บทคัดย่อ

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวและเปลือกดำ พบว่า มีปริมาณโปรตีน ไขมัน เถ้า ใยอาหาร และสตาร์ช ในช่วง 13.6 – 16.1, 5.2 – 5.6, 1.4 – 1.7, 14.7 – 17.4 และ 66.5 – 69.6% ตามลำดับ สตาร์ชลูกเดือยแสดงลักษณะโครงสร้างผลึกแบบ A เมื่อตรวจสอบด้วย X-ray diffraction รูปร่างเม็ดสตาร์ชเป็นแบบกลม หลายเหลี่ยม และมีขนาดของอนุภาคเฉลี่ย 11.68-12.29 ไมครอน อะไมโลเพคตินของสตาร์ชลูกเดือยมีขนาดเฉลี่ยที่ degree of polymerization 20.78-21.01 ช่วงอุณหภูมิการเกิดเจลาทิไนเซชันของสตาร์ชลูกเดือยที่ศึกษาด้วย Differential Scanning Calorimetry มีค่า 67 - 81 องศาเซลเซียส การเกิดรีโทรเกรเดชันของสตาร์ชใช้ระยะเวลา 39 วัน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส คุณสมบัติการเกิดเพสท์วิเคราะห์ด้วย Rapid Visco Analyzer (RVA) พบว่า สตาร์ชลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวให้ความหนืดสูงสุดและค่าเบรคดาว์นสูงกว่าพันธุ์เปลือกดำ กำลังการพองตัวของสตาร์ชลูกเดือยพันธุ์เปลือกดำมีค่าสูงกว่า แต่ค่าการละลายของสตาร์ชลูกเดือยพันธุ์เปลือกดำมีค่าต่ำกว่าพันธุ์เปลือกขาว

เมื่อนำแป้งลูกเดือยจากลูกเดือยขัดสีทั้ง 2 ชนิดมาผ่านการกลั่นไหลกลับ (reflux) ของเอทานอลที่มีความเข้มข้นร้อยละ 70 แล้วนำกากที่ได้นำมาสกัดด้วยน้ำที่อุณหภูมิ 75 องศาเซลเซียส และสารละลายด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.5 โมลาร์ ตามลำดับ พบว่า ไม่พบพอลิแซ็กคาไรด์ที่ไม่ใช่สตาร์ช (non-starch polysaccharides) ในส่วนที่สกัดโดยใช้น้ำ (water-extractable fraction) แต่พบในส่วนที่สกัดโดยใช้สารละลายด่าง ส่วนที่สกัดโดยใช้ด่าง (alkali extracts) หรือส่วนที่สกัดไม่ได้ด้วยน้ำ (water-unextractable fraction) โดยส่วนนี้มีปริมาณโปรตีนอยู่สูงถึง 38.4-47.8 % และมีองค์ประกอบของกรดอะมิโนที่คล้ายคลึงกัน นอกจากนี้ยังมีปริมาณของเถ้าสูง โดยพบว่าส่วนใหญ่เป็นฟอสฟอรัสและแคลเซียม มอโนแซ็กคาไรด์ที่พบในส่วนที่สกัดไม่ได้ด้วยน้ำจากลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวและพันธุ์เปลือกดำประกอบด้วยอะราบิโนส 5.1 – 6.6% ไซโลส 4.1 -5.3% กลูโคส 4.9 – 5.6 % และกรดยูโรนิก 1.7 – 2.1 % และพบว่ามีกาแลกโตสและแมนโนสเพียงเล็กน้อย อะราบิโนไซแลนจากลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวและเปลือกดำมีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ย (average molecular weight) 1,449,000 และ 741,000 ดาลตัน และมีค่า polydispersity index (Pd) เท่ากับ 1.5 และ 2.6 ตามลำดับ น้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยของอะราบิโนไซแลนเมื่อผ่านการใช้เอนไซม์โปรติเอสมีค่าลดลงเหลือ 244,000 ดาลตัน (Pd 1.6) และ 369,000 ดาลตัน (Pd 2.7) ตามลำดับ อัตราส่วนอะราบิโนสต่อไซโลสของลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวและเปลือกดำมีค่า 1.25 และ 1.27 ตามลำดับ แสดงว่าอะราบิโนไซแลนในเนื้อเมล็ดลูกเดือยมีกิ่งก้านสูง การวิเคราะห์ด้วยวิธี

เมธิลเลชันและนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ พบว่า โครงสร้างของอะราบิโนไซแลนประกอบด้วยสายหลักของไซแลน (xylan) ที่เชื่อมต่อกันด้วยพันธะ β (1, 4) ของ ไซโลส โดยมี α -L อะราบิโนส 1 โมเลกุล ต่อเป็นกิ่งก้านในปริมาณสูง โดยส่วนใหญ่เกาะอยู่ที่พันธะตรงตำแหน่ง O-3 และส่วนหนึ่งเกาะอยู่ที่พันธะตรงตำแหน่ง O-2 และ O-3 ของไซโลส

คุณสมบัติทางเคมี และเคมีกายภาพของแป้งลูกเดือยพันธุ์เปลือกขาวที่ผ่านการแปรรูปด้วยกระบวนการเอกซ์ทรูชันได้ศึกษาที่ความชื้น 20, 35 และ 50% อุณหภูมิบาเรลที่ 90, 120, 150 ºC และความเร็วรอบสกรูที่ 150 รอบต่อนาที มีผลทำให้ดัชนีการดูดซับน้ำ ดัชนีการละลาย มีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณ slowly digested strch คุณสมบัติการเกิดเพสท์วิเคราะห์ด้วย RVA มีค่าลดลง แต่ปริมาณ resistant starch ไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อเทียบกับแป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป ส่วนโครงสร้างกึ่งผลึกของแป้งลูกเดือยถูกทำลายโดยกระบวนการเอกซ์ทรูชัน สำหรับ antioxidant properties นั้น ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดของแป้งลูกเดือยที่ผ่านการแปรรูปมีค่าลดลงเมื่อเทียบกับแป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป แต่ DPPH radical scavenging activity และ reducing power ของแป้งลูกเดือยที่ผ่านการแปรรูปมีค่าไม่แตกต่างจากแป้งลูกเดือยที่ไม่ผ่านการแปรรูป ($p>0.05$) ปริมาณ coixenolide ของแป้งลูกเดือยที่ผ่านการแปรรูปมีค่าเพิ่มขึ้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

The Chemical composition of adlay, white husk and black husk, was investigated. They contained 13.6-16.1% protein, 5.2-5.6% fat, 1.4-1.7% ash, 14.7-17.4% dietary fiber and 66.5-69.6% starch. Adlay starch exhibited an A-pattern crystalline structure as monitored by X-ray diffraction. The starch morphology was round and polygonal in shapes with average granular size of 11.68-12.29 micron. The average chain length of amylopectin was the degree of polymerization of 20.78-21.01. The gelatinization temperature of adlay starch monitored by differential scanning calorimetry showed a range of 67-81^{o}C. The retrogradation of starch was observed after 39 days at 4^{o}C. Pasting properties analyzed using a Rapid Visco Analyzer exhibited that the peak viscosity and breakdown of the white husk adlay higher than those of the black one. The swelling power of the black husk adlay was higher but the solubility was lower as compared with the white one.

Adlay flour that prepared from both types of polished adlay was refluxed with 70% ethanol. The residual was extracted with water at 75^{o}C and then with 0.5 M NaOH. Non-starch polysaccharides were not found in a water-extractable fraction but present in an alkali-extractable fraction. The alkali exract or water-unextractable fraction from both types of adlay contained 38.4-47.8% protein and they had a similar amino acid composition as well as high ash content, phosphorus and calcium. The monosaccharides of water-unextractable fraction from both adlays were 5.1-6.6% arabinose, 4.1-5.3% xylose and 4.9-5.6% glucose but galactose and mannose were found to be a small content. The arabinoxylans from the white and dark husk adlay showed an average molecular weight (MW) of 1,449,000 and 741,000 Da with a polydispersity index of 2.6 and 1.5 respectively. The average MW ofarabinoxylans reduced after treatment with protease to 244,000 Da (Pd 1.6) and 369,000 Da (Pd 2.7) respectively. The high arabinose/xylose ratio of 1.25 and 1.27 indicated that the arabinoxylans extracted from adlay endosperm had a highly branching staructure. With a combination of methylation and NMR analysis, the structural features were elucidated to be (1, 4)-linked β-D-xylan main chain with highly branched side chains, containing a single arabinose. The α-L arabinofuranosyl residues were attached mostly at O-3, followed by at both O-2 and O-3 of xylopyranosyl residues.

The flour of white husk adlay was undergone an extrusion process at a moisture of 20, 30, and 50%, a barrel temperature of 90, 120, 150 °C and a screw speed of 150 rpm. The exruded adlay flour showed an increase in water adsoption index and water solubility index but a decrease in slowly digested starch and pasting profile of RVA. However, the resistant starch content did not changed as compared with the native adlay flour. The extrusion processing destroyed semi-crystalline structure of adlay starch. In terms of antioxidant properties, total phenolic content of the processed adlay flour was decreased when compared to the native flour. DPPH radical scavenging activity and reducing power between the processed Job's tear flour and the native Job's tear flour were not significantly different ($p>0.05$). The coixenolide content was found to be higer in the extruded flour.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี