Original article

A Study on the Physical Quality and Nutrients of Nile Tilapia Fish by Moist Heat Treatment

Onnalin Inkaew[1]*, Marisa Phupinyokul[2], WitchaTreesuwan[3]

[1]*Master Degree Student, Food and Nutrition Program, Faculty of Agricultural, Kasetsart University*

[2]*Lecturer, Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Thailand*

[3]*Institute of Food Research and Product Development, Kasetsart University, Thailand*

ABSTRACT

Nile Tilapia fish are given by King Bhumibol Adulyadej to solve the problem of food scarcity and make income. Due to this species of the fish cheap, tight flesh, and less fishy smell, it is low fat fish that can be cooked for varied menu. This research studied about before and after through the heated process for 3 types of cooking which are boiling, steaming, and Sous Vide. The Study is including the conversions of colour, textures, compositions of amino acid, and quantities of minerals. Firstly, filleted and trimmed the fish to 5 centimetres wide, 15 centimetres length, and 1.8 centimetres thick. The temperature of Sous Vide was at 65 degrees celsius for 45 minutes. For boiling and steaming were at 100 degrees celsius for 10 minutes. It can be concluded that the weighted average after the heat treatment has decreased but the thickness of the fish has increased. It was significantly higher ($p<0.05$). The values of the colour (L*, a *, b *) were not different but after heat treatment, the colour of the undercoat was significantly increased ($p<0.05$). In terms of texture, steamed fish were soft and less energy to chew. Plus, the quantity of amino acids, total phosphorus, and calcium were highly increased; however, Sous Vide fish were the most increasing of iron.

Keywords: Nile Tilapia fish, Moist-Heat Methods, Sous Vide

Received: 03 August 2018 Accepted: 15 February 2019 Available online: 22 March 2019

*Corresponding author's email: onnalin.i@ku.th

นิพนธ์ต้นฉบับ

การศึกษาคุณภาพทางกายภาพและสารอาหารในเนื้อปลานิล ที่ผ่านกระบวนการปรุงโดยใช้ความร้อนชื้น

อรนลิน อินทร์แก้ว[1]*, มาริษา ภู่ภิญโญกุล[2], วิชชา ตรีสุวรรณ[3]

[1]นิสิตปริญญาโท สาขาอาหารและโภชนาการ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[2]ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

[3]สถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

บทคัดย่อ

ปลานิล (Nile Tilapia fish) เป็นพันธุ์ปลาที่พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ ทรงพระราชทานให้กับประชาชนเพื่อแก้ไขปัญหาด้านการขาดแขลนอาหารและเสริมสร้างรายได้ ซึ่งปลานิล เป็นปลาที่มีราคาไม่แพงมาก เนื้อแน่น มีกลิ่นคาวน้อย เป็นปลาเนื้อขาวที่มีไขมันต่ำ สามารถทำเมนูอาหารได้หลากหลาย โดยงานวิจัยนี้ได้ศึกษาถึงคุณภาพทางกายภาพด้านน้ำหนัก และความหนาของชิ้นเนื้อปลานิล ก่อนและหลังผ่านกระบวนการปรุงด้วยความร้อนชื้น 3 รูปแบบ คือ การต้ม การนึ่ง และการซูวิด พร้อมทั้งศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี เนื้อสัมผัส องค์ประกอบกรดอะมิโน และปริมาณแร่ธาตุ โดยเริ่มจากการแล่(fillet) และตัดแต่งปลานิล ให้มีขนาด ความกว้าง 5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร และความหนา 18 มิลลิเมตร สำหรับอุณหภูมิที่ใช้ในการซูวิด คือ 65 องศาเซลเซียส เวลา 45 นาที ส่วนการต้มและการนึ่งใช้อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 10 นาที พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักหลังผ่านการปรุงมีค่าลดลง แต่ความหนาของชิ้นเนื้อปลานิลเพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ส่วนค่าสี (L*, a*, b*) ให้ค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่หลังผ่านการปรุงค่าสีที่ได้ มีอัตราที่เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($p<0.05$) ด้านเนื้อสัมผัส ชิ้นเนื้อปลานิลที่ผ่านการนึ่ง มีเนื้อสัมผัสนุ่มและใช้พลังงานในการเคี้ยวน้อย มีค่าปริมาณกรดอะมิโน ค่าแร่ธาตุประเภทฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) และแคลเซียมเพิ่มขึ้นมากที่สุด แต่เนื้อปลานิลที่ผ่านการซูวิดให้ค่าธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นมากที่สุด

คำสำคัญ: ปลานิล, การปรุงด้วยความร้อนชื้น, การซูวิด

*Corresponding author's email: onnalin.i@ku.th

บทนำ

ปลานิล เป็นปลาน้ำจืด จัดอยู่ในประเภทปลาที่มีไขมันต่ำมาก เป็นปลาเนื้อแน่น และจัดเป็นปลาเนื้อขาวสามารถหาซื้อได้ง่าย มีให้รับประทานได้ตลอดปี ราคาถูก เนื้อแน่น มีกลิ่นคาวเล็กน้อย มีก้างน้อย แต่เนื่องด้วยการเก็บรักษา หรือแม้แต่ระยะเวลาและความร้อนในการปรุงสุก ของกระบวนการปรุงด้วยความร้อนชื้น (Moist-Heat Methods) อาจส่งผลให้เนื้อปลาที่ได้มีเนื้อสัมผัสที่แห้ง แข็ง หรือเละเกินไป จนอาจทำให้เกิดการสูญเสียสารอาหาร แร่ธาตุวิตามิน[11] ที่ไม่ทนต่อความร้อน ปัจจุบันมีนวัตกรรมที่เรียกว่า “Molecular Gastronomy” หรือ “อาหารโมเลกุล” คือ นวัตกรรมการรังสรรค์อาหารรูปแบบใหม่ โดยการนำเอาหลักการทางวิทยาศาสตร์มาประยุกต์ใช้กับการประกอบอาหาร ซึ่งการทำอาหารโมเลกุลนี้มีหลากหลายวิธีหนึ่งในนั้นคือ การซูวิด(Sous Vide)[12-13]

การซูวิด คือ วิธีการปรุงอาหารภายใต้สภาวะสุญญากาศ ซึ่งใช้ความร้อนระดับพาสเจอร์ไรส์มาประยุกต์ใช้[14] เป็นเทคโนโลยีการประกอบอาหารที่จะช่วยให้วัตถุดิบหรืออาหารนั้นๆ ยังคงคุณค่าทางโภชนาการ มีความนุ่ม ความฉ่ำน้ำ ด้วยวิธีการบรรจุวัตถุดิบในถุงพลาสติกชนิดหนาสำหรับใช้ภายใต้สภาวะสุญญากาศ (Vacuum) โดยเฉพาะซึ่งมีความแข็งแรง ทนทางต่ออุณหภูมิ ก่อนจะนำไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิต่ำ โดยใช้น้ำเป็นตัวส่งผ่านความร้อนไปยังอาหาร[15] ซึ่งวิธีนี้จะทำให้วัตถุดิบหรืออาหารไม่สัมผัสกับน้ำโดยตรง จึงทำให้สารอาหาร วิตามิน แร่ธาตุ ไม่ละลายไปกับน้ำ เพิ่มความนุ่มและกักเก็บความชุ่มชื้นได้อย่างดี มีความสม่ำเสมอของสีและเนื้อสัมผัสของอาหาร[16]

ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพทางกายภาพของเนื้อปลานิลทั้งในเรื่องของน้ำหนักและความหนา ก่อนและหลังผ่านกระบวนการปรุงด้วยความร้อนชื้น 3 รูปแบบ คือ การต้ม การนึ่ง และการซูวิด ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี เนื้อสัมผัส องค์ประกอบกรดอะมิโน ตลอดจนแร่ธาตุ อย่างธาตุเหล็ก ฟอสฟอรัส และแคลเซียม ในเนื้อปลานิล

วิธีการวิจัย

1. ขั้นตอนการเตรียมปลานิล

ปลานิลสดจากตลาดอมรพันธุ์ (สี่แยกเกษตร) น้ำหนักโดยเฉลี่ยตัวละ 900 กรัม การทดลองในแต่ละครั้งใช้ปลานิล 5 ตัว เริ่มจากล้างทำความสะอาด นำเกล็ด และเครื่องในออก หลังจากนั้นแล่ปลานิลเป็น 2 ชิ้นใหญ่ (Fillets) นำชิ้นปลาที่ได้ วัดและตัดแต่งชิ้นปลาให้ได้ขนาด ความกว้าง 5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร และความหนา 18 มิลลิเมตร ดัดแปลงมาจากงานวิจัยในปลาแซลมอน[17]ที่เลือกตัดชิ้นเนื้อปลาส่วนที่หนา

รูปที่ 1 ตำแหน่งของชิ้นปลานิลที่ใช้ในการวิเคราะห์

ที่สุด ยาวตั้งแต่ส่วนหัวถึงส่วนหาง หลังจากนั้นนำชิ้นปลาลงใส่ถุง ปิดผนึกปากถุงให้มิดชิด แช่แข็งอุณหภูมิ -18องศาเซลเซียส 12 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาจึงนำมาละลายน้ำแข็งโดยการแช่น้ำไหลผ่าน

2.กระบวนการปรุงเนื้อปลานิลด้วยการซูวิด (sous vide)

หลังจากละลายน้ำแข็งเนื้อปลาเสร็จแล้ว จึงตัดออกเป็น 2 ส่วน ได้ส่วนหัวและส่วนหางความยาวชิ้นละ 7.5 เซนติเมตร (เนื่องจากด้วยส่วนหัวมีความหนามากกว่าส่วนหาง เพื่อทำการแยกวิเคราะห์) บรรจุลงถุงซึ่ง 1 ถุง บรรจุ 1ชิ้นส่วนหัวและ1 ชิ้นส่วนหาง(จากชิ้นเดียวกัน) และเข้าเครื่องสุญญากาศพร้อมกับสมุนไพร (ข่า 2 กรัม,ตะไคร้ 5 กรัม, ใบมะกรูด 0.5 กรัม) แล้วจึงใส่ลงในเครื่องควบคุมอุณหภูมิและการไหลเวียนของน้ำหรือเครื่อง Sous Vide โดยตั้งค่าอุ่นเครื่องให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ แล้วจึงค่อยใส่ถุงลงไป ซึ่งอุณหภูมิที่ใช้ในที่นี้คือ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 45 นาที[18] เมื่อครบกำหนดเวลาก็นำถุงออกจากเครื่อง ทำการ Cool down โดยการหล่อน้ำแข็งให้มีอุณหภูมิอยู่ที่ 18-20 องศาเซลเซียส

3.กระบวนการปรุงเนื้อปลานิลด้วยวิธีการปรุงที่ใช้ความร้อนชื้น

นอกจากการซูวิดแล้ว งานวิจัยนี้เลือกใช้กระบวนการปรุงที่ใช้ความร้อนชื้นอีก 2 วิธี คือ การต้ม และการนึ่ง เหตุผลที่ผู้วิจัยเลือก 2 วิธีนี้เนื่องจาก 1) เป็นวิธีที่ใช้กันแพร่หลาย ไม่ว่าจะในระดับครัวเรือนหรือระดับอุตสาหกรรม 2) เป็นวิธีการประกอบอาหารโดยมีน้ำ หรือไอน้ำเป็นตัวนำความร้อน[19] ซึ่งเป็นไปในทิศทางเดียวกับการซูวิด

3.1 การต้ม (Boiling) ใช้เตาแก๊ซ ภาชนะเป็นหม้อสแตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ปริมาตรน้ำ 1 ลิตร ต้มน้ำให้เดือด (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) ใส่สมุนไพรในปริมาณที่เท่ากับการซูวิดลงไปก่อน แล้วจึงค่อยใส่เนื้อปลานิล ต้มเป็นเวลา 10 นาที[20] (ไม่เปิดฝา) โดยใจกลางเนื้อปลามีอุณหภูมิอยู่ที่ 88±2 องศาเซลเซียส

รูปที่ 2 เนื้อปลานิลหลังผ่านการตัดแยกเป็นส่วนหัวและส่วนหาง

3.2 การนึ่ง (Steaming) ใช้เตาแก๊ซ ภาชนะเป็นหม้อนึ่งสแตนเลส ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 12 นิ้ว ปริมาตรน้ำ 1.5 ลิตร ต้มน้ำให้เดือด (อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส) นำเนื้อปลานิลและสมุนไพร ในปริมาณที่เท่ากับการซูวิดวางลงในหม้อนึ่ง นึ่งเป็นเวลา 10 นาที[20] (ไม่เปิดฝา) โดยใจกลางเนื้อปลามีอุณหภูมิอยู่ที่ 91±0 องศาเซลเซียส

4.ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของลักษณะทางกายภาพ ปริมาณสารอาหาร แร่ธาตุ ของเนื้อปลานิล

4.1 ศึกษาน้ำหนักและความหนาของชิ้นเนื้อปลานิล ก่อนและหลังการการผ่านกระบวนการปรุง (การซูวิด, การต้ม, การนึ่ง) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ และวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS (IBM SPSS Statistics 21) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ t-test สำหรับการทดสอบ 2 ตัวอย่างที่ไม่เป็นอิสระกัน (Pair Sample t-test) ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

4.2 วัดค่าสี(L*, a*, b*) ด้วยเครื่อง Data Color International รุ่น SF 600 Plus ใช้ช่องวัดขนาด 9 มิลลิเมตร โดยหันด้านที่เป็นเนื้อปลาเข้าหาเครื่องและหันด้านที่เป็นหนังปลาออกนอก เปรียบเทียบค่าสีเนื้อปลาที่ผ่านการซูวิด กับเนื้อปลาที่ผ่านการต้ม และนึ่ง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยปัจจัยที่ศึกษาคือ ค่าสี (L*,a*, b*) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4.3 วัดค่าเนื้อสัมผัส ด้วยเครื่อง TA.XT.plus Texture Analyser โดยใช้วิธีทดสอบแบบ TPA (Texture Profile Analysis) หรือการทดลองที่จำลองการเคี้ยวด้วยกราม 2 ครั้ง ใช้หัว P-100 โดยตั้งค่า Return Distance อยู่ที่ 30 มิลลิเมตร ค่า Return Speed 10 มิลลิเมตรต่อวินาที และ Contact Force 10 กรัม ซึ่งเปรียบเทียบค่าเนื้อสัมผัสเนื้อปลาที่ผ่านการซูวิด กับเนื้อปลาที่ผ่านการ

ต้ม และนึ่ง วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) โดยปัจจัยที่ศึกษาคือ ความแข็ง (Hardness) พลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว(Chewiness) การแยกตัวออกจากกันจนกระทั่งเสียรูป (Gumminess) ความสามารถในการเกาะรวมกัน (Cohesiveness) ความยืดหยุ่น (Spinginess) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ One-Way ANOVA ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 เปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

4.4 ศึกษาปริมาณกรดอะมิโน เริ่มด้วยการนำชิ้นเนื้อตัวอย่าง 1 กรัม ไปย่อยโดยวิธี Acid Hydrolysis ด้วย6 N HCl ที่อุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ปรับปริมาตรเป็น 50 มิลลิลิตร แล้วจึงนำไปฉีดเข้าเครื่อง Amino Acid Analysis ยี่ห้อ Biochrom รุ่น Biochrom 30+ ซึ่งเป็นระบบ Cation exchange chromatography เครื่องจะ Post column derivatization ด้วย Ninhydrin แล้วจึงตรวจวัดด้วย Photometer ที่ความยาวคลื่น 570 nm และ 440nmคำนวณเทียบกับสารมาตรฐาน โดยใช้ Norleucine เป็น Internal standard ปรับpH เป็น 2.2 ก็จะได้เป็นปริมาณกรดอะมิโน

4.5 ศึกษาปริมาณแร่ธาตุ ได้แก่ แคลเซียม ฟอสฟอรัส เหล็ก ใช้เครื่อง Visible Spectrometer LaboMed รุ่น Spectro 22 RS ในการตรวจวิเคราะห์ค่าฟอสฟอรัสทั้งหมด เริ่มจากย่อยสลายตัวอย่างเนื้อปลานิลด้วยกรด H_2SO_4 หรือ กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Spectrophotometer การวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียม (Ca) และ เหล็ก (Fe) โดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer รุ่น GBC AVANTA ด้วยการย่อยสลายตัวอย่างเนื้อปลานิลด้วยกรด H_2SO_4 หรือ กรดซัลฟิวริก (Sulfuric acid) แล้ววัดปริมาณด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (GBC AVANTA)

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางกายภาพ

ผลการศึกษาลักษณะทางกายภาพเรื่องน้ำหนัก และความหนาของชิ้นเนื้อปลานิลก่อนและหลังการปรุง พบว่า ค่าเฉลี่ยน้ำหนักของเนื้อปลานิลก่อนการปรุงอยู่ที่ 96.77 กรัม และหลังการปรุงมีค่าเฉลี่ยน้ำหนัก 89.98 กรัม (ดังแสดงในตารางที่ 1) ซึ่งมีค่าลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการเก็บรักษา คือการแช่แข็งแบบช้า ที่ก่อให้เกิดผลึกน้ำแข็งขนาดใหญ่จนไปทำลายเนื้อเยื่อหุ้มเซลล์ เมื่อถึงเวลาละลายน้ำแข็งก่อนการปรุงจะเกิดการสูญเสียน้ำ (Drip loss) ออกจากชิ้นเนื้อมาก สอดคล้องกับงานที่ศึกษาการเพิ่ม Yield บรรจุปลานิลแช่แข็งจากการลดน้ำหนักบรรจุเกิน[21] กล่าวว่าการแช่แข็งส่งผลทำให้เนื้อปลา

ตารางที่ 1 น้ำหนัก(กรัม)และความหนา(มิลลิเมตร)ของชิ้นเนื้อปลานิลก่อนและหลังการปรุง[1]

ปลานิล	จำนวน	ก่อน	หลัง
น้ำหนัก	12	96.77±6.69[a]	89.98±5.98[b]
ความหนา	12	18.65±0.77[a]	21.31±1.86[b]

[1]แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ab] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ

นิลน้ำหนักลดลง เนื่องมาจากการสูญเสียน้ำ

ด้านความหนาของเนื้อปลานิลหลังผ่านการปรุง พบว่า มีขนาดความหนาของชิ้นเนื้อที่เพิ่มมากขึ้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จาก 18.65 มิลลิเมตร เป็น 21.31 มิลลิเมตร (ดังแสดงในตารางที่ 1) มีขนาดความหนาของชิ้นเนื้อที่เพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เพราะเมื่อผ่านความร้อนโปรตีนในเนื้อปลา (โปรตีนของเส้นใยกล้ามเนื้อ) จะแปลงสภาพ และจับกันเป็นก้อนเนื้อปลาจึงมีลักษณะแข็งขึ้น บวกกับเนื้อปลามีเนื้อเยื่อเกี่ยวพันที่น้อย และจะสลายไปเมื่อถูกความร้อน ทำให้โปรตีนและคอลลาเจนในเนื้อปลาสามารถอุ้มน้ำและพองตัวขึ้น และด้วยชิ้นเนื้อปลาที่ใช้ทำการทดลอง ไม่ได้มีการเอาส่วนหนังของปลาออก เป็นไปได้ว่ามีการหดตัวของเส้นใยคอลลาเจน ซึ่งคอลลาเจนในหนังปลามีค่าอุณหภูมิการหดตัว(Ts) เป็น 35 องศาเซลเซียส[22] เมื่อชิ้นเนื้อปลาสุกจึงมีลักษณะที่เด้ง โค้งขึ้น

2. สี

ผลการตรวจวิเคราะห์สี พบว่าค่าความสว่าง (L*) ในเนื้อปลานิลที่ผ่านกระบวนการต้ม นึ่ง และการซูวิด มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่ค่าความสว่างเพิ่มมากกว่าก่อนปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ดังแสดงในตารางที่ 2)

ส่วนค่า a* (สีแดง-สีเขียว) มีค่าสีเป็นบวก-สีแดง ทั้งสามกระบวนการปรุงให้ค่าที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งค่าสี a* ในเนื้อปลานิลที่ผ่านกระบวนการต้มและการซูวิดให้ค่าที่มากกว่าก่อนปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) แต่ในเนื้อปลานิลที่ผ่านกระบวนการนึ่งให้ค่ามากกว่าก่อนปรุงที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 (ดังแสดงในตารางที่2)

ค่า b* (สีเหลือง-สีน้ำเงิน) ในเนื้อปลานิลส่วนหัวมีค่าสี (เป็นบวก-สีเหลือง) ไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าส่วนหางมีความแตกต่างเกิดขึ้นคือ เนื้อที่ผ่านการต้มและการนึ่งให้ค่าที่ไม่แตกต่างกัน ส่วนเนื้อที่ผ่านการนึ่งและการซูวิดก็ให้ค่าที่ไม่แตกต่างกัน แต่การต้มและการซูวิดให้ค่า b* แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ตารางที่ 2 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสี และเนื้อสัมผัส ในเนื้อปลานิลซูวิด โดยเปรียบเทียบกับเนื้อปลานิลที่ผ่านการต้มและการนึ่ง[1]

คุณลักษณะ	ดิบ		ต้ม		นึ่ง		ซูวิด	
	หัว	หาง	หัว	หาง	หัว	หาง	หัว	หาง
คุณสมบัติทางกายภาพ								
ค่าสี								
-ความสว่าง (L*)	0.66±0.57^{a}	2.33±3.32^{a}	29.61±5.45^{b}	29.08±8.15^{a}	32.31±3.20^{b}	30.48±2.36^{a}	31.03±1.79^{b}	30.68±4.68^{a}
-สีแดง-สีเขียว (a*)	0.01±0.31^{a}	0.39±0.27^{a}	2.03±2.06^{b}	3.83±3.42^{b}	1.95±0.68^{b}	2.23±0.91^{b}	2.10±0.33^{b}	2.71±1.66^{b}
-สีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)	1.61±1.32^{a}	0.56±1.75^{a}	14.03±3.19^{a}	16.84±1.27^{c}	14.08±4.21^{a}	14.51±0.48^{bc}	11.44±2.05^{a}	12.45±3.84^{b}
เนื้อสัมผัส								
-Hardness (g)	26588.77±7761.52^{b}	17088.8±2347.94^{b}	3001.73±943.30^{a}	2970.97±692.35^{a}	2864.57±820.26^{a}	2548.7±1328.07^{a}	5138.17±1741.64^{a}	4864.1±2304.49^{a}
- Chewiness (g^2)	3067.48±1800.00^{b}	2597.49±1144.24^{b}	405.54±137.03^{a}	628.37±211.79^{a}	298.62±61.40^{a}	475.35±256.52^{a}	452.91±216.44^{a}	765.4±692.36^{a}
- Gumminess (g^2.sec.)	9932.49±4334.64^{b}	7235.9±1915.45^{b}	1143.52±333.23^{a}	1440.79±404.24^{a}	1007.41±257.16^{a}	1151.51±601.47^{a}	1626.04±656.18^{ab}	1985.36±1425.48^{a}
- Cohesiveness (g.sec.)	0.36±0.06^{ab}	0.41±0.07^{a}	0.39±0.04^{b}	0.48±0.02^{a}	0.33±0.01^{ab}	0.44±0.02^{a}	0.31±0.02^{ab}	0.38±0.10^{a}
- Spinginess (g.sec.)	0.29±0.05^{ab}	0.34±0.07^{a}	0.35±0.03^{b}	0.43±0.02^{a}	0.29±0.01^{ab}	0.40±0.02^{a}	0.27±0.02^{a}	0.35±0.07^{a}

[1]แสดงเป็น ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

[ab]ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอนมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

http://www.Nutritionthailand.org

3. เนื้อสัมผัส

ผลการตรวจวิเคราะห์เนื้อสัมผัส พบว่าซูวิดเป็นกระบวนการปรุงที่ทำให้ปลานิลส่วนหัวมีเนื้อสัมผัสแข็งที่สุดรองลงมาคือการต้มและการนึ่ง เท่ากับ 5138.17±1741.64, 3001.73±943.30, 2864±820.26 ตามลำดับ เช่นเดียวกับปลานิลส่วนหางที่การซูวิดให้เนื้อปลานิลที่แข็งที่สุด รองลงมาคือการต้มและการนึ่ง เท่ากับ 4864.10±2304.49, 2970.97±692.35, 2548.7±1328.07 ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดังแสดงในตารางที่ 2) ผลการตรวจวิเคราะห์ยังชี้ให้เห็นว่าการนึ่งเป็นกระบวนการปรุงที่ทำให้ปลานิลทั้งส่วนหัวและส่วนหางมีค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยวน้อยที่สุด รองลงมาคือการต้ม เท่ากับ 298.62±61.40, 405.54±137.03 (ส่วนหัว) 475.35±256.52, 628.37±211.79 (ส่วนหาง) ตามลำดับ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 (ดังแสดงในตารางที่ 2)

ค่าการวิเคราะห์เนื้อสัมผัสของชิ้นเนื้อปลานิลส่วนหัวและส่วนหางให้ค่าแตกต่างกัน อาจเนื่องมาจากความหนาของชิ้นเนื้อ เพราะด้วยเนื้อส่วนหัวมีความหนามากกว่าเนื้อส่วนหางทำให้เนื้อส่วนหางสุกในเวลาที่น้อยกว่าส่วนหัว (ในระยะเวลาการปรุงที่เท่ากัน) สังเกตได้ชัดจากค่าความแข็ง ที่ส่วนหางมีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าเนื้อส่วนหัวเพียงไม่มาก แต่คาดการณ์ได้ว่าค่านั้นมากพอที่จะทำให้เนื้อมีความกระด้างมากกว่าเนื้อส่วนหัว เพราะในส่วนของค่าพลังงานที่ใช้ในการเคี้ยว เนื้อส่วนหางให้ค่าที่มากกว่าเนื้อส่วนหัว (ดังแสดงในตารางที่ 2)

4. ปริมาณแร่ธาตุ

จากการตรวจวิเคราะห์ค่าแร่ธาตุ พบว่า เนื้อปลานิลเมื่อผ่านความร้อนไม่ว่าจะวิธีการใดทำให้ปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด (Total Phosphorus) ปริมาณแคลเซียม (Calcium) และปริมาณธาตุเหล็ก (Iron) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่เนื้อปลานิลที่ผ่านการนึ่ง มีปริมาณฟอสฟอรัสทั้งหมด และปริมาณแคลเซียมเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 671 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมและ 406 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักสดตามลำดับ แต่เนื้อปลานิลที่ผ่านการซูวิดมีปริมาณธาตุเหล็กเพิ่มขึ้นมากที่สุด คือ 12.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักสด (ดังแสดงในตารางที่ 3)

5. องค์ประกอบกรดอะมิโน

ผลการตรวจวิเคราะห์องค์ประกอบกรดอะมิโนพบว่า เนื้อปลานิลที่ผ่านการนึ่ง มีปริมาณกรดอะมิโนที่เพิ่มมากขึ้น 14 ตัว จากทั้งหมด 20 ตัวที่เป็น Standard amino acid[23] โดยแบ่งเป็นกรดอะมิจำเป็น 5 ตัว ได้แก่ Leucine, Lysine, Phenylalanine, Threonine และ Valine เท่ากับ 1751.53, 1989.03, 922.55, 1021.62, 1042.14 ตามลำดับ ซึ่งกองโภชนาการ กรมอนามัย[24] ระบุใน

ตารางที่ 3 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแร่ธาตุในเนื้อปลานิลซูวิด โดยเทียบกับเนื้อปลานิลที่ผ่านการต้มและนึ่ง

แร่ธาตุ	หน่วย	ปลานิล			
		ดิบ	ต้ม	นึ่ง	ซูวิด
ฟอสฟอรัสทั้งหมด, P	มก./100 กรัม	170	663	671	647
แคลเซียม, Ca	มก./กก.น้ำหนักสด	10	297	406	382
เหล็ก, Fe	มก./กก.น้ำหนักสด	0.56	10.4	8.28	12.1
ความชื้น	%	78.08	72.4	74.8	73.6

ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย โดยเทียบเกณฑ์กับน้ำหนักร่างกายว่าในแต่ละวันควรได้รับในปริมาณเท่าไร พบว่าเนื้อปลานิลเป็นแหล่งอาหารที่มีปริมาณกรดอะมิโนที่ค่อนข้างเยอะเมื่อเทียบกับความต้องการของร่างกายที่ควรได้รับในแต่ละวัน ซึ่งเป็นปริมาณที่ยังไม่รวมกับการบริโภคอาหารชนิดอื่น (ดังแสดงในตารางที่4)

ตารางที่ 4 ศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดอะมิโนในเนื้อปลานิลซูวิด โดยเทียบกับเนื้อปลานิลที่ผ่านการต้มและการนึ่ง

	กรดอะมิโน	หน่วย	ปลานิล			
			ดิบ	ต้ม	นึ่ง	ซูวิด
กรดอะมิโนจำเป็น	Isoleucine	มก./100 กรัม	930	885.36	894.19	773.6
	Leucine	มก./100 กรัม	1603	1629.61	1751.53	1487.19
	Lysine	มก./100 กรัม	1810	1861.09	1989.03	1720.03
	Methionine	มก./100 กรัม	593	462	573.44	474.54
	Phenylalanine	มก./100 กรัม	810	862.53	922.55	789.28
	Threonine	มก./100 กรัม	950	918.73	1021.62	873.7
	Typtophan	มก./100 กรัม	210	154.34	169.98	<150.00
	Valine	มก./100 กรัม	970	1009.24	1042.14	932.19
กรดอะมิโนไม่จำเป็น	Alanine	มก./100 กรัม	1220	1235.5	1369.02	1189.62
	Arginine	มก./100 กรัม	1277	1277.17	1376.32	1196.8
	Aspartic acid	มก./100 กรัม	2297	2193.19	2405.31	2061.59
	Cystine	มก./100 กรัม	220	<200.00	<200.00	<200.00
	Glutamic acid	มก./100 กรัม	3213	3144.32	3369.85	2914.9
	Glycine	มก./100 กรัม	1043	1221.08	1403.25	1264.25
	Histidine	มก./100 กรัม	470	573.25	598.78	524.83
	Hydroxylysine	มก./100 กรัม		ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
	Hydroxyproline	มก./100 กรัม		<500.00	<500.00	<500.00
	Proline	มก./100 กรัม	757	751.56	883.62	755.75
	Serine	มก./100 กรัม	813	827.03	935.36	800.75
	Tyrosine	มก./100 กรัม	680	679.33	737.5	625.86

และพบว่าเนื้อปลานิลยังเป็นแหล่งของกรดอะมิโนที่สูงมากกว่าปลาน้ำจืดอีกหลายชนิด เช่น ปลาช่อน ปลาทราย ปลากระบอก เป็นต้น[25]

สรุปผลการศึกษา

จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและสารอาหารในเนื้อปลานิล ที่ผ่านกระบวนการปรุงโดยใช้ความร้อนชื้น 3 รูปแบบ พบว่ากระบวนการปรุงด้วยความร้อนชื้นแบบ การนึ่ง สามารถคงไว้หรือทำให้ปลานิลมีปริมาณกรดอะมิโนที่เพิ่มขึ้นมากที่สุด และยังมีปริมาณแร่ธาตุอย่างแคลเซียม และฟอสฟอรัสทั้งหมดสูงที่สุด แต่กระบวนการปรุงด้วยการซูวิด คงไว้ซึ่งธาตุเหล็กได้มากที่สุด ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าวิธีการปรุงมีผลต่อคุณลักษณะและคุณภาพของเนื้อปลานิลโดยตรง จึงควรเลือกวิธีการปรุงให้เหมาะสมเพื่อให้อาหารจากเนื้อปลานิลที่ได้ยังคงสารอาหารในปริมาณที่เหมาะสมต่อความต้องการของร่างกายไว้ให้ได้มากที่สุด

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์มาริษา ภู่ภิญโญกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและเป็นที่ปรึกษาในงานวิจัยนี้ ขอขอบพระคุณดร.วิชชา ตรีสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่คอยให้คำแนะนำและให้ความกรุณาเรื่องห้องแลปเพื่อทำการศึกษาวิเคราะห์ พร้อมทั้งมอบทุนสนันสนุนช่วยเหลืองานวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งขอขอบคุณนางสาวดวงพร กล่ำรัตน์และนางสาวสาวิณี สมุทรรัตน์ ตำแหน่งผู้ช่วยวิจัยโครงการสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้คำแนะนำและสละเวลามาสอนวิธีการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ผลต่าง ๆ

เอกสารอ้างอิง

1. อภิรัติ พูลสวัสดิ์. การเปลี่ยนแปลงของผู้สูงอายุ [อินเตอร์เน็ต]. 2560 [เข้าถึงเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก http://www.gj.mahidol.ac.th/th/wp-content/uploads/conference/2560/change.pdf
2. สุธา เจียรมณีโชติชัย. การดูแลสุขภาพช่องปากผู้สูงอายุ [อินเตอร์เน็ต]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 4 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก http://hp.anamai.moph.go.th/download.pdf
3. วิไลวรรณ ทองเจริญ. การเปลี่ยนแปลงทางด้านร่างกายในวัยสูงอายุ [อินเตอร์เน็ต]. 2556 [เข้าถึงเมื่อ 15 พฤศจิกายน 2560]. เข้าถึงได้จาก http://www.elahs.ssru.ac.th/supparas_oa/pluginfile.php/185/block_html/content/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%81%E0%B8%9B%E0%B8%A5%E0%B8%87%E0%B8%97%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%94%E0%B9%89%E0%B8%B2%E0%B8%99%E0%B8%A3%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B9%83%E0%B8%99%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%A2%E0%B8%AA%E0%B8%B9%E0%B8%87%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B8%B8.pdf

4. ปิยะภัทร เดชพระธรรม. ปัญหาการกลืนในผู้สูงอายุ. เวชศาสตร์ฟื้นฟูสาร. 2556;23(3):73-80.
5. ณัฐพนธ์ สมสวาท. ความต้องการการบริการทางทันตกรรมของผู้สูงอายุในเขตตำบลจองคำ อำเภอเมือง จังหวัดแม่ฮ่องสอน [สาธารณสุขมหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเวสเทิร์น; 2560.
6. อรอนงค์ ทองมี. เอกสารประกอบการสอนความรู้เกี่ยวกับเนื้อสัตว์ สัตว์ปีก สัตว์น้ำ และการปรุง. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: กวิภัส โอเอ; 2555.
7. สุพรรณี พฤกษาม, สุวรีย์ ศรีปูณะ. พฤติกรรมการบริโภคอาหารของผู้สูงอายุที่มีสุขภาพดีในหมู่บ้านวัฒนธรรมนาอ้อ ตำบลนาอ้อ จังหวัดเลย. วารสารวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเลย. 2560;42:57-67.
8. มณีวรรณ์ วงศ์นอก. เมนูอาหารจากปลาคุ้มค่าเพราะกินได้ทั้งตัว. อุบลราชธานี: กลุ่มพัฒนาและส่งเสริมอาชีพการประมง สำนักงานประมงจังหวัดอุบลราชธานี; 2555.
9. MacMillan N, Caldon H, Corbridge F, Scott M, Wilkinson B. The cook's book of ingredients. London: Dorling Kindersley; 2010.
10. ทัทยา อนุสสร. มังสโภชนา: สารพัดเนื้อเพื่อสุขภาพ (ทุกอาหารเป็นยา ถ้ากินเป็น ภาค2). กรุงเทพฯ: มติชน; 2554.
11. ชวนชม จันทระเปารยะ. การประกอบอาหารอย่างสงวนคุณค่า. ใน: เอกสารชุดโภชนาการกับชีวิตมนุษย์ หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 21. นนทบุรี: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช; 2549. หน้า 758-799.
12. This H. Molecular gastronomy: exploring the science of flavor. New York Chichester, West Sussex: Columbia university; 2006.
13. มหาวิทยาลัยสวนดุสิต. โครงการฝึกอบรมหลักสูตร Modern Cuisine. กรุงเทพฯ: โครงการสวนดุสิต กราฟฟิคไซท์; 2561.
14. อิศราภรณ์ คงเปี่ยม. การปรับปรุงคุณภาพเนื้อใบบัวจากโคไทยเพื่อใช้ในการผลิตสเต็กด้วยกระบวนการซูวีด [วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต]. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ-ทหารลาดกระบัง; 2558.
15. Wylie C. The sous vide kitchen techniques, ideas and more than 100 recipes to cook at home. Minneapolis, MN: Voyageur Press; 2017.
16. Creed PG. Sensory and nutritional aspects of sous vide processed foods. In: Ghazala S, editors. Sous vide and cook chill processing for the food industry. Gaithersburg, MD: Aspen Publishers; 1998. p. 57-88.
17. Larsen D, Quek S, Eyres L. Evoluation instrumental color and texture of thermally treated New Zealand King Salmon (Oncorhynchus Tshawytscha) and their relation to sensory properties. LWT-Food Science and Technology. 2011;44:1814-20.
18. Baldwin DE. Sous vide cooking: a review. International Journal of Gastronomy and Food Science. 2012;1:15-30.
19. ชัชชญา รักตะกนิษฐ, วิไลรัตน์ กรนพเกล้า. เอกสารประกอบการสอน หลักการประกอบอาหารยุโรป. กรุงเทพฯ: โครงการสวนดุสิต กราฟฟิคไซท์; 2556.
20. Nieva-Echevarría B, Manzanos MJ, Goicoechea E, Guillén MD. Changes provoked by boiling, steaming and sous-vide cooking in the lipid and volatile profile of European sea bass. Food Res Int. 2017;99:630-40.

21. อัศม์เดช วานิชชินชัย. การเพิ่ม Yield บรรจุปลานิลแช่แข็งจากการลดน้ำหนักบรรจุเกิน. เกษตรศาสตร์ธุรกิจประยุกต์. 2557;8:43-52.
22. นิธิยา รัตนาปนนท์. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พริ้นติ้งเฮาส์; 2549.
23. สมปอง ธรรมศิริรักษ์. โครงสร้างและหน้าที่ของโปรตีน. เชียงใหม่: ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่; 2550.
24. กองโภชนาการ กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. ตารางแสดงชนิดและปริมาณกรดอะมิโนในอาหารไทย. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข; 2533.
25. สมหมาย เชี่ยววารีสัจจะ. กินปลาเพื่อสุขภาพ. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษศาสตร์; 2550.