



แสงสยามสาร

SLRI Newsletter

Synchrotron Light Research Institute

ISBN 1543-1416

ปีที่ 13 ฉบับที่ 6: พฤศจิกายน – ธันวาคม 2554

การใช้ซีลิคาแทนคาร์บอน

เสริมความแข็งแรงของยางธรรมชาติ

การศึกษาโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์

ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แบบฟิชเชอร์-ทรอปซ์

ติดตามการสะสมของธาตุโลหะในเมล็ดพืช

โดยเทคนิค Micro-XRF Imaging



สารจากกองบรรณาธิการ

“แสงสยามสาร” ฉบับประจำเดือน พฤศจิกายน – ธันวาคม 2554 สารด้านเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนที่ยังคงนำเสนออย่างต่อเนื่อง ด้วยบทความผลงานวิจัยจากผู้ใช้บริการทั่วประเทศ จากงานวิจัยเพื่อการพัฒนาคุณภาพเชื้อเพลิง ด้านการเกษตรจากมันสำปะหลัง ยางพารา แป้ง และเมล็ดพันธุ์พืช สถาบันฯ ยังคงเดินหน้าเพื่อเพิ่มศักยภาพของ “เครื่องกำเนิดแสงสยาม” ด้วยการพัฒนาอุปกรณ์แม่เหล็กที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติของแสงซึ่งให้ทั้งความเข้มและพลังงานที่มากขึ้น

ชาวซินโครตรอน ขอรวมกำลังใจส่งไปถึงพี่น้องผู้ประสบอุทกภัยทุกจังหวัด ขอให้สิ่งร้ายๆ จมลายหายไปเป็นการส่งท้ายปี 2554 ขอความสุข สวัสดิ์ จงบังเกิดแก่พี่น้องชาวไทยตลอดไป

แสงสยามสาร SLRI Newsletter

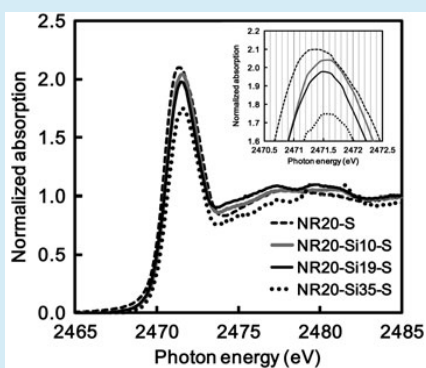
- ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ประยูร ส่งสิริฤทธิกุล
- บรรณาธิการ : ดร.ประพงษ์ คล้ายสุบรรณ
- กองบรรณาธิการ :
ดร.วรารณ ตันฑนุช น.ส.ศศิพันธุ์ ไตรทาน
ดร.กาญจนา ธรรมนุ น.ส.จันทรัตน์ บุญมาก
- ออกแบบ : เทวฤทธิ์ พันธุ์เพียร

จัดทำโดย :
ส่วนงานประชาสัมพันธ์
สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)
อาคารสิรินธรวิทยโขทัย
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง
จ.นครราชสีมา 30000

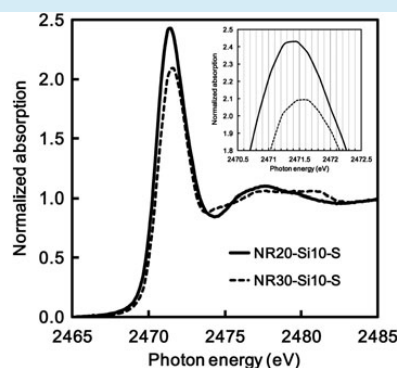
โทรศัพท์ 0-4421-7040 ต่อ 1251-2
โทรสาร 0-4421-7047
Website : www.slri.or.th
E-mail : prslri@slri.or.th

การศึกษา การใช้สารซิลิกาแทนคาร์บอน เป็นตัวเสริมความแข็งแรงในยางธรรมชาติ

ดร.วันวิสา พัฒนศิริวิศว สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)



รูปที่ 1 XANES สเปกตรัมเมื่อมีการใส่และไมใส่สารผสมซิลิกาในยางธรรมชาติ



รูปที่ 2 XANES สเปกตรัม ของ NR20-Si10-S และ NR30-Si10-S

ปัจจุบันยางธรรมชาติถูกนำมาใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มากมายหลายชนิดเพื่อใช้ในชีวิตรประจำวัน จนเหมือนเป็นสิ่งจำเป็นที่ขาดไม่ได้ เช่น ยางรถของหมอน ที่นอน อุปกรณ์ด้านการแพทย์ ยางรถยนต์ ลูกมียาง สายพานขนส่ง ชิ้นงานทางด้านวิศวกรรม และผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในงานก่อสร้าง เป็นต้น การแปรรูปยางธรรมชาติให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามที่ต้องการนั้น สามารถทำได้โดยการเติมสารเคมีชนิดต่างๆ เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ (carbon black) และสารตัวเร่งต่างๆ เป็นต้น สำหรับผงเขม่าดำถือเป็นสารเสริมแรงที่สำคัญที่สุดในอุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติเชิงกลให้ดียิ่งขึ้น ทำให้ทนต่อแรงดึง ทนต่อการฉีกขาด และรองรับการกระแทก อย่างไรก็ตามผงเขม่าดำนั้นได้จากการกลั่นปิโตรเลียม ซึ่งอาจจะหมดไปในไม่ช้า ดังนั้นจึงได้มีการใช้สารซิลิกาเป็นตัวเสริมความแข็งแรงแทนผงเขม่าดำ ซึ่งนอกจากจะเป็นตัวเสริมแรงแล้วยังช่วยให้ประหยัดน้ำมันในการขั้บรถ

และการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการใช้รถบนถนนอีกด้วย

คณะผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาผลของการเติมสารซิลิกาเข้าไปในยางธรรมชาติแบบ *in situ* โดยใช้เทคนิคการดูดกลืนรังสีเอกซ์ ณ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน เพื่อศึกษาซิลเฟอร์คลอสลิงค์ ในกระบวนการวัลเคไนเซชัน เมื่อมีการเติมสารซิลิกาลงในยางธรรมชาติ โดยกระบวนการวัลคาไนซ์เซชันนี้จะเป็นการบอกถึงคุณสมบัติเชิงกลของยางธรรมชาติ เช่น ความยืดหยุ่น เป็นต้น

รูปที่ 1 แสดงสเปกตรัม X-ray Absorption Near Edge Structure (XANES) ของซิลเฟอร์เมื่อมีการเติมสารซิลิกาลงไป ในประมาณ 10, 19 และ 35 phr (part per one hundred of rubber: ส่วนในร้อยส่วนของยางโดยน้ำหนัก) โดยจะเห็นว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ประมาณ 2471.4 ถึง 2471.7 eV ซึ่งสอดคล้องกับ polysulfidic โดยยางธรรมชาติเมื่อยังไม่เติมสารซิลิกา (NR20-S) พบว่ามีตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลอยู่ที่ 2471.5 และเมื่อเพิ่มปริมาณ

ซิลิกา พบว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลมีค่าเพิ่มขึ้น โดยตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si35-S อยู่ที่ 2471.7 eV นั้นแสดงว่าความยาวพันธะของ polysulfidic ($C-S_x-C$ ($x = 1, 2, 3, 4$)) มีค่าลดลง และเกิดเป็นพันธะสั้นๆ ของพันธะ polysulfidic ขึ้นแทน เนื่องจากการเติมสารซิลเฟอร์เข้าไปภายหลังจากที่เติมสารซิลิกาแล้วนั้น ทำให้ซิลเฟอร์ที่ใส่เข้าไปภายหลังเกิดการจับตัวกับเป็นหมู่ silanol (SiH_3OH) บนซิลิกาในยางธรรมชาติ ขณะเดียวกันซิลเฟอร์ที่อยู่บางส่วนอาจจะถูกจับกับสารซิลิกาที่อยู่รอบๆ เนื้อยางเมื่อแห้งลง เพราะได้มีการพบสารซิลเฟอร์คลอสลิงค์รอบๆ อนุภาคของยาง

สเปกตรัม XANES ในรูปที่ 2 สนับสนุนว่าการเกิดหมู่ silanol ในซิลเฟอร์วัลเคไนเซชันนั้นสามารถเปรียบเทียบได้จากการเตรียมตัวอย่างยางธรรมชาติที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อยางแห้ง (DRC) ที่ต่างกัน โดยจะเห็นได้ว่าตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR20-Si10 และ NR30-Si12 นั้นเป็นพันธะ polysulfidic แต่ความสูงของตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลของ NR30-Si10 นั้นต่ำกว่าและมีค่าการดูดกลืนรังสีเอกซ์ที่ค่าพลังงานสูงกว่า NR20-Si12 ซึ่งแสดงว่าการเพิ่มจำนวนพันธะของ polysulfidic ใน NR30-Si10 นั้นน้อยกว่า NR20-Si12 เนื่องมาจากตัวอย่าง NR30-Si10 นั้นมีความเข้มข้นของเนื้อยาง รวมทั้งซิลเฟอร์และซิลิกาที่มากกว่า NR20-Si12 ทั้งๆ ที่อัตราส่วนในร้อยละของยางโดยน้ำหนักมีค่าเท่ากัน

การเติมสารซิลิกาลงไปจะช่วยให้อย่างแข็งแรงขึ้นได้โดยสามารถดูได้จากพันธะ polysulfidic สายสั้นเพิ่มมากขึ้น และการเติมสารซิลิกาแบบ *in situ* จะเป็นนำไปทำวัสดุยางที่หลากหลายได้ ซึ่งงานวิจัยนี้จะนำไปสู่การพัฒนาและนำสารซิลิกาไปใช้ในยางธรรมชาติ

เอกสารอ้างอิง

Atitaya Tohsana, Pranee Phinyocheep, Sumet Kittipoom, Wanwisa Pattanasiriruwisa and Yuko Ikeda, "Novel biphasic structured composite prepared by in situ silica filling in natural rubber latex". Polym. Adv. Technol. (2011). Online published: 13 SEP 2011, DOI: 10.1002/pat.2051.

การศึกษาโครงสร้างของ ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ ที่ใช้ในกระบวนการสังเคราะห์แบบฟิชเชอร์-โทรปช์

นายสัญญา ปรามศรีอรุณ ดร.พินทุ์สุดา วิธวัฒน์ และรศ.ดร.อรรณิธรา วรยิ่งยง
ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตลอดระยะเวลาหลายปีที่ผ่านมาหลายประเทศตื่นตัวและให้ความสนใจในการหาแหล่งพลังงานเพื่อทดแทนพลังงานเชื้อเพลิงจากฟอสซิล แหล่งพลังงานทดแทนที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน ได้แก่ พลังงานจากลม แสงอาทิตย์ ก๊าซธรรมชาติ ชีวมวล ประกอบกับปัจจุบันโลกกำลังประสบปัญหาโลกร้อน อันเป็นผลมาจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) และคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) สู่บรรยากาศ ที่เกิดจากการใช้พลังงานเชื้อเพลิงฟอสซิล แนวคิดในการลดปริมาณการปล่อยก๊าซดังกล่าวด้วยการเปลี่ยนเป็นพลังงานเชื้อเพลิงในรูปเชื้อเพลิงสังเคราะห์ (synthetic fuel) จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ โดยปฏิกิริยาที่สำคัญที่ใช้ในการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ได้แก่ปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch synthesis)

ปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch synthesis) เป็นปฏิกิริยาเคมีระหว่างก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (หรือคาร์บอนไดออกไซด์) กับไฮโดรเจน เพื่อสังเคราะห์สารประกอบไฮโดรคาร์บอนจำพวกพาราฟินและโอเลฟินทั้งสี่ตรงและสี่กิ่งสำหรับใช้เป็นเชื้อเพลิงยานยนต์ กระบวนการผลิตเชื้อเพลิงสังเคราะห์ผ่านปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ แสดงดังนี้

1. การผลิตก๊าซสังเคราะห์ (synthesis gas formation)



2. กระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์ (Fischer-Tropsch reaction)



3. กระบวนการกลั่นแยก (refining)



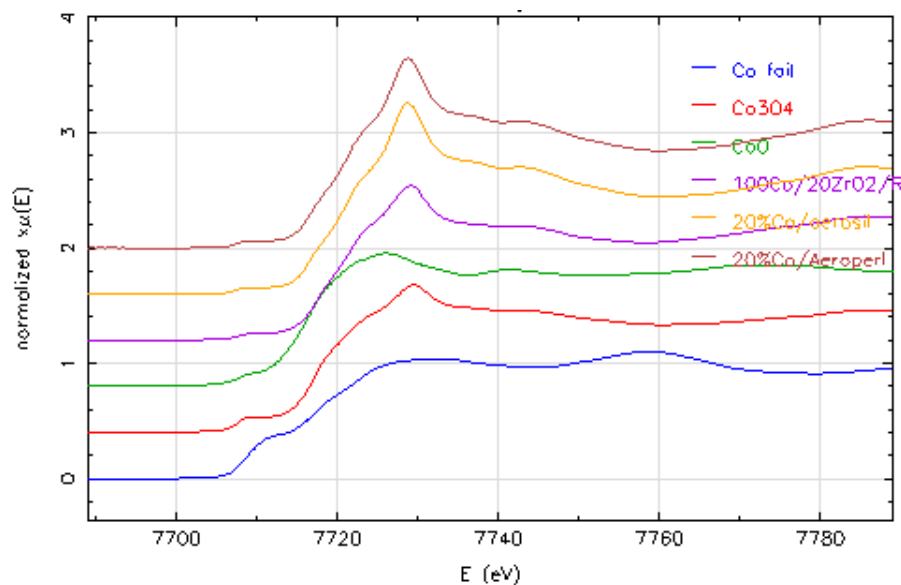
ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นจากปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์มีหลายชนิด เช่น ก๊าซเชื้อเพลิง ก๊าซปิโตรเลียมเหลว น้ำมันเชื้อเพลิงยานยนต์ และไข เป็นต้น ซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งโดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่เป็นเชื้อเพลิงยานยนต์ โดยข้อดีของเชื้อเพลิงที่ได้จากปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์นั้น คือมีค่าออกเทนและค่าซีเทนสูงกว่าเชื้อเพลิงที่ได้จากปิโตรเลียมเมื่อเผาไหม้จะเกิดมลพิษน้อยกว่าเนื่องจากไม่มีสารประกอบซัลเฟอร์และไม่มีสารที่มีโครงสร้างอะโรมาติก อีกทั้งยังสามารถนำน้ำมันดีเซลที่ได้จากกระบวนการฟิชเชอร์-โทรปช์มาผสมกับน้ำมันดีเซลที่มาจากการ

กลั่นน้ำมันปิโตรเลียมเพื่อเพิ่มค่าซีเทนและปรับปรุงการเผาไหม้ให้ดียิ่งขึ้น

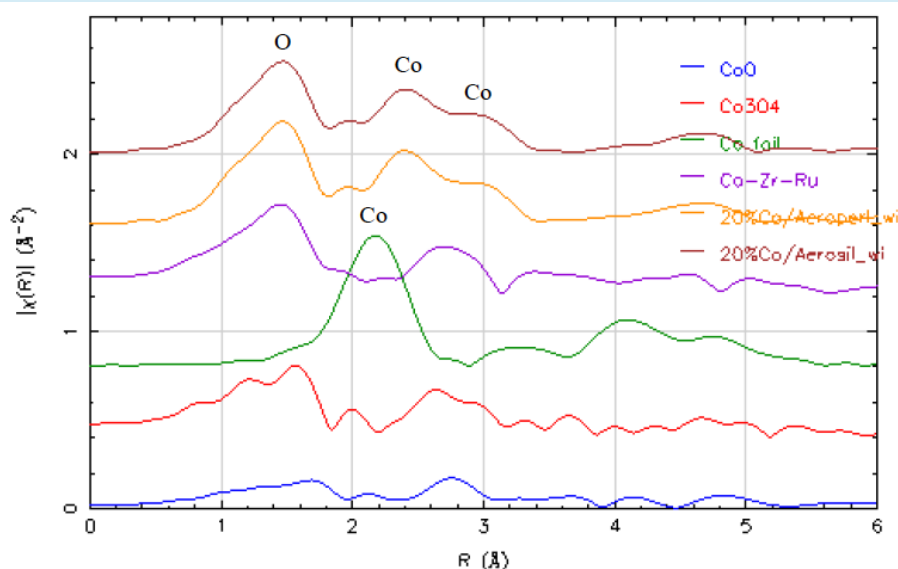
ตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาที่สำคัญสำหรับปฏิกิริยาฟิชเชอร์-โทรปช์ และใช้เร่งปฏิกิริยานี้ในเชิงอุตสาหกรรม โดยทั่วไปเราสามารถเตรียมตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ด้วยวิธีต่างๆ อาทิ วิธีตกตะกอนร่วม (co-precipitation) วิธีฝังตัว (incipient wetness impregnation) วิธีโซล-เจล (sol-gel) จากความแตกต่างของวิธีและสภาวะการเตรียม ทำให้ตัวเร่งปฏิกิริยาที่เตรียมได้มีสมบัติบางอย่างต่างกัน ไป นำไปสู่ความสามารถในการเร่งปฏิกิริยาและผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกต่างกัน การศึกษาโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาจึงเป็นกุญแจสำคัญที่นำไปสู่ความรู้ ความเข้าใจถึงการเกิดปฏิกิริยาและการเกิดผลิตภัณฑ์ได้

เทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมในการวิเคราะห์โครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ คือ เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ (X-ray absorption spectroscopy) ด้วยผลการศึกษา X-ray absorption near edge structure (XANES) และ Extended X-ray absorption fine structure (EXAFS) สามารถวิเคราะห์สมบัติและโครงสร้างโดยรอบของอะตอมโคบอลต์ได้ ดังแสดงในรูปที่ 1 พบว่า XANES สเปกตรัมที่ได้จากการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์ของตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่เติมตัวกระตุ้นบนตัวรองรับซิลิกา 2 ชนิด คือ Aerosil (20%Co/Aerosil) และ Aeroperl (20%Co/Aeroperl) และตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่เติมตัวกระตุ้น ZrO₂ และ Ru (100Co/20ZrO₂/100Aerosil/0.66Ru) มีความสอดคล้องกับ XANES สเปกตรัมที่ได้จากสารมาตรฐาน Co₃O₄

EXAFS สเปกตรัมที่ได้จากการศึกษาตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ทั้งที่ไม่เติมตัวกระตุ้น ZrO₂ และ Ru และไม่เติมตัวกระตุ้น ดังรูปที่ 2 แสดงให้เห็นว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่ได้เติมตัวกระตุ้น มีการจัดเรียงตัวของโคบอลต์คล้ายคลึงกับ Co₃O₄ และเมื่อ



รูปที่ 1 XANES สเปกตรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา 20%Co/Aerosil 20%Co/Aeroperl และ 100Co/20ZrO₂/100Aerosil/0.66Ru และสารมาตรฐาน Co₃O₄ CoO และ Co foil



รูปที่ 2 EXAFS สเปกตรัมของตัวเร่งปฏิกิริยา 20%Co/Aerosil 20%Co/Aeroperl และ 100Co/20ZrO₂/100Aerosil/0.66Ru และสารมาตรฐาน Co₃O₄ CoO และ Co foil

เปรียบเทียบระยะ Co-Co ในตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์พบว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่เติมตัวกระตุ้น ZrO₂ และ Ru มีระยะ Co-Co เพิ่มขึ้นกว่าตัวเร่งปฏิกิริยาโคบอลต์ที่ไม่ได้เติมตัวกระตุ้น อันเป็นผลจากการมี ZrO₂ และ Ru ในโครงสร้าง

เทคนิคการวัดการดูดกลืนรังสีเอกซ์จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์ความแตกต่างแม้เพียงเล็กน้อยในโครงสร้างของตัวเร่งปฏิกิริยาที่เกิดจากวิธีเตรียมและสถานะที่ต่างกันได้ ■

เอกสารอ้างอิง

1. Prangsri-aaron, S., Viravathana, P.*, Bangmek, W., Worayingyong, A., Kangwansupamonkon, W., Deutschmann, O., and H. Schulz. Promoted and Un-promoted Co/SiO₂ Fischer-Tropsch Catalysts, Advanced Materials Research, 287-290, 2011, 3093-3097.
2. Prangsri-aaron, S., Viravathana, P., Worayingyong, A., Kangwansupamonkon, W., and H. Schulz Prepr. Pap.-Am. Chem. Soc., Div. Petr. Chem., 55(1), 2010, 141.

ติดตามการสะสมของธาตุโลหะในเมล็ดพืช โดย Micro XRF-imaging

ดร.วรสารณ์ ตันทบุษ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

เมล็ดพืช คือ ส่วนที่เจริญมาจากไข่ (ovule) ภายหลังได้รับการปฏิสนธิ (fertilization) ของพืชดอก ซึ่งถือเป็นส่วนสำคัญในการขยายพันธุ์ของพืช เนื่องจากประกอบไปด้วยต้นอ่อน (embryo) ซึ่งจะโตเป็นต้นพืชต่อไปและเอนโดสเปิร์ม (endosperm) ทำหน้าที่เป็นเนื้อเยื่อสะสมอาหาร เตรียมไว้สำหรับการเจริญเติบโตของต้นอ่อนในระยะงอกที่ยังไม่สามารถทำการสังเคราะห์แสงได้ จนกว่าต้นอ่อนงอกกลายเป็นต้นกล้า และทำการสร้างอาหารเอง อาหารที่สะสมส่วนใหญ่จึงเป็นประเภทแป้ง โปรตีนและไขมัน นอกจากนี้ยังเป็นธาตุชนิดต่าง ๆ

การสะสมสารอาหารในเมล็ดพืชมีความสำคัญอย่างมากต่อการงอกและการเจริญเติบโตของพืช ในพื้นที่เพาะปลูกที่มีความอุดมสมบูรณ์ จะช่วยให้การสร้างเมล็ดมีความสมบูรณ์ไปด้วย ซึ่งในทางกลับกัน หากในแหล่งเพาะปลูกมีธาตุอาหารบางอย่างขาดไปหรือมากเกินไป จะส่งผลต่อการสะสมธาตุเพื่อสร้างเมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพ นอกจากนั้นการสะสมธาตุบางชนิด เช่น โพแทสเซียม (K) แคลเซียม (Ca) แมงกานีส (Mn) เหล็ก (Fe) นิกเกิล (Ni) ทองแดง (Cu) สังกะสี (Zn) และซีลีเนียม (Se) มีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงทางกระบวนการเมแทบอลิซึมและสรีรวิทยาของพืช ซึ่งพบว่าการสะสมของธาตุต่าง ๆ เหล่านี้ บางส่วนถูกควบคุมโดยการแสดงออกของยีน หรือมีการกลายพันธุ์ที่ยีนบางชนิดเกิดขึ้น

ดังนั้นหากเราสามารถตรวจติดตามการสะสมธาตุชนิดต่าง ๆ ในเมล็ดพันธุ์ได้

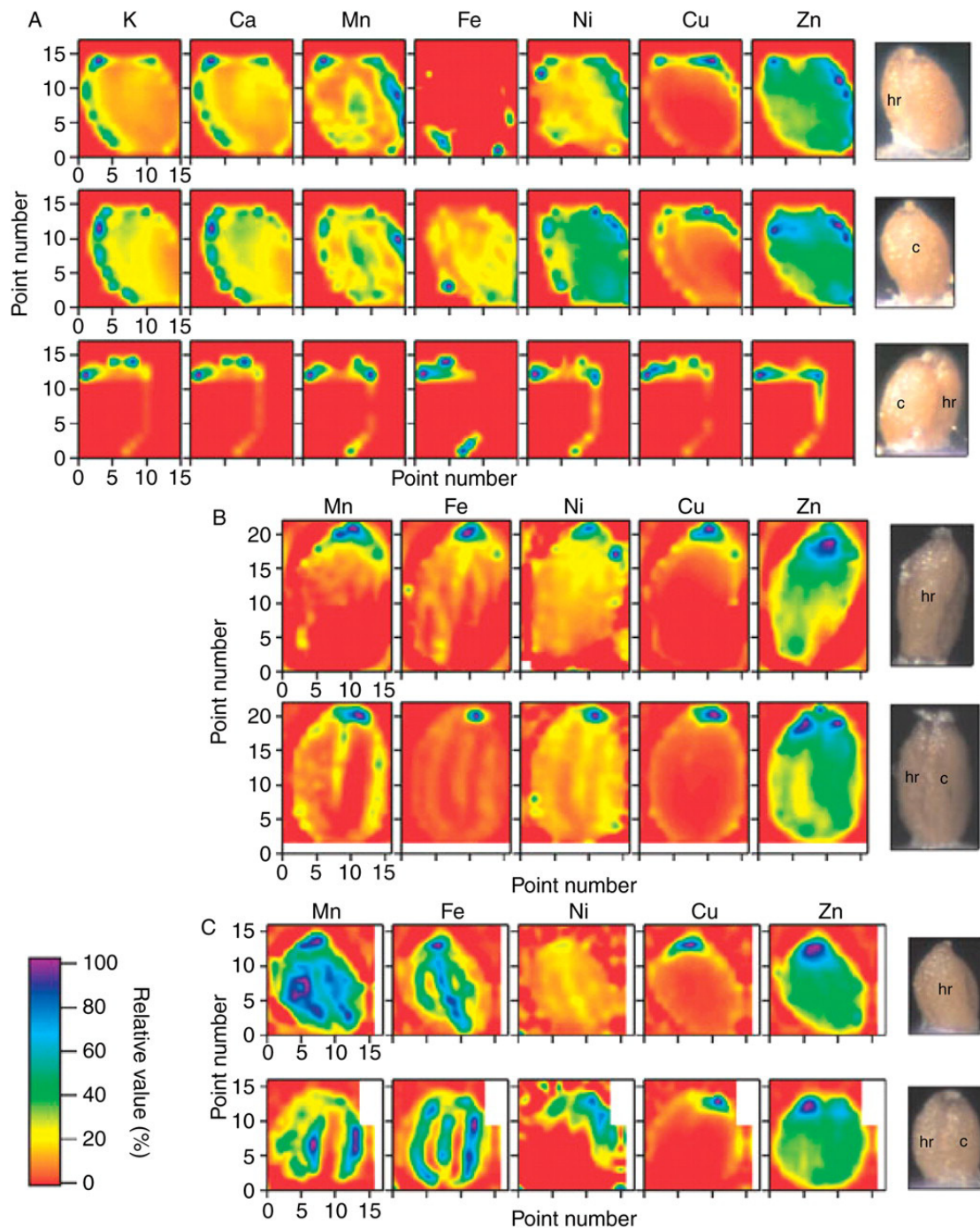
ก่อนนำไปปลูก หรือนำไปจำหน่าย อาจมีส่วนช่วยให้สามารถคัดเลือกเมล็ดพันธุ์ที่ดี และลดการสูญเสียในภายหลังการเพาะปลูกได้ การตรวจสอบการสะสมของธาตุในบริเวณต่าง ๆ ของเมล็ดพันธุ์สามารถทำได้ด้วยเทคนิค Synchrotron-based micro XRF-imaging

ดร. เลสเตอร์ ยัง (Lester Young) จากกรมวิชาการเกษตรและเกษตรทางอาหาร ประเทศแคนาดา พร้อมด้วยคณะ ได้ศึกษาการสะสมของธาตุในเมล็ด *Arabidopsis thaliana* ที่ทำให้กลายพันธุ์ ณ ตำแหน่งของยีน manganese accumulator 1 (*man1*) และ nicotianamine synthetase (*nasx*) ซึ่งมีบทบาทสำคัญในกระบวนการ เมแทบอลิซึมของธาตุเหล็ก โดยใช้ X-ray microprobe ที่ Advanced Photon Source โดยใช้ลำแสงรังสีเอกซ์ที่ขนาด 10 x 10 ไมโครเมตร (กว้างxสูง) พบว่ารูปแบบการสะสมธาตุโลหะของเมล็ดสายพันธุ์ Col-4 (สภาวะควบคุม) มีความแตกต่างจากเมล็ดกลายพันธุ์ทั้ง สายพันธุ์ *nasx* และ *man1* โดยเมล็ดสายพันธุ์ Col-4 พบการสะสมธาตุโลหะมากที่สุดบริเวณขอบด้านข้างของเมล็ดและพบการกระจายตัวของนิกเกิลและสังกะสีในปริมาณมากกว่าธาตุอื่น ในขณะที่เมล็ดกลายพันธุ์ *man1* พบการสะสมธาตุโลหะส่วนใหญ่บริเวณใบเลี้ยง (cotyledons) และราก มากกว่าบริเวณอื่น ส่วนเมล็ดกลายพันธุ์ *nasx* มีการสะสมของธาตุเหล็กและแมงกานีสมากกว่าทองแดง (รูปที่ 1) ซึ่งสอดคล้องกับการสะสมธาตุในเนื้อเยื่อพืช

การสะสมธาตุโพแทสเซียม แคลเซียม ในปริมาณมากจะพบได้ในเนื้อเยื่อพืชที่

เกี่ยวข้องกับการขนส่งโมเลกุล การส่งสัญญาณ การแบ่งเซลล์และการเจริญเติบโต ซึ่งธาตุเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการทำหน้าที่ในกระบวนการเมแทบอลิซึม และคาดการณ์ว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุในเนื้อเยื่ออาจแสดงให้เห็นถึงเอ็นไซม์จำนวนมากที่ต้องการใช้ธาตุโลหะเหล่านั้นเป็นตัวประกอบร่วม (cofactors) ซึ่งจะเห็นได้จากการสะสมทองแดงที่บริเวณปลายยอดของใบเลี้ยง

ปัจจุบันสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้เปิดให้บริการ สถานีทดลองสำหรับเทคนิค micro-XRF imaging เพื่อใช้ในการติดตามการสะสม หรือการกระจายตัวของธาตุในตัวอย่างที่สนใจ โดยตัวอย่างสามารถอยู่ในรูปของของแข็ง เช่น ดิน หิน โลหะผสม เซรามิก ภาพเขียน หรือตัวอย่างทางชีววิทยา เช่น เมล็ดพืช ใบไม้ ดอกไม้ เนื้อเยื่อพืช เนื้อเยื่อสัตว์ เป็นต้น โดยสถานีทดลองนี้จะใช้แสงซินโครตรอนในช่วงพลังงาน 1-12 keV ในการกระตุ้นอะตอมในตัวอย่าง ข้อดีของเทคนิคนี้ก็คือ เป็นการตรวจสอบแบบไม่ทำลายตัวอย่าง (non-destructive examination) และขนาดลำรังสีเอกซ์ที่ใช้อยู่ในระดับประมาณ 100 ไมโครเมตร ทำให้สามารถตรวจสอบตัวอย่างที่มีขนาดเล็ก และศึกษาการกระจายของธาตุต่างๆ บนตัวอย่างได้อีกด้วย ผู้ที่สนใจขอใช้บริการสามารถดูรายละเอียดได้ที่ www.slri.or.th หรือสามารถขอข้อมูลเพิ่มเติมผ่าน E-mail: somchai@slri.or.th และ waraporn@slri.or.th ■



รูปที่ 1 แผนภาพการสะสมของธาตุในเมล็ด *A. thaliana* วิเคราะห์โดยใช้ XRF-mapping (A) แผนภาพการสะสมธาตุโลหะของเมล็ดสายพันธุ์ Col-4 (สภาวะควบคุม) โดยทำแผนภาพจากการวัดใน 3 มุม 0, 60 และ 120 องศา (จากด้านบนลงล่าง) (B) แผนภาพการสะสมธาตุโลหะของเมล็ดสายพันธุ์ man1 โดยทำแผนภาพจากการวัดใน 2 มุม 0 และ 90 องศา (จากด้านบนลงล่าง) (C) แผนภาพการสะสมธาตุโลหะของเมล็ดสายพันธุ์ nasx โดยทำแผนภาพจากการวัดใน 2 มุม 0 และ 90 องศา (จากด้านบนลงล่าง) ระดับของสีแสดงความเข้มสัมพัทธ์สำหรับแต่ละพิกเซล (จากการทำ normalization ความหนาของแต่ละแผนภาพ)

เอกสารอ้างอิง

Young L, Westcott N, Christensen C, Terry J, Lydiate D, Reaney M. Inferring the geometry of fourth-period metallic elements in arabidopsis thaliana seeds using synchrotron-based multi-angle X-ray fluorescence mapping. *Annals of Botany* 100: 1357–1365, 2007

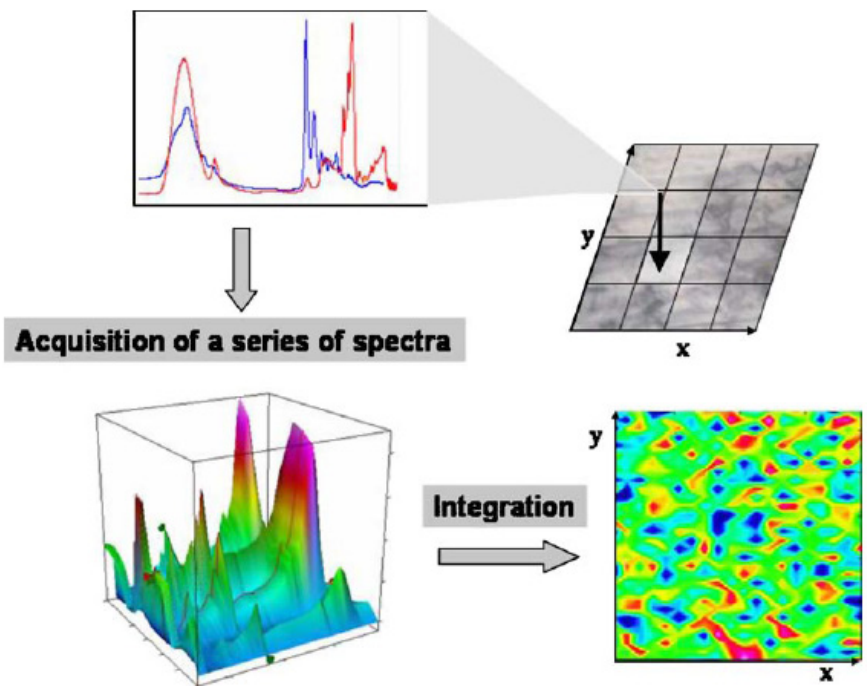
เทคนิค Synchrotron IR microspectroscopy กับงานวิจัยทางด้านแป้ง

ดร. กาญจนา ธรรมู สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

แป้งสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นใช้ทำอาหารคาว อาหารหวาน ผลิตภัณฑ์และโลชั่น หรือนำมาใช้เป็นส่วนผสมในกระบวนการผลิตในอุตสาหกรรมอาหารและผลิตภัณฑ์อื่นๆ เพื่อให้ควบคุมหรือปรับปรุงคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนสุดท้าย นอกจากนั้นมีความพยายามผลิตแป้งดัดแปรมากมายหลายชนิดเพื่อที่จะทำให้แป้งมีคุณสมบัติพิเศษยิ่งขึ้น เช่น มีระดับความหนืดตามที่ต้องการ มีความคงทนต่อสภาวะในกระบวนการผลิตได้ดี มีลักษณะเนื้อสัมผัสที่ดีขึ้นและมีความคงตัวสูง ลดการเกิดคืนตัวของแป้ง (retrogradation) จึงช่วยยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ได้

การศึกษาโครงสร้างของแป้งนั้น โดยทั่วไปจะใช้เทคนิค Scanning Electron Microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD) และเทคนิคทางเอนไซม์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามโครงสร้างของแป้งนั้นมีความซับซ้อนประกอบด้วยโครงสร้างที่จัดเรียงตัวกันเป็นโครงสร้างแบบผลึก (crystalline lamella) และส่วนที่เป็นอสัณฐาน (amorphous lamella) ที่เรียงตัวสลับกันไปมาเป็นชั้นๆ ซึ่งจำเป็นต้องใช้เทคนิคอื่นๆ มาช่วยในการอธิบายโครงสร้างให้มากยิ่งขึ้น

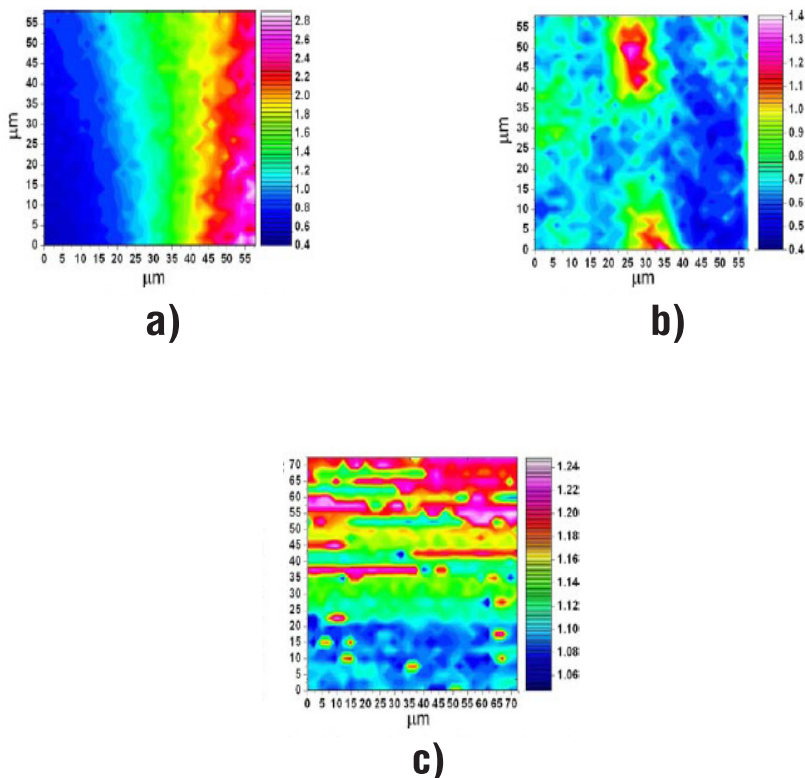
เทคนิคทางด้าน Infrared (IR) spectroscopy เป็นเทคนิคที่นิยมใช้ในการวิเคราะห์ตรวจสอบเกี่ยวกับโมเลกุลของสาร โดยอาศัยหลักการเกี่ยวกับการสั่น (vibration) ของโมเลกุล สารต่างชนิดกันจะมีรูป



ภาพที่ 1 แสดงการใช้เทคนิค Infrared Microspectroscopy ในการสร้างแผนภาพลักษณะการกระจายตัวของสารผสม โดยแสดงผลออกมาในรูปของสเปกตรัมการดูดกลืนแสงของข้อมูลและพื้นที่กราฟของตัวอย่างที่สนใจ

แบบการดูดกลืนแสงอินฟราเรดที่แตกต่างกัน จึงให้รูปแบบลักษณะสเปกตรัมการดูดกลืนแสงที่แตกต่างกัน ปัจจุบันการนำเทคนิค IR spectroscopy มาใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์ ซึ่งนิยมเรียกว่าเทคนิค Infrared microspectroscopy สามารถสร้างแผนภาพลักษณะการกระจายตัวของหมู่ฟังก์ชัน (functional group) หรือ หมู่อะตอม หรือกลุ่มอะตอมของธาตุที่แสดงสมบัติเฉพาะของสารอินทรีย์

ชนิดหนึ่ง ๆ ในตัวอย่างได้ในระดับความละเอียดเชิงพื้นที่สูง (high spatial resolution) ซึ่งแตกต่างจากเทคนิค IR spectroscopy ที่จะให้ข้อมูลในลักษณะของค่าเฉลี่ยของหมู่ฟังก์ชัน ดังนั้นเทคนิค Infrared microspectroscopy นี้สามารถจะขยายขอบเขตการใช้งานได้อย่างมากมาย โดยเฉพาะเมื่อใช้แสงอินฟราเรดจากเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนที่มีความเข้มและ



ภาพที่ 2 แสดงอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงของข้อมูลโปรตีนของเจลาติน บริเวณ Amide I $C=O$ stretching ที่ตำแหน่ง $1700-1600\text{ cm}^{-1}$ และ ค่าการดูดกลืนแสงของข้อมูลมอลโตเดกซ์ทรินจากคาร์โบไฮเดรต บริเวณ $C-O$ stretching ที่ตำแหน่ง $1200-980\text{ cm}^{-1}$ (a : ทดลองที่ 50°C , b : ทดลองที่ 25°C และ c : ทดลองที่ 10°C)

ความสว่างจ้าสูงกว่าแหล่งกำเนิดแสงทั่วไปถึง 1000 เท่า ทำให้สามารถวิเคราะห์ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กและความเข้มข้นต่ำมาก ๆ ได้

ตัวอย่างเช่น การศึกษาลักษณะการกระจายตัวของสารผสมระหว่างเจลาตินและมอลโตเดกซ์ทริน ภายใต้สภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกัน โดยใช้เทคนิค Synchrotron based FTIR microspectroscopy โดยอาศัยหลักการสร้างแผนภาพแสดงลักษณะการกระจายตัวของตัวอย่างโปรตีนเจลาตินที่จะปรากฏตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลโปรตีน amide I ประมาณ $1700-1600\text{ cm}^{-1}$ ในขณะที่ตำแหน่ง

ยอดแหลมของข้อมูลมอลโตเดกซ์ทรินจะปรากฏประมาณ $1200-900\text{ cm}^{-1}$ โดยการคำนวณอัตราส่วนของพื้นที่ใต้กราฟระหว่างโปรตีนเจลาตินต่อมอลโตเดกซ์ทริน ทำให้สามารถศึกษาลักษณะการกระจายตัวของสารผสมทั้งสองชนิดได้ และสามารถศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ biopolymer ทั้งสองชนิดในสภาวะอุณหภูมิที่แตกต่างกันตั้งแต่ 50, 25 และ 10°C ได้

ซึ่งเมื่อทำการวิเคราะห์อัตราส่วนของตำแหน่งยอดแหลมของข้อมูลเจลาตินต่อมอลโตเดกซ์ทรินพบว่ามีความแตกต่างกันใน

การกระจายตัวของสารทั้งสองชนิด โดยที่อุณหภูมิ 50°C มีการกระจายตัวของสารทั้งสองชนิดอย่างชัดเจน (ภาพที่ 2a) ในขณะที่เมื่ออุณหภูมิลดลง สาร biopolymer จะมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้าง (conformational changes) ของเจลาติน ซึ่งทำให้สามารถที่จะรวมตัวกันกับมอลโตเดกซ์ทรินได้ดี แสดงได้จากภาพลักษณะการกระจายตัวของสารที่มีการกระจายตัวที่ดีขึ้น (ภาพที่ 2c)

นอกจากนี้เทคนิค Infrared microspectroscopy ยังสามารถใช้ในงานวิจัยทางด้านแบ่งอื่นๆ เช่น การศึกษาลักษณะการกระจายตัวของสารระหว่างโพลิเมอร์และแป้ง ซึ่งจะมีประโยชน์มากในการศึกษาลักษณะการกระจายตัวของสารผสมประสิทธิภาพของการขึ้นรูป และการใช้สารพลาสติกไซเซอร์ (plasticizer) ต่างๆ เพื่อให้การขึ้นรูปมีคุณสมบัติที่ดีขึ้น การศึกษาลักษณะการกระจายตัวของหมู่ฟังก์ชันของเมิดแบ่งที่ผ่านการดัดแปรด้วยกระบวนการเติมเอสเทอร์ (ester modification) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงระดับการเปลี่ยนแปลงของหมู่ฟังก์ชันที่ทำให้แบ่งมีคุณสมบัติเหมาะแก่การประยุกต์ใช้งานในแต่ละด้าน เช่น การใส่หมู่ฟังก์ชันเพื่อการปรับปรุงสภาพการมีประจุ การใส่หมู่ฟังก์ชันเพื่อปรับปรุงคุณสมบัติการไหลในสภาวะความร้อนที่แตกต่างกัน การใส่หมู่ฟังก์ชันเพื่อปรับปรุงสมบัติในการดูดซับน้ำ ซึ่งประโยชน์ของการปรับหมู่ฟังก์ชันของแป้งจะนำไปใช้ในงานหลายประเภท เช่น งานทางด้านการผลิตกระดาษ การใช้เป็นส่วนประกอบของยา การผลิตเป็นโครงร่างเส้นใยสำหรับการซ่อมแซมเซลล์ เป็นต้น ■

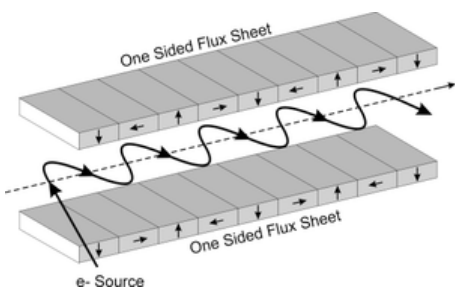
เอกสารอ้างอิง

Giacomo, O. De. and Quaroni, A.L. Synchrotron Based FTIR Spectromicroscopy of Biopolymer Blends Undergoing Phase Separation. Food. Biophysics. 3 : 77-86, 2008.

อุปกรณ์แทรก (Insertion devices) (ตอนแรก)

ดร. อนุสรณ์ ทองอ่อน สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

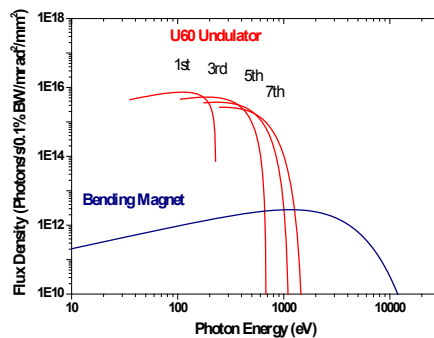
ในอดีตนั้นเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนได้ถูกพัฒนาเพื่อใช้ประโยชน์จากแสงที่มาจากแม่เหล็กแบบสองขั้ว (Bending magnet; BM) เท่านั้น ต่อมาได้มีการพัฒนาอุปกรณ์แม่เหล็กที่สามารถเพิ่มคุณสมบัติของแสงซึ่งให้ทั้งความเข้มและพลังงานที่มากขึ้นไปกว่าแสงที่ได้จากแม่เหล็กสองขั้ว อุปกรณ์แม่เหล็กที่ว่านี้มีชื่อเรียกว่า อุปกรณ์แทรก (Insertion device; ID) โดยมีการจัดเรียงแม่เหล็กให้มีสนามสลับไปมาระหว่างขั้วเหนือ-ใต้ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านมาในบริเวณที่มีสนามแม่เหล็ก ก็จะทำให้เกิดการเลี้ยวเบนไปตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก อิเล็กตรอนก็เกิดการสูญเสียพลังงานและพลังงานที่สูงสูญเสียออกมานั้นก็คือ แสงซินโครตรอนนั่นเอง ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 แสดงการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนตามทิศทางของสนามแม่เหล็ก

(ที่มา http://en.wikipedia.org/wiki/Wiggler_%28synchrotron%29)

อุปกรณ์แทรกแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ โดยใช้ค่าความแรงของสนามแม่เหล็ก (magnetic field strength ; K) เป็นเกณฑ์ คือ ถ้าค่า $K \leq 1$ เรียกว่า อันดูลเลเตอร์ และถ้าค่า $K \gg 1$ เรียกว่า วิกเลอร์ (รายละเอียดจะนำเสนอในฉบับถัดไป)



รูปที่ 2 แสดงปริมาณความหนาแน่นฟลักซ์ที่ผลิตจากแม่เหล็กสองขั้ว และอันดูลเลเตอร์ของเครื่องกำเนิดแสงสยาม

ในกรณีของอันดูลเลเตอร์นั้นทางสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอนได้ทำการติดตั้งเพื่อเป็นแหล่งกำเนิดแสงให้กับระบบลำเลียงแสงที่ 3 โดยมีสถานีทดลองที่ 3.2a:PES สำหรับเทคนิค PhotoEmission Spectroscopy และ สถานีทดลองที่ 3.2b:PEEM

สำหรับเทคนิค PhotoEmission Electron Microscopy ซึ่งได้เปิดให้บริการเรียบร้อยแล้ว โดยแสงซินโครตรอนที่ผลิตได้จากอันดูลเลเตอร์นั้นมีความสว่างจ้ามาก ซึ่งมีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับแสงซินโครตรอนที่มาจากแม่เหล็กสองขั้วเกือบ 2000 เท่า ดังรูปที่ 2 ซึ่งความสว่างจ้าของแสงซินโครตรอนที่ผลิตจากอันดูลเลเตอร์ เกิดจากการแทรกสอดของแสง และความเข้มที่ได้จะมีค่าเท่ากับจำนวนคาบแม่เหล็ก (number of period; N) ยกกำลังสอง (ในกรณีของอันดูลเลเตอร์ที่ติดตั้งที่สถาบันฯ จำนวนคาบแม่เหล็กมีทั้งหมด 41 คาบ)

สำหรับอันดูลเลเตอร์ที่ติดตั้งกับเครื่องกำเนิดแสงสยามนั้นมีค่าความยาวคาบที่ 60 มิลลิเมตร จึงเรียกอันดูลเลเตอร์นี้ว่า U60 ซึ่งมีข้อมูลที่สำคัญดังตารางที่ 1 ■

ตารางที่ 1 แสดงข้อมูลที่สำคัญของอันดูลเลเตอร์ U60 ของเครื่องกำเนิดแสงสยาม

พารามิเตอร์	ข้อมูล
ความยาวคาบ	60 มิลลิเมตร
จำนวนคาบ	41
ระยะห่างระหว่างขั้วน้อยสุด	26 มิลลิเมตร
สนามแม่เหล็กสูงสุด	0.573 เทสลา
ความยาวของแม่เหล็ก	2510 มิลลิเมตร
วัสดุแม่เหล็กถาวรสำหรับแนวตั้ง	VACODUM 745 TP
วัสดุแม่เหล็กถาวรสำหรับแนวนอน	VACODUM 655 TP



โรงเรียนการศึกษาคนตาบอด นครราชสีมา ต.บ้านใหม่ อ.เมือง จ.นครราชสีมา ให้ความร่วมมือกับทางสถาบันฯ ให้ ดร.รุ่งเรือง

สช. ทดสอบอักษรเบรลล์ต้นแบบ กับโรงเรียนการศึกษาคนตาบอดนครราชสีมา

พัฒนากุล ผู้จัดการระบบลำเลียงแสงที่ 6a: DXL และคณะเข้าทำการทดสอบตัวแสดงผลอักษรเบรลล์กับนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยอักษรเบรลล์ผลิตโดยใช้แสงซินโครตรอนจากระบบลำเลียงแสงที่ 6a: DXL ซึ่งเป็นการใช้แสงซินโครตรอนย่านรังสีเอกซ์พลังงานต่ำ ทำให้ได้อักษรเบรลล์ที่มีขนาดเล็กกว่าเหรียญ 1 บาท ซึ่งมีความปลอดภัยสูง เนื่องจากใช้ระบบแรงดันลม แทนการใช้ระบบไฟฟ้าสถิต

ซึ่งจากผลการทดสอบอักษรเบรลล์ทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ พบว่าได้ผลดีระดับหนึ่งซึ่งในอนาคตทางสถาบันฯ จะทำการพัฒนาอักษรเบรลล์ให้มีประสิทธิภาพการใช้งานได้ยิ่งขึ้น

ในการนี้ สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ได้รับโอกาสเป็นเจ้าภาพเลี้ยงอาหารค่ำแก่นักเรียนผู้พิการทางสายตาคำนวณ 70 คน พร้อมในคราวเดียวกัน

สช. เสริมทักษะวิจัย อร.วิทย์ ช่วงปิดเทอม



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ให้การอบรมนักเรียนห้องเรียนพิเศษวิทยาศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนบุญวัฒนา จำนวน 13 คน เป็นเวลา 2

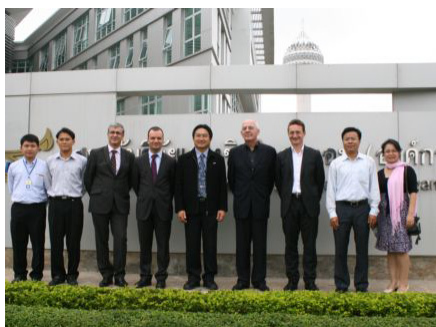
สัปดาห์ ระหว่างวันที่ 3 – 14 ตุลาคม 2554 ในช่วงปิดภาคการศึกษา โดยจัดกิจกรรมเรียนรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเทคโนโลยีแสงซินโครตรอน และการใช้ประโยชน์ การฝึกปฏิบัติทำการทดลองจริง และการวิเคราะห์ด้วยเทคนิคต่างๆ ที่มีภายในห้องปฏิบัติการแสงสยาม โดยนักวิจัยที่มีความเชี่ยวชาญให้การอบรมและดูแลอย่างใกล้ชิด เพื่อฝึกทักษะกระบวนการวิจัย สัมผัสการทำงานของนักวิจัย เพื่อนำไปสู่การเตรียมความพร้อมและพัฒนาศักยภาพของตนเองที่จะก้าวไปสู่การเป็นนักวิทยาศาสตร์รุ่นเยาว์ของประเทศในอนาคต

สช. จัดอบรม บุคคลที่ทำงานบริเวณรังสี



สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) จัดอบรมหลักสูตรมาตรฐานในการอบรมบุคคลที่ทำงานบริเวณรังสี เมื่อวันที่ 6 ตุลาคม 2554 ณ ห้องอดิธอริยม อาคารสิรินธรวิทยายุทธ โดยเชิญวิทยากรผู้ทรงคุณวุฒิจากสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ บรรยายถึงเรื่องผลของรังสีที่ได้รับจากทั้งภายใน และภายนอกร่างกาย กฎเกณฑ์ และมาตรการเกี่ยวกับการป้องกันอันตรายจากรังสี ตลอดจนเรื่อง พ.ร.บ. พลังงานปรมาณูเพื่อสันติ พ.ศ. 2504 และกฎกระทรวงที่เกี่ยวข้อง

เอกอัครราชทูตฝรั่งเศส เยือนห้องปฏิบัติการแสงสยาม



รศ.ดร.ประยูร ส่งศิริพิทักษ์กุล รักษาการผู้อำนวยการสถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน) ให้การต้อนรับนายจิลาส์ เลอ ลีเดค เอกอัครราชทูต

สาธารณรัฐฝรั่งเศสประจำประเทศไทย และคณะ เมื่อวันที่ 18 ตุลาคม 2554 ในโอกาสเดินทางเข้ารับฟังบรรยายสรุปภารกิจงานดำเนินงานของห้องปฏิบัติการแสงสยาม จังหวัดนครราชสีมา ในการผลิตและให้บริการแสงซินโครตรอนในงานวิจัยแขนงต่างๆ ต่อนักวิจัยไทยและต่างประเทศ พร้อมทั้งหารือถึงแนวทางการขยายความร่วมมือทางด้านต่างๆ ที่เกี่ยวกับเทคโนโลยีแสงซินโครตรอนซึ่งสาธารณรัฐฝรั่งเศสมีเครื่องกำเนิดแสงซินโครตรอนขนาดใหญ่อยู่ 2 แห่ง และการหารือถึงการสนับสนุนกิจกรรมการสร้าง ความตระหนักทางวิทยาศาสตร์ด้านแสงซินโครตรอนในประเทศไทยในอนาคต

สถาบันวิจัยแสงซินโครตรอน (องค์การมหาชน)

ขอเชิญผู้สนใจใช้บริการแสงซินโครตรอน ยื่นข้อเสนอโครงการ

Call for proposal

“Call for proposal”

In Witness Whereof the parties here to have executed this agreement

(Signature of photographer)

Address and phone number of
or parent / guardian

If model is a child
I represent that I am the parent / guardian
of the above-named model. I hereby consent
to the foregoing on the model's behalf.

(Signature of parent / guardian)

สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่

www.slri.or.th