บทความวิจัย

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง

Study on Chemical Compositions and Some Properties of Traditional Dry Fermented Catfish (pla-duk-ra) in Phatthalung Province

นางสาวอมรรัตน์ ถนนแก้ว ปร.ด. (เทคโนโลยีอาหาร)

Amonrat Thanonkaew Ph.D. (Food Technology)

อาจารย์ สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110, หน่วยวิจัยและพัฒนาอาหารท้องถิ่นภาคใต้

Faculty Member, Department of Food Science and Technology , Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus, Paphayom, Phatthalung, 93110,
Research and Development Unit of Local Southern Thai Foods.

นางสาวจันทิรา ฤทธิจักร

Juntira Rittijak

นิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

Undergraduate Student, Faculty Member, Department of Food Science and Technology , Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus , Paphayom, Phatthalung, 93110

นางสาวสุปราณี สุริยะผล

Supranee Suriyapol

นิสิตระดับปริญญาตรี สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยีและการพัฒนาชุมชน
มหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง อ.ป่าพะยอม จ.พัทลุง 93110

Undergraduate Student, Faculty Member, Department of Food Science and Technology , Faculty of Technology and Community Development, Thaksin University, Phatthalung Campus, Paphayom, Phatthalung, 93110

Thaksin.J., Vol.12 (1) January - June 2009

คำสำคัญ : ปลาดุก ปลาดุกอุย ปลาดุกบิ๊กอุย ปลาดุกร้า สินค้าพื้นเมือง
Keywords : Catfish, Wild Catfish, Farmed Catfish, Dry Fermented Catfish, Local Product

บทคัดย่อ

ปลาดุกร้าเป็นสินค้าพื้นเมืองที่มีชื่อเสียงในจังหวัดพัทลุง ปลาดุกที่ใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตปลาดุกร้ามีสองสายพันธุ์ คือปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) และปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) เมื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพของปลาดุกสดทั้งสองชนิด พบว่า ความชื้นและเถ้าของกล้ามเนื้อและหนังของปลาดุกทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ส่วนกล้ามเนื้อของปลาดุกอุยมีโปรตีนสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุย ($P\leq0.05$) และกล้ามเนื้อและหนังของปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมันสูงกว่าปลาดุกอุย ($P\leq0.05$) อย่างไรก็ตาม ความเป็นกรด-ด่าง ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และสี ของปลาดุกทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อนำปลาดุกทั้งสองชนิดมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า พบว่าปลาดุกอุยร้ามีโปรตีนในกล้ามเนื้อและหนังสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า ($P\leq0.05$) ในขณะที่ปลาดุกบิ๊กอุยร้ามีไขมันสูงกว่าปลาดุกอุย ทั้งในส่วนของกล้ามเนื้อและส่วนหนัง ($P\leq0.05$) นอกจากนี้ความเป็นกรด-ด่าง ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ และสี ของปลาดุกร้าทั้งสองชนิดมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$) เมื่อทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส พบว่า ปลาดุกร้าทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันในด้านลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัส แต่ปลาดุกอุยร้าได้รับการยอมรับในด้านกลิ่นรสมากกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า ($P\leq 0.05$) จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกทั้งสองชนิดส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง

Abstract

Dry fermented catfish (pla-duk-ra) is the well known local product of Phatthalung province. Wild catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) and farmed catfish (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) are commonly used as the raw material for pla-duk-ra production. The chemical compositions, as well as chemical and physical properties of muscle and skin portions of both catfish were studied. The data showed that moisture and ash contents in muscle and skin of both catfish did not significantly different ($P>0.05$). Farmed catfish had higher lipid content than wild catfish in both muscle and skin portion ($P \leq 0.05$). However, water activity (a_w), pH and color (L*, a*, b*) of both catfish did not significantly different ($P>0.05$). The chemical compositions, chemical, physical and sensory properties of both pla-duk-ra were analyzed. The data showed that both muscle and skin portions of wild pla-duk-ra (WP) had higher protein content than farmed pla-duk-ra (FP). However, FP had higher lipid content than WP ($P\leq 0.05$) in both portions. The analysis of chemical and physical properties showed that pH, water activity, and color of both pla-duk-ra were significantly different ($P \leq 0.05$). The sensory evaluation showed that both pla-duk-ra had no significant difference in appearance, color, and texture ($P \leq 0.05$). However, WP had higher flavor score than FP ($P \leq 0.05$). These data suggest that the chemical compositions of catfish play an important role on chemical, physical and sensory properties of pla-duk-ra.

บทนำ

ปลาดุก (catfish) เป็นปลาที่คนไทยนิยมบริโภคเป็นอาหาร สามารถพบปลาดุกได้ในแหล่งน้ำธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง เนื่องจากปลาดุกจากแหล่งน้ำธรรมชาติมีปริมาณลดลง ทำให้ปลาดุกที่ได้จากการเพาะเลี้ยงมีบทบาทสำคัญต่อการบริโภค (กรมประมง, 2548) การจำหน่ายปลาดุกส่วนใหญ่เป็นการจำหน่ายในลักษณะปลาดุกสดมีชีวิต หากปลาตายราคาจะลดลงมาก ดังนั้นการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มมูลค่าแก่ปลาดุก เช่น การนำปลาดุกมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์แช่เย็นและแช่เยือกแข็ง เพื่อการส่งออกไปจำหน่ายต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากปลาดุกที่ทีความหลากหลาย (กาญจนรี พงษ์ฉวี, 2537; Chomnawang *et al.*, 2007) เช่น ซูริมิ ปลาดุกแล่ ปลาดุกเส้น น้ำพริกปลาคั่ว ปลาดุกรมควัน ไส้กรอกอีสาน และการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากซูริมิปลาดุกบิ๊กอุยหลายชนิด เช่น ข้าวเกรียบ ไส้กรอก และห่อหมก (วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ และ คณะ, 2549; Panpipat and Yongsawatdigul, 2008)

ในภาคใต้ของประเทศไทยได้นำปลาดุกมาแปรรูปโดยการหมักและการทำแห้ง เรียกผลิตภัณฑ์ชนิดนี้ว่า “ปลาดุกร้า” ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าเป็นอาหารแห้งที่มีปริมาณความชื้นปานกลาง (Intermediate Moisture Food) โดยมีค่า วอเตอร์แอกติวิตี้ ระหว่าง 0.6-0.9 สำหรับปลาดุกร้าควรมีค่าวอเตอร์แอกทิวิตี้ไม่เกิน 0.8 (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) ปลาดุกร้าในภาคใต้มีลักษณะปรากฏที่แตกต่างจากปลาร้าจากภาคเหนือและภาคอีสาน กล่าวคือ ปลาดุกร้าในภาคใต้ยังคงลักษณะรูปร่างของปลาดุก ซึ่งมีลักษณะทางกายภาพเช่นเดียวกับปลาเค็ม แต่ปลาดุกร้ามีเนื้อสัมผัสที่นิ่ม มีรสเค็มปนหวานและมีกลิ่นหมักเล็กน้อย ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้ให้ความหมายของปลาดุกร้าไว้ดังนี้ ปลาดุกร้า เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาดุกขนาดที่เหมาะสมมาทำการตัดหัว เอาเครื่องในและไขมันในช่องท้องออก ล้างให้สะอาด อาจผึ่งให้แห้ง นำมาคลุกกับเครื่องปรุงรส เช่น เกลือ น้ำตาล หมักไว้เป็นเวลา 1 คืน นำไปทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือแหล่งพลังงานอื่น อาจนำไปปรุงรส หมัก และทำให้แห้งซ้ำจนมีกลิ่นรสตามต้องการ ก่อนบริโภคต้องทำให้สุก (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) แหล่งผลิตปลาดุกร้าที่สำคัญ ได้แก่ บริเวณรอบๆทะเลสาบสงขลา ซึ่ง ครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัด ได้แก่ พัทลุง สงขลา และนครศรีธรรมราช ซึ่งปลาดุกร้าในแต่ละท้องที่จะมีรสชาติแตกต่างกันขึ้นอยู่กับ วัตถุดิบ กรรมวิธีการหมัก และการตากแดด (สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคใต้, 2542)

ปลาดุกร้าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารพื้นเมืองที่เป็นที่นิยมบริโภคและมีชื่อเสียงมากในจังหวัดพัทลุง ซึ่งเป็นสินค้า OTO P ที่ทำรายได้แก่ประชาชนได้ปีละหลายสิบล้านบาท ชาวทะเลน้อยมีศักยภาพในการผลิตปลาดุกร้าได้สูงกว่าแหล่งผลิตอื่น เนื่องจากชาวทะเลน้อยอาศัยอยู่ในบริเวณแหล่งน้ำจืดซึ่งอุดมไปด้วยปลาน้ำจืดนานาชนิด รวมทั้งบรรพบุรุษของชาวทะเลน้อยได้สั่งสมภูมิปัญญาในการแปรรูปปลาน้ำจืดมาช้านาน ทำให้ชาวทะเลน้อยมีสูตรและกรรมวิธีการผลิตปลาดุกร้าที่ทำให้ปลาดุกร้ามีรสชาติดีเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคกันอย่างแพร่หลาย วัตถุดิบสำหรับการผลิตปลาดุกร้ามีสองชนิดคือ ปลาดุกอุย (*Clarias macrocephalus*) จากแหล่งน้ำธรรมชาติ และปลาดุกบิ๊กอุย (*Clarias macrocephalus* × *Clarias gariepinus*) ซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยง เนื่องจากในปัจจุบันปลาดุกอุยจากธรรมชาติมีไม่เพียงพอกับความต้องการของผู้บริโภค ทำให้ปลาดุกบิ๊กอุยมีบทบาทสำคัญในการผลิตปลาดุกร้าเพื่อการค้า นอกจากนี้ยังมีการส่งเสริมให้มีการเลี้ยงปลาดุกบิ๊กอุยในบ่อดินและบ่อซีเมนต์มากขึ้น ทำให้การผลิตปลาดุกบิ๊กอุยสามารถทำได้ง่ายและราคาไม่แพง ทำให้สามารถใช้ปลาดุกบิ๊กอุยมาเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตปลาดุกร้าแทนปลาดุกอุยจากธรรมชาติ นอกจากนี้การใช้ปลาดุกบิ๊กอุยในการผลิตปลาดุกร้าสามารถช่วยเพิ่มมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และสามารถลดปัญหาเรื่องขนาดของปลาดุกอุยที่ไม่ได้มาตรฐาน อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยยังคงมี

คุณภาพทั้งทางด้านเคมี กายภาพ ประสาทสัมผัส และอายุการเก็บรักษา เป็นที่ยอมรับน้อยกว่าปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุย ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่สามารถแยกแยะรสชาติของปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลาดุกทั้งสองชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน และเมื่อเปรียบเทียบราคาในการจำหน่ายผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่จำหน่ายในจังหวัดพัทลุง พบว่าปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุยธรรมชาติ ขายกิโลกรัมละ 300-400 บาท ในขณะที่ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยมีราคาขายอยู่ที่กิโลกรัมละ 150-200 บาท จากปรากฏการณ์ดังกล่าว การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยให้มีคุณภาพเท่าเทียม หรือใกล้เคียงกับปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุย จึงเป็นสิ่งที่ควรมีการศึกษาวิจัยและพัฒนาเพื่อเป็นแนวทางในการเพิ่มมูลค่าแก่ผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุย และเป็นการเพิ่มรายได้แก่เกษตรกร

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อศึกษาเปรียบเทียบองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกทั้งสองชนิด และสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการวิจัยไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาอุตสาหกรรมของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าของจังหวัดพัทลุงได้ในอนาคต

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

1. การศึกษาสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกอุยสด

สุ่มตัวอย่างปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกอุยจากที่บ่อเลี้ยงปลาดุกซึ่งมีขนาด 7-10 ตัวต่อกิโลกรัม จากเกษตรกรหรือชาวประมงในเขตทะเลน้อยในจังหวัดพัทลุง แล้วมาผ่านการเตรียมตัวอย่างดังนี้ นำปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกอุย มาทำให้ตายโดยใช้น้ำแข็ง ในอัตราส่วนปลาดุกต่อน้ำแข็ง เท่ากับ 1:2 (น้ำหนัก/น้ำหนัก) ทำการตัดหัวและควักไส้ออก ล้างทำความสะอาดด้วยน้ำสะอาด แล่ออกเป็น สองส่วน คือส่วนหนังและส่วนกล้ามเนื้อ เก็บตัวอย่างปลาดุกในถุงพอลิเอธิลีนและเก็บรักษาในน้ำแข็งจนกว่าจะนำไปวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการภายในเวลา 1-3 ชั่วโมง แล้วนำไปวิเคราะห์ต่าง ๆ ดังนี้

1.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมี : นำตัวอย่างปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด ที่ได้จากการเตรียมมาทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยการแยกวิเคราะห์ทั้งในส่วนเนื้อและหนังด้วยวิธี AOAC (2000) ได้แก่ ความชื้น โปรตีน ไขมัน และเถ้า

1.2 ศึกษาสมบัติทางเคมี : นำตัวอย่างปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด ที่ได้จากการเตรียมข้างต้น ทำการศึกษาสมบัติทางเคมี โดยวิเคราะห์รวมกันทั้งส่วนเนื้อและส่วนหนังของปลาดุกทั้งสองชนิดดังนี้

- ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) โดยวิธีของ Benjakul *et al.* (1997) โดยทำการนำเนื้อปลาดุกมา 4 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 20 มิลลิลิตรใส่ในตัวอย่าง แล้วทำให้ละเอียดโดยใช้เครื่องโฮโมจีไนเซอร์ (IKA Labortechnik homogenizer, Selangor, Malaysia) แล้วนำไปวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง โดยใช้เครื่อง พีเอชมิเตอร์ (Satorious BP-10, Germany)

- ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) นำเนื้อปลาดุกบดละเอียดมาประมาณ 2 กรัมแล้วนำไปใส่ใน ภาชนะสำหรับบรรจุตัวอย่างจากนั้นนำไปวัดค่า a_w โดยใช้เครื่องวัดค่าวอเตอร์เอกติวิตี้ (Testo model 650, Emin Tech, Sweden)

1.3 ศึกษาสมบัติทางกายภาพ : นำเนื้อปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด ที่ได้จากการเตรียมในเบื้องต้น จำนวน 5 กรัม ใส่ในถ้วยสำหรับวัดค่าสี แล้วทำการวัดค่าสีโดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Hunter Lab, CIE Lab)

2. การศึกษาสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของปลาดุกร้าพื้นเมืองจังหวัดพัทลุง

ผลิตปลาดุกร้าโดยผู้ผลิตปลาดุกร้า กลุ่มปลาดุกร้าปลอดสารพิษทะเลน้อย 28/2 ม.9 ต.ทะเลน้อย อ.ควนขนุน จ.พัทลุง ซึ่งมีกรรมวิธีการผลิตดังนี้

ขั้นที่ 1 นำปลาดุกที่มีชีวิตขนาด 7-10 ตัวต่อกิโลกรัม ทำให้ตายโดยคลุกกับเกลือ ล้างน้ำจนเมือกที่ตัวปลาออกหมด

ขั้นที่ 2 นำปลามาตัดหัวและดึงเครื่องในออก ให้หมดล้างน้ำให้สะอาดโดยเฉพาะในท้อง

ขั้นที่ 3 นำปลาวางตากแดดในโรงเรือนที่ปลอดแมลงวันประมาณ 2-3 ชั่วโมง พอหนังปลาตึงเก็บเข้าที่ร่มวางให้ตัวปลาเย็น

ขั้นที่ 4 เก็บปลาในขั้นที่ 3 ใส่กะละมังเคลือบคลุกเคล้าน้ำตาลผสมเกลือให้เข้ากันปริมาณเล็กน้อย (ไม่ต้องวางปลาเป็นชั้นๆ) หมักทิ้งไว้ 1 คืน

ขั้นที่ 5 นำปลาที่หมักไว้ออกตากแดดประมาณ 3-4 ชั่วโมง เก็บเข้าที่ร่มวางไว้ให้ตัวปลาเย็น

ขั้นที่ 6 นำปลา ไปหมักกับน้ำตาลผสมเกลือป่น ในกะละมังโดยการวางปลา เป็นชั้นๆ แล้วทิ้งไว้นาน 1 คืน โดยใช้ อัตราส่วนระหว่าง ปลาดุก น้ำตาล เกลือป่น เป็น 10 กิโลกรัมกรัม ต่อ 1กิโลกรัม ต่อ 800 กรัม (10 : 1 : 0.8)

ขั้นที่ 7 นำปลาไปตากแดดประมาณ 4-5 ชั่วโมง เก็บเข้าที่ร่มเพื่อให้ตัวปลาเย็น

ขั้นที่ 8 จัดเรียงปลาในกะละมังเป็นชั้นๆ โดยแต่ละชั้นโดยน้ำตาลผสมเกลือบางๆหมักทิ้งไว้ 1 คืน

ขั้นที่ 9 นำปลาออกตากแดดประมาณ 4-5 ชั่วโมง เก็บเข้าที่ร่มเพื่อให้ตัวปลาเย็น

ขั้นที่ 10 นำปลามาตกแต่งให้สวยงาม จัดใส่บรรจุภัณฑ์

เก็บตัวอย่างปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยและปลาดุกอุย ตัวอย่างละ 5 กิโลกรัม สุ่มตัวอย่างปลาดุกทั้งสองชนิดมาศึกษาองค์ประกอบทางเคมี สมบัติทางเคมีและสมบัติทางกายภาพ เช่นเดียวกับ 1.1-1.3 ตรวจสอบคุณสมบัติทางประสาทสัมผัสปลาดุกร้าโดยวิธีการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) โดยผู้ทดสอบที่มีความชำนาญ ทำการแต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบปลาดุกร้า 10 คน โดยแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ วางตัวอย่างปลาดุกร้าลงบนจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสี โดยการตรวจพินิจนำตัวอย่างปลาดุกร้าไปทอดที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และเป็นระยะเวลา 5 นาที ตรวจสอบกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการชิม

การวิเคราะห์ทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) แต่ละสิ่งทดลองทำการวิเคราะห์ 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูลโดยใช้ Analysis of variance (ANOVA) สำหรับวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี และ t-test สำหรับวิเคราะห์ทางกายภาพและประสาทสัมผัสและวิเคราะห์ความแตกต่างโดยใช้ (DMRT) Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Steel and Torrie, 1980) ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. สมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยและบิ๊กอุยสด แสดงในตารางที่ 1 พบว่า ปลาดุกทั้งสองชนิดมีความชื้นในส่วนหนังและกล้ามเนื้อ ร้อยละ 69.69-73.31 และเถ้าร้อยละ1.11-1.21 ความชื้นและเถ้าของกล้ามเนื้อและหนังของปลาดุกทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล้ามเนื้อของปลาดุกอุยมีโปรตีน ร้อยละ 20.26 ส่วนปลาดุกบิ๊กอุยมีโปรตีน ร้อยละ 18.20 กล้ามเนื้อและหนังของปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมัน ร้อยละ 4.79 และ 17.56 ตามลำดับ ในขณะที่ปลาดุกอุยมีไขมันในกล้ามเนื้อร้อยละ 3.19 และในหนัง ร้อยละ 10.66 จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าส่วนหนังของปลาดุกทั้งสองชนิดมีไขมันสูงกว่าในส่วนกล้ามเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งในส่วนหนังของปลาดุกมีไขมันสูงกว่าในกล้ามเนื้อประมาณ 3 เท่า เนื่องจากปริมาณไขมันจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์อาหาร โดยเฉพาะในด้านประสาทสัมผัสที่เกี่ยวข้องกับ กลิ่นรสและเนื้อสัมผัส การที่ปลาดุกทั้งสองชนิดนี้มีปริมาณไขมัน

ตารางที่ 1 แสดงองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด (กรัม/100 กรัมตัวอย่าง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาดุกอุย		ปลาดุกบิ๊กอุย	
	กล้ามเนื้อ	หนัง	กล้ามเนื้อ	หนัง
ความชื้น	69.69±1.07[ก 1,2]	70.22±1.04[ก]	73.31±1.86[ก]	73.30±4.70[ก]
โปรตีน	20.62±0.77[ก]	14.21±0.66[ค]	18.20±0.79[ข]	7.23±1.63[ง]
ไขมัน	3.19±0.74[ง]	10.66±0.12[ข]	4.79±0.15[ค]	17.56±0.72[ก]
เถ้า	1.21±0.21[ก]	1.33±0.20[ก]	1.18±0.04[ก]	1.11±0.57[ก]

[1] แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยสดและปลาดุกบิ๊กอุยสดทั้งส่วนเนื้อและหนังที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

แตกต่างกัน ย่อมส่งผลให้ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกทั้งสองชนิดนี้มีคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งปริมาณไขมันที่สูงนี้อาจจะมีผลโดยตรงต่อกระบวนการผลิตปลาดุกร้าทั้งในกระบวนการหมักและกระบวนการทำแห้ง นอกจากนี้อาจจะส่งผลต่อเนื้อสัมผัสและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า

ปลาดุกมีไขมันและโปรตีน เป็นองค์ประกอบในปริมาณที่แตกต่างกันนั้น อาจเนื่องมาจากอาหารที่ปลาดุกทั้งสองชนิดได้รับแตกต่างกัน (Shirai *et al.*, 2002) ปลาดุกบิ๊กอุยเป็นปลาที่เลี้ยงในฟาร์ม ซึ่งมีการให้อาหารที่มีปริมาณไขมันสูงเพื่อเร่งการเจริญเติบโต ในขณะที่ปลาดุกอุยจากธรรมชาติหาอาหารที่มีไขมันสูงในธรรมชาติได้ยาก จึงมีผลให้ปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมันสะสมในหนังและกล้ามเนื้อมากกว่าปลาดุกอุย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกทั้งสองชนิดมีความสอดคล้องกับผลการวิจัยอื่น (Puwastein *et al.*, 1999; Chomnawang *et al.*, 2007) ซึ่งปลาดุกสามารถเป็นแหล่งโปรตีนที่ดี มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 17.8 - 18.68 จากการวิเคราะห์รวมทั้งในส่วนเนื้อและหนัง พบว่าปลาดุกมีปริมาณไขมันสูง ถึงร้อยละ14.7 (Puwastein *et al.*, 1999) ในขณะที่ Chomnawang *et al.* (2007) รายงานว่า กล้ามเนื้อของปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมันร้อยละ 3.0 ดังนั้นจึงเห็นได้ชัดว่าไขมันส่วนใหญ่ในปลาดุกอยู่ในส่วนหนัง หากผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพและต้องการควบคุมปริมาณไขมันในอาหาร ควรหลีกเลี่ยงการบริโภคหนังปลาดุก

จากการวิเคราะห์สมบัติทางเคมี และกายภาพของ ปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด (ดังตารางที่ 2) พบว่าปลาดุกอุยมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 7.16 ส่วนปลาดุกบิ๊กอุยมี pH เท่ากับ 6.85 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) Chomnawang *et al.* (2007) ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางด้านเคมีและชีวเคมีของเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยที่ผ่านการแล่ (catfish fillet) ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 วัน พบว่า เนื้อปลาดุกบิ๊กอุยสดมี pH เท่ากับ 6.41 และมีค่าเพิ่มขึ้นเป็น 7.07 เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 15 วัน เนื่องจากปลาดุกทั้งสองชนิดเป็นปลาดุกสดทำให้มีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w) มีค่าสูง ซึ่งมีผลให้ปลาดุกสามารถเสื่อมเสียได้ง่ายโดยเฉพาะการเสื่อมเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ (Rahman and Labuza, 1999) และจากการวัดค่าสี พบว่า ค่าความสว่าง (L*) ของปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสดมีค่า เท่ากับ 43.43 และ 43.02 ค่าสีแดง-สีเขียว (a*) มีค่าเท่ากับ 1.83 และ 4.17

ตารางที่ 2 สมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสด

คุณสมบัติ		ปลาดุกอุย	ปลาดุกบิ๊กอุย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		7.16±0.05$^{ก\ 1,2}$	6.85±0.05^{ก}
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)		1.00±0.00^{ก}	1.00±0.00^{ก}
***ค่าสี**	**L***	43.43±2.79^{ก}	43.02±1.21^{ก}
	a*	4.83±0.80^{ก}	4.17±0.31^{ก}
	b*	16.99±0.83^{ก}	16.20±0.86^{ก}

[1] แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสมบัติทางเคมี และกายภาพของปลาดุกอุยสดและปลาดุกบิ๊กอุยสด ทั้งส่วนเนื้อและหนังที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

* การวิเคราะห์สีทำเฉพาะในกล้ามเนื้อ

ตารางที่ 3 องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองพัทลุงที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุย (กรัม/100 กรัมตัวอย่าง)

องค์ประกอบทางเคมี	ปลาดุกอุย		ปลาดุกบิ๊กอุย	
	กล้ามเนื้อ	หนัง	กล้ามเนื้อ	หนัง
ความชื้น	35.32±2.89^{L,2}	31.62±0.14^{ขค}	39.64±3.91^{ก}	28.34±2.60^{ค}
โปรตีน	42.10±1.85^{ก}	31.21±2.82^{ข}	34.26±2.90^{ข}	24.94±2.51^{ค}
ไขมัน	8.86±1.86^{ง}	23.03±2.71^{ข}	13.66±1.67^{ค}	36.04±1.75^{ก}
เถ้า	10.58±0.94^{ก}	8.43±1.68^{ค}	10.71±0.05^{ก}	9.44±1.44^{ก}

[1] แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกอุยร้าและปลาดุกบิ๊กอุยร้าทั้งส่วนเนื้อและหนังที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีค่าเท่ากับ 10.99 และ 16.20 ตามลำดับ สีเนื้อปลาดุกสดทั้งสองชนิดไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) จะเห็นได้ว่าสีของกล้ามเนื้อของปลาดุกทั้งสองมีแนวโน้มไปทางสีเหลือง ซึ่งเป็นที่ธรรมชาติของกล้ามเนื้อปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุย

2. สมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุย

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยแสดงในตารางที่ 3 พบว่า กล้ามเนื้อปลาดุกอุยร้าประกอบด้วย

ความชื้นร้อยละ 35.32 โปรตีนร้อยละ 42.10 และ ไขมันร้อยละ 8.86 และเถ้า ร้อยละ 10.58 ส่วนกล้ามเนื้อปลาดุกบิ๊กอุยร้ามีความชื้น ร้อยละ 39.64 โปรตีนร้อยละ 34.26 ไขมันร้อยละ 13.66 และ เถ้าร้อยละ 10.71 เมื่อวิเคราะห์ในส่วนหนังของปลาดุกร้าทั้งสองชนิด พบว่าหนังปลาดุกอุยประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 31.62 โปรตีนร้อยละ 31.21 ไขมันร้อยละ 23.03 และเถ้าร้อยละ 8.43 ในขณะที่หนังปลาดุกบิ๊กอุยประกอบด้วย ความชื้นร้อยละ 28.34 โปรตีนร้อยละ 24.94 ไขมันร้อยละ 36.04 และเถ้าร้อยละ 9.44 จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าปลาดุกร้ามีเถ้าเป็นองค์ประกอบที่สูงโดยมีค่าระหว่างร้อยละ 8.43 และ 10.71 เนื่องจากปลาดุกร้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการหมักด้วยเกลือและน้ำตาล ร้อยละ 10 ในระหว่างการหมักโมเลกุลของเกลือ และน้ำตาลสามารถเกิดการออสโมซิสเข้าไปแทนที่น้ำในกล้ามเนื้อและหนังของปลาดุก ทำให้น้ำในเนื้อและหนังปลาดุกลดลง เรียกปรากฏการนี้ว่าการทำแห้งแบบออสโมซิส (osmosis dehydration) และเมื่อผ่านการทำแห้งโดยการตากแดดปริมาณน้ำในปลาดุกยิ่งลดลง เรียกการทำแห้งแบบนี้ว่าการทำแห้งโดยการระเหยน้ำออก (evaporation) เมื่อนำปลาดุกร้ามาวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในผลิตภัณฑ์ทำให้มีเถ้าในปริมาณที่สูงเนื่องจากปริมาณเกลือที่เพิ่มขึ้นในกล้ามเนื้อปลานั่นเอง ซึ่งให้ผลการศึกษาเป็นไปในทางเดียวกับการวิเคราะห์ปริมาณเถ้าในปลาดุกร้าที่ผลิตจากกลุ่มปลาดุกร้าท่าซัก ในจังหวัดนครศรีธรรมราช ซึ่งมีเถ้าอยู่สูงถึงร้อยละ 21.82 (กรมประมง, 2548) ปลาดุกร้ามีองค์ประกอบทางเคมีใกล้เคียงกับปลาดุกแดดเดียว แต่ปลาดุกร้ามีความชื้น ค่า a_w น้อยกว่าปลาดุกแดดเดียว ซึ่งปลาดุกแดดเดียวประกอบด้วยปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า เกลือ เท่ากับ ร้อยละ 64.71, 20.15, 9.75, 4.54, 2.51 ตามลำดับ และมี pH และ a_w เท่ากับ 6.4 และ 0.97 (วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ และคณะ, 2549)

ปลาดุกร้าสามารถเป็นแหล่งอาหารโปรตีน โดยเฉพาะในส่วนกล้ามเนื้อประกอบด้วยโปรตีนในปริมาณสูงกว่าส่วนหนัง ($P \leq 0.05$) นอกจากนี้พบว่าปลาดุกอุยมีปริมาณโปรตีนในกล้ามเนื้อและส่วนหนังสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุย แต่ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกบิ๊กอุยมีไขมันสูงกว่าปลาดุกอุยทั้งในส่วนของกล้ามเนื้อและส่วนหนัง ($P \leq 0.05$) โดยเฉพาะในส่วนหนังของปลาดุกร้าทั้งสองชนิดมีไขมันเป็นองค์ประกอบในปริมาณสูงเช่นเดียวกับปลาดุกสด แต่ปลาดุกร้ามีไขมันในปริมาณสูงกว่าปลาดุกสดประมาณ 2 เท่า ซึ่งอาจเกิดจากการกระบวนการทำแห้งปลาดุกร้าที่ทำให้น้ำอิสระถูกระเหยออกไปจนมีความชื้นของปลาดุกร้าทั้งสองชนิดทั้งในส่วนหนังและกล้ามเนื้อ เหลือร้อยละ 28.34 -39.64 จึงส่งผลให้ความเข้มข้นของไขมันในกล้ามเนื้อสูงขึ้น การที่ปลาดุยบิ๊กอุยมีปริมาณไขมันสูงอาจจะมีผลให้เกิดการเสื่อมเสียเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของไขมันในระหว่างการแปรรูปและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าได้ เช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมัน (lipid oxidation) และการย่อยสลายของไขมัน (lipid hydrolysis) ซึ่งสามารถส่งผลกระทบโดยตรงต่อกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า Thanonkaew *et al.* (2008) รายงานผลของการหมักและการทำแห้งต่อการเปลี่ยนแปลงของไขมันในผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า ดังนี้ ภายหลังการทำแห้งและการหมัก มีผลให้ปลาดุกร้าทั้งสองชนิดมีปริมาณไขมันเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ปริมาณกรดไขมันอิสระในกล้ามเนื้อปลาดุกมีค่าเพิ่มขึ้น ส่วนไตรกรีเซอไรด์และฟอสโฟลิปิดมีค่าลดลง รวมทั้งมีการลดลงของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวสูง (polyunsaturated fatty acid) ได้แก่ EPA (eicosapentaenoic acid) และ DHA (docosahexaenoic acid) ซึ่งอาจจะเกิดจากการย่อยสลายตัวของไตรกลีเซอไรด์ และฟอสโฟลิปิด อันเนื่องมาจากการทำงานของเอนไซม์ไลเปส (lipase) และฟอสโฟไลเปส (phospholipase) นอกจากนี้ยังพบว่าการทำแห้งและการหมักปลาดุกร้ามีผลต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมันในปลาดุกร้า ซึ่งแสดงโดยการเพิ่มขึ้นของค่า TBARS (Thiobarbituric acid reactive substances)

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของปลาดุกอุยร้าและปลาดุกบิ๊กอุยร้า (ตารางที่ 4) พบว่า ปลาดุกอุยร้าและ

ตารางที่ 4 สมบัติทางเคมี และกายภาพของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองพัทลุง ที่ผลิตจากปลาดุกอุย และปลาดุกบิ๊กอุย (กรัม/100 กรัมตัวอย่าง)

คุณสมบัติ		ปลาดุกอุย	ปลาดุกบิ๊กอุย
ความเป็นกรด-ด่าง (pH)		6.13±0.05[ข1,2]	6.55±0.14[ก]
ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (a_w)		0.82±0.01[ข]	0.89±0.01[ก]
***ค่าสี**	**L***	46.64±0.87[ข]	49.28±1.01[ก]
	a*	8.73±0.65[ก]	2.63±0.19[ข]
	b*	25.57±1.03[ก]	21.61±0.26[ข]

[1] แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสมบัติทางเคมี และกายภาพของปลาดุกอุยร้าและปลาดุกบิ๊กอุยร้าทั้งส่วนเนื้อและหนังที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05)

* การวิเคราะห์สีทำเฉพาะในกล้ามเนื้อ

ปลาดุกบิ๊กอุยร้ามี pH เท่ากับ 6.13 และ 6.55 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) และจากการทดลองนี้พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของปลาดุกร้าทั้งสองชนิดหลังผ่านการหมักมีค่าต่ำกว่าปลาสดเล็กน้อย การลดลงของค่า pH ของเนื้อปลาดุกที่ผ่านการหมัก อาจเกิดจากจุลินทรีย์ที่สามารถใช้น้ำตาลและสร้างกรดได้ (วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล, 2537) เมื่อผ่านการหมักและการทำแห้งพบว่าค่า a_w ของปลาดุกลดลงจาก a_w เท่ากับ 1 เป็น a_w เท่ากับ 0.82 ในปลาดุกอุย และ a_w เท่ากับ 0.89 ในปลาดุกบิ๊กอุย ซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) การลดลงของค่า a_w ในผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า มีกระบวนการดังนี้ เมื่อหมักปลาดุกด้วยเกลือและน้ำตาล ร้อยละ 10 ในระหว่างการหมักโมเลกุลของเกลือและน้ำตาลสามารถเกิดการออสโมซิสเข้าไปแทนที่น้ำในกล้ามเนื้อและหนังของปลาดุก มีผลให้น้ำในเนื้อและหนังของปลาดุกลดลง และเมื่อผ่านการทำแห้งโดยการตากแดดปริมาณน้ำยิ่งลดลง ซึ่งกระบวนการทำแห้งทั้งสองวิธีนี้มีผลให้ผลิตภัณฑ์มีค่า a_w ลดลงแต่เนื้อสัมผัสของปลาดุกร้ายังคงลักษณะที่นิ่มอยู่ ซึ่งค่ามาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชนของปลาดุกร้า ต้องมีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ไม่เกิน 0.8 ซึ่งจัดอยู่ในประเภทอาหารกึ่งแห้ง จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าปลาดุกร้าพื้นเมืองของพัทลุงทั้งสองชนิดมี a_w สูงกว่าค่ามาตรฐาน เนื่องจาก a_w เป็นปัจจัยสำคัญในการคาดคะเนอายุการเก็บรักษาอาหารและเป็นตัวบ่งชี้ถึงความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า โดยทำหน้าที่ควบคุมการอยู่รอดการเจริญ และการสร้างสารพิษของจุลินทรีย์ จากการทดลองนี้จะเห็นได้ว่าปลาดุกร้าพื้นเมืองพัทลุงที่ผลิตที่ทะเลน้อยมีโอกาสการเสื่อมเสีย เนื่องจากเชื้อรา เนื่องจากมีค่า a_w ในช่วงที่เชื้อราสามารถเจริญได้ดี (Rahman and Labuza, 1999)

เมื่อทำการวัดค่าทางกายภาพทางด้านค่าสี พบว่าค่าความสว่าง (L*) ของปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยร้ามีค่า เท่ากับ 46.64 และ 49.28 ค่าสีแดง-สีเขียว (a*) มีค่าเท่ากับ 8.73 และ 2.63 และค่าสีเหลือง-น้ำเงิน (b*) มีค่าเท่ากับ 25.57 และ 21.61 ตามลำดับ ซึ่งค่าสีทั้ง 3 มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) (ตารางที่ 4) เมื่อเปรียบเทียบค่าสีของปลาดุกสดและ

ปลาดุกร้าพบว่าเมื่อผ่านการหมักและการทำแห้ง ค่าเหลือง-น้ำเงิน (b*) ของปลาดุกทั้งสองชนิดมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสีโดยมีความเป็นสีเหลืองเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลที่ไม่ใช้เอนไซม์ (non-enzymatic browning) เช่น ปฏิกิริยาเมลลาร์ด (Maillard reaction) ซึ่งเกิดจากการทำปฏิกิริยาระหว่างน้ำตาลรีดิวซิง (reducing sugar) กับกรดอะมิโน (amino acid) จากโปรตีนในกล้ามเนื้อปลาดุก และเนื่องจากปลาดุกเป็นปลาที่มีไขมันสูงและไขมันส่วนใหญ่เป็นประเภทฟอสโฟลิปิด (phospholipids) ซึ่งมีสูงถึงร้อยละ 90.40 ของไขมันจากกล้ามเนื้อปลาดุกอุย และร้อยละ 22.39 ของในไขมันจากกล้ามเนื้อปลาดุกบิ๊กอุย (Thanonkaew *et al.*, 2007) ดังนั้นปฏิกิริยาเคมีที่มีความเป็นไปได้ในการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีของกล้ามเนื้อปลาดุกในระหว่างการแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้า คือ ปฏิกิริยาระหว่างสารประกอบแอลดีไฮด์ที่เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันกับหมู่เอมีน (amine group) ของฟอสโฟลิปิดบางชนิด เช่น ฟอสฟาธิดิลเอทาโนลามีน (phosphatidylethanolamine) ซึ่งส่งผลให้เกิดสีเหลืองเข้มหรือสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ (Thanonkaew *et al.*, 2006)

เมื่อทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยการทดสอบแบบการพรรณนา ตัวอย่างปลาดุกร้าทั้ง 2 ชนิด คือ ปลาดุกอุยร้าและปลาดุกบิ๊กอุยร้าให้ผู้ประเมินโดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน, 2548) โดยการประเมินคุณลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ลักษณะทั่วไป (appearance) สี (color) กลิ่นรส (flavor) และ ลักษณะเนื้อสัมผัส (texture) ด้วยวิธีทางประสาทสัมผัสและให้คะแนนระดับ 1-4 โดยใช้ผู้ประเมินที่มีอายุระหว่าง 19-25 ปี จำนวน 10 คน จากการทดลองพบว่าผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยมีลักษณะปรากฏ สี และเนื้อสัมผัสไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ทดสอบชิม ให้คะแนนในด้านกลิ่นรสของปลาดุกอุยร้าสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า ($P\leq0.05$) (ตารางที่ 5) ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปลาดุกทั้งสองชนิดนี้มีองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะในส่วนของไขมันและโปรตีนซึ่งส่งผลโดยตรงต่อกลิ่นรสของ

ตารางที่ 5 สมบัติทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองพัทลุงที่ผลิตจากปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุย

คุณลักษณะ	ปลาดุกอุย	ปลาดุกบิ๊กอุย
ลักษณะปรากฏ	3.00±0.82ก	2.70±0.67ก
สี	2.80±0.79ก	3.00±0.82ก
กลิ่นรส	3.20±0.63ก	2.40±0.97ข
เนื้อสัมผัส	3.00±0.94ก	2.30±0.95ก

[1] แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานสมบัติทางประสาทสัมผัสของปลาดุกอุยร้าและปลาดุกบิ๊กอุยร้าทั้งส่วนเนื้อและหนังที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

[2] อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงถึงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P\leq0.05$)

ผลิตภัณฑ์ จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาดุกแดดเดียว พบว่า กลิ่น จะเป็นลักษณะที่แสดงอายุการเก็บรักษาได้ดีกว่าลักษณะอื่น เนื่องจากผลิตภัณฑ์ที่มีปริมาณไขมันสูง Tanikawa (1985) รายงานว่าประสาทสัมผัสจะเริ่มรู้สึกถึงกลิ่นแปลกปลอมในอาหารได้เมื่อมีค่า TBA มากกว่า 3.0 มก.มาลอนัลดีไฮด์/กก.ไขมัน Thanonkaew *et al.* (2007) รายงานว่า ปลาดุกร้าที่แปรรูปโดยใช้เกลือร่วมกับน้ำตาล ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสดีกว่าการใช้เกลือเพียงอย่างเดียว ส่วนปลาดุกที่หมักและทำแห้งโดยไม่ใช้เกลือและน้ำตาล (ชุดควบคุม) และปลาดุกร้าที่ใส่น้ำตาลเพียงอย่างเดียว มีคุณภาพทางประสาทไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบชิม

สรุปผลการวิจัย

ปลาดุกอุยมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุย แต่ปลาดุกบิ๊กอุยจะมีไขมันสูงกว่าปลาดุกอุย ในส่วนหนังของปลาดุกทั้งสองชนิดมีไขมันสูงกว่าในกล้ามเนื้อ ปลาดุกอุยและปลาดุกบิ๊กอุยสดมีความเป็นกรด-ด่าง วอเตอร์แอคติวิตี้ และสี ไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อนำปลาดุกทั้งสองชนิดมาแปรรูปเป็นปลาดุกร้า พบว่า ปลาดุกอุยร้ามีโปรตีนสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า แต่ปลาดุกบิ๊กอุยร้ามีไขมันสูงกว่าปลาดุกอุยร้า ปลาดุกร้าทั้งสองชนิดมีไขมันในส่วนหนังสูงกว่ากล้ามเนื้อ ปลาดุกอุยร้ามีค่ากรด-ด่าง และค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ น้อยกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า ปลาดุกร้าทั้งสองชนิดมีสีเหลืองเข้มขึ้นกว่าปลาดุกสด ปลาดุกอุยร้าได้รับการยอมรับในด้านกลิ่นรสสูงกว่าปลาดุกบิ๊กอุยร้า จากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าองค์ประกอบทางเคมีของปลาดุกทั้งสองชนิดส่งผลโดยตรงต่อสมบัติทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมืองในจังหวัดพัทลุง

เอกสารอ้างอิง

กรมประมง. (2548). สถิติการประมง. สืบค้นเมื่อ 5 กันยายน 2551 จากhttp://www.fisheries.go.th/it/stat

กาญจนรี พงษ์ฉวี. (2537). การผลิตปลาดุกเส้นและการเก็บรักษาภายใต้สภาพปรับบรรยากาศ. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต. สาขาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 119 หน้า

ขนิษฐา โสกมล และ ศิริวรรณ ห้วนแจ่ม. (2550). รายงานการวิจัย : การตรวจสอบคุณภาพทางด้านจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ปลาดุกร้าพื้นเมือง จังหวัดพัทลุง โปรแกรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เพ็ญศรี บุญเรือง. (2549). การแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำและการควบคุมคุณภาพ กองพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ, กรมประมง, กรุงเทพฯ 36 หน้า

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ, สินีนาฏ อรรถโชติศักดา, จณิสตา ภัทรวัฒน์, พรรณทิพย์ สุวรรณสาครกุล และจิราภรณ์ รุ่งทอง. (2549). การประชุมวิชาการประมง ประจำปี 2549. กองพัฒนาคุณภาพสัตว์น้ำ กรมประมง

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. (2537). จุลชีววิทยาทางอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1. คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา. 250 หน้า

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน. (2548). มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน เลขที่ มผช. 1029/2548. สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

สารานุกรมวัฒนธรรมไทยภาคใต้. (2542). เล่มที่ 9. มูลนิธิสารานุกรมไทย ธนาคารไทยพานิชย์. สยามเพรส แมเนทเมนท์จำกัด. กรุงเทพฯ

AOAC. (2000). Official methods of analysis (17th ed.). Gaithersburg, MD:Association of Official Analytical Chemists.

Benjakul, S., Seymour, A.T., Morrissey, M.T. and An, H. (1997). Physicochemical changes in Pacific whiting muscle proteins during iced storage. J. Food Sci. 62: 729-733.

Chomnawang, C., Nantachai, K. Yongsawatdigul, J. Thawornchinsombut, S. and Tungkawacgara. S. (2007). Chemical and biochemical changes of hydride catfish fillet stored at 4 °C and it gel properties. Food Chem. 103, 420-427.

Panpipat, W. and Yongsawatdigul, J. (2008). Stability of potassium iodide and omega-3 fatty acids in fortified freshwater fish emulsion sausage. LWT. 41, 483–492.

Puwastein, P., Judprosong, K., Kettwan, E., Vasanachitt, K., Nakngamanong, Y. and Bhattacharjee, L. (1999). Proximate composition of raw and cooked Thai freshwater and marine fish. Food Comp.Anal. 12, 9-12.

Rahman, M.S. and Labuza, T.P. (1999). Water activity and Food Preservation. In Handbook of Food Preservation. Eds. Rahman. M.S. Marcel Dekker, Inc. New York. USA. p. 339-398.

Shirai, N., Suzuki, H., Tokairin, S. Ehara, H. and Wada, S. (2002). Dietary and seasonal effect on the dorsal meat lipid composition of Japannese (*Silurus asotus*) and Thai catfish (*Clarias macrocephalus* and hybrid *Clarias macrocephalus* and *Clarias galipinus*). Food Chemistry. 132: 609-619.

Steel, R.G.D. and Torrie, J. H. (1980). Principles and procedures of statistics: A biometrical approach. McGraw-Hill. New York.

Tanikawa , E. (1985). Marine product in Japan. 2nd Koseisha-Koseikaku. Co., Ltd. Tokyo.

Thanonkaew, A., Chantachote, T., Tangwatcharin, P. Pecharat, S., Benjakuk, S. (2007). Influence of sugar and salt on physical, chemical and sensor properties of dry fermented catfish (Pla-duk-ra). 10th ASEAN Food Conference, 21-23, August 2007. Kuala Lumpure, Malaysia.

Thanonkaew,A., Chantachote, T., Tangwatcharin, Ranungrat, W., Auksornnieum, A. (2007). Chemical composition of wild catfish (*Clarias macrocephalus*) and farmed catfish (hybrid, *Clarias macrocephalus X Clarais gariepinus*). The 33st Congress on Science and Technology of Thailand. 18-20, October, 2007. Nakhorn Si Thummarat, Thailand.

Thanonkaew, A., Chantachote, T., Tangwatcharin, Ranungrat, W., Auksornnieum, A. (2008). Effect of drying and fermentation on changes of catfish lipid. The 99th AOCS Annual Meeting and Expo. May 18-21, 2008, Seattle, Washington, USA.