

บทคัดย่อ

กระดุกปลาเกล็ดเงินและปลานิลได้ถูกนำมากำจัดสารอินทรีย์ด้วยการให้ความร้อนในน้ำและสารละลายต่างเป็นเวลา 1 ชั่วโมงก่อนให้ความร้อนสูงภายใต้หม้อนิ่งความดัน (121 องศาเซลเซียส, 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อน บดเป็นผงและร่อนผ่านตะแกรงขนาด 38 ไมโครเมตร ผลวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีพบว่าการใช้สารละลายต่างช่วยกำจัดไขมันและโปรตีนได้มากกว่าส่งผลให้ค่าในผงกระดุกจากปลาเกล็ดเงินหรือปลานิลมีค่าสูงขึ้น การสั่นของโมเลกุลภายใต้รังสีอินฟราเรดพบว่าไม่แตกต่างกันสำหรับปลาเกล็ดเงิน แต่ผงกระดุกปลานิลพบการตัดแปรหมู่เชิงหน้าที่ของสารอินทรีย์เมื่อเตรียมด้วยสารละลายต่าง นอกจากนี้ผงกระดุกปลาประกอบด้วยไฮดรอกซีแอพพาไทท์ พื้นผิวของผงกระดุกปลาที่ได้จากภาพถ่ายด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่งกราดทำให้เห็นว่าการใช้สารละลายต่างส่งผลให้พื้นผิวมีลักษณะผุกร่อนในขณะที่การใช้น้ำจะทำให้ได้พื้นผิวที่มีความหนาแน่นและแข็งแรง สีของผงกระดุกที่ได้จากการวัดด้วยเครื่องวัดสีพบว่าการใช้สารละลายต่างทำให้ความสว่างลดลงและค่าความเป็นสีแดงและเหลืองเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้น้ำ แคลเซียมทั้งหมดในผงกระดุกปลาทั้งสองชนิดมีค่าร้อยละ 32 แต่แคลเซียมละลายได้มีค่าเพียงร้อยละ 0.52-0.6 เมื่อสกัดผงกระดุกต่อน้ำด้วยสัดส่วน 1:4 แคลเซียมละลายได้จากผงกระดุกปลาเกล็ดเงินมีค่ามากกว่าปลานิลชี้ให้เห็นว่าสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้โดยตรง

การสกัดแคลเซียมจากผงกระดุกปลานิลด้วยกรด 5 ชนิด (กรดกำมะถัน กรดเกลือ กรดไนตริก กรดอะซิติกและกรดซิตริก) จึงได้รับการศึกษา และพบว่าความสามารถในการสกัดแคลเซียมของกรดน้ำส้มสายชูมีความเหมาะสมต่อการสกัดแคลเซียมจากกระดุกปลาเพื่อใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมอาหาร ความเข้มข้นและเวลาที่เหมาะสมต่อการสกัดคือ 0.25 โมลาร์และ 48 ชั่วโมง เมื่อสกัดแคลเซียมที่สภาวะดังกล่าวด้วยสัดส่วน 1:20 พบว่ามีความเข้มข้นแคลเซียมเป็น 2,372 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมากกว่าการใช้น้ำสกัดถึง 13 เท่า

แคลเซียมละลายได้จากผงกระดุกปลาเกล็ดเงินที่สกัดด้วยน้ำสามารถกระตุ้นการทำงานของทรานสกลูทาเนสได้ถึงแม้ว่าจะให้กิจกรรมที่น้อยกว่าการใช้แคลเซียมคลอไรด์ การเชื่อมข้ามของโปรตีนที่ถูกเร่งด้วยทรานสกลูทาเนสในสภาวะที่มีแคลเซียมละลายได้ได้ถูกพิสูจน์โดยแบบแผนของโปรตีนที่ได้จากการแยกภายใต้สนามไฟฟ้าด้วยเทคนิคอิเล็กโตโฟลิซิส ผงกระดุกปลาเกล็ดเงินได้ถูกเสริมในไส้กรอกปลาที่ความเข้มข้นร้อยละ 1 (น้ำหนักต่อน้ำหนัก) ผลจากการวิเคราะห์ห้องค์ประกอบทางเคมีพบว่าการเติมผงกระดุกไม่กระทบต่อปริมาณความชื้น ไขมันและโปรตีนแต่ปริมาณเถ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่งผลให้ปริมาณแคลเซียมทั้งหมดในไส้กรอกเพิ่มขึ้น 15 เท่า เมื่อเทียบกับสูตรควบคุม สีของไส้กรอกไม่มีความแตกต่างกันเมื่อพิจารณาเฉพาะค่าความสว่างแต่ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ผลจากการวิเคราะห์แบบแผนเนื้อสัมผัสพบว่าค่าความแข็งและความเป็นกัมมีค่าเพิ่มมากขึ้นในตัวอย่างที่เสริมผงกระดุก ผลจากการประเมินความชอบของผู้บริโภคพบว่าการเสริมผงกระดุกได้รับคะแนนความชอบด้านสี เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบโดยรวมเพิ่มขึ้น

คำสำคัญ: ปลาเกล็ดเงิน ปลานิล ผงกระดุกปลา ทรานสกลูทาเนส ไส้กรอกปลา

Abstract

Silver carp and tilapia bone samples were soaked in either hot water or hot alkaline (NaOH, 0.8%) for 1 h and were softened in an autoclave (121 C/15 lb.cm²) for 1 h. The obtained bones were dried in an oven dryer at 100 C for 12 h, ground into powder, sieved through the sieving mesh to collect only particle smaller than 38 µm. The proximate analysis revealed that alkaline treatment eliminated effectively the organic matters (fat and protein), resulting in the higher ash content. The vibrational spectroscopy showed similar signal between tilapia bones, while the modification of organic compounds by alkaline was found in silver carp bones. This technique also indicated that the bone powder comprised of hydroxyapatite. The microstructure showed the corrosive surface in sample treated with alkaline but the compact structure was observed in sample treated with water. Color measurement showed that the lightness of bone powders decreased when it is treated with alkaline, while the redness and yellowness were increased.

Total calcium in bone powder treated with alkaline was found at 32 %, regardless fish species. The soluble calcium was observed at only 176 and 189 mg/L for tilapia and silver carp, when those powders were extracted by water (powder:water at 1:4). Due to higher calcium solubility, silver carp bone powder may be applied directly in food system. Calcium extraction from tilapia bone powder with 5 types of acid solution (sulfuric acid, hydrochloric acid, nitric acid, acetic acid, and citric acid) was investigated. An acetic acid was considered to be the suitable acid for calcium extraction for food applications. The suitable concentration and extraction time were optimized to be 0.25 M and 48 h. When tilapia bone was extracted (powder:acid at 1:20), the calcium content was observed at 2,372 mg/L. This soluble calcium extracted by acetic acid was higher than that extracted with water for 13 fold.

The water soluble calcium from silver carp bone activated TGase. Cross-linking of myofibrillar protein catalyzed by TGase in the presence of soluble calcium was evidenced by the changes of protein patterns, assessed by SDS-PAGE. Silver carp bone powder was incorporated into fish sausage at 1% (w/w) prior being compared its qualities to the control. The addition of fish bone powder did not affect the moisture, fat, and protein contents. The ash content increased significantly and total calcium increased for 15 fold when comparing to the control. The color value was not changed when only lightness was considered. The yellowness and redness values were increased significantly. Texture profile analysis showed that the hardness and gumminess values of sample were improved by fish bone powder. The product acceptability, evaluated by consumer test, showed that incorporation of fish bone powder could increase the overall acceptance. This was due to an increase in the preference regarding the color, texture and taste of the sample.

Key words: silver carp, tilapia, fish bone powder, transglutaminase, fish sausage