

การประยุกต์ใช้วัสดุเหลือทิ้งเม็ดทุเรียนเป็นแหล่งของแป้ง เพื่อผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้และแคปซูลยาแบบแข็ง

รองศาสตราจารย์ ดร. วารินทร์ พิมพา¹

ดร. นิทรา เนื่องจำนงค์²

¹ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร

²หน่วยวิจัยโรคเขตร้อนมหิดล-อ็อกซ์ฟอร์ด คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล

243920

แป้งเป็นพอลิเมอร์ธรรมชาติที่มีสมบัติที่เป็นเอกลักษณ์และกักพร่องในเวลาเดียวกัน ปัจจุบันมีความพยายามที่จะพัฒนาพอลิเมอร์จากแป้งเพื่ออนุรักษ์แหล่งปิโตรเคมี ลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมและหาแนวทางในการใช้งานให้มากขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการสกัดแยกแป้งจากเม็ดทุเรียนและศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แป้งเม็ดทุเรียนเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้และแคปซูลยาแบบแข็ง

เม็ดทุเรียนมีองค์ประกอบหลักเป็นแป้งประมาณร้อยละ 56 โดยน้ำหนักแห้ง และมีปริมาณไขมัน โปรตีน ใย และเยื่อใยหยาบในปริมาณต่ำ โดยอาศัยกระบวนการที่แยกแป้งออกจากเม็ดทุเรียนอย่างง่ายในระดับห้องปฏิบัติการ ให้ผลผลิตประมาณร้อยละ 20-30 โดยน้ำหนักเปียก แป้งเม็ดทุเรียนมีปริมาณอะไมโลสร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก เม็ดแป้งมีรูปร่างกลมขนาด 2-4 ไมโครเมตร ให้แป้งสุกที่มีลักษณะขุ่น เหนียว ยืดติด โปร่งแสง และไม่มีสี นอกจากนี้ยังได้ตรวจวัดสมบัติไฮเดรชันและลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเม็ดแป้งเปรียบเทียบกับแป้งข้าวโพดและแป้งมันสำปะหลังดัดแปลงที่มีจำหน่ายทางการค้า สมบัติไฮเดรชันของแป้งเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แป้งเม็ดทุเรียนมีอุณหภูมิทรานสิชัน (T_0 , T_p and T_c) เท่ากับ 75.49, 82.00 และ 86.77 องศาเซลเซียส ตามลำดับ และมีค่าเอนทัลปีของการเกิดเจลลาติโนเซชัน (ΔH_{gel}) เท่ากับ 9.53 จูล/กรัม เมื่อตรวจวัดด้วยเทคนิคดิฟเฟอเรนเชียลสแกนนิ่งคัลเลอร์ิเมตรี ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ในการใช้แป้งเม็ดทุเรียนเป็นแหล่งใหม่ของแป้งในรูปของตัวดูดซับสูงในอุตสาหกรรมเครื่องสำอางค์หรือใช้เป็นตัวพาในอุตสาหกรรมอาหารได้

การเกิดฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนเกี่ยวข้องกับกระบวนการเจลลาติโนเซชันของเม็ดแป้งเมื่อถูกให้ความร้อนในสถานะที่มีน้ำมากเกินไป วิธีการเตรียมทำได้โดยเทคนิคการหล่อเมื่อใช้กลีเซอรอลเป็นพลาสติกไซเซอร์ ฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนที่ได้มีลักษณะใส พื้นผิวเรียบและยืดหยุ่น เมื่อศึกษาผลของกลีเซอรอลพบว่า เมื่อใช้กลีเซอรอลความเข้มข้นสูงขึ้น จะลดความสามารถของฟิล์มในการกักกันความชื้น โดยฟิล์มที่ความเข้มข้นของกลีเซอรอลร้อยละ 30 โดยน้ำหนักเม็ดทุเรียนจะมีค่าการแพร่ผ่านไอน้ำต่ำว่าอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 เมื่อเปรียบเทียบ

243929

กับฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง นอกจากนั้นฟิล์มที่มีความเข้มข้นของกลีเซอรอลสูงขึ้นจะมีความแข็งแรงลดลงแต่จะยืดออกได้ดีขึ้น โดยมีค่าการต้านแรงดึงขาดลดลงแต่มีค่าการยืดตัวสูงขึ้น

เพื่อปรับปรุงสมบัติที่สำคัญบางประการของฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนให้ดีขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงได้เตรียมฟิล์มคอมโพสิตของแป้งเม็ดทุเรียน โดยการผสมสารละลายแป้งเม็ดทุเรียนกับพอลิเมอร์ชีวภาพชนิดที่ 2 ได้แก่ คาร์บอกซีเมทิลเซลลูโลส (CMC) เจลาติน คาราจีแนน และเพคติน เมื่อเติม CMC ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 โดยน้ำหนักแป้งเม็ดทุเรียนจะทำให้ฟิล์มมีสมบัติการยืดตัวดีขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($P < 0.05$) โดยให้ค่าการยืดตัวเพิ่มขึ้นร้อยละ 27.16 เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนควบคุม แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของ CMC เป็นร้อยละ 10 กลับทำให้ฟิล์มมีค่าการยืดตัวลดลงจากร้อยละ 41.94 เป็น 24.09 นั่นคือการใช้ CMC ที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมเท่านั้นจึงจะทำให้ฟิล์มแข็งแรงขึ้นโดยไม่ส่งผลกระทบต่อความยืดหยุ่นของฟิล์ม ถึงแม้ว่าฟิล์มคอมโพสิต 5% CMC-DSS จะมีค่า TS ต่ำกว่าของฟิล์มแป้งข้าวโพดและฟิล์มแป้งมันสำปะหลัง แต่มีค่า E มากกว่าถึงร้อยละ 70.36 และ 56.22 ตามลำดับ อย่างไรก็ตามฟิล์ม CMC-DSS มีค่าการแพร่ผ่านไอน้ำ (WVP) เท่ากับ $18.115 \times 10^{-10} \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$ ซึ่งมากกว่าของฟิล์มพีวีซี ($0.765 \times 10^{-10} \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$) ในขณะที่มีค่า TS และ E (0.3890 KgF/mm^2 และ 41.94% ตามลำดับ) น้อยกว่าของฟิล์มพีวีซี (2.1848 KgF/mm^2 และ 242.16%) เช่นกัน

นอกจากนั้นเมื่อนำฟิล์มแป้งเม็ดทุเรียนและฟิล์มคอมโพสิต CMC-DSS ไปใช้เตรียมแคปซูลยาแบบแข็ง เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการใช้แป้งเม็ดทุเรียนทดแทนการใช้เจลาตินที่เป็นวัตถุดิบมาจากผลิตภัณฑ์สัตว์ในการเตรียมแคปซูลในอุตสาหกรรมยา แคปซูลยาที่เตรียมจากแป้งเม็ดทุเรียนเป็นวัตถุดิบหลักขึ้นรูปได้ยากที่อุณหภูมิห้องเมื่อใช้เทคนิคการชุบเคลือบ จึงให้ลักษณะที่ปรากฏของแคปซูลที่ค่อนข้างแตกต่างจากที่มีจำหน่ายทางการค้า แคปซูลที่เตรียมจากแป้งเม็ดทุเรียนเป็นวัตถุดิบหลักละลายได้บ้างในน้ำและในสารละลายกรดไฮโดรคลอริกที่พีเอช 1.2 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 10 นาที โดยยังคงหลงเหลือส่วนของแคปซูลในสารละลาย ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ที่จะใช้พอลิเมอร์ชีวภาพที่มาจากการใช้แป้งเม็ดทุเรียนเป็นวัตถุดิบหลักเป็นอีกหนึ่งทางเลือกสำหรับผลิตฟิล์มที่ย่อยสลายได้และแคปซูลยาแบบแข็ง

คำสำคัญ : ทุเรียน เม็ด แป้ง ฟิล์มที่ย่อยสลายได้ แคปซูลยาแบบแข็ง

Utilization of durian seed waste as a source of starch for biodegradable film and pharmaceutical hard capsule formation

Assoc. Prof. Dr. Warin Pimpa¹

Dr. Nitra Nuengchamnon²

¹Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resource and Environment, Naresuan University

²Mahidol-Oxford Tropical Medicine Research Unit, Faculty of Tropical Medicine, Mahidol University

243920

Starch is a natural polymer which possesses many unique properties and some shortcoming simultaneously. Many efforts have been exerted to develop starch-based polymers for conserving the petrochemical resources, reducing environmental impact and searching more applications. In this study, the durian seed starch was extracted and used as a base raw material for production of biodegradable film and pharmaceutical hard capsule.

Durian seed composed principally of starch about 56% by dried weight and low concentration of lipid, protein, ash and crude fiber. The process performed to isolate the starch from durian seed was simple and easy to realize at laboratory scale with an average starch yield of 20-30% of the fresh seed. Durian seed starch (DSS) with 25% amylose content was characterized by rounded granules ranging in size 2 to 4 μm . It formed thick, cohesive, translucent, and colorless pastes. The starch hydration properties and granular morphology were also investigated compared to commercial modified corn starch and cassava starch. The starch hydration properties increased with temperature. The transition temperature (T_0 , T_p and T_c) and enthalpy of gelatinization (ΔH_{gel}) were determined using differential scanning calorimetry (DSC). T_0 , T_p and T_c were 75.49, 82.00 and 86.77, respectively and ΔH_{gel} was 9.53 J/g. As an alternative starch DSS could replace traditional starches because it is also a lower cost option.

The formation of DSS films involves gelatinization of starch granules by heating in excess water. They were prepared by casting with glycerol as plasticizer. The developed DSS films were clear, smooth surfaced, and flexible. The effect of glycerol used as a plasticizer was evaluated.

Higher glycerol content decreased the DSS film's ability to act as a barrier to moisture. At 30% (w/v) glycerol treatments, the significant lower WVP values ($P < 0.05$) for DSS film, compared to cassava film, was observed. Furthermore, increasing the glycerol content of DSS films made them weaker but more stretchable. The tensile strength (TS) decreased and the elongation at break (E) increased as the percentage of glycerol increased.

Using a second biopolymer in the DSS based composite has been studied as a strategy to improve their important properties. The blending with various biopolymers, including carboxymethylcellulose (CMC), gelatin, caragenan and pectin, have been investigated. The best improvement was noted for CMC-DSS composite films. As compared to the DSS control film, it was observed a significant increase ($P < 0.05$) of elongation at break (27.16%) when 5% CMC was added. However, with the increase of the CMC concentration from 5% to 10%, the E reduced from 41.94% to 24.09%. It seems that only CMC at appropriate amount could improve the film strength without significant depressing effect of flexibility. Although the TS value of the 5% CMC-DSS film was lower, the E value was much higher than those of both corn starch and cassava starch films by 70.36 and 56.22%, respectively. However, the water barrier property of the durian seed starch-CMC composite films ($18.115 \times 10^{-10} \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$) was higher than the PVC film ($0.765 \times 10^{-10} \text{ g/m}^2 \cdot \text{h} \cdot \text{Pa}$). In the cases of tensile strength and elongation properties, the composite films had lower values (0.3890 KgF/mm^2 and 41.94%, respectively) than the PVC film (2.1848 KgF/mm^2 and 242.16%).

The durian seed starch-CMC composite films were also used to develop hard capsules for utilization in the pharmaceutical industry as a substitute for gelatin or animal based products. It was developed by using a simple dip-coating technique. A slightly different in appearance from the commercial capsules was observed, due to the difficult molding of DSS-based capsules at room condition by using dip-coating technique. The dissolution test result indicated that the DSS-based capsules did not dissolve completely within 10 min in 50 mL water at 37°C or in 50 mL HCl (pH 1.2) solution at 37°C , but the small fragments of capsules remained. Thus, the durian seed starch-based biodegradable polymers are attractive to be a new alternative for the production of biodegradable films and hard capsules.

Keywords: durian, seed, starch, biodegradable film, hard capsule