

Abstract

This study investigated the characteristics of protein hydrolysate prepared from globular proteins, namely commercial whey protein concentrate (WPC) and mungbean protein concentrate (MPC) prepared in the laboratory, by limited hydrolysis using trypsin to increase antioxidant capacity. The antioxidative protein hydrolysates can inhibit the Maillard browning reactions of protein foods when used in sterilized protein products and in a protein powder that has undergone an accelerated transformation process at high temperatures. The ability to inhibit covalent bond formation in Maillard browning reactions of these protein hydrolysates could be used to enhance the storage stability of food protein powder.

Besides, the mixing of these protein hydrolysates with carbohydrates of different characteristics in molecular mass, water solubility, and water absorption before spray-drying could induce the molecular alignments of proteins and peptides differently before dehydration. Subsequently, the available reactive groups could be designed for specific purposes in a multi-phase delivery model close to real food systems. Using large carbohydrate molecules as excipients could control the alignments of proteins and peptides not to favor moisture-induced aggregation via covalent bond formation during storage, thus retaining the water solubility of protein hydrolysate powder although the storage time was extended.

This research also found that protein hydrolysate can be used as a carrier of asiatic acid, which is an amphiphilic compound that forms a large micelle insoluble or reduced cellular uptake when used alone. Using peptide nanocluster as a carrier of asiatic acid helped control the size of asiatic acid micelles to below 300 nm and facilitated the diffusion of asiatic acid through the cell membranes of human cell models. However, microstructural changes of protein-peptide-asiatic aggregates during digestion were observed when the multi-phase delivery systems were digested under *in vitro* simulated human system due to the digestion of proteins and carbohydrates by intestinal enzymes, the presence of bile salts, and increased osmotic pressure by small molecules of carbohydrates under digestion conditions. The fates of peptides-asiatic of submicron size bioavailability need further investigation in animal models.

Keyword Encapsulation; Protein; Hydrolysate; Stability; Mungbean; Whey

บทคัดย่อ

โปรตีนไฮโดรไลสจากโปรตีนเวย์ และโปรตีนถั่วเขียวซึ่งเป็นโปรตีนทรงกลมที่ผ่านการดัดแปรให้มีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระเพิ่มขึ้นโดยการย่อยด้วยเอนไซม์ทริปซินแบบจำกัด มีความสามารถในการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลแบบเมลลาร์ดของอาหารโปรตีนเมื่อนำไปใช้ในอาหารโปรตีนที่ผ่านการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนระดับสเตอริไลซ์ และใช้ในอาหารโปรตีนชนิดผงที่ผ่านกระบวนการเร่งการเปลี่ยนแปลงที่อุณหภูมิสูง ความสามารถในการยับยั้งการเกิดพันธะโคเวเลนต์ในการเกิดปฏิกิริยาเมลลาร์ดของโปรตีนไฮโดรไลสเหล่านี้ เอื้อต่อการลดการเปลี่ยนแปลงของอาหารโปรตีนชนิดผงระหว่างการเก็บรักษาได้

นอกจากนั้นแล้ว ยังพบว่าเมื่อทำแห้งโปรตีนทรงกลมที่ผ่านการย่อยแบบจำกัดดังกล่าวร่วมกับคาร์โบไฮเดรตซึ่งมีคุณสมบัติแตกต่างกันในเรื่องมวลโมเลกุล ความสามารถในการละลายน้ำ ความสามารถในการดูดน้ำและอุ้มน้ำ จะทำให้โปรตีนและเปปไทด์มีการจัดเรียงโมเลกุล (molecular alignment) และหันหมู่ที่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยา (reactive group) เข้าหากันในสารละลายก่อนการทำแห้งแตกต่างกัน การควบคุมการจัดเรียงตัวของโปรตีนและเปปไทด์ก่อนการทำแห้งนี้ช่วยให้ผู้วิจัยออกแบบคุณลักษณะของ เมทริกซ์ชนิดมัลติเฟส (multi-phase delivery system) ซึ่งใกล้เคียงกับโครงสร้างของอาหารจริงตามที่ต้องการได้ โดยการเลือกคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่เป็นสารกระสับ (excipient) ที่จะควบคุมให้การจัดเรียงโมเลกุลโปรตีนและเปปไทด์ไม่เอื้อต่อการเกิดพันธะโคเวเลนต์ระหว่างการเก็บรักษาโปรตีนไฮโดรไลสผง และรักษาความสามารถในการละลายน้ำของโปรตีนไฮโดรไลสผงไว้ได้แม้อายุการเก็บของอาหารผงนานขึ้น

งานวิจัยยังพบว่า การใช้โปรตีนไฮโดรไลสเป็นสารพากรดเอเซียติกซึ่งปกติแล้วเป็นสารแอมฟิฟิล์และสามารถเกิดไมเซลล์ (micelle) ขนาดใหญ่จนไม่ละลายน้ำหรือดูดซึมเข้าเซลล์ ให้ถูกดูดซึมเข้าสู่เซลล์ได้ โดยการทำให้โปรตีนหรือเปปไทด์เกิดปฏิกิริยากับกรดเอเซียติก (Asiatic acid) ด้วยอันตรกิริยาไฮโดรโฟบิก (hydrophobic interactions) ส่งเสริมให้กรดเอเซียติกถูกดูดซึมเข้าเซลล์ทดสอบได้อย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าการใช้กรดเอเซียติกอย่างเดียว บ่งชี้ว่าการใช้เปปไทด์นาโนคลัสเตอร์ (peptide nanocluster) ในการเป็นสารพากรดเอเซียติก ช่วยควบคุมขนาดของไมเซลล์กรดเอเซียติกให้ต่ำกว่า 300 นาโนเมตรและเอื้อต่อการที่กรดเอเซียติกจะแพร่ผ่านผนังเซลล์และออกฤทธิ์เมื่อทำการทดสอบในโมเดลเซลล์มนุษย์ อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงของโครงสร้างระดับจุลภาคของโปรตีนและกรดเอเซียติกระหว่างการย่อยอาหารยังเกิดขึ้นได้ต่อภายใต้สรีรวิทยาการย่อยในระบบจำลองของมนุษย์ เนื่องมาจากการย่อยโปรตีนและคาร์โบไฮเดรตด้วยเอนไซม์ในลำไส้เล็ก เคลื่อนน้ำดี และแรงดันออสโมติกที่เพิ่มขึ้นภายใต้สภาวะการย่อยที่มีโมเลกุลขนาดเล็กเกิดขึ้น ทำให้อนุภาคของเปปไทด์ และโอลิโกแซคคาไรด์ รวมทั้งกรดเอเซียติกมีการเปลี่ยนแปลงในเรื่องขนาดและความสามารถในการถูกดูดซึม ซึ่งควรได้รับการศึกษาต่อไปในระดับสัตว์ทดลอง

คำสำคัญ: การห่อหุ้ม โปรตีน ไฮโดรไลส ความคงตัว เวย์ ถั่วเขียว ทำแห้ง