

การปรับปรุงคุณภาพเนื้อปลาสดด้วยของเหลือ จากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหารปลา

Improving Fillet Quality of Snakeskin Gourami (*Trichogaster pectoralis*) by Supplemental Sarjor-caju Mushroom (*Pleurotus sajor-caju*) By-product in Fish Diets

อรพินท์ จินตสตาพร^{1/} จุฑามาศ ทะแก้วพันธุ์^{2/} อรทัย จินตสตาพร^{3/},
ศรินทร์ช ชุ่มคำ^{4/} จัตุรชัย ไทยทุ่งเงิน^{1/} และ สาทิต บุญน้อม^{5/}
Orapint Jintasataporn^{1/}, Chuthamat Thaklaewphan^{2/}, Oratai Jintasataporn^{3/},
Srinoy Chumkam^{4/}, Chatchai Thaituchin^{1/} and Sathit Boonnom^{5/}

Abstract: The improvement of snakeskin gourami (*Trichogaster pectoralis*) fillet by supplementing with Sarjor-caju mushroom (*Pleurotus sajor-caju*), which was also known as Nang Fa mushroom in Thailand, in fish diets were conducted to investigate the effect on growth performance, feed utilization and fillet quality after salting and solar drying process and chilling for 72 h. Snakeskin gourami were fed with three diet formulas, including, control diet in absence of mushroom (T1), 5% fresh mushroom fruiting body waste (T2, active ingredient equal to 1% mushroom extracted) and 1% mushroom extract (T3), respectively. Duration period was 2 months. The results indicated that there were not significantly difference ($P>0.05$) on growth performance. The feed consumption in group of fish fed diets supplemental mushroom were significantly increased ($P\leq 0.05$) but feed efficiency (FCR) and feed cost were not significantly difference ($P>0.05$). After salting and solar drying process and chilling for 72 h, the fillet rancidity in group of 1% mushroom extracted were significantly lower ($P\leq 0.05$) than control and fresh mushroom waste. Sensory panel test were not significantly difference ($P>0.05$) both after salting and solar drying process and after chilled for 72 h. This technology was well acceptance when transfer to the farmer who culture snakeskin gourami at Ban Taruea, Nong Pla Lai sub-district, Khao Yoi district, Phetchaburi province. Conclusively, supplementation Sarjor-caju mushroom fruiting body waste in snakeskin gourami diets can stimulate feed consumption and retard oxidative rancidity in salted dried fish process and during chilled for 72 h.

Keywords: Snakeskin gourami, salted dried fish, feed stimulant, oxidative rancidity

^{1/}ภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900

^{1/}Department of Aquaculture, Faculty of Fisheries, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

^{2/}สาขาวิชาการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จ.เพชรบุรี 76000

^{2/}Department of Aquaculture, Faculty of Agricultural Technology, Phetchaburi Rajabhat University, Phetchaburi 76000, Thailand

^{3/}ภาควิชาสัตวบาล คณะเกษตร กำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ.นครปฐม 73140

^{3/}Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Kamphangsan, Kasetsart University Kamphangsan Campus, Nakhon Pathom 73140, Thailand

^{4/}คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จ.ปทุมธานี 13180

^{4/}Faculty of Agricultural Technology, Valaya Alongkorn Rajabhat University, Pathum Thani 13180, Thailand

^{5/}คณะสัตวศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตสารสนเทศ จ.เพชรบุรี 76120

^{5/}Faculty of Animal Science and Agricultural Technology, Silpakorn University Phetchaburi IT Campus, Phetchaburi 76120,

บทคัดย่อ: การปรับปรุงคุณภาพเนื้อปลาสด (*Trichogaster pectoralis*) โดยการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า (*Pleurotus sajor-caju*) ในอาหารปลาได้ดำเนินการศึกษาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหารปลาต่อการเติบโต การใช้ประโยชน์อาหาร และคุณภาพเนื้อปลา หลังการแปรรูปด้วยการทำเค็มตากแห้ง และแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด ประกอบด้วย 3 ชุดการทดลอง ชุดการทดลองละ 4 ซ้ำ ได้แก่ ชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า (T1) และชุดการทดลองที่มีการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสดที่ระดับร้อยละ 5 (T2 เท่ากับ สารสกัดเห็ดนางฟ้า 1%) และการเสริมสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า 1% (T3) ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน พบว่า การเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหารปลาสดไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารของปลาสด ($P>0.05$) แต่มีผลให้ปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้น ($P\leq 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้นำปลาสดไปแปรรูปเป็นปลาสดเค็มแห้ง พบว่า ภายหลังจากการแปรรูปและภายหลังการแช่เย็น 72 ชั่วโมง ค่าการหืนของเนื้อปลาสดแปรรูปในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า 1% มีค่าต่ำกว่า ($P\leq 0.05$) กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสด 5% การทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสดเค็มแห้งของผู้บริโภคภายหลังการแปรรูปและปลาสดที่แปรรูปแล้วแช่เย็น 72 ชั่วโมง พบว่ามีค่าใกล้เคียงกันในทุกกลุ่มทดลอง เมื่อนำผลการศึกษาไปถ่ายทอดให้กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสดบ้านท่าเรือ ตำบลหนองปลาไหล อำเภอบางบาล จังหวัดเพชรบุรี ได้รับความสนใจ และสามารถปฏิบัติตามได้ดี ดังนั้น การเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหารปลาสดสามารถเพิ่มปริมาณการกินอาหารและปรับปรุงคุณภาพเนื้อปลาสดโดยยับยั้งการหืนของเนื้อปลาภายหลังการแปรรูป

คำสำคัญ: ปลาสด ปลาสดเค็มแห้ง สารกระตุ้นการกินอาหาร การหืน

บทนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการเพาะเห็ดหลายชนิด โดยอาจจำแนกได้เป็นหลายกลุ่ม เช่น กลุ่มเห็ดที่เป็นที่นิยมของผู้บริโภคและเป็นที่ต้องการของตลาด ได้แก่ เห็ดฟาง เห็ดนางฟ้า เห็ดนางรม และเห็ดหูหนูดำ กลุ่มเห็ดที่มีราคาแพงและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เช่น เห็ดหอม เห็ดแชมปิยอง และเห็ดหลินจือ พื้นที่ภาคกลางมีการผลิตเห็ดมาก เช่น ในปี พ.ศ. 2552 จังหวัดนครปฐม มีพื้นที่การผลิตเห็ด 94.28 ไร่ มีปริมาณผลผลิตรวม 340.1 ตัน คิดเป็นมูลค่า 7.84 ล้านบาท (สำนักงานเกษตรจังหวัดนครปฐม, 2555) นอกจากนี้ ในพื้นที่ อำเภอมะนัง จังหวัดเพชรบุรี ยังเป็นพื้นที่ที่มีการผลิตเห็ดเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะเห็ดนางฟ้า เพื่อส่งเข้าแปรรูปในโครงการส่วนพระองค์ของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว ซึ่งในแต่ละวันการเก็บผลผลิตเห็ดเพื่อจำหน่าย ในขั้นตอนการตัดแต่งก่อนบรรจุถุงหรือบรรจุภัณฑ์เพื่อส่งเข้าแปรรูปในโครงการหลวงและจำหน่ายในตลาดขายส่ง ขายปลีก หรือซูเปอร์-

มาร์เก็ตของเหลือจากการตัดแต่งนี้เป็นส่วนที่ยังคงมีคุณค่าทางโภชนาการและสารสำคัญอื่น ๆ ใกล้เคียงกับส่วนที่ใช้ปรุงอาหาร สารสำคัญที่พบในเห็ด คือ สารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) ในกลุ่มของ วิตามิน C ฟีนอล และเออร์โกไธโอนีน (ergothioneine) ซึ่งช่วยป้องกันการขึ้นระหว่างการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ก่อนถึงมือผู้บริโภค (Bao *et al.*, 2008; Encarnacion *et al.*, 2011) และสารอื่นที่มีคุณสมบัติทางยา (chemotherapeutic) ในกลุ่มของสารยับยั้งแบคทีเรีย สารยับยั้งเชื้อรา สารยับยั้งเชื้อไวรัสในพืช (Verma *et al.*, 2001) สารต้านมะเร็ง และสารกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกัน เช่น เบต้ากลูแคน (β -glucans) และ เลนติโอนิน (lentinin) (Pramanik *et al.*, 2007) ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพของสัตว์ ส่งผลต่อคุณภาพของเนื้อสัตว์

ผลิตภัณฑ์ปลาสดแปรรูป มักมีปัญหาเรื่องการหืน และการเปลี่ยนสีของผลิตภัณฑ์ภายหลังการแปรรูปเป็นสีดำ หรือสีเข้มขึ้น อีกทั้งปลาสดเค็มแห้งแดดเดียวที่ผลิตแล้วต้องการเก็บไว้จำหน่ายหลายวัน ผู้ขายมักเก็บ

แช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1-7 วัน ก็มีผลให้เกิดการเหี่ยว และผิวปลาบางส่วนเปลี่ยนเป็นสีดำทำให้จำหน่ายได้ราคาต่ำ

ดังนั้น การนำของเหลือจากการตัดแต่งเห็ด โดยเฉพาะเห็ดนางฟ้าที่นิยมผลิตทางการค้ามาใช้ในอาหารปลาสลิด จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการเพิ่มมูลค่าแก่วัสดุเหลือทิ้งจากการเพาะเห็ด อีกทั้งยังมีผลในการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ โดยป้องกันการเหี่ยว และการเกิดสีดำในผลิตภัณฑ์

วิธีดำเนินการวิจัย

สัตว์ทดลอง

ทำการสั่งซื้อปลาสลิดขนาด 81.7 ± 5.5 กรัม จำนวน 180 ตัว จากฟาร์มเอกชนในจังหวัดสมุทรสาคร โดยนำมาพักในบ่อทดลองก่อนเริ่มทดลอง 2 สัปดาห์

การเตรียมสารสกัดเห็ด

เตรียมสารสกัดเห็ด (Bao *et al.*, 2008) โดยนำของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสดมาบดให้ละเอียดและต้มในน้ำที่อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้ว

กรองแต่นำไปวิเคราะห์ประสิทธิภาพของสารต้านอนุมูลอิสระด้วย DPPH (Fu *et al.*, 2002) พบว่ามีปริมาณอนุมูลอิสระร้อยละ 46.88 ± 1.88 จึงนำมาเสริมในอาหารปลาสลิด

การเตรียมอาหารทดลอง

คำนวณสูตรอาหารปลาสลิด ให้มีโปรตีน ไขมัน เท่ากันทุกสูตร ทำการบดและชั่งองค์ประกอบของสูตรอาหารตามที่ระบุในตารางที่ 1 ผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน เติมน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นประมาณร้อยละ 20 อัดเม็ดอาหารผ่านเครื่องอัดอาหารเม็ดลอยน้ำ (farm extruder) ระบบสกรู เอ็กซ์ทรูเดอร์ คัทเตอร์เซท ของบริษัทปิ๊งชัยปศุสัตว์จำกัด ที่ดัดแปลงโดยภาควิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ผลิตอาหารเม็ดชนิดลอยน้ำ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร นำเม็ดอาหารที่ได้ไปทำให้แห้ง โดยการอบที่อุณหภูมิ 65 - 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 - 6 ชั่วโมง และทำการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของอาหาร ได้แก่ โปรตีนโดยวิธีเจลดาล์ (Kjeldahl) และไขมันโดยวิธีสกัดด้วยอีเธอร์ (AOAC, 2000) พบว่ามีโปรตีนร้อยละ 31.49 - 31.68 ไขมันร้อยละ 5.58 - 5.68

Table 1 Composition of diets supplemental sarjor-caju mushroom by-product

Materials	Control	5% Mushroom fruiting body waste	1% Mushroom fruiting body waste extract
Soybean meal	40.0	40.0	40.0
Corn	21.3	21.3	21.3
Mushroom timing waste ¹	0.0	5.0	0.0
Mushroom timing waste extract ²	0.0	0.0	1.0
Rice bran ³	16.2	11.2	15.2
Poultry meal	15.0	15.0	15.0
Soya oil	3.7	3.7	3.7
Dicalcium phosphate	2.6	2.6	2.6
Vitamin-mineral premix ⁴	1.2	1.2	1.2
Total	100.0	100.0	100.0
Feed cost (baht/kg)	15.37	15.12	15.57

Note: ¹ Mushroom timing waste 3 baht/kg

² Mushroom timing waste extract 20 baht/kg

³ Rice bran 5 baht/kg

⁴ Vitamin-mineral premix follow NRC (2011) 50 baht/kg

การศึกษาผลการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสด และสารสกัดเห็ดนางฟ้าในอาหารปลาสดต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารวางแผนการทดลองแบบสุ่มทดลอง ประกอบด้วยชุดการทดลอง (treatment) จำนวน 3 ชุด ได้แก่ ชุดควบคุมที่ไม่มีการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า (T1) ชุดการทดลองที่มีการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสดที่ระดับร้อยละ 5 (T2 เท่ากับ สารสกัดเห็ดนางฟ้าร้อยละ 1) และ ชุดการทดลองที่มีการเสริมสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าร้อยละ 1 (T3) ทำการศึกษาเป็นระยะเวลา 2 เดือน โดยทดลองในปลาขนาด 81.7 ± 5.5 กรัม ที่อัตราปล่อย 10 ตัวต่อตารางเมตร เลี้ยงในบ่อซีเมนต์ขนาด 1.5 ตัน ที่บรรจุน้ำ 1 ตัน ให้อาหารวันละ 2 มื้อ แบบกินเต็มที่ (ประมาณ 1.3 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัว) เปลี่ยนถ่ายน้ำทุก 7 วัน เมื่อสิ้นสุดการทดลอง เก็บข้อมูลการเจริญเติบโต การใช้ประโยชน์อาหาร และคุณภาพเนื้อภายหลังการแปรรูปเป็นพลาสติกเค็มแห้ง และภายหลังการแช่เย็นพลาสติกเค็มแห้งที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยประเมินน้ำหนักเฉลี่ย น้ำหนักเพิ่มเฉลี่ยต่อวัน (average daily weight gain: ADG) และศึกษาประสิทธิภาพของอาหาร โดยประเมินค่า ปริมาณอาหารที่กินเฉลี่ยต่อวัน อัตราการเปลี่ยนอาหาร (feed conversion rate: FCR) อัตราการรอด (survival rate: SR) ต้นทุนค่าอาหารต่อการผลิตปลา 1 กิโลกรัม และศึกษาระดับการหืนแบบออกซิเดชัน (oxidative rancidity) ในเลือดและในเนื้อปลา เมื่อสิ้นสุดการทดลอง โดยวัดปริมาณ malonaldehyde ด้วยวิธี thiobarbituric acid reaction substance (TBARS) (Burk *et al.*, 1980)

การแปรรูปพลาสติกเค็มแห้งและการประเมินคุณภาพ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำพลาสติกมาตัดหัวขอดเกล็ด ทำความสะอาดแล้วแช่น้ำเกลือความเข้มข้นร้อยละ 15 เป็นเวลา 18 ชั่วโมง จากนั้นอบแห้งที่ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง ตัวอย่างพลาสติกเค็มแห้งในแต่ละชุดการทดลองที่ได้นำมาบรรจุถุงแยกเดี่ยวแล้วแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกประเมินคุณภาพภายหลังการผลิต และกลุ่มที่สอง ประเมิน

คุณภาพภายหลังการแช่เย็นพลาสติกเค็มแห้งที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง โดยสุ่มตัวอย่างวัดการเกิดความหืนแบบออกซิเดชันด้วยวิธี TBARS (Burk *et al.*, 1980) และทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์พลาสติกเค็มแห้งของผู้บริโภคภายหลังการแปรรูปและพลาสติกที่แปรรูปแล้วแช่เย็น โดยนำพลาสติกเค็มแห้งมาแช่น้ำเป็นเวลา 10 นาที จากนั้นแบ่งส่วนเนื้อแต่ละตัวเป็น 8 - 10 ชิ้น ตรวจสอบโดยผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกแล้วจำนวน 10 ราย ประเมิน ความนุ่ม ความชุ่มฉ่ำ กลิ่นและรสชาติดี และการยอมรับผลิตภัณฑ์โดยรวม ทำการประเมินที่ระดับคะแนนเท่ากับ 5 โดยกำหนดให้ 1 เป็นค่าคะแนนที่ไม่ยอมรับ และ 5 เป็นค่าคะแนนที่ยอมรับ (Cross *et al.*, 1986)

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

เมื่อสิ้นสุดการทดลอง นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (analysis of variance) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ย ด้วย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำเร็จรูป

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ดำเนินการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ของเหลือทิ้งจากการตัดแต่งเห็ดในอาหารปลาสด ให้กับกลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสดบ้านท่าเรือ หมู่ที่ 5 ตำบลหนองปลาไหล อำเภอยะย้อย จังหวัดเพชรบุรี โดยฝึกอบรมกลุ่มเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ภาครัฐในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี

ผลการวิจัย

การเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหาร

การเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารของปลาสดที่ได้รับอาหารเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสดและเสริมสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า ในตารางที่ 2 พบว่าการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสดร้อยละ 5 และสารสกัดของเหลือจาก

Table 2 Growth performance of snakeskin gourami fed diets supplemental sarjor-caju mushroom by-product

Growth performance	Control	5% Mushroom fruiting body waste	1% Mushroom fruiting body waste extract	P-value
Initial weight (gind ⁻¹)	81.77 ± 5.17	82.70 ± 5.48	80.57 ± 7.77	0.9171
Final weight (gind ⁻¹)	107.70 ± 4.00	110.40 ± 4.42	108.40 ± 4.48	0.7394
Average daily weight gain (gind ⁻¹ d ⁻¹)	0.46 ± 0.04	0.49 ± 0.03	0.50 ± 0.06	0.6776
Feed consume (gind ⁻¹ d ⁻¹)	0.079 ^b ± 0.002	0.083 ^a ± 0.001	0.082 ^a ± 0.001	0.0127
Feed conversion ratio	1.71 ± 0.18	1.67 ± 0.12	1.67 ± 0.18	0.9559
Survival rate(%)	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	100.00 ± 0.00	...*
Cost of production (BahtKg fish ⁻¹)	26.25 ± 2.77	25.30 ± 1.82	25.96 ± 2.82	0.8952

Note: Means with different superscripts within rows are significantly different ($P \leq 0.05$)

*data are the same value

การตัดแต่งเห็ดนางฟ้าร้อยละ 1 ในระยะเวลา 2 เดือน ผลผลิตปลา การเติบโตในรูปน้ำหนักเพิ่ม น้ำหนักเฉลี่ยต่อตัวมีผลไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) กับปลากลุ่มที่ได้รับอาหารไม่เสริมเห็ด (0%) ส่วนประสิทธิภาพการใช้อาหาร พบว่าการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าและสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า มีผลให้ปลาสลิดมีการกินอาหารมากขึ้น ($P \leq 0.05$) แต่อัตราการเปลี่ยนอาหารไม่แตกต่าง ($P > 0.05$) กับปลากลุ่มควบคุม (0%)

การศึกษาระดับการหีนแบบออกซิเดชันในเนื้อเยื่อต่าง ๆ

ค่าการหีนในเลือดและในเนื้อปลาสลิดสดเมื่อสิ้นสุดการทดลอง ในตารางที่ 3 มีค่าไม่แตกต่างกัน ($P > 0.05$) แต่ค่าการหีนในปลาสลิดหลังการแปรรูปเป็นปลาสลิดเค็มแห้งแดดเดียว และปลาสลิดเค็มแห้งแดดเดียวแช่เย็น 72 ชั่วโมง พบว่าค่าการหีนของทั้ง 2 ช่วงเวลาในปลาสลิดกลุ่มที่ได้รับสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า 1% มีค่าต่ำกว่าค่าการหีนในปลากลุ่มที่ได้รับอาหารไม่เสริมเห็ด (0%) และกลุ่มที่เสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสด 5% ดังตารางที่ 3

การประเมินคุณภาพปลาสลิดเค็มแห้ง

เมื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคปลาสลิดแดดเดียวหลังแปรรูปและหลังเก็บแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 72 ชั่วโมง ผลการศึกษาในตารางที่ 4

พบว่าปลาสลิดที่ได้รับอาหารไม่เสริมเห็ดและกลุ่มที่เสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าสด และสารสกัดของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า ให้ผลการทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$)

การถ่ายทอดเทคโนโลยี

การดำเนินการอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยีการใช้ประโยชน์ของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดในอาหารปลาสลิดให้กลุ่มเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงปลาสลิด ตำบลท่าเรือ หมู่ที่ 5 ตำบลหนองปลาไหล อำเภอบางบาล จังหวัดเพชรบุรี โดยฝึกอบรมกลุ่มเกษตรกรและเจ้าหน้าที่ภาครัฐในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี 1 ครั้ง จำนวนรวม 38 ราย เมื่อวันที่ 29 มีนาคม 2555 ผลการประเมินผลการอบรมด้วยแบบสอบถาม พบว่าผู้เข้าอบรมได้รับประโยชน์จากการเข้าอบรมในครั้งนี้ในระดับมากที่สุดร้อยละ 21.21 ได้รับประโยชน์จากการเข้าอบรมในระดับมาก ร้อยละ 51.52 และได้รับประโยชน์จากการเข้าอบรมในระดับปานกลาง ร้อยละ 27.27 โดยเกษตรกรสามารถผลิตสารสกัดเห็ด เพื่อนำไปผสมอาหารปลาได้ และนำของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดเสริมในอาหารปลาสลิดแทนการใช้รำ ทำให้คุณภาพปลาสลิดหลังการแปรรูป และภายหลังการแช่เย็นมีการหีนลดลง นอกจากนี้ยังได้นำปลาสลิดที่กินอาหารเสริมสารสกัดและของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดในอาหารปลาสลิดไปผลิตเป็นปลาสลิดเค็มตากแห้งจำหน่ายในงานประเพณีต่างๆ

Table 3 Lipid oxidation in serum and tissue of snakeskin gourami fed diets supplemental sarjor-caju mushroom by-product

Lipid oxidation	Control	5% Mushroom fruiting body waste	1% Mushroom fruiting body waste extract	P-value
Serum lipid (mgMD*mL ⁻¹)	0.37 ± 0.14	0.25 ± 0.12	0.23 ± 0.13	0.4112
Fresh fillet (mgMDg ⁻¹)	0.13 ± 0.08	0.12 ± 0.11	0.06 ± 0.04	0.5723
Salted dried fish fillet after process (mgMDg ⁻¹)	0.65 ^a ± 0.02	0.63 ^a ± 0.02	0.39 ^b ± 0.11	0.0042
Salted dried fish fillet after chilled for 72 hr (mgMDg ⁻¹)	0.75 ^a ± 0.04	0.66 ^a ± 0.05	0.47 ^b ± 0.08	0.0041

Note: Means with different superscripts within rows are significantly different ($P \leq 0.05$)

* mgMD is mg malonaldehyde

Table 4 Sensory panel test of snakeskin gourami after salting and solar drying process and chilling for 72 h

Sensory panel test	Control	5% Mushroom fruiting body waste	1% Mushroom fruiting body waste extract	P-value
After salting and solar drying process				
Tenderness (score)	3.20 ± 1.03	3.80 ± 0.79	3.30 ± 0.95	0.3175
Juiciness (score)	3.20 ± 0.63	3.80 ± 0.79	3.30 ± 0.48	0.1036
Fishy (score)	4.60 ± 0.84	4.80 ± 0.63	4.60 ± 0.84	0.8043
Overall acceptability (score)	3.40 ± 0.70	4.10 ± 0.88	3.80 ± 0.79	0.1589
After chilling for 72 h				
Tenderness (score)	3.20 ± 0.92	3.30 ± 1.06	3.20 ± 0.63	0.9587
Juiciness (score)	2.90 ± 0.74	3.10 ± 1.10	2.90 ± 0.99	0.8651
Fishy (score)	4.20 ± 1.03	4.40 ± 0.97	4.20 ± 1.03	0.8783
Overall acceptability (score)	3.40 ± 0.70	3.50 ± 1.08	3.40 ± 0.52	0.9494

Note: Means with different superscripts within rows are significantly different ($P \leq 0.05$)

สรุปและอภิปรายผล

การเสริมของเกลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหารปลาสด จากการศึกษพบว่าไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและการใช้ประโยชน์อาหารของปลาสด ($P > 0.05$) แต่มีผลให้ปริมาณการกินอาหารเพิ่มขึ้น ($P \leq 0.05$) และเมื่อสิ้นสุดการทดลองได้นำปลาสดไปแปรรูปเป็นปลาสดเค็มแห้ง พบว่าภายหลังการแปรรูป

ค่าการกินของเนื้อปลาสดแปรรูปในกลุ่มที่ได้รับอาหารเสริมสารสกัดของเกลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าร้อยละ 1 มีค่าต่ำ ($P \leq 0.05$) กว่ากลุ่มอื่น ๆ และในการทดสอบการยอมรับผลิตภัณฑ์ปลาสดเค็มแห้งของผู้บริโภคภายหลังการแปรรูปและปลาสดที่แปรรูปแล้วแช่เย็น 72 ชั่วโมงพบว่ามีความใกล้เคียงกัน ($P > 0.05$) ในทุกกลุ่มทดลอง ทั้งนี้เนื่องจากเห็ดมีโปรตีนที่ย่อยได้สูงถึงร้อยละ 92 เปอร์เซ็นต์และมีองค์ประกอบสารกระตุ้นการกินอาหารในกลุ่มของ

กรดกลูตามิก กรดอะมิโนอะลานีน โปรตีนในกลุ่มกลูเตลิน โปรตีนในกลุ่มโพลามีน สารออกซิไดซ์อิสระ และกรดแอมมา-อะมิโนบิวไทริก นอกจากนี้ในเห็ดยังมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวชนิดไลโนลียิก โอลียิก และกรดไขมันอิ่มตัวชนิดพาล์มมิติกในปริมาณมาก และมีกรดไขมันอิ่มตัวชนิดสเตียริกระดับปานกลาง อีกทั้งมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวหลายพันธะชนิดแอลฟาไลโนลินิกอยู่ในระดับร้อยละ 20.3 - 15.6 ของกรดไขมันทั้งหมด นอกจากนี้ยังมีฟอสฟอลิพิดชนิดเลซิติน ซึ่งใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อต่าง ๆ ในปริมาณมาก รวมทั้งมีดี-กลูโคส ดี-แมนโนส ดี-กาแลคโตส และแอลฟา-ทรีฮาโลส เป็นสารประกอบหลักของน้ำตาลโมเลกุลเดี่ยว (Pramanik *et al.*, 2005) และมีไกลโคเจนซึ่งเป็นคาร์โบไฮเดรตเชิงซ้อนที่ไม่ใช่แป้งในพืช นอกจากนี้ยังมีสารประกอบของโปรตีนรวมกับน้ำตาลเชิงซ้อนในปริมาณร้อยละ 5 - 10 ของน้ำหนักแห้ง (Jayakumar *et al.*, 2011) ซึ่งโภชนาเหล่านี้มีผลต่อการกินอาหารเพิ่มขึ้นของสัตว์น้ำ โดยทั่วไปการได้รับอาหารเพิ่มขึ้นในระยะเวลาสั้นจะส่งผลให้มีการเจริญเติบโตมากขึ้น เช่น การศึกษาในปลาเยือกเทศ (*Labeo rohita*) (Paripuram *et al.*, 2011) และปลากระรัง (*Epinephelus bruneus*: kelp grouper) (Harikrishnan *et al.*, 2012) แต่ในการศึกษานี้แม้ว่าการเสริมเห็ดจะมีผลให้กินอาหารเพิ่มขึ้น แต่ผลต่อการเติบโตยังไม่ชัดเจนนั้นอาจเนื่องจากปลาสดกินอาหารเป็นปริมาณน้อย เมื่อเทียบเป็นเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักตัวและระยะเวลาในการเลี้ยงอาจสั้นเกินไป ทำให้ผลต่อการเติบโตยังไม่ชัดเจนนัก นอกจากนี้เห็ดชนิดต่าง ๆ เมื่อนำมาบริโภคสดหรือนำมาสกัดด้วยน้ำหรือแอลกอฮอล์ สารอาหารต่าง ๆ และสารสกัดเหล่านี้ จะมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (สารกันเหี่ยว) (Elmastas *et al.*, 2007) ซึ่งมีผลเป็นสารกระตุ้นระบบภูมิคุ้มกันโรคในร่างกาย (Harikrishnan *et al.*, 2012) และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเห็ดนางฟ้านี้มีผลเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของกลูตาไธโอน เปอร็อกซิเดส (Khan *et al.*, 2011) ส่วนสารประกอบฟีนอลในกลุ่ม เอโกไธโอเนอิน (ergothionine:ESH, 2-mercap tohistidine trimethyl betaine) ในเห็ดมีคุณสมบัติป้องกันการเกิดออกซิเดชันของไขมันไม่อิ่มตัวในกล้ามเนื้อปลาและมีผลต่อการยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ไลพอกซีจีเนส (lipoxygenase) ที่มี

ความสัมพันธ์ต่อการเกิดออกซิเดชันของไขมัน จึงทำให้ค่าการหืนแบบออกซิเดชันลดลง ซึ่งจะมีผลต่อการปรับปรุงคุณภาพผลิตภัณฑ์ด้านกลิ่นได้ดี (Jang *et al.*, 2004) นอกจากนี้ยังรักษาความคงตัวของสีในเนื้อสัตว์โดยยับยั้งสีดำน (melanosis) ในกุ้งและปู (Encarnacion *et al.*, 2011) และมีผลให้เนื้อปลาที่มีการเก็บรักษาในอุณหภูมิต่ำเกิดจุดดำหรือสีน้ำตาลของเนื้อลดลง (Bao *et al.*, 2009)

ดังนั้น การเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้า ในอาหารปลาสด สามารถเพิ่มปริมาณการกินอาหารและปรับปรุงคุณภาพเนื้อปลาสดโดยยับยั้งการหืนของเนื้อปลาภายหลังการแปรรูป

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษากการปรับปรุงคุณภาพเนื้อปลาสด โดยการเสริมของเหลือจากการตัดแต่งเห็ดนางฟ้าในอาหาร เป็นส่วนหนึ่งของโครงการการเพิ่มมูลค่าเศษเหลือจากการตัดแต่งเห็ดในอาหารสัตว์ ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยโครงการวิจัยและนวัตกรรมเพื่อถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชนฐานรากประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554 จากเครือข่ายวิจัยอุดมศึกษาภาคกลางตอนล่าง สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา (สกอ.)

เอกสารอ้างอิง

- สำนักงานเกษตรจังหวัดนครปฐม. 2555. สถิติข้อมูลการปลูกผัก เครื่องเทศและสมุนไพร จังหวัดนครปฐม ปี 2554. (ระบบออนไลน์). แหล่งข้อมูล: <http://www.nakhonpathom.doae.go.th>
- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Inc., Virginia. 298 p.
- Bao, H. N. D., H. Ushio and T. Ohshima. 2008. Antioxidative activity and anti-discoloration efficacy of ergothioneine in mushroom (*Flammulina velutipes*) extract added to

- beef and fish meats. *Agricultural and Food Chemistry* 56: 10032-10040.
- Bao, H. N. D., Y. Shinomiya, H. Ikeda and T. Ohshima. 2009. Preventing discoloration and lipid oxidation in dark muscle of yellowtail by feeding an extract prepared from mushroom (*Flammulina velutipes*) cultured medium. *Aquaculture* 295: 243-249.
- Burk, R. F., M. J. Trumble and R. A. Lawrence. 1980. Rat hepatic cytosolic GSH-dependent enzyme protection against lipid peroxidation in the NADPH microsomal lipid peroxidation system. *Biochem. Biophys. Acta* 618: 35-41.
- Cross, H. R., P. R., Durland and S. C. Seideman. 1986. Sensory qualities of meat. pp. 279-290. *In*: P. J. Bechtel (ed.). *Muscle as Food*. Academic Press, Orlando.
- Elmastas, M., O. Isildak, I. Turkecul and N. Temur. 2007. Determination of antioxidant activity and antioxidant compounds in wild edible mushroom. *Food Composition and Analysis* 20: 337-345.
- Encarnacion, A. B., F. Fagutao, K. Shozen, I. Hirono and T. Ohshima. 2011. Biochemical intervention of ergothioneine rich edible mushroom (*Flammulina velutipes*) extract inhibits melanosis in crab (*Chionoecetes japonicus*). *Food Chemistry* 127: 1594-1599
- Encarnacion, A. B., F. Fagutao, O. Jintasatoporn, W. Worawattanamateekul, I. Hirono and T. Ohshima. 2012. Application of ergothioneine rich extract from an edible mushroom *Flammulina velutipes* for melanosis prevention in shrimp, *Penaeus monodon* and *Litopenaeus vannamei*. *Food Research International* 45: 232-237.
- Fu, H., D. Shieh and C. Ho. 2002. Antioxidant and free radical scavenging activities of edible mushrooms. *Food Lipids* 9: 35-46.
- Harikrishnan R., C. Balasundarum and M. Heo. 2012. Effect of *Inonotus obliquus* enriched diet on hematology, immune response, and disease protection in kelp grouper, *Epinephelus bruneus* against *Vibrio harveyi*. *Aquaculture* 344: 48-53.
- Jang, M.S., J. Eun , H. Ushio and T. Oshima. 2004. Antioxidative properties of mushroom (*Flammulina velutipes*) on the oxidation of cod liver oil in emulsion. *Food Science Biotechnology* 13: 215- 218.
- Jayakumar,T., P. A. Thomas, J. R. Sheu and P. Geradine 2011. *In-vitro* and *in-vivo* antioxidant effects of the oyster mushroom, *Pleurotus ostreatus*. *Food Research International* 44: 851-861.
- Khan. Md. A., M. M. Rahman, M. Tania Md. N. Uddin and S. Ahme. 2011. *Pleurotus sajor-caju* and *Pleurotus florida* mushrooms improve some extent of the antioxidant systems in the liver of hypercholesterolemic rats. *The Open Nutraceuticals Journal* 4: 20-24.
- NRC. 2011. Nutrient requirements of fish and shrimp. The National Academies Press, Washington, D.C. 376 p.
- Paripuranam, T. D., VV. Divya, P. Ulaganathan, V. Balamurugan and S. Umamaheswari. 2011. Replacing fish meal with earthworm and mushroom meals in practical diets of *Labeo rohita* and *Hemigrammus caudovittatus* fingerlings. *Indian Journal Animal Research* 45(2): 115-119.
- Pramanik, M., S. Mondal, I. Chakraborty, D. Rout and S. S. Islam. 2005. Structural investigation of a polysaccharide (Fr.II) isolated from the

- aqueous extract of an edible mushroom, *Pleurotus sajor-caju*. Carbohydrate Research 340: 629-636.
- Pramanik, M, I. Chakraborty, S. Mondal and S. S. Islam 2007. Structural analysis of a water-soluble glucan (Fr.II) of an edible mushroom, *Pleurotus sajor-caju* . Carbohydrate Research 342: 2670-2675.
- Verma, S. M., R. Prasad and N. Kudada. 2001. Investigations of anti-viral properties on extract of *Pleurotus sajor-caju*. Ancient Science of Life XXI(1): 34-37.
-