดร่างแหเป็นที่นิยมบริโภคในประเทศจีนมาอย่างช้านาน เนื่องจากเชื่อว่ามีสรรพคุณทางยามากมาย ทั้งช่วยบำรุงร่างกาย บำรุงสมอง เสริมภูมิต้านทาน ลดความดัน และป้องกันโรคมะเร็ง ในปัจจุบัน เห็ดเยื่อไผ่ไม่ได้เจริญเติบโตเพียงในประเทศจีนเท่านั้น เขตประเทศร้อนชื้นอย่างประเทศไทย เห็ดเยื่อไผ่ก็สามารถเจริญเติบโตได้ดีเช่นกัน โดยทั่วไปพบ 4 สายพันธุ์ได้แก่ เห็ดเยื่อไผ่กระโปรงยาว เห็ดเยื่อไผ่กระโปรงสั้น เห็ดเยื่อไผ่สีชมพูและเห็ดเยื่อไผ่สีส้มซึ่งเห็ดแต่ละสายพันธุ์จะต่างสรรพคุณทางโภชนาการและทางยาที่แตกต่างกัน

รูปที่ 1 เห็ดเยื่อไผ่หรือเห็ดร่างแห (Dictyophora indusiata)



รูปที่ 2 องค์ประกอบของเห็ดเยื่อไผ่

1. เปลือกนอก (outer shell)
2. วุ้นเมือก (mucilage)
3. เปลือกใน (inner shell)
4. ราเมือก (slime)
5. หมวก (cap)
6. กระโปรง (skirt)
7. เยื่อหุ้มลำต้น (trunk)
8. ก้านหรือลำต้น (stem)



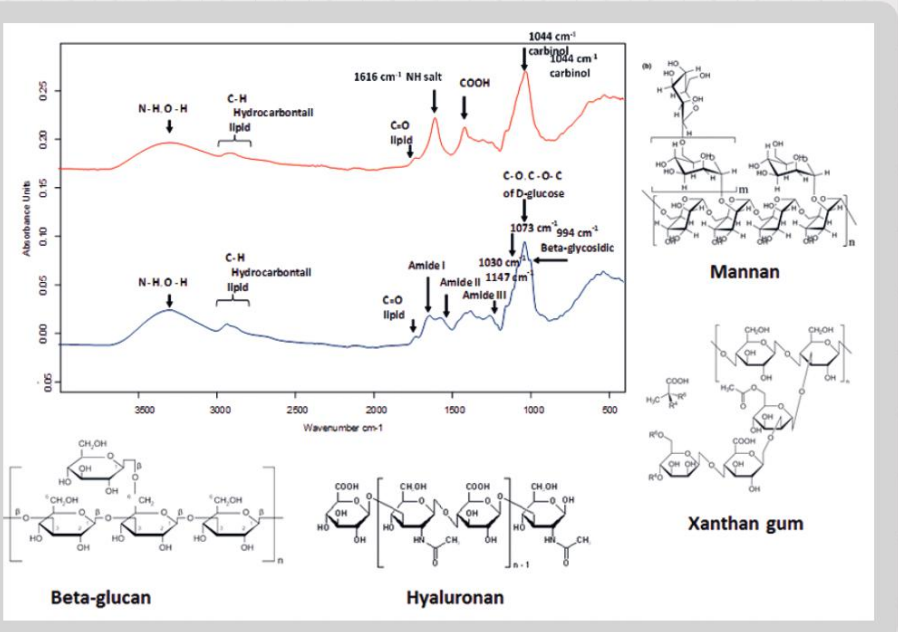
นักวิจัยจากสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน ร่วมมือกับอาจารย์จากคณะวิทยาศาสตร์และศิลปศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน ทำการศึกษาองค์ประกอบและสารสำคัญของเห็ดเยื่อไผ่สายพันธุ์จีนกระโปรงยาวสีขาว พบว่า ลักษณะโครงสร้างภายในของเห็ดเยื่อไผ่ พบส่วนประกอบ 8 ส่วน แสดงดังรูปที่ 2 ได้แก่ เปลือกนอก (outer shell), วุ้นเมือก (mucilage), เปลือกใน (inner shell), ราเมือก (slime), หมวก (cap), กระโปรง (skirt), เยื่อหุ้มลำต้น (trunk) และก้านหรือลำต้น (stem) และพบว่าลักษณะโครงสร้างภายในของดอกเห็ดเยื่อไผ่ขณะที่ตูมอยู่ จะมีเปลือกห่อหุ้มด้านนอก ถัดเข้าไปข้างในจะเป็นวุ้นเมือก เพื่อป้องกันดอกอ่อนได้รับการกระทบกระเทือนและรักษาระดับความชื้นให้พอเหมาะ แล้วจะถูกห่อหุ้มด้วยเนื้อเยื่อบางๆ ตามด้วยราเมือกซึ่งเป็นสีเขียวเข้มที่จะเป็นส่วนที่สร้างสปอร์อยู่บนส่วนหมวก ซึ่งเป็นปลายสุดของดอก มีลักษณะแบบแหลม มีผิวขรุขระ เมื่อดอกเห็ดบานเนื้อหมวกเห็ด (context) จะบางและฉีกขาดได้ง่าย ถัดไปก็คือ ส่วนของกระโปรง ที่เป็นเนื้อเยื่อโปร่งซ้อนกันและจะถูกยืดออกเมื่อดอกโตขึ้น และด้านในสุดคือ ส่วนของก้านที่มีลักษณะคล้ายฟองน้ำที่สานกันแน่น เมื่อสัมผัสอากาศส่วนของกระโปรงและก้านดอกจะบานออก โดยจะบานเต็มที่ภายใน 1-2 ชั่วโมง โดยที่ เนื้อก้านจะมีลักษณะคล้ายเส้นใยหยาบที่สานกันอย่างหลวมๆ คล้ายฟองน้ำและภายในก้านดอกเห็ดมีรูกลวง

เห็ดเยื่อไผ่ชนิดนี้มีคุณค่าทางโภชนาการสูง โดยมีโปรตีนร้อยละ 20 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 40-50 ไขมันร้อยละ 4-5 กรดอะมิโนมากกว่า 14 ชนิด และวิตามินอีกหลายชนิด ซึ่งเห็ดเยื่อไผ่นี้มีโปรตีนสูงกว่าเห็ดอื่นๆ เช่น เห็ดโคนมีโปรตีนร้อยละ 4.2 เห็ดฟางร้อยละ 3.4 เห็ดหอมสดร้อยละ 2.2 และเห็ดหูหนูร้อยละ 1.4 เป็นต้น ซึ่งเหมาะกับการนำมาบริโภคเป็นโปรตีนที่ทดแทนเนื้อสัตว์ได้ นอกจากคุณค่าทางโภชนาการ ในแต่ละส่วนของเห็ดเยื่อไผ่ยังมีสารสำคัญและฤทธิ์ทางชีวภาพที่แตกต่างกันไป

• ส่วนปลอกหุ้มดอกและหมวกดอกจะมีสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) อยู่ในปริมาณสูง สามารถป้องกันหรือชะลอการเกิดกระบวนการออกซิเดชั่นได้หลายรูปแบบ ซึ่งสามารถลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคเรื้อรังได้อย่างหลากหลาย เช่น โรคมะเร็ง โรคเบาหวาน โรคหัวใจ โรคสมอง เป็นต้น[1,2]

• ส่วนเมือกหุ้มดอกเห็ด ประกอบไปด้วยสารไฮยาลูโรแนน (Hyaluronan) ซึ่งมีฤทธิ์ต้านการอักเสบ ลดการระคายเคืองของผิว เพิ่มความชุ่มชื้นฟื้นฟูเซลล์ผิวที่เสื่อมสภาพ[3]

• ส่วนลำต้นและกระโปรงนั้น อุดมไปด้วยคาร์โบไฮเดรตซึ่งส่วนของพอลิแซคคาไรด์ที่ละลายน้ำได้ (Soluble polysaccharide) เป็นกลุ่มที่มีรายงานว่ามีฤทธิ์ต่อต้านเนื้องอก ต่อต้านการอักเสบ ปรับสมดุลของระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย และสามารถรักษาระดับน้ำตาลในเลือดได้[4] และยังมีการพบสารดิกทิโอฟอรีน เอ และบี (Dictyophorines A and B) สารที่ช่วยสังเคราะห์และปรับการเจริญเติมโตของเซลล์ประสาทและสมอง (Nerve growth factor) และทำหน้าที่ปกป้องเนื้อเยื่อเซลล์ประสาทจึงป้องกันการเกิดโรคสมองเสื่อมได้[5,6]



รูปที่ 3 Soluble polysaccharide ที่พบในเห็ดเยื่อไผ่

จะเห็นได้ว่า เห็ดเยื่อไผ่อุดมไปด้วยสารสำคัญมากมายมีศักยภาพสูงในการพัฒนาไปสู่เชิงพาณิชย์ทั้งการเพาะเลี้ยงไปเป็นวัตถุดิบ รวมถึงการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ในเชิงอาหารเพื่อสุขภาพและผลิตภัณฑ์เวชสำอาง ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่เห็ดเยื่อไผ่ของไทยสอดรับกับกระแสรักสุขภาพที่กำลังได้รับความสนใจอย่างกว้างขวางทั่วโลก

เอกสารอ้างอิง

1. Rice-Evans, C., Miller, N., & Paganga, G. (1997). Antioxidant properties of phenolic compounds. Trends in plant science, 2(4), 152-159.

2. Oyetayo, V. O., Dong, C. H., & Yao, Y. J. (2009). Antioxidant and antimicrobial properties of aqueous extract from Dictyophora indusiata. The Open Mycology Journal, 3(1), 20-26.

3. Necas, J., Bartosikova, L., Brauner, P., & Kolar, J. (2008). Hyaluronic acid (hyaluronan): a review. Veterinarni medicina, 53(8), 397-411.

4. Ker, Y. B., Chen, K. C., Peng, C. C., Hsieh, C. L., & Peng, R. Y. (2011). Structural characteristics and antioxidative capability of the soluble polysaccharides present in Dictyophora indusiata (Vent. Ex Pers.) Fish Phallaceae. Evidence-based Complementary and Alternative Medicine, 2011.

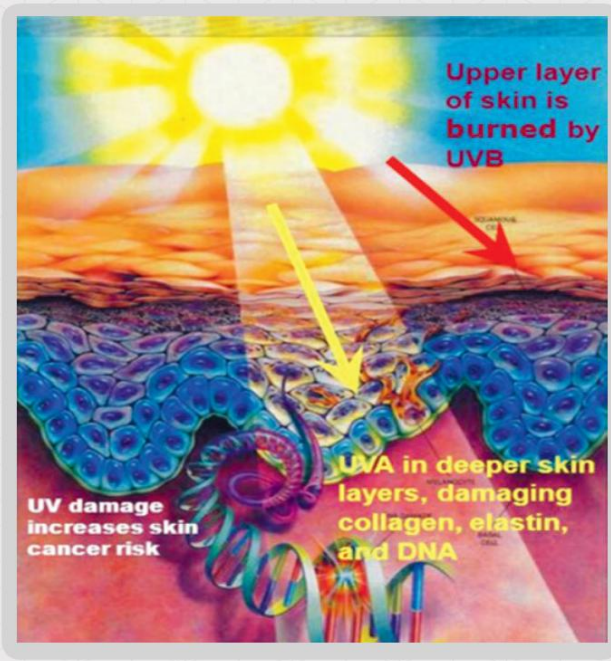
5. Xu, T., & Beelman, R. B. (2015). The bioactive com-pounds in medicinal mushrooms have potential protective effects against neu-rodegenerative diseases. Adv Food Technol Nutr Sci Open J, 1(2), 62-66.

6. Kawagishi, H., Ishiyama, D., Mori, H., Sakamoto, H., Ishiguro, Y., Furukawa, S., & Li, J. (1997). Dictyophorines A and B, two stimulators of NGF-synthesis from the mushroom Dictyophora indusiata. Phytochemistry, 45(6), 1203-1205.

ซินโครตรอน
ไขความลับครีมกันแดด

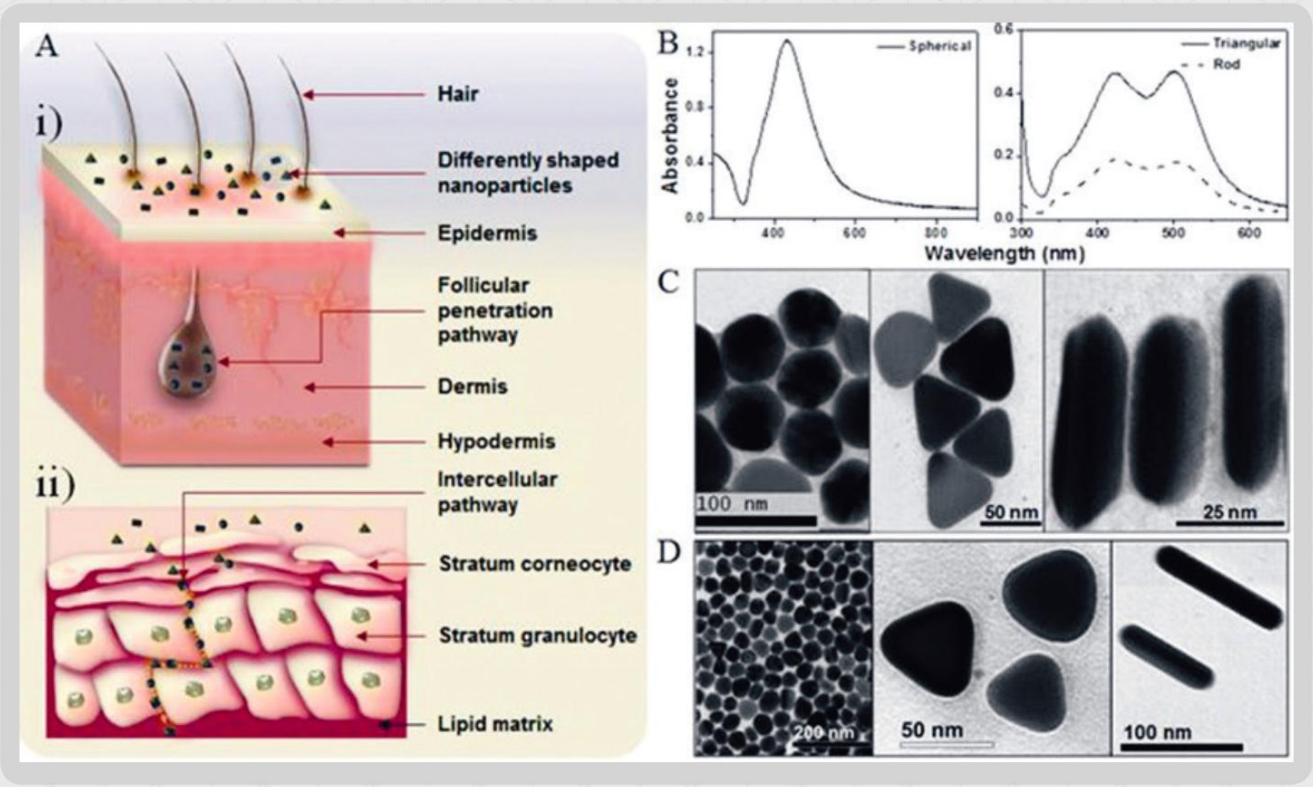
ดร.วรวิกัลยา เกียรติ์พงษ์ลาภ, ดร.นิชาดา เจียรนัยกูร และ นส.นันทิยา วงศ์แสงตา
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
ผศ. ภญ. ดร.พนิดา ลอออรรถพงศ์
ผู้อำนวยการสำนักงานนวัตกรรม บริษัท แพน ราชเทวี กรุ๊ป จำกัด

แสงแดดเป็นตัวการสำคัญที่ทำร้ายเซลล์ผิวหนังนำไปสู่ปัญหาผิวแห้ง สีผิวไม่สม่ำเสมอ ริ้วรอยเหี่ยวย่น หรือรุนแรงจนเกิดเป็นมะเร็งผิวหนัง แสงแดดประกอบด้วยคลื่นความถี่ของรังสีที่มีความยาวแตกต่างกัน ประกอบไปด้วยแสงอินฟราเรด (infrared) มีความยาวคลื่นยาวอยู่ในช่วง 700 นาโนเมตร - 1 มม. แสงที่มองเห็น (visible light) มีความยาวคลื่นในช่วง 400-700 นาโนเมตร และอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet) มีความยาวคลื่นสั้นในช่วง 280-400 นาโนเมตร รังสีที่มีความยาวคลื่นยาวทั้งแสงที่มองเห็นและอินฟราเรดมีโอกาสที่จะเจาะลึกลงไปก่อให้เกิดความเสียหายในผิวได้น้อย แต่แสงยูวีที่มีความยาวคลื่นสั้นสามารถทะลุเข้าเซลล์ผิวได้ก่อให้เกิดปฏิกิริยาจากอนุมูลอิสระได้สูง รังสีอัลตราไวโอเลตหรือ UV ที่ส่องผ่านมาที่ผิวโลก ประกอบไปด้วยประกอบด้วยยูวีเอ (UVA) ยูวีบี (UVB) และยูวีซี (UVC) มีผลกระทบต่อผิวหนังแตกต่างกัน (รูปที่ 1) โดยรังสี UVA สามารถเจาะลึกผ่านลงไปในชั้นผิวหนังแท้ มีบทบาทสำคัญในการที่ผิวถูกทำร้ายจากแสงแดดในระยะยาวมากกว่าที่จะเกิดความเสียหายรุนแรง เมื่อได้รับการสะสมเป็นปริมาณมากจะทำให้เกิดริ้วรอยก่อนวัยและผิวหมองคล้ำ รังสี UVB สามารถเจาะลึกเข้าสู่ผิวได้น้อยกว่า UVA แต่สามารถสร้างอนุมูลอิสระในทุกระดับของผิวชั้นหนังกำพร้า เป็นต้นเหตุสำคัญของอาการแสบร้อนบริเวณผิวหนัง (sun burn) และเมื่อผิวหนังได้รับแสง UVB สะสมในปริมาณมากและเป็นเวลานานจะทำให้เซลล์ผิวหนังถูกทำลายอย่างถาวร ก่อให้เกิดมะเร็งผิวหนังได้ ส่วนรังสี UVC นั้นจะถูกบล็อกโดยชั้นบรรยากาศของโลกไม่สามารถผ่านเข้ามาก่อให้เกิดอันตรายต่อผิวหนังได้[1]



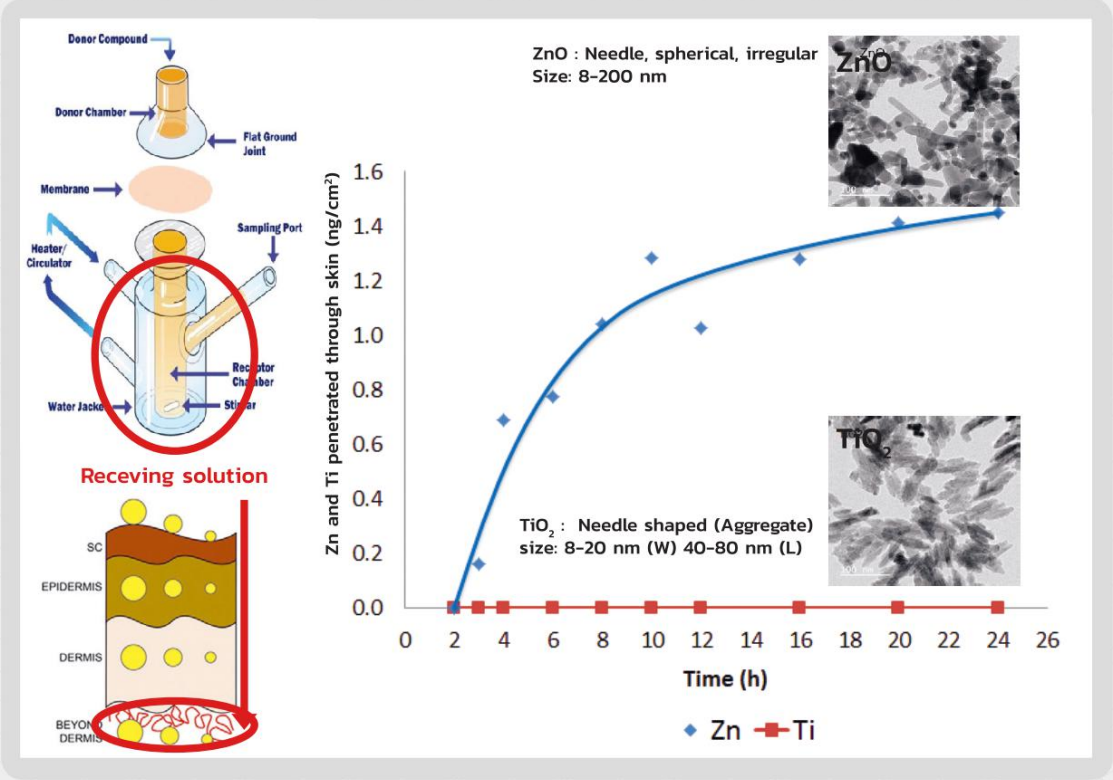
รูปที่ 1 อันตรายจากรังสี UVA และ UVB ต่อผิวหนัง
https://sunsfae.dartmouth.edu/

ครีมกันแดดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ปกป้องผิวจากอันตรายของรังสี UV แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มดูดกลืนรังสี (chemical UV filter) มีความสามารถในการกรองรังสี UV แตกต่างกันไปแล้วแต่ชนิดของสารเคมี และกลุ่มสะท้อนรังสี (physical UV filters) ซึ่งเป็นโลหะออกไซด์จากไททาเนียม (Titanium) และซิงค์ (Zinc) ซึ่งเป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเฉื่อย (ไม่ไวต่อการทำปฏิกิริยาทางเคมี) และไม่ละลายน้ำ ในช่วงต้นของการพัฒนาสูตรผลิตภัณฑ์นั้นจะใช้อนุภาคขนาดไมโครเมตร ซึ่งมีข้อเสียคือจะสะท้อนแสงออกมามากทำให้เห็นเป็นสีขาวเวลาทาบนผิวหน้า แต่ในปัจจุบันได้มีการเตรียมอนุภาคเหล่านี้ให้มีขนาดเล็กลงในระดับนาโนเมตร ทำให้มีลักษณะโปร่งใสและสามารถสะท้อนรังสียูวีได้ดีกว่าเดิม อย่างไรก็ตาม มีการรายงานว่าสารอนุภาคนาโน (nanoparticles, NPs) สามารถที่จะซึมผ่านเข้าสู่ผิวหนังได้ 2 ช่องทาง คือ ผ่านทางรูขุมขน (Follicular penetration) และการแพร่ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์ผิวหนัง (Intercellular penetration) ซึ่งสามารถซึมผ่านลงไปลึกในชั้นผิวหนังแท้และแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ แต่ขึ้นกับขนาดและชนิดของสารนั้นๆ (รูปที่ 2)[2] ดังนั้น การใช้สารอนุภาคนาโนของไททาเนียมไดออกไซด์ (Titanium dioxide, TiO_2) และซิงค์ออกไซด์ (Zinc oxide, ZnO) ในผลิตภัณฑ์ครีมกันแดดจึงมีโอกาสที่สารเหล่านี้จะซึมผ่านผิวหนังและแทรกซึมเข้าสู่กระแสเลือดก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพในระยะยาวได้ ซึ่งการพิสูจน์ถึงความปลอดภัยและการซึมผ่านของอนุภาคนาโนในครีมกันแดดลงสู่ชั้นผิวหนังว่าจะซึมเข้าไปในระดับชั้นใดยังเป็นประเด็นที่เป็นข้อถกเถียงกันอยู่ ณ ปัจจุบัน

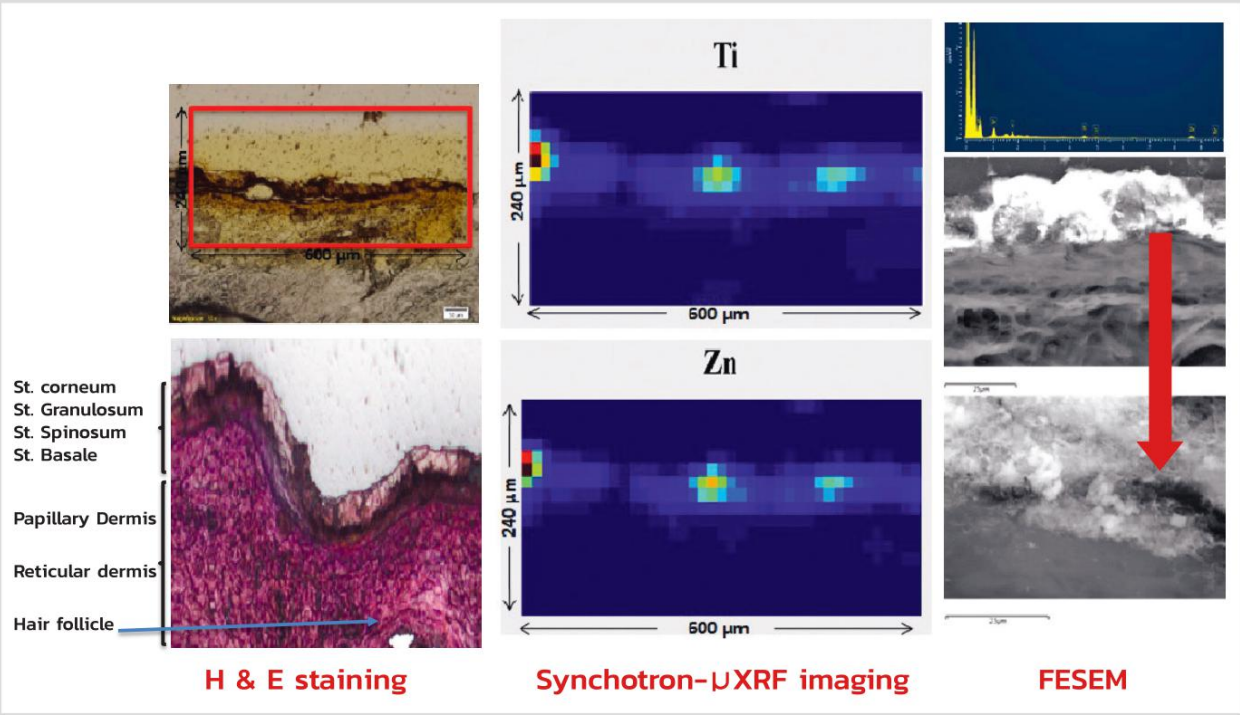


รูปที่ 2 การซึมผ่านผิวหนังของอนุภาคนาโนรูปร่างต่างๆ
i) ผ่านทางรูขุมขน ii) แพร่ผ่านช่องว่างระหว่างเซลล์ผิวหนัง
Reprinted: Tak, Yu Kyung, et al. (2015) Nature Scientific reports,5,16908

ด้วยเหตุนี้ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ร่วมกับ บริษัท แพน ราชเทวี กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ทำการศึกษาการซึมผ่านผิวหนังของอนุภาคนาโนที่เติมลงในผลิตภัณฑ์กันแดด Minus-Sun Facial Ultra Sun Protection SPF50 PA++ ที่มีส่วนผสมของ TiO_2 และ ZnO NPs และมีเนื้อสัมผัสคล้ายรองพื้นแบบมูสที่แตกต่างจากครีมกันแดดทั่วไป โดยทำการทดสอบการซึมผ่านผิวหนังของครีมกันแดดที่มีอนุภาคนาโนในหลอดทดลอง (in vitro skin penetration test) โดยใช้ผิวหนังของหมูแรกเกิดเป็นผิวหนังจำลอง ติดตามการซึมผ่านผิวหนังตั้งแต่ชั้นหนังกำพร้าจนถึงชั้นหนังแท้ที่ประกอบไปด้วยหลอดเลือดในชั้นนี้ และใช้แสงซินโครตรอนด้วยเทคนิค micro-X-ray fluorescence (μ-XRF) ในการศึกษาระดับชั้นผิวหนังที่อนุภาคนาสามารถซึมผ่านได้ ซึ่งพบว่า TiO_2 NPs ไม่สามารถซึมผ่านผิวหนังชั้นหนังแท้ได้ (dermis) แต่ ZnO NPs สามารถซึมผ่านลงมายังชั้นใต้ผิวหนังได้ (hypodermis) แต่มีปริมาณต่ำมากประมาณ 1-2 ng/cm^2 หรือประมาณ 0.2-0.3 ppb (รูปที่ 3) ซึ่งต่ำกว่าปริมาณที่ก่อให้เกิดพิษได้[3]



รูปที่ 3 ปริมาณของ Zn และ Ti ที่ซึมผ่านผิวหนัง
จากการทดสอบด้วย Franz diffusion cell



รูปที่ 4 การกระจายตัวของ Zn และ Ti ในชั้นผิวหนังต่างๆ
จากการทดสอบด้วย µ-XRF และ FESEM

ผลิตภัณฑ์กันแดด MINUS-SUN SPF50

ก้าวสำคัญของเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน
ต่องานวิจัยในวงการแพทย์ผิวหนัง
และวงการเครื่องสำอาง

เมื่อทำการศึกษาการกระจายตัวของ Zn และ Ti ในผิวหนังชั้นต่างๆ ด้วยเทคนิค micro-X-ray fluorescence imaging พบว่า อนุภาคนาโน TiO_2 และ ZnO จะมารวมกันเป็นกลุ่มในบริเวณผิวของหนังกำพร้าชั้นนอกสุดหรือชั้นขี้ไคล (stratum corneum) และบริเวณรูขุมขน และไม่ซึมผ่านทะลุเข้ามาในชั้นสตราตัม สไปโนซัม (Stratum spinosum) ของผิวหนังชั้นนอกสุด (epidermis) และชั้นหนังแท้ (dermis) จึงสามารถพิสูจน์ได้ว่าผลิตภัณฑ์กันแดด MINUS-SUN SPF50 นี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีความปลอดภัยในแง่ของการปราศจากความเป็นพิษจากการซึมผ่านของสารอนุภาคนาโนลงในผิวหนัง ซึ่งสามารถสร้างความเชื่อมั่นต่อคุณภาพและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์กันแดดจาก บริษัท แพน ราชเทวี กรุ๊ป จำกัด (มหาชน) ได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ด้วยนวัตกรรม Silky Smooth อันเป็นทรัพย์สินทางปัญญาเฉพาะของ Minus-Sun ที่ให้สัมผัสที่ลื่น บางเบา เกลี่ยง่าย สามารถใช้เสมือนเป็น Make-Up Base ก่อนแต่งหน้า ช่วยให้ใบหน้า เรียบเนียน ใส จึงทำให้ได้รับการตอบรับที่ดี ทำให้ครีมกันแดด MINUS-SUN SPF50 นี้กลายเป็นเจ้าของรางวัล Best Sunscreen for Face (สุดยอดผลิตภัณฑ์ครีมกันแดด) จาก Lisa Beauty Choice Awards 2018 อีกด้วย

ผลงานนี้ แสดงให้เห็นว่าการวิเคราะห์ขั้นสูงจากเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนสามารถวิเคราะห์และแสดงผลเชิงคุณภาพร่วมกับเชิงปริมาณ ให้ข้อมูลแม่นยำ มีความถูกต้องสูง จึงนับเป็นก้าวสำคัญของเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนต่องานวิจัยในวงการแพทย์ผิวหนังและวงการเครื่องสำอาง ถือเป็นการบุกเบิกการวิเคราะห์เชิงลึกเพื่อทดสอบและประเมินความปลอดภัยของเครื่องสำอาง รวมถึงการพัฒนาและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ที่มีประสิทธิภาพและความปลอดภัยที่สูงขึ้น

เอกสารอ้างอิง

1. Ichihashi, M., Ueda, M., Budiyanto, A., Bito, T., Oka, M., Fukunaga, M., ... & Horikawa, T. (2003). UV-induced skin damage. Toxicology, 189(1-2), 21-39.

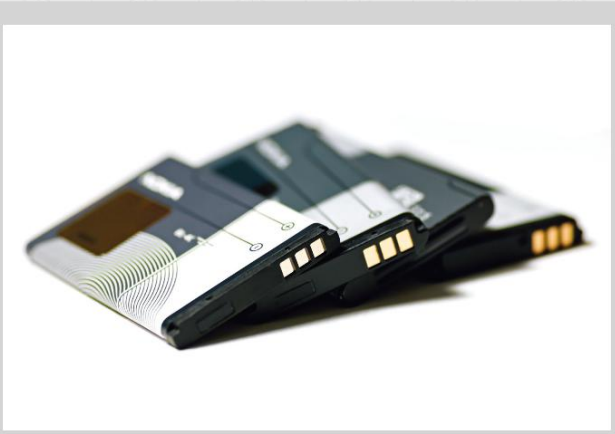
2. Tak, Y. K., Pal, S., Naoghare, P. K., Rangasamy, S., & Song, J. M. (2015). Shape-dependent skin penetration of silver nanoparticles: does it really matter?. Scientific reports, 5, 16908.

3. Fosmire, G. J. (1990). Zinc toxicity. The American journal of clinical nutrition, 51(2), 225-227.

ซินโครตรอน

ไขความลับแก้วมูลค่าสูง ใช้งานในแบตเตอรี่

ดร.พินิจ กิจขุนทด



แบตเตอรี่ชนิดลิเทียมไอออนนั้นมีการใช้งานอย่างกว้างขวางในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีใช้ในปัจจุบัน เพราะมีข้อดีหลายประการ ได้แก่ สามารถชาร์จประจุได้หลายครั้ง มีน้ำหนักเบา และมีความเป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ นักวิทยาศาสตร์ยังคงพัฒนาแบตเตอรี่ชนิดนี้อยู่อย่างต่อเนื่อง และสิ่งสำคัญประการหนึ่งคือการพัฒนาวัสดุขั้วแคโทด โดยวัสดุที่นิยมนำมาใช้ทำเป็นขั้วแคโทดอย่างกว้างขวางคือ **"แก้ว"** เช่น แก้ววานาเดตฟอสเฟต V_2O_5-P_2O_5 หรือแก้ววานาเดตบอเรต V_2O_5-B_2O_3

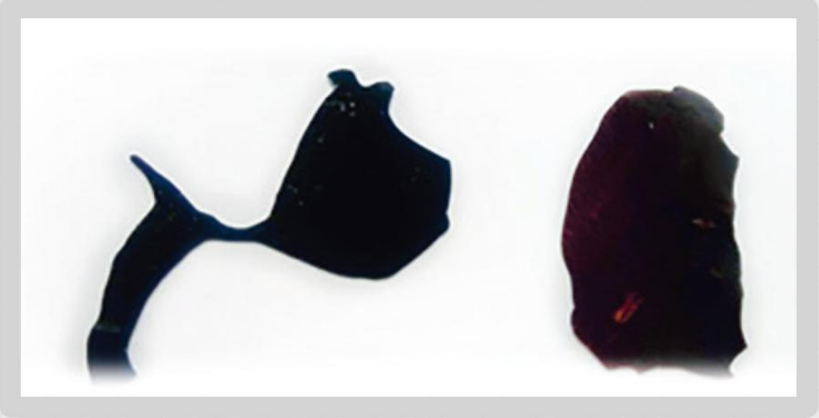
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้พัฒนากรรมวิธีการผลิตแก้ววานาเดียมลิเทียมบอเรต ด้วยวิธี melt-quenching method

วิธีการเตรียมมีขั้นตอนดังนี้

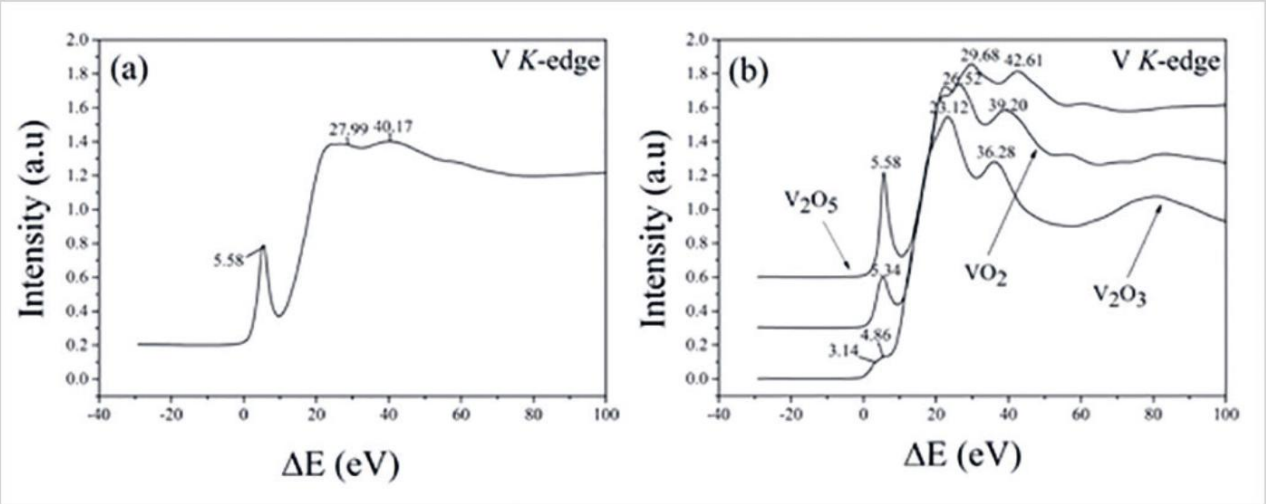
1. เตรียมแก้วลิเทียมบอเรตด้วยการบดสารตั้งต้นโดยใช้โกร่งบดหินโมราเผาที่อุณหภูมิ 1100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

2. เตรียมแก้วลิเทียมบอเรตโดยเพิ่มวานาเดียมออกไซด์เป็นตัวปรับปรุงคุณสมบัติด้วยการบดสารตั้งต้นโดยใช้โกร่งบดหินโมราเผาที่อุณหภูมิ 1150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยใช้แผ่นโลหะสแตนเลสสองแผ่นในการขึ้นรูปนั้นทำการลดอุณหภูมิของน้ำแก้วลงอย่างฉับพลัน

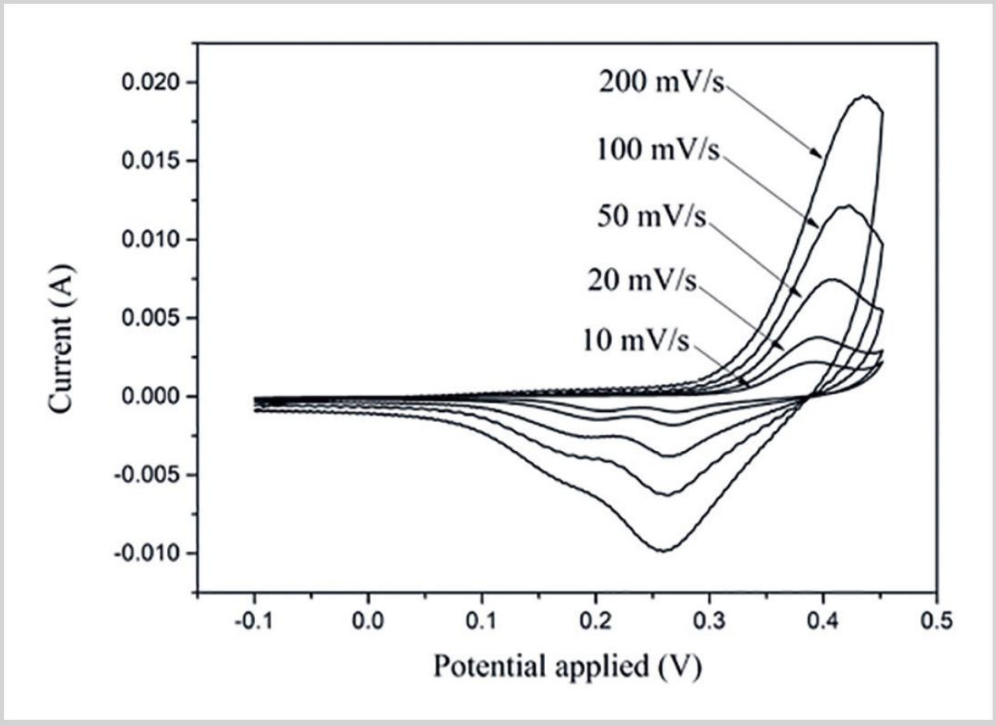
แก้ววานาเดียมลิเทียมบอเรตที่ได้มีลักษณะทางกายภาพที่แข็ง ทึบ และมีความวาวเล็กน้อย มีการกระจายตัวของธาตุ ออกซิเจน โบรอน วานาเดียมและลิเทียม กระจายอยู่ทั่วทั้งตัวอย่าง การวิเคราะห์ด้วยเทคนิค XANES XPS และ UV-VIS ได้ยืนยันสถานะออกซิเดชันของวานาเดียม +4 และ +5 ในตัวอย่างแก้ว การมีอยู่ของ V^{+4} ในตัวอย่างแก้วได้ส่งผลให้เกิดสมบัติทางด้านแม่เหล็กแบบพาราแมกเนติก นอกจากนี้จากการศึกษาสมบัติทางไฟฟ้าเคมีด้วยเทคนิคไซคลิกโวลเทมเมตรีของตัวอย่างแก้ววานาเดียมลิเทียมบอเรต พบว่า มีปฏิกิริยารีดอกซ์ระหว่าง V^{+4} และ V^{+5} เกิดขึ้นและมีค่าการเก็บประจุไฟฟ้าเคมีจำเพาะที่สูงเท่ากับ 43.81 ฟารัดต่อกรัม ซึ่งค่าการเก็บประจุไฟฟ้าเคมีที่ได้สามารถบ่งบอกได้ว่า แก้วชนิดนี้สามารถนำไปต่อยอดเพื่อใช้เป็นวัสดุขั้วแคโทดสำหรับแบตเตอรี่ชนิดลิเทียมได้ในอนาคต



รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างของแก้วระบบลิเทียมวานาเดตบอเรตที่เตรียมได้



รูปที่ 2 ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงโครงสร้างของแก้วที่เตรียมได้
โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์จากแสงซินโครตรอน ณ ระบบลำเลียงแสงที่ 5.2
เพื่อตรวจสอบสถานะเลขออกซิเดชั่นของธาตุวานาเดียม



รูปที่ 3 แสดงผลการทดสอบค่าเชิงไฟฟ้าเคมีของตัวอย่างแก้วลิเทียมวานาเดตบอเรต
ที่เตรียมได้เพื่อการประยุกต์ใช้เป็นขั้วแคโทดในแบตเตอรี่ชนิดลิเทียม

เอกสารอ้างอิง

Nattapol. L et.al., Journal of Non-Crystalline Solids, 497, 56-62 (2018)

ซินโครตรอน

สร้างและยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คน
สู่อนาคตที่ดียิ่งขึ้นกว่าเดิม

MAKE TOMORROW BETTER

บรรณาธิการอำนวยการ

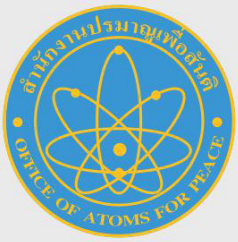
นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ	รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

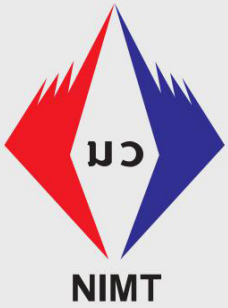
บรรณาธิการบริหาร
ชุดหนังสือวิทยาศาสตร์เพื่อประชาชน : Science & Technology Book Series

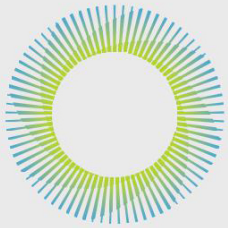
นางกรรณิการ์ เฉิน	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางกุลประภา นาวานุเคราะห์	สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
ดร.นำชัย ชีววิวรรธน์	สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายจุมพล เหมะคีรินทร์	สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายประสิทธิ์ บุบผาวรรณา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
นางสาวยุพิน พุ่มไม้	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
ดร.สุภรา กมลพัฒนะ	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
ดร.วิจิตรา สุริยกุล ณ อยุธยา	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ

คณะทำงาน

นายปฐม สวรรค์ปัญญาเลิศ	รองปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวภัทริยา ไชยมณี	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางจินตนา บุญเสนอ	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวอัจฉราพร บุญญพนิช	สำนักงานปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางวลัยพร ร่มรื่น	กรมวิทยาศาสตร์บริการ
นางสาวนุชจรีย์ สัจจา	สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ
นางสาวยุพิน พุ่มไม้	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นางสาววรรณรัตน์ วุฒิสาร	สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นางทัศนา นาคสมบูรณ์	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางชลภัสส์ มีสมวัฒน์	องค์การพิพิธภัณฑ์วิทยาศาสตร์แห่งชาติ
นางกุลประภา นาวานุเคราะห์	สำนักพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นางจุฬารัตน์ นิ่มนวล	สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ
นายประสิทธิ์ บุบผาวรรณา	สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ
นางสาววรรณพร เจริญรัตน์	สำนักงานคณะกรรมการนโยบายวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และนวัตกรรมแห่งชาติ
นายสรทัศน์ หลวงจอก	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
นายจักรี พรหมบริสุทธิ์	สำนักงานพัฒนาเทคโนโลยีอวกาศและภูมิสารสนเทศ (องค์การมหาชน)
นางสาวปณิธา รื่นบันเทิง	สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นางสาวศศิพันธุ์ ไตรทาน	สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
นายนเรศ เข่งเงิน	สถาบันสารสนเทศทรัพยากรน้ำและการเกษตร (องค์การมหาชน)
นายศุภฤกษ์ คฤหานนท์	สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นายกฤษกร รอดช้างเผือน	สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ (องค์การมหาชน)
นางสาวศรินภัสร์ ลีลาเสาวภาคย์	ศูนย์ความเป็นเลิศด้านชีววิทยาศาสตร์ (องค์การมหาชน)







SYNCHROTRON
THAILAND
CENTRAL LAB

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ

0 4421 7040
0 4421 7047
https://www.slri.or.th
https://www.facebook.com/slri.thailand
pr@slri.or.th
เลขที่ 111 หมู่ 6 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000

SYNCHROTRON
THAILAND
CENTRAL LAB

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี