บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อศึกษาผลของชนิดปลาต่อสมบัติทางกายภาพ ทางเนื้อสัมผัส และโครงสร้างทางจุลภาคของข้าวเกรียบ โดยทำการทดสอบปลา 6 สายพันธุ์ ได้แก่ ปลาโอดำ (*Thunnus tonggol*) ปลาทูแขก (*Decapterus maruadsi*) ปลาหลังเขียว (*Sardinella gibbosa*) ปลาทรายแดง (*Nemipterus hexodon*) ปลาตาหวาน (*Priacanthus tayenus*) และปลาดาบเงิน (*Trichiurus lepturus*) 2) ศึกษาผลของความปริมาณเกลือ (โซเดียมคลอไรด์) และระยะเวลานวดผสมต่อคุณลักษณะของข้าวเกรียบที่ผลิตจากปลาแตกต่างกัน 2 สายพันธุ์ 3) ศึกษาอายุการเก็บของข้าวเกรียบที่พองตัว (ข้าวเกรียบปลาพร้อมบริโภค) ที่ผลิตจากปลาแตกต่างกัน 2 สายพันธุ์

จากการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลา พบว่าองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาแต่ละชนิดแตกต่างกันขึ้นกับสายพันธุ์เนื้อปลาประกอบด้วยโปรตีนอยู่ในช่วงระหว่าง 43.77% ถึง 79.96% ไขมันอยู่ในช่วงระหว่าง 0.21% ถึง 24.11% และปริมาณเถ้าอยู่ในช่วงระหว่าง 8.57% ถึง 22.52% ต่อน้ำหนักแห้งเมื่อพิจารณาแยกตามกลุ่ม พบว่ากลุ่มปลาผิวน้ำ (palagic fish) ได้แก่ ปลาโอดำ ปลาทูแขก และปลาหลังเขียวมีความชื้นต่ำกว่าแต่มีปริมาณไขมันสูงกว่ากลุ่มปลาหน้าดิน (demersal fish) ได้แก่ ปลาทรายแดง ปลาตาหวานและปลาดาบเงิน และพบว่าปริมาณไขมันของปลาแต่ละชนิดแปรผกผันกับปริมาณโปรตีนที่เป็นองค์ประกอบในเนื้อปลา

จากการศึกษาผลของชนิดปลาต่อคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ข้าวเกรียบ3 ประเภทได้แก่ เจลข้าวเกรียบ (cracker gel; CG) ข้าวเกรียบกึ่งสำเร็จรูป (half-finish cracker; HFC) และข้าวเกรียบที่พองตัว (puffed cracker; PC) (หรือข้าวเกรียบปลาพร้อมบริโภค) พบว่าชนิดปลาส่งผลต่อลักษณะด้านต่างๆ ของข้าวเกรียบอย่างมีนัยสำคัญ CG จากปลาหน้าดินมีเนื้อสัมผัสอ่อนนุ่มกว่าของปลาผิวน้ำ โดย CG จากปลาดาบเงิน ปลาทรายแดง และปลาตาหวานมีค่าความแข็ง ความยืดหยุ่น และความเกาะติดกันต่ำกว่าของปลาชนิดอื่นๆ ค่าสีของ CG จากปลาแต่ละชนิดแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ CG จากปลาผิวน้ำมีค่าความสว่าง (L^*) ต่ำกว่า แต่มีค่าความเป็นสีแดง (a^*) และค่าความเป็นสีเหลือง (b^*) สูงกว่า CG จากปลาหน้าดินค่าความสว่างและความเป็นสีแดงของ CG จากปลาโอดำมีค่าสูงสุด ในขณะที่ความเป็นสีเหลืองของปลาทูแขกมีค่าสูงสุดโครงสร้างทางจุลภาคของ CG ที่วิเคราะห์ด้วยเทคนิค SEM ชี้ให้เห็นว่าเจลข้าวเกรียบจากปลาผิวน้ำมีโครงสร้างแน่นติดกัน มีรูพรุนในโครงข่ายเจลน้อยกว่าของปลาหน้าดิน และจากการวิเคราะห์โครงสร้างของเจลด้วยเทคนิค CLSM บ่งชี้ว่าเจลจากปลาผิวน้ำมีไขมันที่เป็นองค์ประกอบอยู่มากและกระจายอยู่ภายในโครงสร้างของเจลผสม (แป้งและโปรตีน) อย่างหนาแน่นและสม่ำเสมอมากกว่าของ CG ปลาหน้าดิน การวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงความหนืดของ HFC ระหว่างการให้ความร้อน (25°ซ ถึง 95°ซ) พบว่า HFC จากปลาหน้าดินมีค่าความหนืดสูงกว่าของปลาผิวน้ำอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อลดอุณหภูมิข้าวเกรียบจากปลาหน้าดินจะมีความหนืดเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่าความหนืดสุดท้าย (final viscosity) ที่มีค่าสูงกว่า HFC จากปลาผิวน้ำอย่างเห็นได้ชัดบ่งชี้ว่า HFC จากปลาหน้าดินมีความสามารถในการคืนตัวและการจัดเรียงตัวใหม่ของโมเลกุลแป้งที่ดีกว่าของปลาผิวน้ำสายพันธุ์ปลาส่งผลต่อสมบัติของข้าวเกรียบที่พองตัว กล่าวคือค่าการขยายตัวเชิงเส้นของ PC จากปลาผิวน้ำต่ำกว่าของปลาหน้าดินอย่างเห็นได้ชัด ผลการศึกษายังพบว่าค่าการขยายตัวเชิงเส้นมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับค่าความแข็งของข้าวเกรียบโดย PC จากปลาโอดำมีค่าการขยายตัวเชิงเส้นต่ำสุดแต่มีค่าความแข็งสูงสุด ในขณะที่ปลาทรายแดงมีค่าการขยายตัวเชิงเส้นสูงสุดแต่มีค่าความแข็งต่ำสุด แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าความแข็งของ PC ระหว่างปลาชนิดอื่นๆ

($p>0.05$) PC จากปลาโอดำมีค่าการดูดซับน้ำมันสูงกว่า PC จากปลาชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญของค่าการดูดซับน้ำมันของ PC จากปลาชนิดอื่นๆ ($p>0.05$) PC ปลาผิวน้ำมีค่าความสว่างต่ำกว่า แต่มีค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่าของปลาหน้าดิน PC จากปลาดาบเงินและปลาโอดำมีค่าความสว่างสูงสุดและต่ำสุดตามลำดับ ในขณะที่ค่าความเป็นสีแดงและสีเหลืองของ PC จากปลาโอดำและปลาหลังเขียวมีค่าสูงสุดตามลำดับภาพถ่ายโครงสร้างจุลภาค SEM แสดงให้เห็นว่าพื้นผิวหน้าตัดของ PC จากปลาทุกชนิดมีลักษณะโครงสร้างภายในเป็นเซลล์อากาศ แต่พบว่า PC จากปลาผิวน้ำมีผนังเซลล์อากาศหนากว่าและพบกลุ่มโปรตีนที่จับรวมตัวกันมากกว่าของ PC จากปลาหน้าดินผลการประเมินทางประสาทสัมผัสบ่งชี้ว่า PC จากปลาทูแขกได้รับการยอมรับทางประสาทสัมผัสมากกว่าของปลาชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีคะแนนความชอบในด้านกลิ่นรส ความกรอบ สี และการยอมรับโดยรวมสูงกว่าข้าวเกรียบจากปลาชนิดอื่นอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$)

การศึกษาผลของปริมาณเกลือ (0, 1.5 และ 3%) และระยะเวลานวดผสม (0, 30 และ 60 นาที) ต่อสมบัติทางกายภาพของข้าวเกรียบที่ผลิตจากปลา 2 ชนิด คือ ปลาโอดำ (*T. tonggol*) และปลาทรายแดง (*N. hexodon*) ตรวจสอบสมบัติทางกายภาพของ CG จากปลาทั้งสองชนิด พบว่าระยะเวลานวดผสมส่งผลเด่นชัดต่อคุณลักษณะของเจลข้าวเกรียบมากกว่าปริมาณเกลือระยะเวลานวดผสมที่นานขึ้นส่งผลให้เจลข้าวเกรียบจากปลาทั้ง 2 ชนิดมีค่าความแข็งและค่าความยืดหยุ่นลดลงอย่างเห็นได้ชัดและมีค่าความสว่างของ CG เพิ่มขึ้น ในขณะที่ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นส่งผลให้เนื้อสัมผัสของเจลมีแข็งขึ้นเล็กน้อยและพบว่าปริมาณเกลือส่งผลกระทบต่อค่าสีของ CG จากปลาทั้งสองชนิดที่แปรปรวนแตกต่างกัน ซึ่งไม่สัมพันธ์กับปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นทั้งระยะเวลานวดผสมและปริมาณเกลือส่งผลกระทบต่อค่าการขยายตัวเชิงเส้น และค่าความแข็งของ PC กล่าวคือการนวดผสมนานขึ้น (จนถึง 60 นาที) ส่งผลให้ PC มีค่าการขยายตัวเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัดสัมพันธ์กับค่าความแข็งที่ลดลง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง PC จากปลาทรายแดงปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นจนถึง 3% โดยน้ำหนัก ส่งผลให้ PC มีค่าการขยายตัวเชิงเส้นลดลง และมีค่าความแข็งเพิ่มขึ้น ซึ่งลักษณะดังกล่าวพบเด่นชัดในข้าวเกรียบจากปลาทรายแดง ปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลต่อการเพิ่มค่าดูดซับน้ำมันของ PC จากปลาโอดำ แต่ไม่มีผลกระทบต่อค่าดูดซับน้ำมันของ PC จากปลาทรายแดงประเมินทางประสาทสัมผัสของ PC จากปลาทั้ง 2 ชนิด พบว่าคะแนนความชอบด้านกลิ่นรสปลา การดูดซับน้ำมัน ความกรอบ และความชอบโดยรวมของ PC แตกต่างกันขึ้นกับทั้ง ชนิดปลา ปริมาณเกลือ และระยะเวลานวดผสม

ศึกษาความคงตัวและอายุการเก็บของข้าวเกรียบปลาโอดำและปลาทรายแดง ที่ผลิตโดยมีเกลือ 1.5% และนวดผสมนาน 30 นาที บรรจุในถุงพอลีโพรพิลีนแบบสภาวะบรรยากาศปกติ พบว่าข้าวเกรียบมีปริมาณความชื้น ค่า a_w, TBARs และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาเก็บเพิ่มขึ้น อายุการเก็บของข้าวเกรียบทั้ง 2 ชนิดไม่แตกต่างกัน คือมีอายุการเก็บประมาณ 25 วัน ทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าภายหลังการเก็บนาน 30 วัน ข้าวเกรียบปลาทรายแดงมีคะแนนความชอบด้านกลิ่น ความกรอบ การอมน้ำมัน และความชอบโดยรวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

Prince of Songkla University Pattani Campus

แต่ไม่พบความแตกต่างของคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสในทุกๆด้านของข้าวเกรียบปลาโอดำ ยกเว้นด้านความกรอบที่พบว่ามีคะแนนลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p< 0.05$)

คำสำคัญ: ข้าวเกรียบปลา ชนิดปลา เกลือ การนวดผสม สมบัติทางเนื้อสัมผัส การขยายตัว

Prince of Songkla University
Pattani Campus

Abstract

The aims of this research were 1) to investigate the effects of fish type on physical, textural and microstructure properties of cracker. Six different fish species were tested in this study: *Thunnus tonggo l*(Pla O-dam), *Decapterus maruadsi* (Pla Thu Khaek), *Sardinella gibbosa* (Pla Lang Khiao), *Trichiurus lepturus* (Pla Dap Ngoen), *Priacanthus tayenus* (Pla Ta Wan) and *Nemipterus hexodon* (Pla Dap Ngoen). 2) to evaluate the effect of salt (sodium chloride) content and mixing time on characteristic of cracker which made from two different fish species. 3)tostudy the shelf-life of puffed fish cracker (or ready-to-eat fish cracker) made from two different types of fish.

Chemical compositions of fish mince were determined. The composition of fish mice was significant differences varying by their species. Fish minces contained 43.77 to 79.96% proteins, 2.73 to 24.11% lipids, and 8.57 to 22.52% ash (dry basis). As a group, palagic fish including of *T. tonggol*, *D. maruadsi* and *S. gibbosa*, had lower moisture but higher lipid content than that demersal fish namely*T. lepturus*, *P. tayenus*, and *N. hexodon*. Base on dry weight basis, the lipid content of each species varies inversely with the amount of the protein component in fish mice.

Three types of cracker product: cracker gel (CG), half-finish cracker (HFC) and puffed cracker (PC) (ready-to-eat cracker) were produced from different fish species and then there properties were evaluated. The results showed that fish type had significant effect on the characteristics of all cracker products. Physical and microstructure of the CG were analyzed. It was found that different types of fish affected the texture of CG. The CG made from the demersal fish had softer texture than that did from pelagic fish which revealed that the CG prepared from *T. lepturus*, *P. tayenus* and *N. hexodon* showed lower hardness, springiness and cohesiveness, compared to others. Color analysis of CG showed significant ($p<0.05$) difference between the samples. The CG from palagic fish had lower L^*, higher a^* and b^* than those the CG form demersal fish. The lowest lightness (L^*) and highest redness (a^*) were found with *T. tonggol*, while the highest yellowness (b^*) was obtained with *D. maruadsi*. Scanning electron microscopic study revealed that structure of the CG from palagic fish packed continuously while a very less porous was found in the gel. As visualized by confocal laser scanning microscope. Lipid from palagic fish was more densely packed within the structure of mixed gel (starch and protien) compared to that from demersal fish. Changes in viscosity profile of HFC during heating (25°C to 95°C) were investigated. It was found that HFC from demersal fish showed higher peak viscosity and final viscosity than that from palagic fish. This indicated that the starch molecule of HFC from the demersal fish could be able to retrograde and rearrange with greater extent. Fish species also affected properties of puffed cracker. It was

Prince of Songkla University Pattani Campus

found that lower linear expansion of the PC was obtained from palagic fish, compared to the one from demersal fish. The results also showed a negative correlation between linear expansion and hardness of the PC. The PC from *T. tonggol* showed lowest linear expansion with highest hardness while the PC from *N. hexodon* revealed highest linear expansion and lowest hardness. Nevertheless, no significant difference between hardness was found from the PC between other fish species ($p > 0.05$). PC from *T. tonggol* had significantly ($p<0.05$) elevated oil absorption, while between the other fish species there was no significant difference in oil absorption ($p>0.05$). The PC made from palagic fish had higher lightness (L^*) but lower redness ($+a^*$) and yellowness ($+b^*$) than those the PC from demersal fish. The lowest and highest L^* value were found in PC made from *T. tonggol* and *T. lepturus,* respectively while the highest a^* and b^* value were observed from *T. tonggol* and *S. gibbosa*, respectively.SEM micrograph showed that the cross-section of the PC prepared from all fish species displayed a cellular structure. The PC from palagic fish had a thicker pore wall and more aggregated protein portion was obtained. The results from sensory evaluation indicated that consumer could accept fish cracker from *D. maruadsi* than that other fish species which had the highest crispness, flavor, color and overall liking scores ($p<0.05$).

The changes in physical properties of fish cracker made from both *T. tonggol* and *N. hexodon* with different salt contents (0, 1.5 and 3%) and mixing times (0, 30 and 60 min) were determined. The result showed that mixing had greater impact on physical changes of the cracker, as compared to the concentration of salt. Increasing mixing time resulted in dramatically decreasing hardness and springiness with increasing L^* of CG, regardless fish species, while increasing salt content showed little bit increasing on the hardening texture of the CG. In addition, salt content had a variance impact on the color of the CG which was not associated with increasing of salt concentration. Both mixing time and salt content affected linear expansion and hardness of the PC. The greater linear expansion was observed with the longer mixing time (up to 60 min) which corresponded to a decrease of hardness particularly the PC from *N. hexodon*. Increasing salt content up to 3% w/w could decrease linear expansion and increase hardness of the PC which was more pronounced in *N. hexodon*. Moreover, increasing salt content also increased oil absorption of the PC from *T. tonggol* but it did no impact on the PC from *N. hexodon*. The result from sensory evaluation showed that fish odor, oil absorption, crispiness and overall liking score differed depending on fish type, salt content and mixing time.

Changes on qualities of fish cracker made from *T. tonggol* and *N. hexodon* which prepared by using 1.5% salt and 30 min mixing during storage in polypropylene bag at room temperature for 30 days were investigated. It was found that moisture content, a_w, TBARs and total bacterial count of fish cracker increased with increasing

storage time. Shelf life of fish cracker prepared from both fish species was not differ which was about 25 days. Based on consumer test, after 30 days of storage, odor, crispiness, oil absorption and overall liking score of PC prepared from *N. hexodon* showed significant decreasing ($p > 0.05$) while all sensory contributions of PC from *T. tonggol* was not different, except crispiness which showed the lower liking score ($p < 0.05$).

Key word: fish cracker, fish type, salt, mixing, textural property, expansion

Prince of Songkla University
Pattani Campus