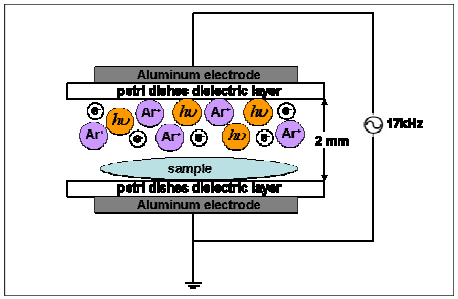
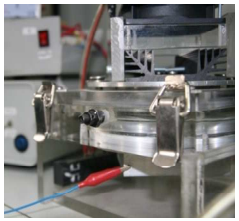
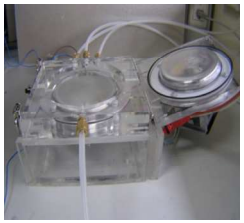
การดัดแปรแป้งด้วยพลาสมาในระดับห้องทดลอง
Laboratory-Scale for Plasma Treatment of Starch

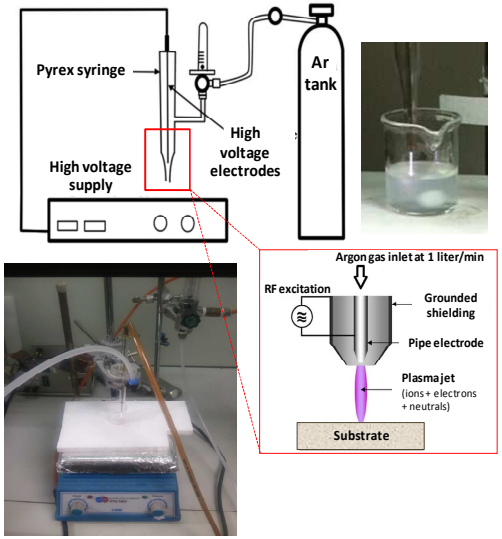
การอาบพลาสมาแป้งอัดเม็ดด้วยวิธี DBD
Dielectric Barrier Discharge (DBD)
Plasma Treatment for Starch Tablet





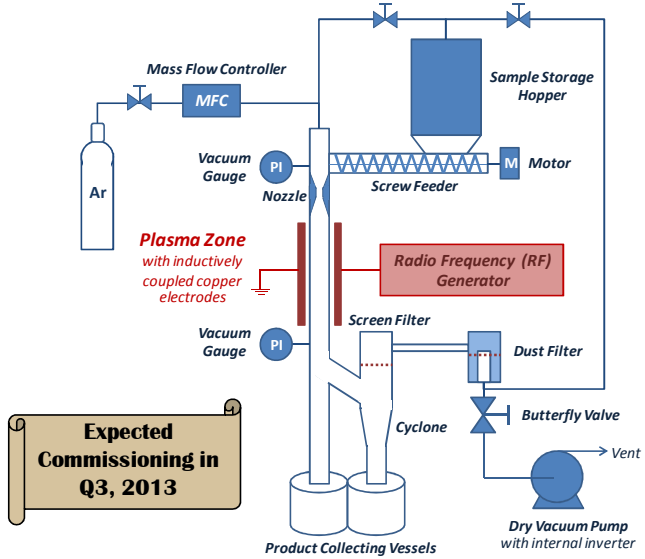


การอาบพลาสมาน้ำแป้งด้วยวิธีพ่น
Jet Plasma Treatment for Starch Slurry



การขยายกำลังการผลิตในระดับกึ่งอุตสาหกรรม
Scaling Up for Semi-industrial Production

คาดว่าจะสามารถเพิ่มกำลังการผลิตแป้งดัดแปรด้วยพลาสมาด้วยอัตราการป้อน
"0.5-5 กิโลกรัมต่อชั่วโมง"



ติดต่อสอบถามหน่วยงานวิจัยในโครงการ
(Contact Us)

หน่วยงานหลัก (Main Organization)

ภาควิชาฟิสิกส์ และหน่วยสร้างเสริมศักยภาพทางนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

(Department of Physics and Center of Nanoscience and Nanotechnology, Faculty of Science, Mahidol University)

ที่อยู่: 272 ถนนพระรามหก แขวงทุ่งพญาไท เขตราชเทวี กรุงเทพมหานคร 10400

โทรศัพท์: 0-2201-5852 โทรสาร: 0-2354-7160

หน่วยงานสนับสนุน (Supporting Organizations)

1. ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล
(Department of Biotechnology, Faculty of Science, Mahidol University)
2. สำนักวิชาสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี
(Interdisciplinary Center, Mahidol University, Kanchanaburi Campus)
3. ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พอลิเมอร์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ
Polymer Physics Laboratory, MTEC

โครงการวิจัย
(Research Project)

การดัดแปรแป้งมันสำปะหลังชนิดครอสลิงค์โดยไม่ใช้สารเคมีเพื่อใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร
(Cross-Linking Modification of Cassava Starch by Non-Chemical Route for Utilization in Food Products)

หัวหน้าโครงการ **รศ.ดร. มานพ สุพรรณธริกา***
ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ผู้ร่วมโครงการ **ผศ.ดร. สมศักดิ์ แดงติ๊บ**
ภาควิชาฟิสิกส์ และหน่วยสร้างเสริมศักยภาพทางนาโนศาสตร์และนาโนเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล

ดร. รุ่งทิวา วงศกรทรัพย์
สาขาวิชาอุตสาหกรรมอาหาร สำนักวิชาสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

ดร. วีรวุฒิ ชัยวัฒน์
สาขาวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สำนักวิชาสหวิทยาการ มหาวิทยาลัยมหิดล วิทยาเขตกาญจนบุรี

ดร. อศิรา เฟื่องฟูชาติ
ห้องปฏิบัติการฟิสิกส์พอลิเมอร์ ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (เอ็มเทค)

ที่ปรึกษาโครงการ **ดร.ตวงพร ตู้โกเมน**
บริษัท สยามมอดิฟายด์ สตาร์ช จำกัด

**E-mail: manop.sup@mahidol.ac.th, Tel: 0-2201-5314*

มันสำปะหลัง
(Cassava)

✓ ไม่มีสารเคมีตกค้างในผลิตภัณฑ์อาหาร
(No Chemicals Residues in Food Products)

✓ ลดค่าใช้จ่ายสารเคมี และการบำบัดน้ำเสีย
(Reduction in Cost for Chemicals and Water Treatment)

แป้งดิบ
(Native Starch)

- ไม่คงทนต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน
(Not resistant to heat, acid, and shear)
- แป้งมีการคืนตัวเร็ว
(Fast retrogradation)

กระบวนการดัดแปร
Modification Process

วิธีทางกายภาพ
เช่น การอาบพลาสมา
Physical Methods
such as Plasma Treatment

วิธีทางเคมี
Chemical Methods

✗ ความปลอดภัยทางอาหารต่อผู้บริโภค
(Customer Concern about Food Safety)

✗ ค่าใช้จ่ายสารเคมีและการบำบัดน้ำเสีย
(Cost of Chemicals and Water Treatment)

แป้งดัดแปรชนิดครอสลิงค์
(Cross-Linked Starch)

- ทนต่อความร้อน กรด และแรงเฉือน
(Resistant to heat, acid, and shear)
- ชะลอการคืนตัวของแป้ง
(Delay retrogradation)

ผลิตภัณฑ์อาหาร
ที่มีความคงตัวสูง
และเนื้อสัมผัสดี
(Food products with high stability and good texture)

"พลาสมา" คือ อะไร ?
What is PLASMA ?

"พลาสมา" คือ ก๊าซที่ถูกกระตุ้นให้แตกตัวอย่างต่อเนื่อง เป็น อิเล็กตรอน ไอออน อะตอมที่ถูกกระตุ้น และโฟตอน

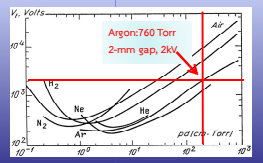
Plasma: partially ionized gas containing electron, ions, excited atoms, and photons.

- $Ar + e^- \rightarrow Ar^+ + 2e^-$ Ionization process
- $Ar + e^- \rightarrow Ar^* + e^-$ Excitation process
- $Ar^* \rightarrow Ar + hu$ EM emission process
- $Ar^+ + e^- \rightarrow Ar + hu$ Recombination process

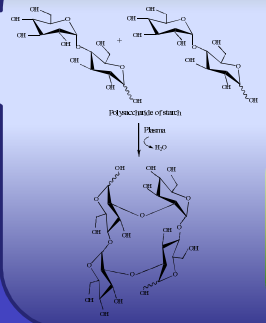
"พลาสมา" เกิดขึ้น เมื่อไหร่ ?
When is PLASMA induced ?

"พลาสมา" เกิดขึ้นเมื่อก๊าซถูกกระตุ้นด้วยพลังงานมากพอในสภาวะที่เหมาะสม

Plasma is induced when supplying enough energy to gas under suitable conditions.



เกิด "ครอสลิงค์" ได้อย่างไร ? How does CROSS-LINKING occur?

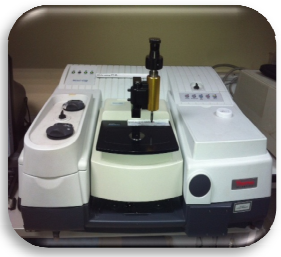


$$Starch\text{-}OH + OH\text{-}Starch \xrightarrow{Plasma\ treatment} Starch\text{-}O\text{-}Starch + H_2O$$

"อนุภาคอิออนของก๊าซจะไปทำให้หมู่ฟังก์ชั่น OH หลุดออกมาเป็นโมเลกุลน้ำ แล้วสร้างพันธะครอสลิงค์ระหว่างกันแทน"

Gas radicals and electron induce OH functional group to form water molecule, then cross-linking is occurred instead.

FTIR

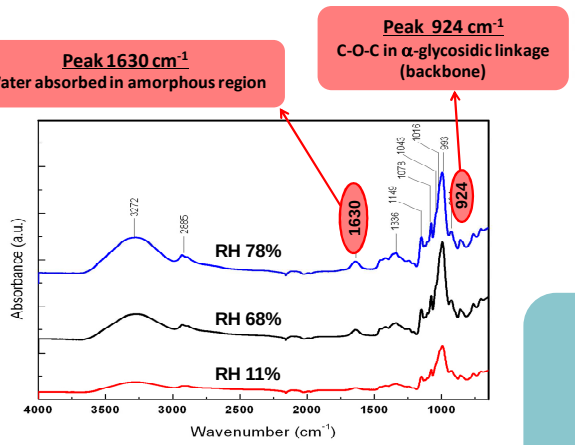


UV-VIS

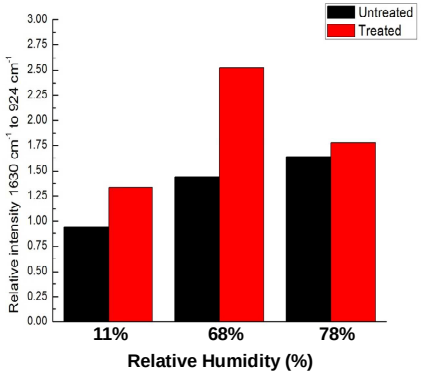
TGA

• การวิเคราะห์หมู่ฟังก์ชั่น (functional group)

ด้วยวิธี Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy



FTIR results for plasma treated starch

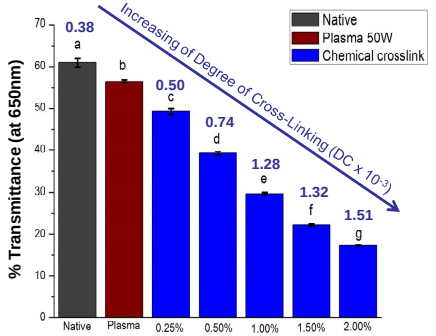


แป้งดัดแปรด้วยพลาสมา
มีจำนวนของน้ำดูดซับเพิ่มขึ้นในทุกสภาวะ
→ "แป้งเกิดการครอสลิงค์ขึ้น"

The intensity of absorbed water increased for all conditions of plasma treated starch,
→ "cross-linking is occurred in starch structure".

• การวิเคราะห์ความใส (clarity)

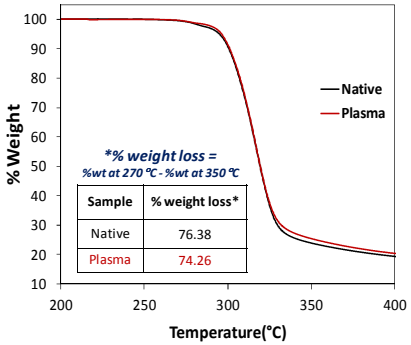
ด้วยวิธี UV-Visible Spectroscopy



ความใสของแป้งลดลงเมื่อมีการดัดแปร โดย
แป้งดิบ > แป้งดัดแปรพลาสมา > แป้งดัดแปรเคมี
→ "แป้งเกิดการครอสลิงค์ขึ้น"

• การวิเคราะห์สมบัติทางความร้อน

ด้วยวิธี Thermogravimetric Analysis (TGA)



Sample	% weight loss*
Native	76.38
Plasma	74.26

แป้งดัดแปรด้วยพลาสมา มีการสูญเสียน้ำหนักด้วยความร้อนน้อยกว่า แป้งดิบ เพราะมีโครงสร้างที่แข็งแรงกว่า
→ "แป้งเกิดการครอสลิงค์ขึ้น"

Plasma treated starch has lower weight loss than native one during heat treatment because of its stronger structure,
→ "cross-linking is occurred in starch structure".