บทคัดย่อ

การผลิตข้าวขึ้นรูปด้วยกระบวนการเอ็กซ์ทรูชัน พบว่าการเติมส่วนผสมชนิดต่าง ๆ ได้แก่ โปรตีน (โปรตีนถั่วเหลืองสกัด โปรตีนเวย์สกัด) แป้งทนย่อยจากข้าวโพด และไฟเบอร์โซล (Fibersol™) ส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาล (glycemic index) ลดลง โดยการเติมแป้งทนย่อยในระดับ 20% ส่งผลให้ค่าดัชนีน้ำตาลลดลงมากที่สุดคือ 52.5 ในขณะที่สูตรควบคุมมีค่า 86.2 และในการผลิตเส้นพาสต้าจากแป้งข้าวพบว่าการเติมโปรตีน (โปรตีนถั่วเหลืองสกัด เนื้อออกไก่โคราช โปรตีนเวย์สกัด) ส่งผลให้ค่าแรงดึง (tensile force) ลดลงและค่าดัชนีน้ำตาลเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม การใช้เอ็กซ์ทรูชันเป็นแนวทางหนึ่งในการแปรรูปข้าวให้เกิดผลิตภัณฑ์มูลค่าเพิ่มและสร้างผลิตภัณฑ์เพื่อสุขภาพจากข้าวได้

จุดเลือดแดงในไก่ปรุงสุกถูกกำจัดอย่างสมบูรณ์เมื่อให้ความร้อนเนื้ออกไก่จนอุณหภูมิแกนกลางได้ 80 องศาเซลเซียส ส่วนผสมที่ใช้นวดเนื้อได้แก่ เกลือโซเดียมคลอไรด์ น้ำตาล และพอลีฟอสเฟตมีผลน้อยต่อการเกิดจุดเลือดแดงเนื่องจากถูกจำกัดด้วยการดูดซึมเข้าไปในเนื้ออกไก่ อุณหภูมิที่ทำให้สุกนั้นเป็นปัจจัยสำคัญในการเกิดจุดเลือดแดง เนื่องจากมีผลโดยตรงต่อการสูญเสียสภาพของฮีโมโกลบิน เพื่อลดปัญหาการเกิดจุดเลือดแดงโดยไม่เกิดการสูญเสียปริมาณผลผลิตที่มากเกินไป จึงได้พัฒนากระบวนการให้ความร้อนร่วมกันระหว่างไมโครเวฟตามด้วยการอบไอน้ำ ซึ่งสามารถลดการเกิดจุดเลือดแดงเมื่อตัวอย่างได้รับความร้อนที่อุณหภูมิแกนกลาง 80 องศาเซลเซียส และถูกกำจัดโดยสมบูรณ์ ที่อุณหภูมิแกนกลางเท่ากับ 82 และ 85 องศาเซลเซียส การใช้ไมโครเวฟให้ความร้อนก่อนลดสามารถระยะเวลาการให้ความร้อน 28-48% เมื่อเปรียบเทียบกับการให้ความร้อนด้วยไอน้ำอย่างเดียว กระบวนการให้ความร้อนร่วมนี้ ไม่มีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักจากการทำให้สุก (cooking loss) ค่า pH ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ (water holding capacity, WHC) และค่าแรงเฉือน (shear force) การให้ความร้อนก่อนด้วยไมโครเวฟเป็นระยะเวลา 7 นาที ตามด้วยการให้ความร้อนด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิแกนกลาง 82 องศาเซลเซียส จึงเป็นกระบวนการให้ความร้อนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถลดการเกิดจุดเลือดแดงและให้ค่าการสูญเสียน้ำหนักจากการทำให้สุกในระดับที่ยอมรับได้

การสกัดคอลลาเจนจากหลอดลมไก่ด้วยเทคโนโลยีอัลตราซาวด์ความเข้มสูงที่ระดับความเข้ม 17.87 วัตต์ต่อตารางเซนติเมตร (W/cm^2) เป็นเวลา 20 นาที ตามด้วยการสกัดด้วยกรดเป็นเวลา 42 ชั่วโมง (U-AS) ส่งผลให้ปริมาณผลผลิตเพิ่มขึ้นเป็น 1.58% และผลผลิตของคอลลาเจนเพิ่มขึ้นเป็น 6.28% เมื่อสกัดต่อด้วยเพปซินเป็นเวลา 36 ชั่วโมง (U-PS) โดยคอลลาเจนที่สกัดได้มีความบริสุทธิ์ 82.84 - 85.70% คอลลาเจนยังคงแสดงโครงสร้างเกลียวสามสาย (Triple helix) ที่ชัดเจนเมื่อวิเคราะห์ด้วยเทคนิคเซอร์คูลาร์ไดโครอิซึมสเปกโทรสโกปี ผลจากการวิเคราะห์ฟูเรียร์ทรานสฟอร์มอินฟาเรดสเปกโทรสโกปี (Fourier Transform Infrared: FT-IR spectroscopy) บ่งชี้ว่าคลื่นเสียงความถี่สูงไม่มีผลต่อโครงสร้างระดับทุติยภูมิ

และอุณหภูมิการเสียสภาพ (Denaturation temperature: T_d) ของคอลลาเจนที่ได้อยู่ในช่วง 34.3 - 35.1 องศาเซลเซียส น้ำหนักโมเลกุลของตัวอย่างคอลลาเจนที่สกัดได้สอดคล้องกับลักษณะของคอลลาเจนชนิดที่ 1 (Type I) หลอดลมไก่เป็นวัตถุทางเลือกหนึ่งที่ใช้สำหรับผลิตคอลลาเจนชนิดที่ 1 และการใช้คลื่นอัลตราซาวด์ช่วยในการสกัดเป็นเทคนิคที่สามารถเพิ่มผลผลิตโดยไม่ทำลายโครงสร้างของคอลลาเจน

แนวทางหนึ่งของการเพิ่มมูลค่าจากปลานิลคือการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเสทที่มีฤทธิ์ต้านออกซิเดชันเพื่อพัฒนาไปสู่ผลิตภัณฑ์อาหารเสริมสุขภาพ จากการศึกษาพบว่าโปรตีนไฮโดรไลเสทแสดงสมบัติต้านออกซิเดชันต่ออนุมูลอิสระสังเคราะห์และต่อเซลล์ Hep-G2 ที่สูงกว่าเนื้อปลานิลหลังผ่านการย่อยในระบบย่อยอาหารจำลอง โดยสภาวะการย่อยที่เหมาะสมคือการย่อยด้วยเอนไซม์อัลคาเลส (2.4L) ในระดับ 5% ของปริมาณโปรตีน เป็นเวลา 10 ชั่วโมง เพปไทด์สำคัญที่แสดงฤทธิ์ต้านออกซิเดชันคือเพปไทด์ที่ประกอบด้วยกรดอะมิโนซิสตีอีน (cysteine, C) และไทโรซีน (tyrosine, Y) โดยเพปไทด์ PGY ซึ่งเกิดจากย่อยด้วยโปรตีเอสในระบบย่อยอาหารด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ (*in silico* gastrointestinal digestion) แสดงฤทธิ์ในการต้านออกซิเดชันในระดับเซลล์ Hep-G2สูงสุดและยังมีผลส่งเสริมการแสดงออกของยีนส์เพอร์ออกซิเดส (peroxidase) และแคทาเลส (catalase) ดังนั้นไฮโดรไลเสทจากปลานิลจึงประกอบด้วยเพปไทด์ที่เมื่อย่อยในระบบย่อยอาหารแล้วอาจยังคงฤทธิ์ส่งเสริมสุขภาพ

การใช้เทคโนโลยีอัลตร้าซาวด์ความเข้มสูงยังสามารถเพิ่มการละลายของแอคโตมัยโอซินจากปลานิลที่ระดับความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.1-0.3 โมลาร์ โดยความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นเมื่อความเข้มอัล-ตร้าซาวด์เพิ่มขึ้นจนถึง 20.62 W/cm^2 อย่างไรก็ตาม การใช้อัลตร้าซาวด์ความเข้มสูงส่งผลให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงร่าง (conformational changes) และยังส่งผลให้เกิดการฉีกขาดของแอคโตมัยโอซิน โดยสภาวะเกลือสูง 0.6 โมลาร์จะเกิดการฉีกขาดมากกว่าในสภาวะเกลือต่ำ 0.2 โมลาร์ และเมื่อประยุกต์อัลตร้าซาวด์ความเข้มสูงเพื่อเหนี่ยวนำการเกิดเจลของซูริมิปลาทรายแดงที่ระดับความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ 0.5, 1 และ 2% พบว่าอัลตร้าซาวด์สามารถเพิ่มคุณภาพซูริมิเจลที่เติมเกลือ 0.5% แต่ส่งผลลบต่อคุณภาพของเจลที่เติมเกลือ 1 และ 2% เนื่องจากอัลตร้าซาวด์ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของโปรตีนที่มากกว่า ผลการศึกษานี้บ่งชี้ว่าอัลตร้าซาวด์ความเข้มสูงสามารถนำมาใช้ปรับปรุงคุณภาพเจลของซูริมิเจลที่มีเกลือต่ำ (0.5%) ซึ่งเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซูริมิแปรรูปเกลือต่ำ

นอกจากนี้การปรับปรุงคุณภาพเจลของซูริมิปลาปากคม (lizardfish) และซูริมิปลาทรายแดงสามารถทำได้โดยการใช้กรดแอสคอร์บิกร่วมกับไฮโดรเจนเพอร์ออกไซด์ในระดับ 0.15 และ 0.1% ตามลำดับ ซึ่งทำให้ค่าแรง และระยะทาง ณ. จุดแตกหักของปลาทรายแดงมีค่าเพิ่มสูงสุด 150% และ 90% ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมที่ไม่ได้เติมสาร การเติมสารทั้งสองเหนี่ยวนำให้ไมโอซินสายหนัก (myosin heavy chain) เกิดการจับกันด้วยพันธะไดซัลไฟด์ และยังส่งเสริมการเกาะตัวของโปรตีนด้วยแรงกระทำไฮโดรโฟบิก (hydrophobic interactions) ส่งผลให้การเกิดเจลของซูริมิดีขึ้น

Abstract

Production of reformed rice by extrusion process revealed that addition of protein (soy protein isolate, whey protein), resistant maize starch and Fibersol ™ resulted in a reduction of glycemic index. Samples added 20% resistant maize starch exhibited the lowest glycemic index of 52.5, while that of the control was 86.2. In addition, rice pasta added protein (soy protein isolate, chicken Korat breast meat, whey protein isolate) showed a decrease in tensile force and an increase in glycemic index as compared to the control. Extrusion is a means to increase value of rice and produce functional rice products.

Red blood spot (RBS) in cooked chicken meat product was completely eliminated when core temperature reached 80 °C. Marinating ingredients, including sodium chloride, sugar, and polyphosphate, appeared to have a minimal effect on RBS formation due to their limited absorption into the chicken breast. The cooking temperature is a major factor governing RBSs, as it directly affects the denaturation of hemoglobin. To cope with the RBS problem without the excessive loss in cook yield, the combined thermal process of microwave heating followed by steaming was developed. RBS incidence was reduced when core temperature reached 80 °C and was completely eliminated when core temperature increased to 82 and 85 °C. The use of microwave preheating reduced the process time by 28-48% as compared to steaming alone. The combined heating process had no effect on cooking loss, pH, water holding capacity and shear force of cooked products. The combined process of 7-min microwave heating followed by steaming until the core temperature reached 82 °C is the effective thermal process that can reduce the RBS and yield acceptable cooking loss.

Collagen extraction from chicken trachea using high intensity ultrasound (HIU) at 17.87 W/cm^2 for 20 min followed by acid for 42 h (U-AS) resulted in 1.58% yield. The yield increased to 6.28% when pepsin-assisted extraction was applied for 36 h (U-PS). Purity of extraction collagen ranged 82.84-85.70%. Based on circular dichroism spectroscopy, triple helical structure of the extracted collagen remained. Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy revealed that HIU had no effect on the secondary structure of the extracted collagen. Denaturation temperature of collagen ranged 34.3-35.1 °C. Molecular weight of

the extracted collagen showed the comparable characteristics to that of type I collagen. Chicken trachea is an alternative source for collagen type I extraction and the HIU-assisted extraction is a promising technique that could increase yield without damaging collagen structure.

One means to valorize tilapia is the production of protein hydrolysate with antioxidant activity for functional food products. After *in vitro* gastrointestinal (GI) digestion, protein hydrolysate exhibited higher antioxidant activities towards chemical free radicals and Hep-G2 cell lines than did the tilapia flesh. The optimal condition of hydrolysis was 5% Alcalase 2.4L based on protein content of the substrate for 10 h. Antioxidant peptides found in the hydrolysate contained cysteine and tyrosine. The peptide, PGY, resulted from *in silico* GI digestion exhibited the highest cellular antioxidant towards Hep-G2. In addition, it upregulated expression of genes encoding peroxidase and catalase. Thus, tilapia hydrolysate still contained peptides after GI digestion, which could have health-promoting effect.

HIU technology increased solubility of tilapia actomyosin at 0.1-0.3 M NaCl. Protein solubility increased as intensity increased up to 20.62 W/cm^2. However, HIU induced conformational changes and disruption of actomyosin, which occurred to a greater extent at higher salt content (0.6 M) than at lower salt content (0.2 M). When HIU was applied to induce gelation of threadfin bream surimi at 0.5, 1 and 2% NaCl, it was found that HIU improved gel-forming ability of surimi gel at 0.5%. But, it negatively affected gelation of 1%- and 2%-NaCl surimi gels because HIU induced greater protein conformational changes at higher salt contents. This study suggested that HIU could improve surimi gel at low NaCl content (0.5%), which could be used to produce low salt surimi seafood products.

Gel improvement of lizardfish and threadfin bream surimi can be achieved through the combined addition of ascorbic and hydrogen peroxide at 0.15 and 0.1%, respectively. This increased breaking force and breaking distance by 150 and 90%, respectively, as compared to the control. Addition of these additives induced formation of disulfide bonds of myosin heavy chain and promote hydrophobic interactions, contributing to enhancement of tropical surimi gelation