

การดัดแปรแป้งกล้วยด้วยออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์
Modification of Banana Starch with Octenyl Succinic Anhydride

ฉัตร สุภาพไพบุลย์กุล

อีเมล: 6451701264@lamduan.mfu.ac.th

หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

รองศาสตราจารย์ ดร.อำภา จิมไธสง

อีเมล: ampa@mfu.ac.th

สำนักวิชาวิทยาศาสตร์เครื่องสำอาง มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการดัดแปรแป้งกล้วย (Banana starch) ด้วยออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ (Octenyl succinic anhydride, OSA) โดยศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของแป้งกล้วยที่ถูกดัดแปรด้วยออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ (OSA – banana starch) โดยนำแป้งกล้วยดัดแปรด้วย OSA ความเข้มข้น 3%, 5% และ 7% และหาค่าการแทนที่ของ OSA พบว่าที่ 3% OSA ให้ค่าการแทนที่มากที่สุดอยู่ที่ 0.030 จากนั้นศึกษารูปร่างด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด พบว่า OSA – banana starch มีพื้นผิวขรุขระเล็กน้อย รูปร่างยาว รี และนำไปวัด ATR – FTIR พบว่าเกิดสเปกตรัมที่ 1566 cm^{-1} และ 1738 cm^{-1} บ่งชี้ถึงการมีกลุ่มคาร์บอนิลเกิดขึ้นจากออกเทนิลซัคซินิกที่เป็นเอสเทอร์ เมื่อทดสอบการดูดซับน้ำ พบว่า แป้งกล้วยมีการดูดซับน้ำสูงที่สุดคือ 1.4 g/ml และ talc มีการดูดซับน้ำต่ำที่สุด คือ 1.1 g/ml

คำสำคัญ: แป้งกล้วย, ออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์, แป้งดัดแปร

Abstract

This study aimed to investigate the modification of banana starch using octenyl succinic anhydride (OSA) and to evaluate the physical properties of OSA-modified banana starch (OSA–banana starch). Banana starch was modified with OSA at concentrations of 3%, 5%, and 7%, and the degree of substitution (DS) was determined. The results showed that banana starch modified with 3% OSA exhibited the highest degree of substitution, with a DS value of 0.030. The morphology was then studied by scanning electron microscopy. The OSA-banana starch had a slightly rough surface and

was long and oval. The ATR-FTIR spectrum was obtained at 1566 cm^{-1} and 1738 cm^{-1} , indicating the presence of carbonyl groups from octenyl succinyl esters. When tested for water absorption, it was found that banana starch had the highest water absorption (1.4 g/mL) and talc had the lowest water absorption (1.1 g/mL).

Keywords: Banana Starch, Octenyl Succinic Anhydride, Modified Starch

บทนำ/หลักการและเหตุผล (Introduction)

แป้งฝุ่นผัดหน้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่นิยมสำหรับการตกแต่งใบหน้า เนื่องจากประเทศไทยเป็นประเทศเมืองร้อน จึงต้องใช้แป้งฝุ่นในขั้นตอนการแต่งหน้าเพื่อให้ผิวหน้าไม่มันเยิ้ม โดยผลิตภัณฑ์แป้งฝุ่นในท้องตลาดส่วนใหญ่จะมีส่วนผสมของทัลก์ (Talc) เป็นองค์ประกอบหลักในสูตรตำรับแป้ง ซึ่งทัลก์เป็นแร่ธรรมชาติที่เป็นสารอนินทรีย์ ไม่สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติและอาจมีสารปนเปื้อนของแร่ใยหิน (Asbestos) ซึ่งเป็นสารที่อาจก่อให้เกิดมะเร็งปอดและโรคมะเร็งทางเดินหายใจได้เมื่อสูดดมเข้าไปเป็นระยะเวลานาน ความอันตรายของแร่ใยหินที่อาจปนเปื้อนอยู่ในทัลค์คมทำให้ผู้บริโภคหันมาสนใจผลิตภัณฑ์แป้งฝุ่น Talc – Free และผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ เนื่องจากมีความปลอดภัย ก่อให้เกิดอาการแพ้ได้น้อย สามารถย่อยสลายได้ด้วยจุลินทรีย์ในธรรมชาติ มีคุณสมบัติให้ความนุ่มลื่น ดูดซับความมัน และดูดซับความชื้น จากการศึกษาของ Thanyapanich et al. (2021) ได้ศึกษาการสกัดแป้งจากกล้วยน้ำว้าและกล้วยหอม พบว่าแป้งกล้วยน้ำว้ามีขนาดระหว่าง $10 - 37$ ไมครอน แป้งกล้วยหอมมีขนาดระหว่าง $10 - 39$ ไมครอน รูปร่างแป้งทั้ง 2 ชนิดของขนาดที่ใหญ่มีรูปร่างยาว เป็นวงรี และพื้นผิวเรียบ และรูปร่างแป้งทั้ง 2 ชนิดของขนาดที่เล็กมีรูปร่างกลม และพื้นผิวเรียบ เมื่อทดสอบการไหลพบว่าแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยหอมมีคุณสมบัติการไหลที่ต่ำมาก เนื่องจากแป้งกล้วยน้ำว้าและแป้งกล้วยหอมมีความสามารถในการดูดซับน้ำ ทางผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาแป้งกล้วยที่จะนำไปถูกตัดแปรด้วยออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรด์ (OSA – banana starch) ซึ่งจะทำให้แป้งดูดความชื้นได้น้อยลง ก็น้ำได้มากขึ้น ป้องกันการเกาะเป็นก้อนของแป้งต่อไป

ระเบียบวิธีวิจัย (Research Methodology)

1. การตัดแปรแป้งกล้วยด้วยออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรด์ (OSA – banana starch)

นำแป้งกล้วย (Banana starch, *Musa acuminata* ‘Kluai Hom Karen’) ที่สกัดโดย Karnjanasopon et al. (2017) ปริมาณ 35% W/W กระจายลงในน้ำกลั่น และควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 35°C โดยมีการกวนตลอด และปรับ pH ของน้ำแป้งให้อยู่ในช่วง $8.2 - 8.5$ ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 1 โมลาร์ ให้ค่า pH อยู่ในช่วงดังกล่าวเป็นเวลา 30 นาที หลังจากนั้นค่อยๆเติมสารละลายออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรด์ (3%, 5% และ 7%) ลงในน้ำแป้งช้า ๆ ปั่นให้

ครบ 3 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาให้ปรับ pH ของน้ำแป้งให้อยู่ที่ 6.5 ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริก เข้มข้น 0.5 โมลาร์ เพื่อเป็นการสิ้นสุดปฏิกิริยา นำน้ำแป้งไปปั่นเหวี่ยงที่ 3000 x g เป็นเวลา 15 นาที ล้างน้ำแป้งด้วย 95% เอทานอล 2 ครั้ง และ น้ำกลั่น 2 ครั้ง หลังจากนั้นนำแป้งไปอบที่ 40°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง โดยดัดแปลงวิธีการจาก Zhao et al. (2020)

2. การหาค่าการแทนที่ของหมู่แทนที่ (Degree of Substitution)

ชั่งน้ำหนัก OSA – banana starch 5 กรัม มาทำให้กระจายตัวในสารละลาย HCl – isopropyl alcohol ความเข้มข้น 2.5 mol/L ปริมาณ 25 มิลลิลิตร โดยมีการกวนไปด้วยเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นเติม Isopropyl alcohol ความเข้มข้น 90% v/v ปริมาณ 100 มิลลิลิตร และกวนต่อไปอีก 10 นาที ทำการเอาสารละลายออกด้วยการกรองและล้างด้วย Isopropyl alcohol ความเข้มข้น 90% v/v จนคลอไรต์ไอออนหมด โดยตรวจสอบได้จากสารละลาย AgNO_3 ความเข้มข้น 0.1 mol/L นำไปอบที่อุณหภูมิ 40°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นมาทำให้กระจายตัวในน้ำกลั่น 100 มิลลิลิตร นำไปต้มจนกระทั่งสารละลายใส และนำไปไทเทรตด้วยสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 mol/L โดยใช้ phenolphthalein เป็น indicator จนกระทั่งมีสีแดงอ่อนเกิดขึ้นให้หยุด สำหรับการเตรียม control ให้ใช้ Native starch มาทำการไทเทรตแทน แล้วคำนวณค่าระดับการแทนที่ (DS) (Zhao et al., 2020)

3. การดูรูปร่างลักษณะของเม็ดแป้งตรวจสอบโดยวิธีกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (Scanning Electron Microscopy)

นำแป้งกล้วย และ OSA – banana starch ปริมาณเล็กน้อยมาโรยบนเทปกาวสองหน้าที่ติดอยู่บนแท่ง aluminium stub นำแท่ง aluminium stub เข้าเครื่องเคลือบทองที่ผิวของแป้งตัวอย่าง ส่องดูตัวอย่างโดยใช้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราด (JEOL รุ่น JCM-6010 LV, ประเทศญี่ปุ่น) โดยควบคุมสภาวะในการทดลองดังนี้ ค่าอัตราเร่งความต่างศักย์ไฟฟ้าที่ 5 kV ใช้กำลังขยายที่ 500 เท่า, 2000 เท่า และ 5000 เท่า

4. Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

นำ OSA – banana starch ไปวัด ATR-FTIR ด้วยเครื่อง FTIR Spectrometer (Nicolet™ iS50, USA) ด้วยความละเอียด 4 cm^{-1} ในช่วงความยาวคลื่น 400 – 4000 cm^{-1} ที่อุณหภูมิห้อง

5. ทดสอบความสามารถในการดูดซับน้ำ (Water absorption)

ชั่งแป้งกล้วย, OSA – banana starch และ Talcum 1 กรัม ใส่ลงในน้ำ 10 มิลลิลิตร ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ 3,500 rpm เป็นเวลา 30 นาที นำส่วนใส (Supernatant) ใส่กระบอกตวง 10 มิลลิลิตร เพื่อวัดปริมาณน้ำที่เหลืออยู่ ความต่างของน้ำในตอนแรกกับที่เหลืออยู่สามารถบ่งบอกถึงความสามารถในการดูดซับน้ำของ OSA – banana starch ผลลัพธ์แสดงเป็น g/mL ของน้ำหรือน้ำมันที่ดูดซับไว้ (Thanyapanich et al., 2021)

ผลวิจัยและอภิปรายผล (Results and Discussion)

1. การดัดแปรแป้งกล้วยด้วยออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรต์ (OSA-banana Starch)

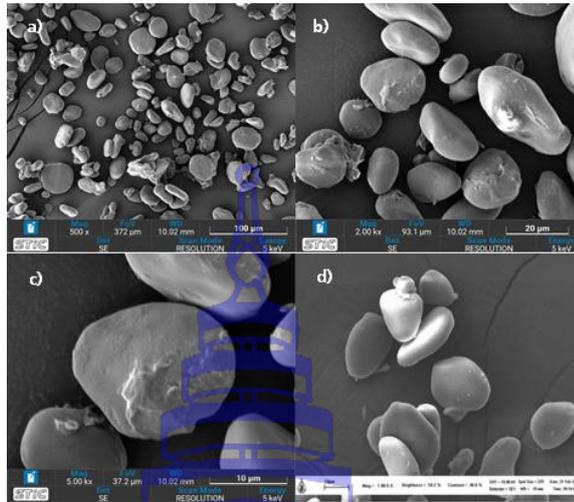
ผลการดัดแปรแป้งกล้วยด้วยออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรต์ (OSA – banana starch) ด้วย 3%, 5% และ 7% ออกเทนิลซึกซินิกแอนไฮไดรต์ (OSA) ด้วยการค่าการแทนที่ของ OSA (Degree of substitution, DS) พบว่า ค่าการแทนที่ (DS) ของ 3%, 5% และ 7% OSA คือ 0.030 ± 0.001 , 0.024 ± 0.001 และ 0.016 ± 0.001 ตามลำดับ ดังตารางที่ 1 แต่จากงานวิจัยของ Zhao et al. (2020) ที่ดัดแปร Pullulan ด้วย OSA พบว่า เมื่อปริมาณ OSA เพิ่มขึ้นค่าการแทนที่ (DS) ก็มีค่าเพิ่มขึ้นด้วย จากผลการทดลองจึงเลือกแป้งกล้วยที่ดัดแปรด้วย 3% OSA ที่มีค่าการแทนที่ (DS) มากที่สุด นำไปพัฒนาสูตรต่อไป ซึ่งผลการดัดแปรแป้งกล้วยด้วย OSA มีค่าสูงกว่างานวิจัยของ Quintero-Castaño et al. (2020) ซึ่งดัดแปรแป้งกล้วย DH และ FHIA 21 ด้วย OSA ที่ปริมาณ 3% ที่ได้ผลค่าการแทนที่ คือ 0.016 และ 0.020 ตามลำดับ

ตารางที่ 1 ค่าการแทนที่ (DS) ของ OSA – banana starch

ปริมาณ OSA (%)	DS
3	0.030 ± 0.001
5	0.024 ± 0.001
7	0.016 ± 0.001

2. ลักษณะของ OSA-banana Starch

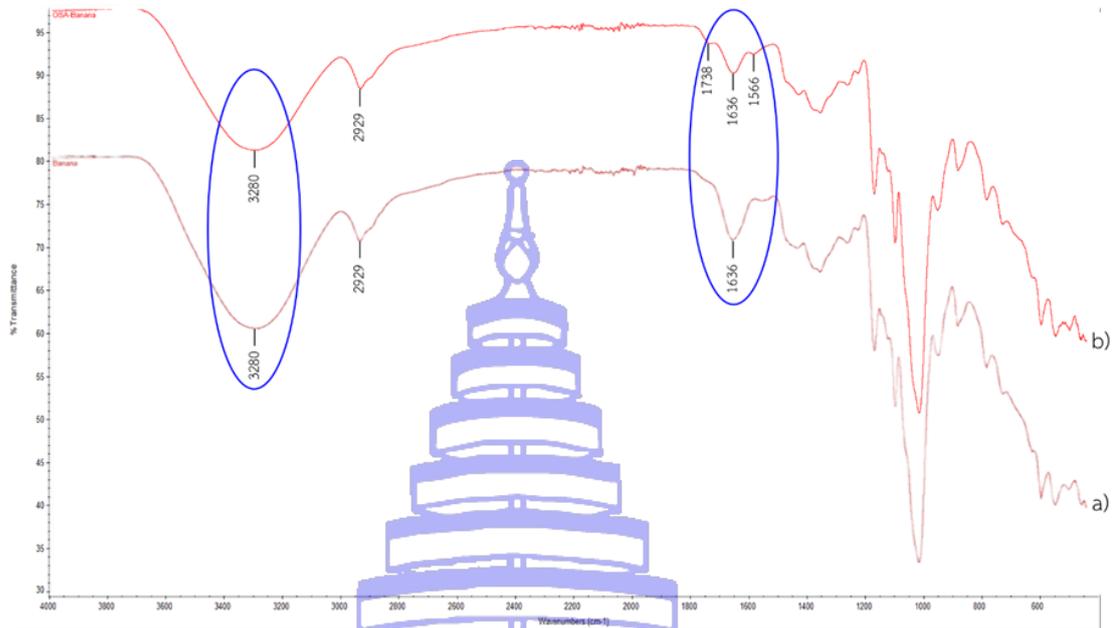
OSA – banana starch เมื่อดูลักษณะและรูปร่างจากกล้อง SEM พบว่า มีพื้นผิวขรุขระเล็กน้อย รูปร่างยาวและรี ดังภาพที่ 1 เนื่องจาก OSA มีผลต่อพื้นผิวของแป้งกล้วย ซึ่งจากงานวิจัยของ Quintero-Castaño et al. (2020) ได้ทำการดัดแปรแป้งกล้วย DH และ FHIA 21 ด้วย OSA ซึ่งแป้งกล้วย DH และ FHIA 21 ที่ถูกดัดแปรด้วย OSA มีพื้นผิวขรุขระซึ่งแตกต่างจากแป้งกล้วยที่ไม่ถูกดัดแปรด้วย OSA ที่มีพื้นผิวเรียบ เนื่องจากโมเลกุลที่ชั้น Lamella ถูกทำลายระหว่างที่ทำปฏิกิริยา ซึ่งทำให้ OSA – banana starch มีความเป็นผลึกที่สูงกว่าแป้งกล้วย (Marta et al., 2022) เมื่อนำแป้ง OSA – banana starch เทียบกับแป้งกล้วย จากงานวิจัยของ Karnjanasopon et al. (2017) ซึ่งมีพื้นผิวเรียบ รูปร่างยาวและรี



ภาพที่ 1 ลักษณะและรูปร่างของ OSA – banana starch จากกล้อง SEM a) กำลังขยาย 500 เท่า b) กำลังขยาย 2000 เท่า c) กำลังขยาย 5000 เท่า d) แป้งกล้วย กำลังขยาย 1000 เท่า

3. Fourier-transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)

ผลของ FT-IR ของแป้งกล้วย และ OSA – banana starch แสดงดังภาพที่ 2 โดยแถบสเปกตรัมแสดงอยู่ที่ 3280 cm^{-1} (O–H stretching vibration), 2929 cm^{-1} (C–H asymmetric stretching) (Chen et al., 2020), 1636 cm^{-1} (C–O in-plane bending), 1337 cm^{-1} (C–H asymmetric stretching vibration), 1149 cm^{-1} (C–O symmetric stretching vibration), 1076 cm^{-1} (C–O–H bending vibration), 930 cm^{-1} (α -1,4 Glycosidic bonds skeleton vibration), 859 cm^{-1} (Characteristic absorption of D-pyran glycoside bonds), 760 cm^{-1} (Stretching vibration of pyranose ring) และ 522 cm^{-1} (Low-frequency ring vibrations) (Quintero-Castaño et al., 2020) รายละเอียดดังตารางที่ 2 โดยแถบสเปกตรัมแสดงที่ 1738 cm^{-1} (Stretching vibration ester group) และ 1566 cm^{-1} (C–O asymmetric stretch vibration) จะพบที่แป้งที่ถูกดัดแปรเท่านั้นซึ่งจากงานวิจัยของ Quintero-Castaño et al. (2020) แสดงให้เห็นว่าแป้งกล้วยที่ถูกดัดแปรด้วย OSA มีแถบสเปกตรัมที่ 1566 cm^{-1} และ 1738 cm^{-1} เช่นเดียวกัน ซึ่งไม่พบในแป้งกล้วยที่ไม่ถูกดัดแปร



ภาพที่ 2 ผลของ FT-IR a) แถบสเปกตรัม FT-IR ของแป้งกล้วย b) แถบสเปกตรัม FT-IR ของ OSA – banana starch

ตารางที่ 2 แถบสเปกตรัมที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ ของ OSA – banana starch

Wavelength (cm^{-1})	Functional group
522	Low-frequency ring vibrations
760	Stretching vibration of pyranose ring
859	Characteristic absorption of D-pyran glycoside bonds
930	α -1,4 Glycosidic bonds skeleton vibration
1076	C–O–H bending vibration
1149	C–O symmetric stretching vibration
1337	C–H asymmetric stretching vibration
1566	C–O asymmetric stretch vibration
1636	C–O in-plane bending
1738	Stretching vibration ester group

โดยหมู่เอสเธอร์ (-COO) ของออกเทนิลซัคซินิกในออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ จะเข้าไปแทนที่หมู่ไฮดรอกซิล (-OH) ในโครงสร้างของแป้งกล้วย ทำให้สเปกตรัมที่ 3280 cm^{-1} ของ OSA – banana starch มีความเข้มข้นลดลงเมื่อเทียบกับแป้งกล้วย แต่ทำให้ OSA – banana starch เกิด

สเปกตรัมที่ 1738 cm^{-1} และสเปกตรัมที่ 1566 cm^{-1} เนื่องจากออกเทนิลซัคซินิกมีหมู่คาร์บอนิล (-CO) เข้าไปแทนที่ในโครงสร้างของแป้งกล้วย

4. ความสามารถในการดูดซับน้ำ

ความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งกล้วย คือ 1.4 g/ml , OSA – banana starch คือ 1.2 g/ml และ Talcum คือ 1.1 g/ml แสดงให้เห็นว่า แป้งกล้วยมีความสามารถในการดูดซับน้ำสูงสุด รองลงมาคือ แป้งกล้วยที่ผ่านการดัดแปรด้วยออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ (OSA – banana starch) และ Talcum มีความสามารถในการดูดซับน้ำต่ำที่สุด จะเห็นได้ว่าเมื่อแป้งกล้วยถูกดัดแปรด้วย OSA ซึ่งทำให้มีคุณสมบัติที่กั้นน้ำดีขึ้นจึงทำให้การดูดซับน้ำของ OSA – banana starch มีค่าลดลง (Thanyapanich et al., 2021)

สรุปผล (Conclusion)

จากผลการดัดแปรแป้งกล้วยด้วยออกเทนิลซัคซินิกแอนไฮไดรด์ (Octenyl Succinic Anhydride: OSA) และนำแป้งที่ได้ไปพัฒนาตำรับแป้งฝุ่นเพื่อเปรียบเทียบกับตำรับที่ใช้ Talcum ค่าการแทนที่ (Degree of Substitution: DS) ของแป้งกล้วยที่ดัดแปรด้วย OSA ในปริมาณ 3%, 5% และ 7% โดยแป้งที่ใช้ OSA 3% ให้ค่า DS สูงสุดและมากกว่าค่าที่รายงานในงานวิจัยก่อนหน้า จึงเลือกใช้แป้งที่ถูกดัดแปรด้วย OSA 3% นำไปพัฒนาตำรับเครื่องสำอางต่อไป

ผลการดูลักษณะทางกายภาพของ OSA – banana starch พบว่าพื้นผิวของแป้งมีลักษณะขรุขระมากขึ้นจากการส่องด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน (SEM) และผลของ FT-IR แสดงแถบสเปกตรัมในบริเวณ 1566 และ 1738 cm^{-1} ซึ่งบ่งชี้ถึงการเกิดกลุ่มเอสเทอร์จากการดัดแปรด้วย OSA การทดสอบความสามารถในการดูดซับน้ำของแป้งทั้งสามชนิด ได้แก่ แป้งกล้วย, OSA – banana starch และ Talcum พบว่าแป้งกล้วยธรรมชาติมีความสามารถในการดูดซับน้ำสูงสุด รองลงมาคือ OSA – banana starch และ Talcum ตามลำดับ

รายการอ้างอิง

Chen X., Yao W., Gao F., Zheng D., Wang Q., Cao J., Tan H., Zhang Y. (2020).

Physicochemical properties comparative analysis of corn starch and cassava Starch, and comparative analysis as adhesive. *Journal of Renewable Materials*, 979-992

Karnjanasopon, K., Tipachote, P., & Jimthaisong, A. (2017). Extraction and characterization of banana starch (*Musa acuinata*). *Cosmetic Science Research Bulletin*, 1-6.

Quintero-Castaño, V. D., Castellanos-Galeano, F. J., Álvarez-Barreto, C. I., Lucas-Aguirre, J. C., Bello-Pérez, L. A., & Rodríguez-García, M. E. (2020). Starch from two unripe plantains and esterified with octenyl succinic anhydride (OSA): Partial characterization. *Food Chemistry*, 315, 126241

Thanyapanich, N., Jimtaisong, A., & Rawdkuen, S. (2021). Functional properties of banana starch (*Musa spp.*) and its utilization in cosmetics. *Molecules*, 26, 3637.

Zhao, L., Tong, O., Wang, H., Liu, Y., Xu, J., & Rehman, A. (2020). Emulsifying properties and structure characteristics of octenyl succinic anhydride-modified pullulans with different degree of substitution. *Carbohydrate Polymers*, 250, 116844

