คุณลักษณะบางประการของปลาส้มที่มีส่วนผสมของข้าวพื้นเมืองของไทยสายพันธุ์ต่างๆ

Some Attributes of *Plaa-som* containing Various Thai Native Rice Cultivars

พิทยา ใจคำ*
Pittaya Chaikham
ณัฐธยาน์ บัวอุย**
Nattaya Bua-aui
แดนชัย เครื่องเงิน***
Danchai Kreungngern

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีกายภาพ และด้านจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ปลาส้มที่หมักร่วมกับข้าวพื้นเมืองของไทย 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวเจ้าลอย ข้าวเจ้าเหลือง ข้าวเจ้าแดง ข้าวหอมมะลิแดง และข้าวหอมมะลิ 105 (ชุดควบคุม) ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน จากผลการทดลองพบว่า สายพันธุ์ของข้าวมีผลต่อค่าสี (*L**, *a** และ *b**) ของปลาส้มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมด ปริมาณ TCA-soluble peptides และปริมาณสารไบโอเจนิกเอมีนมีค่าแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ในงานวิจัยนี้ยังพบว่า ตัวอย่างทุกชุดการทดลองตรวจพบ *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens* และ *Escherichia coli* รวมทั้งยีสต์และรา เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มผช. 26/2557) และเมื่อวิเคราะห์หาค่าการหืน (thiobarbituric acid number, TBA) พบว่า ปลาส้มผสมข้าวหอมมะลิแดงมีค่า TBA number ต่ำที่สุด จากผลการทดลองนี้แสดงว่าข้าวพันธุ์พื้นเมืองที่มีรงควัตถุสีม่วง-แดงสามารถลดอัตราการเกิดกลิ่นหืนในระหว่างการหมักปลาส้มได้

คำสำคัญ : ปลาส้ม / ข้าวพันธุ์พื้นเมือง / การเกิดกลิ่นหืน / การหมัก

*อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
**นักศึกษาสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา
***อาจารย์ประจำโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

ABSTRACT

This study aimed to investigated the physicochemical and microbiological qualities of "*Plaa-som*" products along with 5 cultivars of Thai native rice including "*Chao Loy*", "*Chao Luang*", "*Chao Dang*", "*Hom Mali Dang*" and "*Hom Mali* 105" (control) during fermentation at 37ºC for 3 days. Results showed that rice cultivars found to have a significant effect on color parameters (*L**, *a** and *b**) of "*Plaa-som*", while the minor differences of pH, total acidity, TCA-soluble peptides and biogenic amines were observed. In this case, all samples detected *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli*, yeasts and molds which were complied with the limits of the Thai Community Product Standard, Thai Industrial Standard Institute (TCPS No. 26/2014). Considering the rancidity value (thiobarbituric acid number, TBA), "*Plaa-som*" mixed with "*Hom Mali Dang*" showed lower levels in TBA number than the rest samples. This indicates that the purple-red-pigmented native rice cultivars can reduce the rancidity rate in "*Plaa-som*" during fermentation.

Keywords : *Plaa-som* / Native rice cultivar / Rancidity / Fermentation

บทนำ

ปลาส้มเป็นการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตรโดยนำปลามาผ่านกรรมวิธีการหมักด้วยเกลือ ข้าวสวย หรือข้าวเหนียวนึ่ง และกระเทียม จนมีรสเปรี้ยว สามารถนำมาปรุงอาหารได้หลายชนิด อาทิเช่น ยำ ทอด และย่าง รับประทานได้ทั้งเด็ก และผู้ใหญ่ ปลาส้มแบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ ปลาส้มตัว ปลาส้มชิ้น ปลาส้มเส้น และปลาส้มฟักหรือแหนมปลา ปัจจุบันมีการผลิตปลาส้มกันอย่างแพร่หลายทั้งในระดับครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม แหล่งผลิตปลาส้มที่สำคัญ ได้แก่ จังหวัดยโสธร สกลนคร และนครพนม นอกจากนี้ยังมีแหล่งผลิตปลาส้มกระจายอยู่ทั่วไปยังพื้นที่อื่นๆ ด้วย เช่น จังหวัดพระนครศรีอยุธยา อ่างทอง เชียงใหม่ พะเยา ลพบุรี เป็นต้น โดยพบว่ามีการผลิตทั้งระดับครัวเรือน ระดับอุตสาหกรรมในครัวเรือน และระดับอุตสาหกรรม รวมปริมาณการผลิตมากกว่า 1 ล้านกิโลกรัมต่อปี คิดเป็นมูลค่ากว่า 60 ล้านบาทต่อปี (วนิดา และรณกร, 2556) โดยในหลายจังหวัดของประเทศไทย ปลาส้มจัดได้ว่าเป็นสินค้าเด่นและขึ้นชื่อของจังหวัดในโครงการหนึ่งตำบลหนึ่งผลิตภัณฑ์ (OTOP) ซึ่งสามารถเพิ่มรายได้ให้แก่ประชาชนได้เป็นอย่างดี

ในกระบวนการหมักปลาส้มแบบดั้งเดิมนั้นจะอาศัยจุลินทรีย์จากธรรมชาติ ด้วยการควบคุมสภาวะระหว่างการหมักให้เอื้ออำนวยต่อการเจริญ และการดำเนินกิจกรรมของจุลินทรีย์ที่มีบทบาทในการหมัก โดยที่สภาวะดังกล่าวจะขัดขวางกิจกรรมของจุลินทรีย์ชนิดอื่นๆ ที่ก่อให้เกิดผลเสียต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการควบคุมกรรมวิธีการหมักจึงถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญยิ่ง อย่างไรก็ตามการที่จะผลิตผลิตภัณฑ์ปลาส้มให้ได้คุณภาพดีนั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการด้วยกัน อาทิเช่น วัตถุดิบ สภาวะแวดล้อม อุปกรณ์การผลิต กระบวนการผลิต ทักษะในการผลิตของบุคลากร การป้องกันการปนเปื้อน กล้าเชื้อ และสายพันธุ์จุลินทรีย์ เป็นต้น ข้าวถือว่าเป็นวัตถุดิบที่สำคัญที่มีผลต่อกลิ่นรสของปลาส้ม เนื่องจากเป็นแหล่งคาร์บอนหลักที่จุลินทรีย์จะนำไปใช้เพื่อการเจริญเติบโต และเพิ่มจำนวน (Kopermsub & Yunchalard, 2010; Jittrepotch, et al., 2015) แต่ปัจจุบันยังมีการศึกษาผลของข้าวสายพันธุ์ต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองของไทยต่อคุณภาพของปลาส้มน้อยมาก

ประเทศไทยถือว่าเป็นศูนย์กลางความหลากหลายทางพันธุกรรมของพันธุ์ข้าว ทั้งข้าวป่า และข้าวปลูก ซึ่งได้มีการสูญพันธุ์ไปเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันได้มีการศึกษาและอนุรักษ์ข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองของไทย รวมทั้งมีการศึกษาลักษณะดีบางอย่างในข้าวพื้นเมือง เช่น ความต้านทานต่อโรคและแมลงศัตรูพืช และความทนทานต่อสภาพแวดล้อม เป็นต้น เพื่อใช้เป็นฐานพันธุกรรมที่เป็นประโยชน์ โดยสามารถนำมาปรับปรุงพันธุ์ข้าวในอนาคต การใช้ประโยชน์จากข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองจึงเป็นทางเลือกหนึ่งของการพัฒนาการเกษตร และอุตสาหกรรมเกษตรอย่างยั่งยืน (นันทิยา และวิจิตรา, 2554) มีรายงานว่าข้าวสายพันธุ์พื้นเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้าวที่มีสีว่าเป็นแหล่งของสารที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ได้แก่ กรดฟีนอลิก และแอนโธไซยานิน ซึ่งมีคุณสมบัติในการต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหรือต้านอนุมูลอิสระ (ดวงพร, 2559)

จุดประสงค์ของงานวิจัยนี้ คือ ศึกษาผลของข้าวสายพันธุ์พื้นเมืองของไทย ได้แก่ ข้าวเจ้าลอย ข้าวเจ้าเหลือง ข้าวเจ้าแดง และข้าวหอมมะลิแดง ต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ปลาส้มในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 3 วัน โดยเปรียบเทียบกับข้าวหอมมะลิ 105 (ชุดควบคุม) ทำการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงค่าสี (*L**, *a** และ *b**) ค่าความแน่นเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก การเสื่อมสลายของโปรตีน (protein degradation) การเกิดกลิ่นหืน (rancidity) และปริมาณสารไบโอ-เจนิกเอมีน (biogenic amines) รวมทั้งคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาที่จะบ่งบอกถึงความปลอดภัยตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับปลาส้ม

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การผลิตปลาส้ม

นำข้าวเจ้า (*Oryza sativa* L.) 5 สายพันธุ์ ได้แก่ ข้าวหอมมะลิ 105 ข้าวเจ้าลอย ข้าวเจ้าเหลือง ข้าวเจ้าแดง และข้าวหอมมะลิแดง ไปหุงจนสุก โดยใช้ข้าว 720 กรัม ต่อน้ำ 800 มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งไว้ให้เย็นเพื่อนำไปคลุกเคล้ากับส่วนผสมอื่นๆ ต่อไป สำหรับปลาที่ใช้ในงานวิจัยนี้ คือ ปลาตะเพียน (ขนาด 350-400 กรัมต่อตัว) โดยนำปลามาทำการขอดเกล็ดควักไส้ออกให้หมด แล้วบั้งปลา 4-5 บั้ง ขึ้นอยู่กับขนาดของตัวปลา ทำความสะอาดแล้ววางผึ่งไว้ให้สะเด็ดน้ำ สูตรที่ใช้ในการผลิตปลาส้ม (โดยน้ำหนัก) ได้แก่ ปลาตะเพียน 75.76 เปอร์เซ็นต์ เกลือ 7.58 เปอร์เซ็นต์ ข้าวหุงสุก 9.09 เปอร์เซ็นต์ และกระเทียม 7.58 เปอร์เซ็นต์ กระบวนการผลิตปลาส้มทำได้โดยนำข้าวหุงสุก กระเทียมบด และเกลือคลุกเคล้าให้เข้ากับปลา นวดให้เข้ากัน นำปลาที่ผ่านการคลุกเคล้าแล้วบรรจุลงในถุงชนิดลามิเนทภายใต้สภาวะสุญญากาศ จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน เก็บตัวอย่างทุกๆ วัน เพื่อนำไปวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านจุลชีววิทยาต่อไป

2. การวิเคราะห์คุณภาพด้านกายภาพ

นำตัวอย่างปลาส้มที่ผ่านการหมักในระยะเวลาต่างๆ มาทำการวิเคราะห์หาค่าสี *L** (ค่าความสว่าง), *a** (ค่าความเป็นสีแดง) และ *b** (ค่าความเป็นสีเหลือง) ด้วยเครื่องวัดสี (Miniscan XP plus, Hunter Lab, USA) และวิเคราะห์หาค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ด้วยเครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (CT3 10K, Brookfield, USA)

3. การวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมี

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ด้วยเครื่อง pH meter (PH100, Extech, USA) และวิเคราะห์หาปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลคติกด้วยวิธีไตไตรทตามวิธีของ AOAC (2000) วิเคราะห์หาปริมาณ TCA-soluble peptides และค่า TBA number ด้วยเครื่อง Spectrophotometer

(UV WINLAB spectrophotometer, Perkin Elmer, USA) ตามวิธีของ Riebroy, et al. (2004) และ Hu, et al. (2008) ตามลำดับ นอกจากนั้นทำการสกัด และวิเคราะห์หาปริมาณสารไบโอเจนิคเอมีนหลักที่พบในปลาส้ม ได้แก่ tryptamine, putrescine, cadaverine, histamine และ tyramine ด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC; CL-10 ADVP, Shimadzu, Japan) วิธีการฉีดตัวอย่าง และสภาวะที่ใช้ในการทดลองทำตามวิธีของ Riebroy., et al. (2004)

4. การวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา

นำตัวอย่างมาวิเคราะห์หา *Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus subtilis*, *Clostridium perfringens*, *Escherichia coli* ยีสต์ และรา โดยใช้วิธี pour plate counts จากนั้นคำนวณจำนวนโคโลนีที่ตรวจพบในหน่วย Colony Forming Units ต่อตัวอย่าง 1 กรัม (CFU/g) ตามวิธีของ Bacteriological Analytical Manual (BAM; US Food and Drug Administration, 2001)

5. การวางแผนการทดลอง และวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Means ± S.D.) ที่ได้ในงานวิจัยนี้เกิดจากการทดลองจำนวน 3 ซ้ำ ทำการวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design, CRD) โดยวิเคราะห์หาความแปรปรวนของข้อมูลด้วยวิธี Analysis of Variance (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลด้วยวิธี Ducan's New Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับ α = 0.05 โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป (SPSS version 17.0, SPSS Inc., USA)

ผลการวิจัย

จากตารางที่ 1 พบว่า ในวันแรกของการหมักตัวอย่างมีค่าความสว่าง (*L**) อยู่ในช่วง 62.53 ถึง 65.86 โดยชุดการทดลองที่ผสมด้วยข้าวเจ้าแดงมีค่าสี *L** น้อยที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่ผสมด้วยข้าวหอมมะลิ 105 มีค่าสี *L** มากที่สุด เมื่อหมักตัวอย่างที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส จนกระทั่งครบ 3 วัน พบว่า ปลาส้มทุกชุดการทดลองมีค่าสี *L** เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับวันแรก โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 72.93 ถึง 76.87 ซึ่งชุดการทดลองที่ใช้ข้าวเจ้าเหลืองเป็นส่วนผสมมีค่าสี *L** มากที่สุด ส่วนชุดการทดลองที่ใช้ข้าวเจ้าแดงเป็นส่วนผสมมีค่าสี *L** ต่ำที่สุด และมีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับชุดควบคุม (ข้าวหอมมะลิ 105) นอกจากนั้นยังพบว่า ค่าความเป็นสีแดง (*a**) ของตัวอย่างในทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงในช่วงของการหมัก โดยวันที่ 3 ของการหมักตัวอย่างมีค่าสี *a** ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ในขณะที่ค่าความเป็นสีเหลือง (*b**) มีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยชุดการทดลองที่ใช้ข้าวหอมมะลิแดงมีค่าสี *b** ต่ำที่สุด จากการวิเคราะห์ค่าความแน่นเนื้อ (firmness) ของตัวอย่างปลาส้มทุกชุดการทดลอง (ตารางที่ 1) พบว่า ในวันแรกของการหมักตัวอย่างมีค่าความแน่นเนื้ออยู่ระหว่าง 31.50-33.50 กรัม เมื่อผ่านการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส พบว่า ค่าความแน่นเนื้อของตัวอย่างทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามระยะเวลาของการหมักที่เพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลของสายพันธุ์ข้าวต่อค่าความแน่นเนื้อของปลาส้มที่หมักครบ 3 วัน ทั้ง 5 ชุดการทดลอง พบว่า ตัวอย่างมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากตารางที่ 2 พบว่า ในวันแรกของการหมัก (วันที่ 0) ค่า pH ปริมาณกรดทั้งหมด TCA-soluble peptides และ TBA number ของปลาส้มทุกชุดการทดลองมีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) โดยมีค่าอยู่ในช่วง 6.31-6.33, 0.36-0.38 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก, 0.38-0.49 µM tyrosine/g และ 1.69-1.75 ppm ตามลำดับ และเมื่อทำการหมักครบ 3 วัน พบว่า ปลาส้มทุกชุดการทดลองมีค่า pH และ

ปริมาณกรดทั้งหมดอยู่ในช่วง 4.34-4.43 และ 2.81-3.02 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนัก ตามลำดับ จากการวิเคราะห์หาปริมาณ TCA-soluble peptides และค่า TBA number ในตัวอย่างปลาส้มหลังจากบ่มเป็นเวลา 3 วัน (ตารางที่ 2) พบว่า ปริมาณ TCA-soluble peptides และค่า TBA number ของตัวอย่างทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ยังไม่ผ่านการหมัก ตัวอย่างปลาส้มผสมข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ มีปริมาณ TCA-soluble peptides ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปลาส้มที่มีการผสมข้าวหอมมะลิแดงมีค่า TBA number ต่ำที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) กับตัวอย่างอื่นๆ

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพด้านกายภาพของปลาส้มผสมข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

สายพันธุ์ข้าว	เวลาหมัก (วัน)	ค่าสี			ค่าความแน่นเนื้อ (กรัม)
		*L**	*a**	*b**	
ข้าวหอมมะลิ 105	0	65.86±0.33^{g}	2.38±0.06^{b}	11.62±0.24^{h}	33.17±3.12^{a}
	1	75.09±0.88^{abcd}	2.06±0.18^{cd}	12.90±0.56^{g}	28.33±1.96^{bc}
	2	73.30±1.43^{cdef}	1.90±0.38^{cd}	14.58±0.37^{cde}	21.17±3.54^{d}
	3	75.06±0.96^{abcd}	1.55±0.18^{e}	16.13±0.70^{a}	14.67±2.42^{e}
ข้าวเจ้าลอย	0	63.62±0.34^{h}	2.42±0.20^{b}	11.50±0.26^{h}	32.83±1.47^{a}
	1	74.12±0.79^{bcde}	1.95±0.25^{cd}	13.10±0.40^{g}	29.00±3.16^{bc}
	2	74.23±2.22^{bcde}	1.94±0.16^{cd}	14.33±0.41^{de}	21.33±4.63^{d}
	3	75.63±5.07^{abc}	1.54±0.37^{e}	15.28±0.29^{b}	14.33±1.21^{e}
ข้าวเจ้าเหลือง	0	64.22±2.47^{gh}	2.41±0.04^{b}	11.90±0.66^{h}	33.50±1.04^{a}
	1	76.32±1.84^{ab}	2.01±0.19^{cd}	12.81±0.25^{g}	28.33±1.21^{bc}
	2	76.93±0.95^{a}	1.92±0.27^{cd}	14.65±0.31^{cd}	20.83±2.48^{d}
	3	76.87±1.53^{a}	1.56±0.13^{e}	15.98±0.65^{a}	14.00±1.78^{e}
ข้าวเจ้าแดง	0	62.53±2.95^{h}	2.54±0.11^{ab}	11.90±0.68^{h}	32.50±3.84^{a}
	1	73.39±0.27^{cdef}	2.38±0.19^{b}	13.00±0.66^{g}	28.50±2.25^{bc}
	2	72.49±2.73^{ef}	2.31±0.27^{b}	13.97±0.63^{ef}	20.17±1.72^{d}
	3	72.93±1.59^{def}	1.82±0.10^{e}	15.94±0.35^{a}	14.17±2.31^{e}
ข้าวหอมมะลิแดง	0	62.96±1.44^{h}	2.69±0.15^{a}	11.92±0.61^{h}	31.50±2.16^{ab}
	1	71.48±2.65^{f}	2.40±0.20^{b}	13.45±0.54^{fg}	27.33±1.75^{c}
	2	72.08±0.62^{ef}	2.90±0.12^{c}	14.59±0.25^{cde}	21.00±1.41^{d}
	3	74.18±1.88^{bcd}	1.82±0.05^{e}	15.03±0.70^{bc}	13.67±2.54^{e}

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมีของปลาส้มผสมข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

สายพันธุ์ข้าว	เวลาหมัก (วัน)	pH	ปริมาณกรดทั้งหมด (%, lactic acid)	TCA-soluble peptides (μM tyrosine/g)	TBA number (ppm)
ข้าวหอมมะลิ 105	0	6.33±0.05^{a}	0.38±0.02^{f}	0.41±0.04^{e}	1.80±0.28^{i}
	1	4.74±0.01^{c}	1.56±0.13^{e}	3.18±0.12^{d}	8.45±2.11^{ef}
	2	4.50±0.02^{de}	2.56±0.13^{cd}	4.97±0.16^{b}	10.17±1.09^{de}
	3	4.37±0.01^{fg}	2.98±0.09^{a}	6.27±0.23^{a}	14.19±0.13^{b}
ข้าวเจ้าลอย	0	6.33±0.01^{a}	0.36±0.02^{f}	0.38±0.12^{e}	1.99±0.25^{i}
	1	4.74±0.12^{c}	1.58±0.11^{e}	3.60±0.71^{c}	7.67±0.40^{f}
	2	4.50±0.13^{de}	2.62±0.10^{c}	4.88±0.16^{b}	11.40±0.60^{d}
	3	4.40±0.03^{fg}	3.00±0.23^{a}	6.18±0.27^{a}	13.95±0.19^{c}
ข้าวเจ้าเหลือง	0	6.32±0.02^{a}	0.38±0.05^{f}	0.40±0.09^{e}	1.75±0.27^{i}
	1	4.78±0.13^{c}	1.55±0.14^{e}	4.03±0.40^{c}	7.59±1.17^{f}
	2	4.51±0.10^{de}	2.46±0.18^{d}	5.10±0.48^{b}	11.04±0.63^{d}
	3	4.34±0.01^{g}	2.81±0.06^{b}	6.23±0.30^{a}	15.21±0.15^{a}
ข้าวเจ้าแดง	0	6.31±0.03^{a}	0.37±0.03^{f}	0.43±0.07^{e}	1.80±0.40^{i}
	1	4.90±0.01^{b}	1.58±0.08^{e}	3.64±0.08^{c}	6.96±0.71^{g}
	2	4.53±0.03^{d}	2.51±0.11^{cd}	4.91±0.50^{b}	9.71±0.94^{e}
	3	4.39±0.04^{fg}	2.97±0.12^{a}	6.41±0.19^{a}	13.91±0.48^{c}
ข้าวหอมมะลิแดง	0	6.32±0.02^{a}	0.38±0.02^{f}	0.49±0.10^{e}	1.70±0.61^{i}
	1	4.72±0.11^{c}	1.55±0.07^{e}	3.51±0.15^{c}	5.23±0.52^{h}
	2	4.54±0.01^{d}	2.62±0.24^{c}	5.00±0.12^{b}	9.01±1.16^{ef}
	3	4.43±0.01^{ef}	3.02±0.15^{a}	6.15±0.28^{a}	13.03±1.02^{d}

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$) 3) TCA-soluble peptides คือ ปริมาณเพปไทด์ที่ละลายได้ในสารละลายกรดไตร-คลอโรอะซิติก (thichloroacetic acid) และ TBA number คือ ค่าความหืนของผลิตภัณฑ์ (thiobarbituric acid number)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไบโอเจนิกเอมีนในตัวอย่างปลาส้มในระหว่างการหมักแสดงในตารางที่ 3 โดยพบว่า ในวันแรกของการหมักจะพบสารไบโอเจนิกเอมีนหลัก 5 ชนิด ได้แก่ tryptamine, putrescine, cadaverine, histamine และ tyramine อยู่ในช่วง 1.97-2.66, 11.59-12.43, 3.14-4.00, 40.09-45.09 และ 23.44-30.05 ppm ตามลำดับ และเมื่อหมักครบ 3 วัน จะพบสารเหล่านี้อยู่ในช่วง 57.34-65.08, 79.85-85.03, 90.64-100.35, 230.88-253.15 และ 110.08-140.91 ppm ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การสร้างสารไบโอเจนิกเอมีนในปลาส้มผสมข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

สายพันธุ์ข้าว	เวลาหมัก (วัน)	ปริมาณสารไบโอเจนิกเอมีน (ppm)				
		Tryptamine	Putrescine	Cadaverine	Histamine	Tyramine
ข้าวหอมมะลิ 105	0	2.19±0.51^{g}	12.43±3.45^{e}	3.45±0.47^{gh}	41.13±3.34^{j}	29.64±2.18^{k}
	1	30.97±1.64^{f}	49.64±2.68^{c}	55.41±2.01^{ef}	116.42±5.80^{gh}	50.07±4.10^{j}
	2	42.16±1.51^{d}	60.70±3.71^{b}	68.93±3.87^{cd}	165.90±4.67^{de}	89.43±2.68^{f}
	3	58.68±2.74^{b}	80.40±4.50^{a}	97.14±5.33^{ab}	247.63±3.65^{a}	140.91±1.06^{a}
ข้าวเจ้าลอย	0	2.66±0.50^{g}	11.80±2.65^{e}	3.54±0.21^{gh}	40.92±3.00^{j}	29.62±3.07^{k}
	1	33.78±4.15^{f}	50.13±0.25^{c}	52.80±2.71^{f}	120.03±4.15^{g}	59.13±2.95^{i}
	2	45.36±2.70^{d}	63.08±4.06^{b}	65.18±1.29^{d}	168.11±5.40^{d}	78.18±3.51^{gh}
	3	60.10±4.28^{ab}	81.10±3.54^{a}	100.35±5.10^{a}	253.15±4.22^{a}	135.44±1.10^{b}
ข้าวเจ้าเหลือง	0	2.50±0.37^{g}	12.15±2.33^{e}	4.00±0.51^{g}	40.09±2.91^{j}	30.05±3.27^{k}
	1	30.15±2.70^{f}	53.18±5.07^{c}	60.45±5.30^{e}	111.68±4.19^{h}	52.66±2.50^{j}
	2	40.97±4.25^{de}	63.19±5.50^{b}	70.43±2.17^{c}	160.40±5.03^{de}	72.50±5.04^{h}
	3	57.34±1.20^{b}	85.03±4.10^{a}	95.09±6.11^{ab}	250.18±2.22^{a}	110.08±5.71^{d}
ข้าวเจ้าแดง	0	1.97±0.60^{g}	13.52±2.10^{e}	3.14±0.27^{h}	45.09±1.04^{i}	25.31±1.18^{l}
	1	33.01±3.45^{f}	45.21±5.47^{c}	54.80±1.30^{f}	120.16±2.81^{g}	48.70±5.62^{j}
	2	40.60±4.17^{de}	61.63±1.75^{b}	65.91±2.15^{d}	170.49±5.00^{d}	95.72±5.14^{e}
	3	65.08±5.00^{a}	79.85±4.33^{a}	100.54±5.18^{a}	240.59±4.11^{b}	117.53±4.79^{cd}
ข้าวหอมมะลิแดง	0	2.10±0.08^{g}	11.59±2.14^{e}	3.40±0.57^{gh}	42.91±1.05^{j}	23.44±0.94^{l}
	1	37.17±5.43^{ef}	35.08±1.81^{d}	57.33±1.26^{ef}	130.17±4.00^{f}	53.22±3.27^{j}
	2	48.39±0.25^{c}	60.90±1.20^{b}	62.70±5.14^{de}	160.90±1.24^{e}	79.50±1.77^{g}
	3	63.18±5.14^{ab}	85.02±1.47^{a}	90.64±2.06^{b}	230.88±2.09^{c}	120.00±4.35^{c}

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4 คุณภาพด้านจุลชีววิทยาของปลาส้มผสมข้าวพื้นเมืองสายพันธุ์ต่างๆ ในระหว่างการหมักที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน

สายพันธุ์ข้าว	เวลาหมัก (วัน)	จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ (CFU/g)					
		Salmonella sp.	*Staphylococcus aureus*	*Bacillus subtilis*	*Clostridium perfringens*[ns]	*Escherichia coli*	ยีสต์ และรา
ข้าวหอมมะลิ 105	0	$7.30\pm1.40^{a}\times10^{2}$	$5.46\pm1.15^{a}\times10^{4}$	$1.74\pm0.66^{a}\times10^{5}$	<10	$2.52\pm0.90^{a}\times10^{4}$	$8.50\pm1.80^{a}\times10^{3}$
	3	$<10^{b}$	$<10^{b}$	$6.85\pm1.61^{b}\times10^{2}$	<10	$<10^{b}$	$<10^{b}$
ข้าวเจ้าลอย	0	$6.45\pm1.07^{a}\times10^{2}$	$5.80\pm0.67^{a}\times10^{4}$	$0.92\pm0.80^{a}\times10^{5}$	<10	$3.18\pm0.74^{a}\times10^{4}$	$7.73\pm1.06^{a}\times10^{3}$
	3	$<10^{b}$	$<10^{b}$	$5.11\pm1.03^{b}\times10^{2}$	<10	$<10^{b}$	$<10^{b}$
ข้าวเจ้าเหลือง	0	$8.02\pm2.45^{a}\times10^{2}$	$4.46\pm1.80^{a}\times10^{4}$	$1.99\pm0.76^{a}\times10^{5}$	<10	$4.01\pm0.98^{a}\times10^{4}$	$9.07\pm1.29^{a}\times10^{3}$
	3	$<10^{b}$	$<10^{b}$	$5.43\pm1.12^{b}\times10^{2}$	<10	$<10^{b}$	$<10^{b}$
ข้าวเจ้าแดง	0	$7.89\pm1.52^{a}\times10^{2}$	$5.75\pm1.50^{a}\times10^{4}$	$1.56\pm0.54^{a}\times10^{5}$	<10	$3.04\pm0.72^{a}\times10^{4}$	$9.25\pm0.92^{a}\times10^{3}$
	3	$<10^{b}$	$<10^{b}$	$6.00\pm2.14^{b}\times10^{2}$	<10	$<10^{b}$	$<10^{b}$
ข้าวหอมมะลิแดง	0	$6.90\pm0.83^{a}\times10^{2}$	$6.01\pm1.97^{a}\times10^{4}$	$1.60\pm0.41^{a}\times10^{5}$	<10	$2.98\pm0.56^{a}\times10^{4}$	$8.69\pm1.51^{a}\times10^{3}$
	3	$<10^{b}$	$<10^{b}$	$6.40\pm0.90^{b}\times10^{2}$	<10	$<10^{b}$	$<10^{b}$

หมายเหตุ : 1) ค่าที่แสดงเป็นค่าเฉลี่ยของการทดลอง 3 ซ้ำ ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2) ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยตัวอักษรที่แตกต่างกันในแถวแนวตั้ง แสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ($p \le 0.05$) 3) ns คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ชี้วัดในตัวอย่างปลาส้มที่ผสมข้าวสายพันธุ์ที่แตกต่างกัน (ตารางที่ 4) พบว่า ตัวอย่างก่อนหมักทุกชุดการทดลองมีจุลินทรีย์ทั้ง 6 กลุ่ม ได้แก่ *Salmonella* sp., *S. aureus*, *B. subtilis*, *C. perfringens*, *E. coli* ยีสต์ และรา มีจำนวนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และหลังจากหมักครบ 3 วัน พบว่า *Salmonella* sp., *S. aureus*, *B. subtilis*, *E. coli* ยีสต์และรา มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยมีจำนวน *Salmonella* sp., *S. aureus*, *E. coli* ยีสต์ และรา ต่ำกว่า 10 CFU/g ส่วน *C. perfringens* มีจำนวนต่ำกว่า 10 CFU/g ทั้งก่อน และหลังการหมัก

อภิปรายผล

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาส้ม (มผช. 26/2557) ได้มีการกำหนดลักษณะเนื้อสัมผัส และสีของปลาส้มที่ดี โดยลักษณะเนื้อปลาส้มตัวต้องคงสภาพเป็นตัว เนื้อแน่น ไม่ยุ่ย สีต้องเป็นสีตามธรรมชาติของปลาส้ม ไม่มีสีคล้ำหรือสีผิดปกติ และต้องไม่พบการเจือปนของสีสังเคราะห์ (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2557) ในการทดลองนี้พบว่า ปลาส้มทุกชุดการทดลองที่ผลิตได้มีสีแดงอมชมพู โดยมีค่าสี *L**, *a** และ *b** แตกต่างกันออกไป ซึ่งเกิดจากชนิดหรือปริมาณของรงควัตถุที่มีอยู่ในข้าวแต่ละสายพันธุ์ที่ใช้ในการหมักปลาส้ม โดยในข้าวที่มีสีหลายสายพันธุ์จะมีสารแอนโธไซยานินซึ่งเป็นรงควัตถุที่ให้สีม่วง-แดง (Chen, et al., 2012; Chatthongpisut, et al., 2015) เมื่อทำการวิเคราะห์หาค่าความแน่นเนื้อของปลาส้ม พบว่า ตัวอย่างมีค่าความแน่นเนื้อไม่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาในภาพรวมแล้วจะเห็นได้ว่าปลาส้มทุกชุดการทดลองมีลักษณะเนื้อที่แน่น ไม่ยุ่ยหรือเละจนเกินไป นอกจากนั้นยังพบว่า ในระหว่างการหมักปลาส้ม ค่า pH ของปลาส้มจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาในการหมักที่เพิ่มขึ้น ซึ่งมีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมดในรูปกรดแลคติก การลดลงของค่า pH และการเพิ่มขึ้นของปริมาณกรดทั้งหมดในตัวอย่างมีความสอดคล้องกับผลจากการหมักปลาส้มด้วยเชื้อตั้งต้นของแบคทีเรียกรดแลคติกบริสุทธิ์ ได้แก่ *Lactobacillus plantarum* IFRPD P15 และ *Lactobacillus reuteri* IFRPD P17 (Saithong, et al., 2010)

ปริมาณ TCA-soluble peptides เป็นค่าที่ใช้บ่งชี้ถึงกิจกรรมของเอนไซม์ที่มีความสามารถในการย่อยโปรตีนโมเลกุลขนาดใหญ่ให้เป็นเปปไทด์สายสั้นๆ และค่า TBA number เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงอัตราการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) หรือการเกิดกลิ่นหืน (rancidity) ของไขมันในผลิตภัณฑ์อาหารทั้งในระหว่างการแปรรูป และระหว่างการเก็บรักษา (Hu, et al., 2004; Riebroy, et al., 2004) ผลจากการหมักด้วยแบคทีเรียที่มีความสามารถในการสร้างกรดแลคติกจะทำให้เกิดการย่อยสลายโปรตีนบางส่วนของปลาไปเป็นกรดอะมิโน จากนั้นกรดอะมิโนจะสลายตัวไปเป็นเอมีน กรด คีโตน แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ และไขมันบางส่วนของเนื้อปลาจะย่อยสลายไปเป็นกรดไขมัน และกลีเซอรอล นอกจากนี้ยังเกิดสารพวกคีโตน และอัลดีไฮด์ด้วย จึงทำให้มีปริมาณ TCA-soluble peptides และค่า TBA number เพิ่มขึ้น (Riebroy, et al., 2004; Skåra, et al., 2015) จากงานวิจัยนี้ปลาส้มที่มีการผสมข้าวหอมมะลิแดงจะมีค่า TBA number ต่ำที่สุด ซึ่งแสดงว่าข้าวที่ใช้เป็นส่วนผสมในการหมักมีผลต่อการเกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ จากรายงานของ Chatthongpisut, et al. (2015) พบว่า ในข้าวที่มีสีม่วง-แดงจะมีสารต้านการเกิดออกซิเดชัน (antioxidant compounds) เช่น สารประกอบฟีนอลิก และแอนโธไซยานิน สูงกว่าข้าวขาว ดังนั้นองค์ประกอบดังกล่าวอาจจะช่วยลดอัตราการเกิดกลิ่นหืนในตัวอย่างปลาส้มได้ นอกจากนั้นจากงานวิจัยของ Sumczynski, et al. (2016) พบว่า ข้าวหอมแดงของไทยมีปริมาณสารประกอบฟีนอลิก 285.5 ppm และมีกิจกรรมในการต้านอนุมูลอิสระเท่ากับ 21.7 และ 14.7 mmol TEAC/kg โดยวิเคราะห์ด้วยวิธี ABTS และ DPPH ตามลำดับ

ตัวอย่างปลาส้มที่ผลิตได้มีปริมาณสารไบโอเจนิกเอมีน ได้แก่ tryptamine, putrescine, cadaverine, histamine และ tyramine แตกต่างกันเพียงเล็กน้อย สารไบโอเจนิกเอมีนที่พบในตัวอย่างปลาส้มถือว่าเป็นตัวชี้วัดที่สำคัญในเรื่องของการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียที่ทำให้อาหารเน่าเสีย ในงานวิจัยนี้จะเห็นได้ว่าพบสาร histamine ในตัวอย่างทุกชุดการทดลองมีปริมาณสูงที่สุดเมื่อหมักครบ 3 วัน หากผู้บริโภครับประทานผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนสาร histamine เข้าไปในปริมาณมาก จะส่งผลให้เกิดอาการแพ้ เช่น มีผื่นคัน หน้าแดง แสบร้อนบริเวณปาก และปวดศีรษะ เป็นต้น ดังนั้นจึงควรควบคุมคุณภาพของปลา และผลิตภัณฑ์ และหาทางลดปริมาณของสาร histamine ให้อยู่ในเกณฑ์คุณภาพที่กำหนด และปลอดภัยต่อผู้บริโภค (อำพรรณ, 2556) นอกจากนี้แล้วยังมีการพบสารไบโอเจนิกเอมีนในอาหารหมักชนิดอื่น ดังในรายงานของวีรชัย และคนอื่นๆ (2556) ซึ่งพบว่า ในตัวอย่างไส้กรอกพื้นเมืองของไทย 3 ชนิด ได้แก่ ไส้กรอกอีสาน ไส้อั่ว และหม่ำ มีการพบสาร histamine ในปริมาณ 0.30-13.46, 0.23-33.97 และ 0.02-2.65 ppm ตามลำดับ ตรวจพบปริมาณ putrescine ในปริมาณ 0.17-15.97, 2.87-18.31 และ 7.36-49.11 ppm ตามลำดับ และตรวจพบปริมาณ cadaverine ในปริมาณ 0.11-1.95, 0.11-4.11 และ 0.09-8.88 ppm ตามลำดับ การกำหนดปริมาณการยอมรับสารฮิสตามีนในผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดจะมีความแตกต่างกันตามชนิดของปลา รวมถึงในแต่ละประเทศมีการกำหนดให้มีปริมาณฮิสตามีนได้ในปริมาณที่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามจะต้องมีได้ไม่เกิน 500 ppm ซึ่งหากเกินปริมาณที่กำหนดถือว่าผลิตชนิดนั้นเป็นอันตรายต่อผู้บริโภค (วงศ์ทิพา, 2551)

ผลการวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ชี้วัด ได้แก่ *Salmonella* sp., *S. aureus*, *B. subtilis*, *C. perfringens*, *E. coli* ยีสต์ และรา ในตัวอย่างปลาส้มที่ผลิตได้สอดคล้องกับรายงานของประกายแก้ว (2553) ซึ่งตรวจวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่วางจำหน่ายในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย ได้แก่ *Salmonella* sp., *S. aureus*, *E. coli*, *C. perfringens* ยีสต์ และรา พบว่า ปลาส้ม และปลาส้มไข่ปลามีการปนเปื้อนของยีสต์ และราอยู่ประมาณ 1,000 CFU/g ส่วนผลการตรวจวิเคราะห์หา *Salmonella* sp., *S. aureus*, *E. coli* และ *C. perfringens* พบว่า ไม่พบการปนเปื้อน โดยมีจำนวนต่ำกว่า 10 CFU/g ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนสำหรับผลิตภัณฑ์ปลาส้มได้กำหนดไว้ว่าในปลาส้มจะต้องตรวจไม่พบ *Salmonella* sp. ในตัวอย่าง 25 กรัม จำนวน *S. aureus* ต้องน้อยกว่า 100 CFU/g จำนวน *B. subtilis* ต้องน้อยกว่า 1,000 CFU/g จำนวน *C. perfringens* ต้องน้อยกว่า 1,000 CFU/g จำนวน *E. coli* ต้องน้อยกว่า 3 MPN/g (ไม่พบการปนเปื้อนหรือมีจำนวนต่ำกว่า 10 CFU/g) และจำนวนยีสต์ และราต้องน้อยกว่า 1,000 CFU/g (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2557) ดังนั้นจึงสรุปได้ว่า ปลาส้มที่ผลิตขึ้นในงานวิจัยนี้มีคุณภาพ และมีความปลอดภัยเหมาะแก่การนำมาบริโภค เนื่องจากมีคุณภาพด้านจุลินทรีย์เป็นไปตามที่มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกำหนด

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่เอื้อเฟื้อเครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์ และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ดวงพร ภู่ผะกา. (2559). ความหลากหลายของพันธุ์ข้าวพื้นเมืองเพื่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์เสริมอาหาร และอาหารสุขภาพของจังหวัดฉะเชิงเทรา. **วารสารวิทยาศาสตร์ มข.**, **44**(3), 566-578.

นันทิยา พนมจันทร์ และวิจิตรา อมรวิริยะชัย. (2554). ความหลากหลายทางพันธุกรรมของข้าวพื้นเมืองบริเวณลุ่มน้ำทะเลน้อย จังหวัดพัทลุง โดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยาของเมล็ด. **วารสารหาดใหญ่วิชาการ**, **9**(1), 25-31.

ประกายแก้ว แก้วอินต๊ะ. (2553). **การตรวจหาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ปลาหมักที่วางจำหน่ายในอำเภอพาน จังหวัดเชียงราย.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.

วงศ์ทิพา โรจนประภพ. (2551). **ฮีสตามีน (Histamine) สารที่ทำให้เกิดอาการแพ้เมื่อรับประทานอาหารทะเล**. กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาศักยภาพนักวิทยาศาสตร์ห้องปฏิบัติการ กรมวิทยาศาสตร์บริการ.

วนิดา แซ่จึง และรณกร สร้อยนาค. (2556). **เพิ่มรายผลิตภัณฑ์จากปลาส้มเพื่อขยายช่องทางการตลาดของกลุ่มผู้ผลิตปลาส้มกว๊านพะเยา**. กรุงเทพฯ : โครงการคลินิกเทคโนโลยี กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

วีรชัย สิงห์ทอง, พรพิมล ม่วงไทย และนวลลออ รัตนวิมานวงศ์. (2556). การวิเคราะห์หาปริมาณไบโอจีนิกเอมีนบางชนิดในไส้กรอกพื้นเมืองไทย.**วารสารมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ (สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี)**, **5**(10), 36-49.

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สำนักงาน. (2557). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน ปลาส้ม (มผช.26/2557)**. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

อำพรรณ ชัยกุลเสรีวัฒน์. (2556). **การลดปริมาณฮีสตามีนในปลา และผลิตภัณฑ์ปลาโดยจุลินทรีย์**. วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

AOAC. (2000). **Official Methods of Analysis of AOAC International**. (17 th ed). Gaithersburg, Maryland, USA: AOAC International.

Chatthongpisut, R., Schwartz, S.J., & Yongsawatdigul, J. (2015). Antioxidant activities and antiproliferative activity of Thai purple rice cooked by various methods on human colon cancer cells. **Food Chemistry**, **188**, 99-105.

Chen, X.Q., et al. (2012). Anti-oxidative analysis, and identification and quantification of anthocyanin pigments in different coloured rice. **Food Chemistry**, **135**, 2783-2788.

Hu, Y., Xia, W., & Ge, C. (2008). Characterization of fermented silver carp sausages inoculated with mixed starter culture. **LWT-Food Science and Technology**, **41**, 730-738.

Jittrepotch, N., Rojsuntornkitti, K., & Kongbangkerd, T. (2015). Physico-chemical and sensory properties of *Plaa-som*, a Thai fermented fish product prepared by using low sodium chloride substitutes. **International Food Research Journal**, **22**(2), 721-730.

Kopermsub, P. & Yunchalard, S. (2010). Identification of lactic acid bacteria associated with the production of *plaa-som*, a traditional fermented fish product of Thailand. **International Journal of Food Microbiology**, **138**, 200-204.

Riebroy, S., et al. (2004). Some characteristics of commercial *Som-fug* produced in Thailand. **Food Chemistry**, **88**, 527-535.

Saithong, P., et al. (2010). Use of a starter culture of lactic acid bacteria in *plaa-som*, a Thai fermented fish. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, **110**(5), 553-557.

Skåra, T., et al. (2015). Fermented and ripened fish products in the Northern European countries. **Journal of Ethnic Foods**, **2**, 18-24.

Sumczynski, D., et al. (2016). Determination of contents and antioxidant activity of free and bound phenolics compounds and *in vitro* digestibility of commercial black and red rice (*Oryza sativa* L.) varieties. **Food Chemistry**, **211**, 339-346.

US Food and Drug Administration. (2001). **Bacteriological Analytical Manual (BAM)**. Washington DC : New Hampshire Avenue, Department of Health and Human Services.