

## ABSTRACT

Native jackfruit seed starch (JFS) contains resistant starch (RS) at almost 30%w/w and can potentially be developed as a new commercial source of RS. Heat-moisture treatment (HMT) and chemical modifications, including carboxymethylation and cross-linking, were explored as means to increase RS content of native JFS. The effect of HMT conditions was tested at varied moisture contents (MC) (10, 20, 25, 30, 35%), temperatures (80, 90, 100, 110, 120°C), and times (6, 12, 16 h). Carboxymethylation and cross-linking were carried out under various conditions. RS contents, as well as physicochemical and thermal properties of these modified starches were investigated. For HMT, the moisture levels of 20-25%, together with temperature between 80-110°C generally resulted in increases of RS amount, while at higher moisture and/or temperature, RS amount rapidly decreased. The highest amount of RS (52.2%) was achieved under the treatment conditions of 25% MC, 80°C, for 16 h (JF-25-80-16). SEM showed no significant change in the granule appearance, except at high moisture/temperature treatment in which granule fusion and surface corrosion were observed. XRD revealed no significant change in peaks intensity, suggesting that the crystallinity within the granule was mostly retained. DSC showed increases in  $T_g$  and, in most cases,  $\Delta T$ , as the MC was increased in the samples. Slight but significant decreases in  $\Delta H$  were observed in samples with low RS, indicating that a combination of high moisture and temperature might cause partial gelatinization. Amylose contents changed in a narrow range but exhibited a correlated trend with RS content. HMT-JFS with higher RS exhibited less swelling, while the solubility remained mostly unchanged. For chemically modified starches, decreases in RS content were observed in all samples. A tablet formulation based on JF-25-80-16 HMT starch showed good stability at room temperature and at 40-50% RH during the 6-month storage time. At higher (75-90%) RH, however, changes were noticed after 3 months and should be taken into consideration for further development. The findings from this study can serve as a foundation for the development of JFS, which can be prepared from biowaste, as a new material for pharmaceutical uses, both as active component and excipient in several dosage forms.

**Keywords :** Resistant Starch, Jackfruit, *Artocarpus heterophyllus*, Heat-Moisture Treatment, Carboxymethylation, Cross-linking, Pharmaceutical Excipient, Functional Property

## บทคัดย่อ

แป้งดิบเมล็ดขนุนมีปริมาณแป้งด้านทานการย่อยสูงถึงเกือบร้อยละ 30 โดยน้ำหนัก และมีความสำคัญในการพัฒนาเป็นแป้งด้านทานการย่อยเชิงพาณิชย์ชนิดใหม่ งานวิจัยนี้ศึกษาการใช้การตัดแปรด้วยความร้อนขึ้น และการตัดแปรทางเคมี 2 วิธี คือ ปฏิกริยาคาร์บอกซีเมทิลเลชันและปฏิกริยาการเชื่อมขวาง เพื่อเพิ่มปริมาณแป้งด้านทานการย่อยในแป้งดิบเมล็ดขนุน โดยทดสอบผลของความร้อนขึ้นภายใต้สภาวะการตัดแปรที่ความชื้น 5 ระดับ (10, 20, 25, 30, 35%) อุณหภูมิ 5 ระดับ (80, 90, 100, 110, 120°C) และระยะเวลา 3 ระดับ (6, 12, 16 ชั่วโมง) ขณะที่ปฏิกริยาเคมีทั้งสองดำเนินการภายใต้สภาวะต่างๆ แล้วตรวจวิเคราะห์ปริมาณแป้งด้านทานการย่อยและสมบัติทางเคมีกายภาพและสมบัติเชิงอุณหภูมิของแป้งตัดแปร ผลการทดลองพบว่า ในการตัดแปรด้วยความร้อนขึ้น ระดับความชื้นในตัวอย่าง 20-25% ร่วมกับอุณหภูมิ 80-110°C ให้แป้งตัดแปรที่มีปริมาณแป้งด้านทานการย่อยเพิ่มขึ้น ขณะที่ความชื้นและอุณหภูมิที่สูงขึ้นมีผลลดปริมาณแป้งด้านทานการย่อยอย่างชัดเจน แป้งตัดแปรภายใต้สภาวะความชื้น 25% อุณหภูมิ 80°C และระยะเวลา 16 ชั่วโมง (JF-25-80-16) ให้ผลปริมาณแป้งด้านทานการย่อยสูงสุด 52.2% การตัดแปรด้วยวิธีนี้ไม่พบการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญของลักษณะแกรนูล ยกเว้นตัวอย่างที่ตัดแปรด้วยความชื้นและอุณหภูมิสูงที่พบการหลอมรวมกันของแกรนูลและมีการหลุดกร่อนของผิวหน้า ผลรูปแบบการเลี้ยวเบนรังสีเอกซ์ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่มีนัยสำคัญของความเข้มพีก แสดงว่าลักษณะความเป็นผลึกภายในแกรนูลแป้งยังคงมีอยู่ การศึกษาเชิงอุณหภูมิจำลองพบการเพิ่มขึ้นของค่าอุณหภูมิการเกิดเป็นเจล รวมถึงช่วงอุณหภูมิการเกิดเป็นเจลหรือ  $\Delta T$  เมื่อเพิ่มความชื้นในการตัดแปรตัวอย่าง ค่าเอนทัลปี ( $\Delta H$ ) ที่ลดลงบ่งชี้ถึงความเป็นไปได้ในการเกิดการกลายเป็เจลบางส่วนเนื่องจากความชื้นและอุณหภูมิที่สูงปริมาณอะมิโลสมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงแคบๆ แต่พบว่ามีความสัมพันธ์กับค่าปริมาณแป้งด้านทานการย่อย แป้งตัดแปรที่มีปริมาณแป้งด้านทานการย่อยสูงมีค่าการพองตัวลดลง ขณะที่ค่าการละลายในน้ำไม่เปลี่ยนแปลง ในส่วนแป้งตัดแปรทางเคมี พบว่าการลดลงของแป้งด้านทานการย่อยในทุกตัวอย่าง ดำรับยาเม็ดที่เตรียมจากแป้งตัดแปรที่มีปริมาณแป้งด้านทานการย่อยสูง (JF-25-80-16) แสดงความคงตัวที่ดีที่อุณหภูมิห้อง และที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40-50% ตลอดช่วงการเก็บรักษา 6 เดือน อย่างไรก็ตาม ที่ค่าความชื้นสัมพัทธ์สูง (75-90%) พบการเปลี่ยนแปลงของเม็ดยาได้หลังจากเดือนที่ 3 ของการเก็บรักษา ซึ่งต้องมีการนำข้อมูลไปพิจารณาในการพัฒนาต่อยอดต่อไป ผลจากการศึกษานี้เป็นพื้นฐานสำคัญในการพัฒนาแป้งเมล็ดขนุน ซึ่งเตรียมได้จากวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตร ให้เป็นวัตถุดิบทางเภสัชกรรม ทั้งในรูปของสารออกฤทธิ์และสารช่วย ในรูปแบบยาเตรียมต่างๆ

**คำสำคัญ :** แป้งด้านทานการย่อย ขนุน การตัดแปรด้วยความร้อน-ความชื้น คาร์บอกซีเมทิลเลชัน การเชื่อมขวาง สารช่วยทางเภสัชกรรม สมบัติเชิงหน้าที่