



การลดกลิ่นโคลนและปริมาณสารจีโอสมินในเนื้อปลาสาวยโม่งแช่แข็ง

Reduction of Earthy-flavour and Geosmin content in

Frozen Thai Panga Fish (*Pangasius* sp.) Fillets

ปิยะวิทย์ ทิพรส¹

บทคัดย่อ

ปลาสาวยโม่ง (*Pangasius* sp.) ได้รับการส่งเสริมให้เพาะเลี้ยงและสนับสนุนเป็นปลาน้ำจืดเศรษฐกิจของไทย ซึ่งประสบกับปัญหากลิ่นโคลนที่เกิดจากสารจีโอสมินซึ่งทำให้ผู้บริโภคไม่ยอมรับ ดังนั้นงานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลของการแช่ปลาในสารละลายโอโซน เถ้าใบกล้วย และเกลือโซเดียมคลอไรด์ (NaCl) ต่อการลดกลิ่นโคลนและปริมาณสารจีโอสมิน และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาสาวยโม่งแช่แข็ง พบว่าเนื้อปลาสาวยโม่งที่จะถูกใช้ในการทดลองมีความสดจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณภาพทางเคมี (pH 5.98, TVB-N 4.85 mg N/100 g) มีกรดไขมันกลุ่มโอเมกาสูง คือ โอเมกา-3 (173 mg/100 g), โอเมกา-6 (831 mg/100 g), โอเมกา-9 (2,536 mg/100 g) อีกทั้ง ไม่มีกรดไขมันชนิดทรานส์ ช่วงทดลองจะแล่แผ่นตลอดลำตัวหลังการแช่แข็ง-ละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิไม่เกิน 15°C 1 รอบ ฉีดสารจีโอสมินมาตรฐาน 200 ng/L เข้าไปในชิ้นปลาหลายจุดบริเวณเนื้อปลา สัมผัสสารละลายโอโซน (200 และ 400 mg/L) หรือ เถ้าใบกล้วยน้ำว้า (3 และ 5%) หรือ NaCl (3 และ 5%) โดยน้ำหนัก/ปริมาตร นาน 5 นาที ล้างน้ำสะอาด ผึ่งให้สะเด็ดน้ำ เก็บใส่ถุงพอลิเอทิลีนแบบซิฟล็อก แช่แข็งอุณหภูมิ -21°C นาน 12-15 ชั่วโมง ละลายน้ำแข็งอุณหภูมิไม่เกิน 15°C (รอบที่ 2) นำตัวอย่างวิเคราะห์จีโอสมินด้วยเครื่อง SPME-GC/MS ประเมินคุณภาพประสาทสัมผัส จากผลวิจัย พบว่า ทั้ง 9 สิ่งทดลอง (เนื้อปลาที่ผ่านการฉีดสารจีโอสมินมีความเป็นกรดต่างอยู่ในช่วง 6.54-6.93) ตรวจไม่พบสารให้กลิ่นโคลนจีโอสมินในชิ้นปลาสาวยโม่ง ทั้งนี้ สอดคล้องกับผลทดสอบที่ให้คะแนนแบบ scoring test พบว่า ทุกอิทธิพลร่วมไม่มีกลิ่นโคลนจีโอสมิน ($P>0.05$) เมื่อผ่านการทำให้สุกด้วยไมโครเวฟ ยกเว้นชิ้นปลาที่สัมผัส NaCl 3% มีคะแนนกลิ่นโคลนระดับเล็กน้อย (คะแนน 4.27) ส่วนด้านความขาว กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale พบว่า ผู้ทดสอบให้การยอมรับระดับปานกลางถึงชอบมาก ($P<0.05$)

¹กลุ่มวิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต เขตหลักสี่ กรุงเทพมหานคร 10210

E-mail: piyavit.thi@dpu.ac.th

ABSTRACT

Thai Panga fish (*Pangasius* sp.) is promoted as an economic freshwater fish in Thailand. Geosmin (GSM) caused an earthy odour which was unacceptable to consumers. The purpose of this study is to compare the effects of ozone, banana leaf ash or sodium chloride solutions (NaCl) on reducing GSM off-flavor and quality acceptance of Thai Panga fish fillets after one frozen-thawed cycle. The preliminary study showed that the freshness of fish is acceptable to assessors. Proximate chemical and nutritional evaluations were presented as follows: pH 5.98, TVB-N (4.85 mg-N/100g), Omega-3 (173 mg/100g), Omega-6 (831 mg/100g), Omega-9 (2,536 mg/100g), and without trans fatty acid. The Thai Panga fillet samples were defrosted at a temperature <15°C. The fish were single fillets to ensure that the fatty tissue of the fish (where off-flavors are most likely to deposit) was still attached. Sub-samples of Thai Panga fillets were spiked in several spots with a syringe just underneath the skin with 200 ng/L of the standard GSM solution. It was then placed into a PE-plastic Ziploc bag and frozen for at least 12 hours at -21°C. After the Thai Panga fish fillets were exposed to ozonated water (200 or 400 mg/L), banana leaf ash (3% or 5% w/v) or sodium chloride (3% or 5% w/v) solutions, all treated samples including the control sample were analyzed for GSM by SPME-GC/MS analysis. The results showed that in all of the treatments (pH 6.54-6.93) there was no detection of the GSM content by SPME-GC/MS in all samples, which corresponds to the scoring test by assessors that all interaction treatment effects could not be detected for the GSM off-flavour when cooked by microwave, except the fish fillets contacted with 3% NaCl which had slightly GSM off-flavour (4.27). In addition, the 9-point hedonic scale sensory evaluation by trained assessors presented that all treatment and /or interaction effects displayed fairly to very good acceptability.

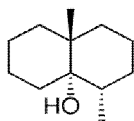
คำสำคัญ: จีออสมิน โอโซน เถ้าใบกล้วยน้ำว้า โซเดียมคลอไรด์ ปลาสาวยโมงแล่แช่แข็ง

Keywords: Geosmin, Ozone, Banana leaf ash, NaCl, Frozen thai panga fish fillet

บทนำ

ปลาสาวยโมง (Thai panga fish) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Pangasius* sp. นิยมเลี้ยงกันในแถบลุ่มแม่น้ำโขง ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ เป็นปลาลูกผสมที่เกิดจากการผสมพันธุ์ระหว่างแม่พันธุ์ปลาสาวย (*Pangasiusnodon hypophthalmus*) กับพ่อ

พันธุ์ปลาโมง (*Pangasius bocourti*) เป็นปลาน้ำจืดที่ได้รับการส่งเสริมการเพาะเลี้ยงและสนับสนุนให้เป็นปลาเศรษฐกิจชนิดใหม่ของไทยเพื่อการส่งออก (สุญาณีพร, 2551) เนื้อมีสีขาว อวบ และรสชาติดี และเป็นที่ต้องการของตลาดต่างประเทศ เพื่อทดแทนปลาฮาลิบัท (Halibut) ซึ่งมีคุณลักษณะของเนื้อสีขาวเหมือนกับ



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างทางเคมีของจีโอสมิน (geosmin: trans-1,10-dimethyl-trans-9-dicalolol; $C_{12}H_{20}O$)

ที่มา: http://www.commonswiki.org/wiki/File:geosmin_minus

ปลาสาวยโม่ง และสามารถส่งออกขายแล้ว เช่น กลุ่มประเทศสหภาพยุโรป สหรัฐอเมริกา สหภาพโซเวียต ญี่ปุ่น เป็นต้น (นิรนาม, 2550) ปัจจุบันประเทศคู่แข่งที่ส่งออกปลาสาวยโม่งแล้วแช่เย็นแช่แข็ง คือ เวียดนาม ในขณะที่ประเทศไทยมีศักยภาพในการเลี้ยงปลาสาวยโม่งมากกว่า เนื่องจากมีความพร้อมทางด้านทรัพยากร และมีผู้เชี่ยวชาญด้านการประมง และแม่น้ำโขงเป็นแม่น้ำที่เหมาะสมที่สุดในการเพาะเลี้ยงปลาสาวยโม่ง ซึ่งส่วนใหญ่ผู้บริโภคจะนำไปทำเป็นสเต็กเนื้อปลาสาวยโม่ง (กรุงเทพธุรกิจ, 2548) แต่ก็ยังประสบกับปัญหาเนื้อปลามีกลิ่นโคลนเมื่อนำมาแปรรูป ซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่พึงปรารถนาและทำให้สินค้าต้องถูกปฏิเสธ สาเหตุหลักของกลิ่นโคลนมักเกิดจากสารจีโอสมินที่ผลิตจากสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงินและแบคทีเรียโครงสร้างของสารจีโอสมินประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล (-OH group) (รูปที่ 1) มีสมบัติทั่วไปคือละลายในไขมันได้ดี ไม่ชอบน้ำสูง เป็นสารประกอบแอลกอฮอล์ชนิดตติยภูมิที่อัมตวัระเหยได้ เป็นสารแปลกปลอมสำหรับสิ่งมีชีวิต โดยกระจายตัวและสะสมในเนื้อเยื่อที่มีส่วนประกอบของไขมันสูง เมื่อเกิดการสะสมในร่างกายจะจัดออกได้ยากจึงก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ขึ้นได้ในผลิตภัณฑ์แปรรูปสัตว์น้ำ (วรพงษ์, 2545)

จะเห็นได้ว่าปัญหาการเกิดกลิ่นโคลนเป็นปัญหาสำคัญระดับชาติและนานาชาติ ที่ต้องทำการวิจัยศึกษาหาวิธีการป้องกัน แก้ไขเพื่อลดและ/หรือขจัดในช่วงกระบวนการแปรรูป เมื่อปลามาถึงที่จุดรับวัตถุดิบ อีกทั้งยังเป็นการลดการสูญเสียวัตถุดิบและพลังงาน เมื่อมาถึงโรงงานแปรรูป ทั้งนี้ งานวิจัยส่วน

ใหญ่จะเน้นแก้ปัญหาที่ต้นเหตุเพื่อหาทางป้องกันไม่ให้อัตราการเกิดกลิ่นโคลนในช่วงการเพาะเลี้ยงเมื่อตอนที่มีการเลี้ยง (สมชาย, 2551) แต่บางครั้งเกษตรกรหรือผู้เพาะเลี้ยงยังขาดความรู้ความเข้าใจต้นเหตุของการเกิดกลิ่นดินกลิ่นโคลน ทำให้เนื้อสัตว์น้ำจึงเกิดการปนเปื้อนสารให้กลิ่นโคลนมาส่งถึงโรงงานแปรรูปอาหาร ดังนั้นงานวิจัยนี้คาดหวังว่าจะสามารถนำผลการวิจัยไปใช้ให้เกิดประโยชน์ในวงกว้าง เพื่อการแก้ปัญหากลิ่นโคลนในช่วงกระบวนการแปรรูปในไลน์การผลิต ให้กับผู้ประกอบการทั้งระดับวิสาหกิจชุมชน ธุรกิจการบริการอาหารและธุรกิจอุตสาหกรรมอาหาร SMEs ที่ทำการแปรรูปผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำชนิดอื่น ๆ ให้มีขีดความสามารถเพิ่มการแข่งขันกับต่างประเทศภายใต้ประชาคมอาเซียน ที่จะมาถึงในปี พ.ศ. 2558 อีกด้วย

การลดกลิ่นโคลนในผลิตภัณฑ์แปรรูปสัตว์น้ำระหว่างกระบวนการแปรรูปทำได้ดังนี้ (1) การพักปลา ก่อนการแปรรูปผลิตภัณฑ์ (2) การใช้สารละลายไอโซน (3) การใช้สารละลายเถ้าใบกล้วย (4) การใช้สารละลายกรดและ/หรือเกลืออินทรีย์ Tameka (2005) ศึกษาการใช้สารละลายไอโซนเพื่อลดกลิ่นโคลนในเนื้อปลาดุก โดยสุ่มเนื้อปลาแล่ 20 g ผิดปริมาณสารจีโอสมิน 0 และ 10 $\mu\text{g/kg}$ เก็บที่อุณหภูมิ 4°C นานไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง นำตัวอย่างสัมผัสก๊าซออกซิเจนและสารละลายไอโซน นาน 0 30 และ 60 นาที วิเคราะห์ปริมาณสารจีโอสมิน ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS พบว่า สารละลายไอโซนมีประสิทธิภาพสูงสุดในการลดกลิ่นโคลนของเนื้อปลาดุกแล้วเป็นขึ้นอย่างมีนัยสำคัญโดยไม่ส่งผลกระทบต่อปริมาณความชื้นในเนื้อปลา รวมทั้งไม่ทำให้สีขาว

ของเนื้อปลาเปลี่ยนแปลง ทั้งนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของรังสีมาและคณะ (2551) รายงานว่า การใช้สารละลายไอโซนความเข้มข้น 2.0 ppm ทำให้เนื้อกุ้งแช่แข็งขาวขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วรพงษ์และคณะ (2551) ศึกษาการลดปริมาณสารจีโอสมินในเนื้อปลานิลก่อนนำมาแปรรูปโดยวิธีการแช่แข็งที่ -20°C จากปริมาณสารจีโอสมินเริ่มต้น $76.22\text{ }\mu\text{g/kg}$ เมื่อทดลองจะนำมาแล้เป็นชิ้นขนาด 10 g แช่ลงในสารละลายเถ้าใบกล้วยน้ำว่า โดยใช้สารละลาย 100 mL เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 140 rpm นาน 5 นาที พบว่าความเข้มข้น 5% นาน 5 นาที สามารถลดกลีโคไลนในเนื้อปลานิลได้ประมาณ 90% เหลือกลีโคไลนในระดับที่ยอมรับได้ คือ $3.15\text{ }\mu\text{g/kg}$ และได้รับการยอมรับด้วยคะแนนดีมากจากผู้ทดสอบในด้านกลีโคไลน แต่ลักษณะเนื้อสัมผัสของชิ้นปลาจะแข็งขึ้นขณะที่ความขาวมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ Mohsin et al. (1999) รายงานว่าการใช้สารละลายเถ้าใบกล้วย 5% ล้างเนื้อปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ที่ผ่านการแล้เป็นชิ้น นาน 5 นาที สามารถลดกลีโคไลนลงได้ และให้ผลดีในด้านความขาวและเนื้อสัมผัสอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ วรพงษ์ (2545) ศึกษาลดปริมาณสารจีโอสมินในเนื้อปลานิลก่อนนำมาแปรรูปโดยวิธีการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C จากปริมาณสารจีโอสมินเริ่มต้น $76.22\text{ }\mu\text{g/kg}$ เช่นกันเมื่อทดลองจะนำมาแล้เป็นชิ้น ขนาด 10 กรัม แช่ลงในสารละลาย NaCl โดยใช้สารละลาย 100 mL เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 140 rpm นาน 5 นาที พบว่าการแช่ลงในสารละลาย NaCl 5 และ 8% ปริมาตร/ปริมาตร นาน 5 นาที สามารถลดกลีโคไลนในเนื้อปลาที่ถูกชักนำให้มีการดูดซึมปริมาณสารจีโอสมินมาแล้วลงได้ประมาณ 90.11 และ 95.81% ตามลำดับ เหลือกลีโคไลนจีโอสมินในระดับที่ยอมรับได้ คือ 7.54 และ $3.19\text{ }\mu\text{g/kg}$ ตามลำดับ นอกจากนี้ยังได้รับการยอมรับด้วย

คะแนนระดับดีมากจากผู้ทดสอบด้านกลีโคไลนแต่ลักษณะเนื้อสัมผัสของชิ้นปลาจะแข็งขึ้นเหมือนกับการใช้สารละลายเถ้าใบกล้วยน้ำว่า

ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ (1) เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารละลายไอโซน NaCl และเถ้าใบกล้วยน้ำว่าต่อการลดกลีโคไลน และปริมาณสารจีโอสมินของเนื้อปลาสวายโม่งแล้แช่แข็ง (2) คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาสวายโม่งแล้แช่แข็งโดยการทดสอบชิม

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้ผู้วิจัยศึกษาเฉพาะเนื้อปลาสวายโม่ง (*Pangasius* sp.) ที่ผ่านการเพาะเลี้ยงในกระชัง (รูปที่ 2) ในพื้นที่แม่น้ำโขง ตำบลอาจสามารถ อำเภอเมือง จังหวัดนครพนม และถือว่าเนื้อปลาสวายโม่งแล้เป็นชิ้นที่ได้จากแต่ละกระชังไม่มีความแตกต่างกัน จึงมีลักษณะของ Homogeneity โดยมีวิธีดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. ตัวอย่าง (samples) คือ ปลาสวายโม่งที่ไม่มีชีวิต หลังจากจับได้ประมาณ 12 ชั่วโมง น้ำหนัก $1.0\text{--}1.5$ กิโลกรัม/ตัว ความยาว $40\text{--}45$ เซนติเมตร (รูปที่ 3ก) นำมาตัดหัว ควักไส้ ล้างเศษเลือด ตัดครีบ และตัดหาง บรรจุปลาสวายโม่งทั้งตัว ในถุงพลาสติก LDPE หรือ ถุงเย็น ขนาด $12''\times 18''$ เรียงปลาสลับกับน้ำแข็งในอัตราส่วน $1:1$ เป็นชั้น ๆ พร้อมโรยเกลือ ผนีกก่ล่อง โฟมให้สนิท ขนส่งมายังห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต โดยรถประจำทางจากสถานีขนส่ง อำเภอเมืองนครพนม-หมอชิตใหม่ กรุงเทพฯ ใช้เวลาการขนส่งประมาณ 12 ชั่วโมง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการแปรรูปอาหาร ล้างทำความสะอาดปลาในน้ำเย็น บรรจุถุง LDPE ทำการแช่แข็งด้วยวิธี air blast อุณหภูมิ -40°C จากนั้น เก็บรักษาในสภาพแช่

แข็งต่อที่อุณหภูมิ -21°C ทั้งในช่วงก่อนและระหว่างการทดลอง

2. หน่วยตัวอย่าง (sampling unit) คือ ปลาสาวยโม่งแล่เป็นชิ้น (รูปที่ 3ข) โดยสุ่มตัวอย่างแบบอย่างง่าย (simple random sampling; SRS)

3. วัตถุดิบและอุปกรณ์ มีดังนี้

3.1 วัตถุดิบ ที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ (1) ปลาสาวยโม่ง (2) ไบโกลยน้ำว่าสด ซื้อจากตลาดสด (3) เกลือ NaCl (เกรดอาหาร)

3.2 อุปกรณ์ สารเคมีวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี และสารเคมีที่ใช้วิเคราะห์สารให้กลิ่นโคลนจิออสมิน มีดังนี้ (1) สารละลายมาตรฐาน Geosmin (Aldrich product G5908 Lot BCB1829) (2) เข็มฉีดยา Terumo[®] Syringe with needle (0.33x13 mm) (3) เครื่อง GC/MS (Gas Chromatography/Mass Spectrometry) (Agilent Technologies 6890 N network GC system/Agilent technologies 5973

network mass selective detector (4) Column HP-5 (30 m x 0.25 mm ID x 0.25 μm) (5) column SPME (Solid phase micro-extraction) 57330-u (6) SPME fiber divinylbenzene/carboxenopolydimethylsiloxane (DVB/CPDMS) Supelco 57550-u

4. การทดลอง งานวิจัยแบ่งการทดลอง ดังนี้

4.1 การเตรียมเถ้าไบโกลยน้ำว่า เตรียมดังนี้ (1) ใช้น้ำคุณภาพน้ำดื่มแทนน้ำกลั่นที่ใช้ในการละลายเถ้าไบโกลยน้ำว่า (2) หั่นไบโกลยเป็นชิ้นเล็ก ๆ อบให้แห้งในตู้อบที่อุณหภูมิ 80°C (3) เเผาไล่ควันด้วยเตาไฟฟ้า แก๊สที่ได้ใส่ในถ้วยครุชเชิล (crucible) แล้วเผาซ้ำในเตาเผา (buffer furnace) ที่อุณหภูมิ 500°C นาน 3 ชั่วโมง (4) เตรียมสารละลายเถ้าที่ต้องการ จากนั้นกรองเอาเฉพาะส่วนใสด้วยกระดาษกรอง Whatman เบอร์ 1 (5) วัด pH และอุณหภูมิสารละลายเถ้าไบโกลยที่ได้ (วรพงษ์, 2545)



รูปที่ 2 ปลาสาวยโม่ง ในกระชังที่เพาะเลี้ยงในแม่น้ำโขง ในเขตพื้นที่ตำบลอาจสามารถ อ.เมือง จ.นครพนม



รูปที่ 3 (ก) ปลาสาวยโม่งที่ไม่มีชีวิต (ข) เนื้อปลาสาวยโม่งแบบแล่แผ่น (single fillet)

4.2 การเตรียมเนื้อปลาสวายโมงสด แล่ปลา สวายโมงและเตรียมเนื้อปลาแล่แช่แข็งซ้ำ การแล่ปลา สวายโมงมีดังนี้ (1) นำปลาสวายโมงที่ผ่านการเก็บ รักษาที่อุณหภูมิ -21°C ล้างน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10°C ถึง 15°C (2) แล่เนื้อปลาแบบ single fillet (รูปที่ 3ข) (3) ล้างเนื้อปลาด้วยน้ำเย็น ควบคุมอุณหภูมิของชิ้นปลาไม่ เกิน 15°C (3) พักชิ้นปลาบนตะแกรงนาน 5 นาที จากนั้นบรรจุชิ้นปลาลงในถุงเย็นพอลิเอทิลีนแบบซิฟ ล็อค แช่แข็ง รอบที่ 2

4.3 การประเมินความสด และคุณค่าทาง โภชนาการ ปลาสวายโมงหลังละลายน้ำแข็ง ประเมิน ความสดและองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น (1) การ ประเมินคุณภาพความสด ได้แก่ (1.1) การประเมิน คุณภาพทางประสาทสัมผัสในด้านลักษณะปรากฏทั่วไป สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส (ประเมินตามมาตรฐานของ สำนักงานมาตรฐานสินค้าอาหารและเกษตรแห่งชาติ (มกอช.) ฉบับ 7001-2547) (1.2) ปริมาณค่าที่ระเหย ทั้งหมดในรูปไนโตรเจน (total volatile base-nitrogen;TVB-N) ตามวิธีการ conway microdiffusion (1.3) ค่าความเป็นกรด-เบส (pH) (วัด ด้วย pH meter) (2) วิเคราะห์คุณค่าทางโภชนาการ มีดังนี้ (2.1) ค่าพลังงาน (calories) (2.2) ค่าพลังงาน จากไขมัน (calories from fat) (วิเคราะห์ตามวิธี AOAC., 1993, chapter6) (2.3) ปริมาณ คาร์โบไฮเดรต (AOAC., 1993), chapter 1) (2.4) ปริมาณโปรตีน (AOAC., 2005, 940.25) (2.5) ปริมาณ ไขมัน (AOAC.,2005, 960.39) (2.6) ปริมาณเถ้า (AOAC.,2005, 960.39) (2.7) ปริมาณความชื้น (AOAC. ,2005, 940.25) (2.8) โอเมกา-3 โอเมกา-6 โอเมกา-9 (AOAC., 2005, 996.06)

4.4 การฝึกฝนผู้ทดสอบรับรู้ (threshold sensitivity) กลิ่นโคลนจืดอสมิน ให้ผู้ทดสอบจำนวน 15 คน ทดสอบประเมินความแม่นยำ ด้วยการทดสอบ จุดเริ่มรับรู้กลิ่นของสารให้กลิ่นโคลนจืดอสมินของผู้ ทดสอบแต่ละคน โดยการให้คะแนนแบบ Scoring test (วรพงษ์, 2545)

4.5 การเตรียมเนื้อปลาสวายโมง โดยเตรียม สารละลายกลิ่นโคลนจืดอสมินมาตรฐาน และฉีด สารละลายจืดอสมินเข้าเนื้อเยื่อปลา เลือกใช้ความ เข้มข้นสารจืดอสมินมาตรฐานปริมาณ 200 ng/L สำหรับแช่และฉีดเข้าเนื้อเยื่อชิ้นปลาแล่ (รูปที่ 4) ทั้งนี้ Robertson et al. (2004) รายงานว่า ความเข้มข้น ของสารละลายกลิ่นโคลนจืดอสมินปริมาณ 200 ng/L สามารถเข้าไปสะสมในเนื้อเยื่อปลา เท่ากับ $6.25 \pm 0.75 \mu\text{g/kg}$

4.6 การวางแผนการทดลอง งานวิจัยวางแผน การทดลองเพื่อเปรียบเทียบอิทธิพลสารละลายโอโซน เถ้าไบคาร์บอเนต หรือ NaCl ต่อการลดกลิ่นโคลน และ ปริมาณสารจืดอสมินในเนื้อปลาสวายโมงแล่แช่แข็ง เริ่มจากนำเนื้อปลาสวายโมงแล่ น้ำหนัก 60 กรัม สัมผัส กับสารละลายแต่ละสิ่งทดลอง คือ สารละลายโอโซน 2 ระดับ คือ 200 และ 400 mg/L หรือเถ้าไบคาร์บอเนต น้ำว้า 2 ระดับ คือ 3.0 และ 5.0% โดย น้ำหนัก/ ปริมาตร หรือ NaCl เป็น 2 ระดับ คือ 3.0และ 5% โดยน้ำหนัก/ปริมาตร วางแผนการทดลองแบบ 3^{3-1} unrepated factorial design ให้ตัวอย่างสัมผัสกับ สารละลายแต่ละสิ่งทดลองนาน 5 นาที จากนั้นล้างน้ำ สะอาดและเก็บรักษาในตู้แช่แข็งอุณหภูมิ -21°C เพื่อ วิเคราะห์การลดกลิ่นโคลนจืดอสมินและคุณภาพทาง ประสาทสัมผัส



รูปที่ 4 การแช่/ฉีดยาสารละลายจีโอสมินมาตรฐานเข้าชิ้นเนื้อปลาสวายโม่งแล้ (ควบคุมอุณหภูมิขึ้นปลาไม่เกิน 15°C)

4.7 การวิเคราะห์สารให้กลิ่นโคลนจีโอสมิน งานวิจัยวิเคราะห์สารให้กลิ่นโคลนจีโอสมิน ด้วยวิธี SPME-GC/MS ตามวิธีวิเคราะห์ของ สมชาย (2551) วิเคราะห์ความเข้มข้นของสารมาตรฐานจีโอสมินและสร้างกราฟมาตรฐาน ที่ระดับความเข้มข้น 0 10 20 30 40 60 80 และ 100 $\mu\text{g/L}$ ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS ตามวิธีการและใช้สภาวะเดียวกับของสมชาย (2551) จะได้ chromatogram ของสารละลายมาตรฐานจีโอสมินมีค่า mass spectrum ของสารละลายจีโอสมินมาตรฐาน $m/z = 112$ และได้ความสัมพันธ์ของพื้นที่ใต้กราฟ (corrected area) กับ ปริมาณจีโอสมิน จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS โดยมีความสัมพันธ์เชิงเส้น corrected area (x) กับ ปริมาณจีโอสมิน คือ $y = 0.002x + 0.0003$ (รูปที่ 5)

4.8 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝน จำนวน 15 คน โดยใช้แบบทดสอบ scoring test และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้คะแนนความชอบแบบ 9-point hedonic scale ในด้านลักษณะปรากฏ ความขาว กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม วางแผนการทดลองแบบวัดค่าซ้ำ (repeated measure design; RMD)

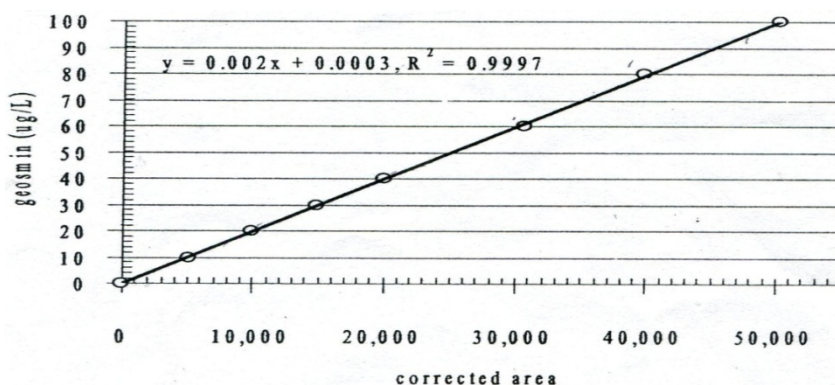
4.9 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ ทดสอบระดับนัยสำคัญของสมมติฐาน 2 วิธี คือ graphical method (normal plot) และ Lenth's method

(กรณีที่มีค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน pseudo standard error served as a robust estimator of standard deviation) ค่าวิกฤตของวิธี Lenth's method ได้จากวิธีของ Ye and Hamada (2000)

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

1. การประเมินคุณภาพความสดเบื้องต้นของเนื้อปลา สวายโม่ง (*Pangasius sp.*) แล้แช่แข็ง ทางด้านเคมี และประเมินทางประสาทสัมผัส

พบว่า เนื้อปลาสวายโม่งอยู่ในสภาพความสดปกติทั้งในด้านสี กลิ่น รสชาติ และเนื้อสัมผัส ในขณะที่คุณภาพความสดด้านความเป็นกรด-ด่าง และค่าปริมาณต่างที่ระเหยได้ทั้งหมด (total volatile base nitrogen; TVB-N) พบว่า มีค่าเป็น pH 5.98 ± 0.01 และ 4.85 ± 0.05 mg N/100g ตามลำดับ ถือว่าปลา สวายโม่งที่ใช้ในการทดลองนี้มีคุณภาพดีมากซึ่งตรงกับการรายงานของ Lannelongue (1982) รายงานว่า ปลาสดที่มีคุณภาพดีควรมีค่า TVB-N น้อยกว่า 12 mg-N /100 g ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุญาณีพร (2551) ที่พบว่าค่า TVB-N ของปลาสวายโม่งที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งนาน 19 วัน โดยวันแรกมีค่า TVB-N เฉลี่ยเท่ากับ 8.7 mg-N /100 g และวันสุดท้ายของการเก็บรักษามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11 mg-N/100 g ซึ่งยังจัดว่าปลาสวายโม่งที่เก็บรักษาในสภาวะแช่แข็งก็ยังคงมีคุณภาพดีตามการรายงานของ Lannelongue (1982)



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์พื้นที่ใต้กราฟ กับปริมาณจีโอสมินจากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS

2. การประเมินองค์ประกอบทางเคมีและคุณค่าทางโภชนาการของเนื้อปลาสวายโม่

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาสวายโม่ (โดยน้ำหนักเปียก) ได้แก่ ปริมาณความชื้น (78.56) โปรตีน (15.10) ไขมัน (4.16) คาร์โบไฮเดรต (1.05) และ เถ้า (1.13) ซึ่งสามารถคิดเป็นค่าพลังงานทั้งหมด 102 kCal/100 g และพลังงานจากไขมัน 37.0 kCal/100 g ปริมาณโปรตีนที่พบในปลาสวายโม่ที่ใช้ในการทดลองนี้ใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในปลาสวายโม่ที่วิเคราะห์โดยสุญญากาศ (2551) คือ 15.21% รวมทั้งใกล้เคียงกับปริมาณโปรตีนในปลาน้ำจืดทั่วไป ได้แก่ 14.6% ในปลาสวาย 16% ในปลาดุกอูย และ 17.5% ในปลาช่อน ส่วนปริมาณไขมันในปลาสวายโม่มีปริมาณใกล้เคียงกับปลาช่อน (3.3%) และให้ผลใกล้เคียงกับสุญญากาศและคณะ (มปป.) คือ 3.55% แต่มีปริมาณน้อยกว่าปลาสวาย (16.5%) และปลาดุกอูย (14.7%) ขณะที่การวิเคราะห์กรดไขมันกลุ่ม omega fatty acids และกรดไขมันชนิดทรานส์ (trans fatty acid) ของเนื้อปลาสวายโม่แช่แข็ง พบว่า เนื้อปลาสวายโม่แช่แข็งมีปริมาณกรดไขมัน Omega-3 Omega-6 และ Omega-9 ในปริมาณสูงมาก คือ 173 831 และ 2,535 mg/100 g ของเนื้อปลา ตามลำดับ และไม่มีกรดไขมันชนิดทรานส์

3. การศึกษาเปรียบเทียบอภิทธิพลของสารละลายไอโซน เล้าไบโกลัว และ NaCl ต่อการลดกลิ่นโคลนจีโอสมินของเนื้อปลาสวายโม่แช่แข็ง

3.1 ผลการฝึกฝนผู้ทดสอบให้รับรู้กลิ่นโคลนจีโอสมินโดยใช้การทดสอบให้คะแนนแบบ scoring test พบว่าผู้ทดสอบที่ฝึกฝนให้คะแนนเฉลี่ย 7.67 เป็นคะแนนของตัวอย่างได้ 0.90 คะแนน ซึ่งเป็นคะแนนที่ไวต่อกลิ่นโคลนจีโอสมินในระดับค่อนข้างมาก

3.2 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านการลดกลิ่นโคลนจีโอสมินด้วยผู้ทดสอบ ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนให้คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม (ไม่ได้รับสิ่งทดลอง) เป็น 7.93 ± 1.10 (มีกลิ่นโคลนค่อนข้างมาก) และคะแนนเฉลี่ยแต่ละสิ่งทดลอง (ตารางที่ 1) เป็นดังนี้ ผลการวิเคราะห์ ความแปรปรวนของแต่ละสิ่งทดลอง ด้วยวิธีทางสถิติ Levene's statistic (ตารางที่ 1) พบว่า ความแปรปรวนของแต่ละสิ่งทดลองไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($P > 0.05$) เมื่อทำการวิเคราะห์ความแตกต่างของอภิทธิพลร่วมของแต่ละสิ่งทดลองพบว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.01$) การวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยรายคู่ด้วยวิธีทางสถิติ Duncan new multiple range test พบว่า ตัวอย่างที่ได้รับสิ่งทดลองที่ 7 (NaCl 3%) ลดกลิ่นโคลนจีโอสมินได้น้อยกว่าการใช้สิ่งทดลองอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญ ในขณะที่สิ่งทดลองอื่น ๆ ไม่มีความ

แตกต่างกันในการลดกลิ่นโคลนเมื่อวิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพกลิ่นโคลนจีโอสมินจากผู้ประเมินทางประสาทสัมผัส แสดงให้เห็นว่าการใช้สิ่งทดลองอื่น ๆ ได้แก่ การใช้เกลือโบกล้วนน้ำว่า 3% หรือการใช้เกลือโบกล้วนน้ำว่า 5% ร่วมกับ NaCl 5% สามารถลดกลิ่นโคลนได้ (ตารางที่ 1) ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าสามารถใช้เกลือโบกล้วนน้ำว่าอย่างเดียว หรือ ใช้เกลือโบกล้วนน้ำว่าร่วมกับ NaCl เพื่อลดกลิ่นโคลนได้

3.3 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้วยผู้ทดสอบที่ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale พบว่า ทั้ง 9 สิ่งทดลอง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญในด้านความขาว กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ($P>0.05$) แต่ได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าตัวอย่างควบคุม (ไม่ผ่านการแช่ในสารละลาย) ในด้านกลิ่น กลิ่นรส และความชอบรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($P<0.05$)

ตารางที่ 1 Levene's statistic ของคะแนนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นโคลนจีโอสมินของเนื้อปลาสาวยโมงแล้แช่แข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่าง ๆ โดยให้คะแนนแบบ scoring test

สิ่งทดลอง (treatments)	ระดับคะแนนประเมิน	Levene 's statistic*
1. โอโซน 200 mg/L	2.10±1.10	2.07
2. โอโซน 200 mg/L : เกลือโบกล้วน 3% และ NaCl 5%	2.33±1.63	2.40
3. โอโซน 200 mg/L: เกลือโบกล้วน 5% และ NaCl 3%	2.67±1.50	2.66
4. โอโซน 400 mg/kg : เกลือโบกล้วน 5%	2.20±1.42	2.20
5. เกลือโบกล้วน 5%	2.27±1.58	2.26
6. เกลือโบกล้วน 5% และ NaCl 5%	2.20±1.15	2.13
7. NaCl 3%	4.27±1.44	4.27
8. โอโซน 400 mg/L : เกลือโบกล้วน 3% และ NaCl 3%	1.73±0.80	1.73
9. โอโซน 400 mg/L : เกลือโบกล้วน 3%	1.67±1.11	1.67
10. Control	7.93±1.10	-

หมายเหตุ: *วิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติ แบบ homogeneity of variance ตามวิธีการของเลเวน Levene 's method ($P>0.05$)

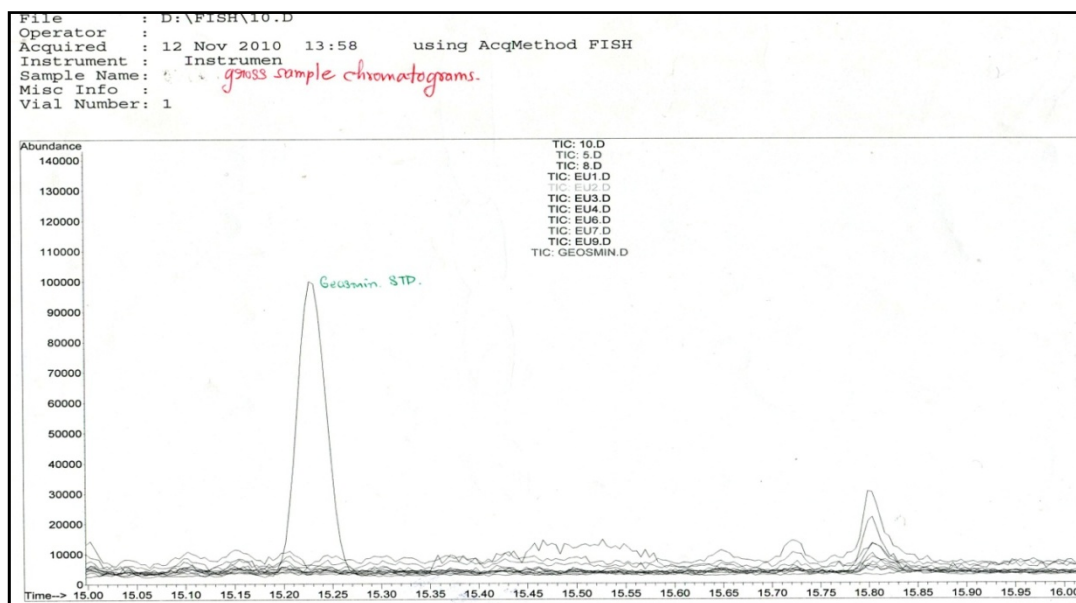
3.4 ผลการศึกษาปริมาณสารให้กลิ่นโคลนจีโอสมินในเนื้อปลาสาวยโมงแล้แช่แข็ง ปริมาณสารจีโอสมินในเนื้อปลาสาวยโมงแล้แช่แข็งที่ผ่านการแช่ล้างในสารละลายต่างๆทั้ง 9 สิ่งทดลอง พบว่า ทั้ง 9 สิ่งทดลอง ยกเว้นสิ่งทดลองควบคุม ตรวจไม่พบปริมาณสารจีโอสมิน (รูปที่ 6) ซึ่งสอดคล้องกับผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสที่ให้คะแนนแบบ 9-point hedonic scale ด้วยผู้ทดสอบ พบว่าการยอมรับรวมในระดับความชอบปานกลางถึงชอบมาก (ไม่ได้แสดงข้อมูล) ในขณะที่การประเมินให้คะแนนแบบ scoring test พบว่าทุกสิ่งทดลอง ผู้ทดสอบให้ระดับคะแนน

เท่ากับ 2.0 ไม่พบกลิ่นโคลนจีโอสมินยกเว้นสิ่งทดลองที่ 7 NaCl 3% มีระดับคะแนน 4.27 มีกลิ่นโคลนจีโอสมินเพียงเล็กน้อย แต่เมื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS กลับตรวจไม่พบปริมาณสารจีโอสมิน และทั้ง 9 สิ่งทดลอง เมื่อวิเคราะห์ค่าความแปรปรวนทางสถิติแบบ homogeneity of variance ตามวิธีการของเลเวน Levene's method พบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีความแตกต่างกัน ($P>0.05$) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะสารจีโอสมินมีสมบัติละลายได้ดีในส่วนไขมัน (lipophilic capacity) (Robertson et al., 2004) ในเนื้อเยื่อด้านท้องปลา ทำให้อาจไม่สามารถตรวจพบสารดังกล่าวได้

Mohsin et al. (1999) รายงานว่าการใช้สารละลาย เล้าไบคัลลัส 5% ล้างเนื้อปลาหมอเทศ (*Oreochromis mossambicus*) ที่ผ่านการแช่เป็นเวลานาน 5 นาที สามารถลดกลิ่นโคลนจืออสมินลงได้ Tameka (2005) ศึกษาใช้สารละลายไฮโซนเพื่อลดกลิ่นโคลนจืออสมิน ในเนื้อปลาดุกโดยสุ่มเนื้อปลาแช่ 20 กรัม ฉีดสาร จืออสมินความเข้มข้น 0 และ 10 $\mu\text{g}/\text{kg}$ จากนั้นเก็บที่ อุณหภูมิ 4°C นานไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง นำตัวอย่าง สัมผัสก๊าซออกซิเจน และสารละลายไฮโซน เป็นเวลา 0 30 และ 60 นาที วิเคราะห์สารจืออสมินด้วยวิธีเครื่อง SPME-GC/MS พบว่า สารละลายไฮโซนมีประสิทธิภาพ สูงสุดในการลดกลิ่นโคลนจืออสมินในเนื้อปลาดุกแช่ อย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจาก ไฮโซนเป็นสารออกซิไดซิง อย่างแรง (potential oxidizing agent) จึงสามารถลด กลิ่นโคลน geosmin ได้ (Chen et al., 1997) เช่นเดียวกันกับการทดลองของวรพงษ์ (2545) ที่ศึกษา การลดกลิ่นโคลนจืออสมินในเนื้อปลานิลก่อนนำมาแปรรู บโดยวิธีการแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C จากปริมาณสาร จืออสมินเริ่มต้น 76.22 $\mu\text{g}/\text{kg}$ เมื่อทดลองจะนำมาแช่ เป็นชิ้นขนาด 10g แช่ลงในสารละลาย เกลือ NaCl 100 mL เขย่าด้วยเครื่องเขย่า 140 rpm นาน 5 นาที พบว่าการแช่ลงในสารละลาย NaCl ความเข้มข้น 5 และ 8% โดยปริมาตรต่อปริมาตร นาน 5 นาที สามารถลดกลิ่นโคลนจืออสมินในเนื้อปลาที่ถูกชักนำให้ มีการดูดซึมสารจืออสมินมาแล้ว สามารถลดกลิ่นโคลน ลงได้ประมาณ 90.11 และ 95.81 % ตามลำดับ เหลือ กลิ่นโคลนในระดับที่ยอมรับได้ คือ 7.54 $\mu\text{g}/\text{kg}$ และ 3.19 $\mu\text{g}/\text{kg}$ ตามลำดับ และได้รับการยอมรับด้วย คณะเนติมาจากผู้ทดสอบในด้านกลิ่นโคลนจืออสมิน

3.5 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) งานวิจัยนี้ ได้ติดตามค่า pH ของเนื้อปลาสวาย โมงแช่แช่แข็งที่ผ่านการแช่ในสารละลายต่าง ๆ เพื่อ

ศึกษาว่าค่า pH ว่ามีการเปลี่ยนแปลงไปมากน้อย เพียงใดเมื่อเทียบกับตัวควบคุม นอกจากนี้ยังสามารถใช้ เป็นค่าบ่งชี้การเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีนใน กล้ามเนื้อปลาหลังจากละลายน้ำแข็ง ซึ่งงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยแช่แข็งเนื้อปลาสวายโมงแช่-ละลายน้ำแข็งซ้ำ (freeze-thaw cycles) จำนวน 2 รอบ สอดคล้องกับ งานวิจัยของสุญาณีพร (2551) รายงานว่า การประเมิน คุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อปลาแช่ในสภาพดิบ ผู้ทดสอบไม่ยอมรับตัวอย่างไม่เกินรอบที่ 2 จากผลการ ทดลองพบว่าเนื้อปลาสวายโมงที่ผ่านการแช่ใน สารละลายทั้ง 9 สิ่งทดลองไม่แสดงแนวโน้มการ เปลี่ยนแปลงที่ชัดเจน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับ สิ่งทดลองควบคุม แต่เมื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติแบบ t-like statistic พบว่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญ ($P>0.05$) โดยพบว่าค่า pH อยู่ในช่วง 6.54 ถึง 6.93 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากการละลายน้ำแข็งซ้ำใน รอบที่ 2 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุญาณีพร (2551) รายงานว่าค่า pH มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวน รอบของการแช่แข็งและละลายน้ำแข็งซ้ำเพิ่มขึ้น โดย ปกติการเปลี่ยนแปลง pH จะเกิดจากหลายสาเหตุ นั้น คือเมื่อสัตว์น้ำตายลง pH มีค่าลดลงเนื่องจากการ เปลี่ยนแปลงของกระบวนการไกลโคไลซิส (glycolysis) ซึ่งก่อให้เกิดกรดแลกติก ทั้งนี้ปริมาณกรดแลกติกที่ เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณไกลโคเจนที่สะสมก่อนตาย รวมทั้งการปฏิบัติต่อสัตว์น้ำ ส่วนการเพิ่มขึ้นของ pH อาจมีสาเหตุมาจากเนื้อปลาเกิดการย่อยสลายตัวเอง โดยเอนไซม์ทำให้โปรตีนเสียสภาพหรือเกิดการแตกตัว ของโปรตีนเกิดเป็นสารประกอบไนโตรเจนและสาร ประเภทเอมีนที่มีฤทธิ์เป็นด่างออกมา อย่างไรก็ตามการ เปลี่ยนแปลง pH ของปลาขึ้นอยู่กับปัจจัยหลาย อย่างเช่น ฤดูกาล ลักษณะการจับ ชนิดของปลา และ ปัจจัยอื่น ๆ (Huss, 1988 อ้างโดย สุญาณีพร, 2551)



รูปที่ 6 Chromatogram ของสารจืออสมินที่วิเคราะห์ด้วยเครื่อง SPME-GC/MS

สรุปผลการวิจัย

จากผลวิจัยสามารถสรุปได้ดังนี้ (1) ปลาสาวยังมีคุณภาพความสดปกติทั้งทางด้านประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส และทางด้านเคมี คือ pH (5.98) TVB-N (4.85 mg N/100g) นอกจากนี้ ปลาสาวยังมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ได้แก่ มีสารโอเมกา-3 (173 mg/100g) โอเมกา-6 (831 mg/100 g) และ โอเมกา-9 (2,536) mg/100 g อีกทั้ง ยังไม่มีกรดไขมันชนิดทรานส์ (0%) (2) จากผลการทดลองทั้ง 9 สิ่งทดลอง pH ช่วง 6.54-6.93 พบว่า ตรวจไม่พบสารให้กลิ่นโคลนจืออสมินในชิ้นปลาสาวยังแลซึ่งสอดคล้องกับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผู้ทดสอบที่ให้คะแนนแบบ scoring test พบว่าทุกสิ่งทดลองไม่มีกลิ่นโคลนจืออสมิน เมื่อผ่านการทำให้สุกด้วยวิธีไมโครเวฟ ยกเว้นเนื้อปลาแลที่สัมผัสสารละลาย NaCl 3% มีกลิ่นโคลนระดับเล็กน้อย 4.27 ขณะที่การประเมินทางประสาทสัมผัสด้านความขาว กลิ่น กลิ่นรส เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ให้คะแนนแบบ 9-point

hedonic scale พบว่าทุกสิ่งทดลองผู้ทดสอบให้การยอมรับระดับปานกลางถึงชอบมาก

ข้อเสนอแนะที่ได้จากงานวิจัย

1. ควรมีการนำเกลือไปกล้วยน้ำว้าหรือ เกลือ NaCl (เกลือแกง) ไปแนะนำให้เกษตรกร วิสาหกิจชุมชน หรือธุรกิจอาหาร SME ใช้เป็นทางเลือกและบริหารจัดการการป้องกันกลิ่นโคลนที่เกิดขึ้นกับผลิตภัณฑ์แปรรูปสัตว์น้ำจืดอื่นๆที่มีปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อทดแทนการใช้สารละลายโอโซนประสิทธิภาพสูงในการลดกลิ่นโคลนจืออสมิน แต่มีราคาเครื่องค่อนข้างแพงและอาจมีค่าใช้จ่ายเพิ่มขึ้นในการติดตั้งที่ไลน์กระบวนการผลิต

2. ถึงแม้ว่าในการวิจัยนี้เกลือกล้วยน้ำว้าหรือเกลือ NaCl ร่วมกับเกลือกล้วยน้ำว้า สามารถลดกลิ่นโคลนจืออสมินได้และมีราคาถูก แต่ก็ควรพัฒนาต่อไปให้เหมาะสมมากขึ้นโดยเฉพาะต้องระมัดระวังในการใช้เกลือกล้วย เนื่องจาก เกลือกล้วยจะทำให้สีของเนื้อ

ปลาขาน้อยลง อาจจำเป็นต้องหาวิธีทำให้เถ้าใบกล้วยมีความใสก่อนที่จะใช้ในการแช่ล้างเนื้อปลา

3. ถ้าจะต่อยอดงานวิจัยครั้งต่อไปควรวัดปริมาณหรือความเข้มข้นเถ้าใบกล้วยน้ำว่า เกลือ NaCl และปริมาณโอโซนอิสระที่ตกค้าง (residual ozone) หลังการแช่ล้างเนื้อปลาสวายโมงในแต่ละเวลาและความเข้มข้น

4. ควรมีการศึกษาถึงกลไกทางเคมีในเชิงลึกสำหรับการขจัดหรือการลดกลิ่นโคลนจืออสมินด้วยสารละลายโอโซนหรือเถ้าใบกล้วยน้ำว่า หรือ NaCl

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ที่สนับสนุนทุนวิจัย และขอขอบคุณ รศ.ดร. สมชาย หวังวิบูลย์กิจ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่กรุณาให้คำปรึกษาและเอื้อเฟื้อข้อมูลที่เป็นประโยชน์สำหรับงานวิจัย รศ.ดร. สรชัย พิศาลยบุตร และ อ.ดร. อธิวัฒน์ ทิพรสม มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตฯ ที่ให้คำปรึกษาด้านการวางแผนทดลองและวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

- กรุงเทพธุรกิจ. (2548). สถาบันอาหารปั้นแบรนด์ “โขงพิซ” ทุ่ม 50 ล้านวิจัยปลาเผาส่งออก. หนังสือพิมพ์ ฉบับวันที่ 11 มิถุนายน 2548., (อัดสำเนา).
- นิรนาม. (2550). ปลาเผา. (อัดสำเนา).
- มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. (2547). มกอช. 7001-2547 เรื่อง ปลานิล. แหล่งข้อมูล : http://www.acfs.go.th/datakm/standard/standard_list_std.html. ค้นเมื่อวันที่ 25 มีนาคม 2552.
- วรพงษ์ นลินานนท์. (2545). การกำจัดกลิ่นไม่พึงประสงค์ในเนื้อปลานิล. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 95 หน้า.

ยุวันดา นะหิม. (2545). อิทธิพลของโอโซน ไข่ขาวผง และซีเอสเตอื่นต่อคุณภาพเจลของซูริมิที่ทำจากปลาทุแขก (*Decapterus maruadsi*) แช่เยือกแข็ง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 150 หน้า.

รังสิมา อร่ามเรือง, วราริ แก้วนวม, อรุณศรี ลีจิระจาเนียร และมะนะชัย ธรรมลักขมี. (2551). การลดปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนในกุ้งแช่เยือกแข็งโดยการล้างด้วยน้ำโอโซน. แหล่งข้อมูล <http://www.google.com>. สืบค้นวันที่ 26 เมษายน 2553.

สูตรโครงสร้างทางเคมีของจืออสมิน. แหล่งข้อมูล : http://www.commonswikimedia.org/wiki/File:geosmin_minus ค้นเมื่อวันที่ 26 พฤศจิกายน 2552.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2529). มอก. 616 – 2529 เรื่อง ปลาสดแช่เยือกแข็ง. แหล่งข้อมูล : http://app.tisi.go.th/standard/cat_thai.html. ค้นเมื่อวันที่ 8 มีนาคม 2552.

สุภาณิพร ดุลยพงศ์ศรีรักษ์ ปัทมา ระตะนะอาพร และจิราภรณ์ รุ่งเลิศเกรียงไกร. (มปป.). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของปลาสวายโมงที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง.

สุภาณิพร ดุลยพงศ์ศรีรักษ์ (2551). การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาของปลาสวายโมงที่เก็บรักษาในน้ำแข็ง. วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 165 หน้า.

สมชาย หวังวิบูลย์กิจ. (2551). ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของสาหร่ายสีเขียวแกมน้ำเงิน *Oscillatoria* sp. และ *Microcystis* sp. และความสัมพันธ์ของปริมาณสาหร่ายต่อกลิ้นโคลนในกุ้งขาวแวนนาไม (*Litopenaeus vannamei*) ในป่อเลี้ยง. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ : 180 หน้า.

AOAC. (2005). Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Washington DC.

- Chen, H. H., Chiu, E. M. and Huang, J. R. (1997). Color and gel forming properties of horse mackerel (*Trachurus japonicus*) as related to washing conditions. *Journal of Food Science* 62: 985-991.
- Huss, H.H. (1988). Fresh Fish-Quality and Quality Changes. FAO Fisheries Series no. 29. FAO/DANIDA Training Programme on Fish Technology and Quality Control. Rome: p.132.
- Lannelongue (1982). (online) available: http://kb.psu.ac.th/psukb/bitstream/2553/2940/6/238170_ch3.pdf
- Mohsin, M., Bakar and Selamat, J. (1999). The effect on colour, texture and sensory attributes achieved by washing black tilapia fresh with banana leaf ash solution. *Inter. Journal of Food Science and Technology*. 34: 359–363.
- Robertson, R. F., Jauncey, K., Beveridge, M. C. M., and Lawton, L. A. (2004). Depuration rates and the sensory threshold concentration of Geosmin responsible for earthy-musty taint in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss*. *J. Aquaculture*. 245: 89-99.
- Tameka LaShon Dew. (2005). Ozone Degradation of Off – Flavors in Catfish. A Thesis M.S. in the Department of Food Science. p. 69.
- Ye, K, and Hamada, M. (2000). Critical values of the Lenth's method for unreplicated factorial designs. *Journal of Quality Technology* 32: 57–66.

