

ชื่อโครงการ “การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไส้กรอกปลาในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น”

พรทิพย์ ปิ่นจุไร¹⁾ สมาน หมั่นน้อย¹⁾ ภัทวรา ปฐมรังษิยังกุล*¹⁾ ไพโรจน์ วิริยจารี²⁾ และศรัล วรณพันธ์³⁾

1) ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

2) ภาควิชาเทคโนโลยีการพัฒนาลิขสิทธิ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

3) ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

*หัวหน้าโครงการ Email: patavara@chiangmai.ac.th

บทคัดย่อ

ไส้กรอกปลาที่บรรจุในถุงแบบสุญญากาศและเก็บรักษาแบบแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5°C และ 10°C ได้ถูกสุ่มมาวิเคราะห์คุณภาพในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 คุณภาพที่วิเคราะห์ได้แก่ ปริมาณความชื้น pH Thiobarbituric acid value (TBA value) แรงเจือปน ค่าสี Hunter Lab จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) และคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นและแรงเจือปน ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อ pH ($p>0.05$) แต่อุณหภูมิมีผลต่อ pH ($p\leq 0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น TBA value และ TPC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p\leq 0.05$) ไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C มี TBA value และ TPC ต่ำกว่าที่ 10°C ($p\leq 0.05$) ค่าสี Hunter Lab คงที่ในช่วงเวลาเก็บรักษา 7 – 35 วัน ($p>0.05$) เมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบยอมรับคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาลดลง ($p\leq 0.05$) ตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 5°C ได้รับการยอมรับมากกว่าตัวอย่างที่เก็บรักษาที่ 10°C ($p\leq 0.05$) จากการพิจารณาค่า TPC และการยอมรับโดยรวมสามารถสรุปได้ว่าไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C และ 10°C มีอายุการเก็บรักษาเท่ากับ 28 และ 14 วัน ตามลำดับ

คำสำคัญ : ไส้กรอก การแช่เย็น การเก็บรักษา คุณภาพ

1.บทนำ

โดยทั่วไปแล้วการเก็บรักษาและการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไส้กรอกจะกระทำกันที่สภาวะแช่เย็น โดยใช้ตู้แช่เย็น ตู้เย็น ชั้นวางสินค้าที่มีอากาศเย็นไหลผ่านในซูเปอร์มาร์เก็ตและในร้านมินิมาร์ท หรือใช้ความเย็นจากน้ำแข็ง การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของไส้กรอกทำให้สามารถกำหนดอายุการเก็บรักษาหรืออายุการวางจำหน่ายผลิตภัณฑ์ไส้กรอกได้ (ปราณีตา และคณะ, 2543; สุภาพร, 2546; Pexara et al., 2002 และ Raju et al., 2003) งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางเคมี ทางกายภาพ ทางจุลชีววิทยา และทางประสาทสัมผัส ของไส้กรอกปลานิลที่มีการเติมพริกแกงเขียวหวานเพื่อให้มีรสชาติ

แบบไทย และเพิ่มคุณค่าทางอาหารโดยการใส่เห็ดหอม ถั่วงอก และใบโหระพา โดยทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพที่อุณหภูมิ 5°C และ 10°C เพื่อหาข้อสรุปถึงอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์นี้

2.วิธีการทดลอง

2.1 การผลิตไส้กรอกปลา

สูตรของพริกแกงเขียวหวานประกอบด้วยพริกชี้หนู 17.11% กระเทียม 20.39% หอมแดง 18.35% ข่า 5.20% ตะไคร้ 18.35% รากผักชี 5.81% ลูกผักชีคั่ว 2.45% ยี่หร่าคั่ว 1.33% ผิวมะกรูด 1.12% กะปิ 4.59% เกลือป่น 3.26% และพริกไทยเม็ด 2.04% เตรียมพริก

แกงเขียวหวานโดยนำรากผักชี พริกไทยเม็ด ผิวมะกรูด และข่า ไปตำในครกให้ละเอียด แล้วนำไปบดรวมกับ ส่วนผสมที่เหลือในเครื่องเตรียมอาหาร (Model MK 50800, Siemens, Germany) ใช้เวลาบด 10 นาที

การผลิตไส้กรอกปลาใช้เนื้อปลานิล ครั้งละ 500 g มันหมู 75.0 g แป้งข้าวโพด 15.0 g เกลือป่น 12.5 g น้ำตาล 7.5 g พริกไทยป่น 5.0 g โซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต 1.5 g ไข่ขาวจากไข่ไก่ 10.0 g พริกแกงเขียวหวาน 40.0 g เติมหอมสด 9.4 g ถั่วฝักยาว 5.1 g ใบโหระพา 5.5 g และน้ำแข็งโม้ 75.0 g ทำการผลิตไส้กรอกปลา โดยบดเนื้อปลาด้วยเครื่องเตรียมอาหาร แล้วนำไปแช่ แช่แข็งในตู้แช่แข็งที่มีอุณหภูมิ 0 ถึง -5°C ทำเช่นเดียวกันนี้กับ มันหมู หั่นเห็ดหอม ถั่วฝักยาวและใบโหระพาให้เป็นชิ้นเล็กๆ นำวัตถุดิบทั้งหมดมาสับขนาดในเครื่องเตรียมอาหาร โดยใส่เนื้อปลาและเกลือ สับขนาด 3 นาที เติมไข่ขาวและโซเดียมไตรโพลีฟอสเฟต สับขนาด 1 นาที เติมมันหมู สับขนาด 3 นาที เติมพริกไทยป่น น้ำตาล และแป้งข้าวโพด สับขนาด 1 นาที เติมพริกแกงเขียวหวาน เติมหอม ถั่วฝักยาวและใบโหระพา สับขนาด 2 นาที โดยระหว่างการสับขนาดให้ใส่น้ำแข็งเป็นระยะๆ เพื่อควบคุมอุณหภูมิไม่ให้เกิน 15°C บรรจุส่วนผสมในไส้คอลลาเจนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.3 cm (Nippi Incorporated, Japan) โดยใช้เครื่องบรรจุไส้กรอก มัดไส้กรอกให้มีความยาวประมาณ 4 cm ด้วยเชือก ต้มไส้กรอกในน้ำร้อนอุณหภูมิประมาณ 65°C นาน 45 นาที ทำให้ไส้กรอกเย็นโดยแช่ในน้ำเย็น ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำ ตัดไส้กรอกออกมาเป็นแท่ง แกะเชือกออก

2.2 การเตรียมตัวอย่าง

บรรจุไส้กรอกปลาในถุงพลาสติกชนิด LLDPE/Nylon ถุงละประมาณ 150 g ปิดผนึกถุงด้วยเครื่องปิดผนึก (Model VM 2010, Audiovac, U.S.A.) แบบสุญญากาศ โดยดูดอากาศออกจากถุง 12 วินาที ก่อนปิดผนึกปากถุงด้วยความร้อน แยกผลิตภัณฑ์แบบสุ่มออกเป็นสองกลุ่ม กลุ่มแรกนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่มีอุณหภูมิ 5°C กลุ่มที่สองนำไปเก็บรักษาในตู้เย็นที่มี

อุณหภูมิ 10°C สุ่มไส้กรอกปลากลุ่มละสองถุง ในวันที่ 0, 7, 14, 21, 28 และ 35 ไปวิเคราะห์คุณภาพ

2.3 การวิเคราะห์คุณภาพ

2.3.1 ไส้กรอกปลาตัวอย่างเริ่มต้น

ทำการวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า แล้วคำนวณผลต่าง (by difference) เป็นปริมาณคาร์โบไฮเดรต และวัด pH ตามวิธีของ AOAC (1998) หาปริมาณเส้นใยและ Thiobarbituric acid value (TBA value) ตามวิธีของ ลักขณา และนิธิยา (2544) คำนวณหาพลังงานตามวิธีของ Pearson (1976) วัดค่าสีของตัวอย่างที่บดแล้ว ในระบบ Hunter Lab ด้วยเครื่องวัดสี (Model CR-310, Minolta, Japan) วัดค่าแรงฉีกด้วยเครื่องวัด Instron Universal Testing Machine Series 5565, U.S.A. ใช้หัววัดชนิด Warner Bratzler Meat Shear Compression น้ำหนัก load cell 5 kg ความเร็วของ crosshead 200 mm/min ระยะทางในการเคลื่อนที่ลงทั้งหมดเท่ากับ 5 cm และมีแรงกระทบกลับ 60%

ตรวจหาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (TPC) จำนวนเชื้อราและยีสต์ จำนวนโคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* ตามวิธีของ AOAC (1998) ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ด้วยผู้ทดสอบชิมที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 8 คน ใช้วิธี Ideal ratio technique ตามวิธีของ ไพโรจน์ (2539) คุณลักษณะที่ประเมินคือ สีปรากฏ กลิ่นรสแกงเขียวหวาน กลิ่นรสปลา ความเผ็ด รสเค็ม ความแน่น เนื้อ และการยอมรับโดยรวม โดยเปรียบเทียบระดับความเข้มข้นของคุณลักษณะนั้นๆ ของตัวอย่าง กับความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติเป็นค่าอัตราส่วน ถ้าค่าอัตราส่วน = 1.0 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นดีที่สุดในเหมือนกับผลิตภัณฑ์ในอุดมคติ ถ้าค่าอัตราส่วน <1.0 หรือ >1.0 แสดงว่าคุณลักษณะนั้นมีความเข้มข้นน้อยกว่าหรือมากกว่าความเข้มข้นของผลิตภัณฑ์ในอุดมคติตามลำดับ สำหรับคุณลักษณะการยอมรับโดยรวมจะมีค่าอัตราส่วนมากที่สุดคือ 1.0 ถ้าคุณลักษณะนี้มีค่า < 0.5 แสดงว่าตัวอย่างไม่เป็นที่ยอมรับอีกต่อไป

2.3.2 ตัวอย่างไส้กรอกปลาในระหว่างการเก็บรักษา

วิเคราะห์ปริมาณความชื้น pH TBA value ค่าสี Hunter Lab แรงเฉือน TPC และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส ตามวิธีในข้อ 2.3.1

2.4 การวิเคราะห์ทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance) ของข้อมูลตามขั้นตอนการวิเคราะห์แบบ general linear model ของโปรแกรม SPSS 10.0 วิเคราะห์ผลแบบ factorial in complete randomized design ที่มีสองปัจจัยคืออุณหภูมิในการเก็บรักษาและระยะเวลาเก็บรักษา เพื่อวิเคราะห์ผลโดยรวม (pool analysis) ถ้าปัจจัยทดลองมีผลต่อคุณภาพใดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) จะเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของคุณภาพนั้นแบบ Duncan และวิเคราะห์ความแปรปรวนของคุณภาพของทุกสิ่งทดลองด้วย

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 คุณภาพของตัวอย่างเริ่มต้น

ไส้กรอกปลาเริ่มต้น (รูปที่ 1) มีปริมาณองค์ประกอบทางเคมี proximate analysis ดังนี้ ความชื้น 71.98% โปรตีน 12.36% ไขมัน 9.91% เถ้า 1.71% และคาร์โบไฮเดรต 4.04% มีปริมาณเส้นใย 2.01% pH 6.37 ค่าสี Lab เท่ากับ 70.76, -3.90 และ 17.00 ตามลำดับ ค่าแรงเฉือน 24.80 N ให้พลังงาน 155 kcal/100g TPC 3.89 Log cfu/g ตรวจไม่พบยีสต์ และรา โคลิฟอร์ม และ *E. coli* ผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสแสดงในรูปที่ 2 พบว่าคุณลักษณะทั้งหมดของไส้กรอกปลามีค่าเท่ากับหรือค่าใกล้เคียง 1.00 แสดงว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับผลิตภัณฑ์เป็นอย่างดี

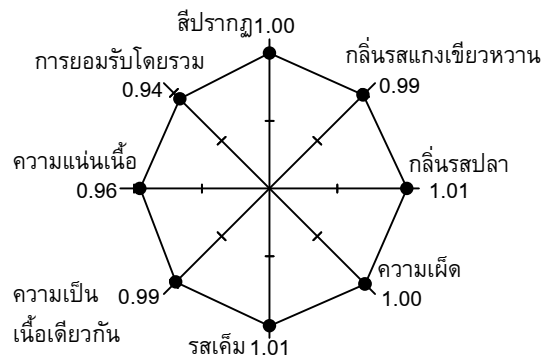
3.2 การเปลี่ยนแปลงของปริมาณความชื้น

จากการทดลองพบว่าระยะเวลาเก็บรักษา และอุณหภูมิในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นทั้งสองอุณหภูมิ ไม่มีผลต่อปริมาณความชื้นของไส้กรอกปลา ($p > 0.05$)

โดยปริมาณความชื้นมีค่าอยู่ในช่วง 71.04–72.52% การคงที่ของปริมาณความชื้นอาจเนื่องจากถุงพลาสติกที่ใช้มีความสามารถในการป้องกันการผ่านเข้าออกของปริมาณความชื้นได้ดี มีรายงานการคงที่ของปริมาณความชื้นของไส้ซอสเซสที่บรรจุแบบสุญญากาศในถุงชนิดไครโอแวค ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °C (Lin and Lin, 2002a; Lin and Lin, 2002b)



รูปที่ 1 ไส้กรอกปลาในวันเริ่มต้น



รูปที่ 2 คุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลาเริ่มต้น

3.3 การเปลี่ยนแปลงของ pH

pH ของไส้กรอกปลาแสดงในตารางที่ 1 พิจารณาผลทางสถิติโดยรวมพบว่า pH ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5 °C สูงกว่า pH ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 10 °C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น พบแนวโน้มการลดลงเล็กน้อยของ pH ของไส้กรอกปลาแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

เมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มการลดลงของ pH ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C แต่การลดลงนี้ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ สำหรับในไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 10°C มีการลดลงของ pH ที่เร็วกว่าที่ 5°C โดย pH ของไส้กรอกปลาในวันที่ 35 ต่ำกว่าในวันที่ 0 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) Pexara et al. (2002) และ Raju et al. (2003) ได้รายงาน bahwa ไส้กรอกที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่ามีการลดลงของ pH รวดเร็วกว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำกว่า การลดลงของ pH อาจเกิดจากแบคทีเรียมีแอกติวิตีในการสลายสตาโรลและน้ำตาลที่มีในผลิตภัณฑ์ไปเป็นกรด

ตารางที่ 1 การเปลี่ยนแปลงของ pH (Mean±S.D.)

วันที่	pH		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	6.37 ± 0.07 ^{bc*}	6.37 ± 0.07 ^{bc}	6.37 ± 0.06
7	6.54 ± 0.06 ^c	6.42 ± 0.04 ^{bc}	6.48 ± 0.08
14	6.18 ± 0.03 ^{bc}	5.76 ± 0.88 ^{abc}	5.97 ± 0.56
21	6.24 ± 0.36 ^{bc}	5.66 ± 0.22 ^{ab}	5.95 ± 0.42
28	6.10 ± 0.38 ^{abc}	5.72 ± 0.18 ^{abc}	5.91 ± 0.33
35	6.18 ± 0.00 ^{bc}	5.28 ± 0.56 ^a	5.73 ± 0.61
เฉลี่ย [★]	6.27 ± 0.22^(b)	5.87 ± 0.61^(a)	

*ตัวเลขธรรมดาที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กกำกับค่าแตกต่างกัน แสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

★ตัวเลขตัวเข้มในแถวเดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในเครื่องหมายวงเล็บกำกับค่าแตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

▲ตัวเลขตัวเข้มในสดมภ์เดียวกันที่มีตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่กำกับค่าแตกต่างกันแสดงว่าเป็นค่าที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

3.4 การเปลี่ยนแปลงของ TBA value

การเกิดลิพิดออกซิเดชันประเมินได้จาก TBA value ผลการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 2 จากการวิเคราะห์โดยรวมพบว่าทั้งอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อ TBA value โดย TBA value ของไส้กรอกปลาในช่วง 7 วันแรก ต่ำกว่าในช่วงวันที่ 14–35 ($p \leq 0.05$) และการเก็บรักษาที่ 10°C ส่งผลให้ TBA value ของไส้

กรอกปลาสูงกว่าการเก็บรักษาที่ 5°C ($p \leq 0.05$) นิธิยา (2545) กล่าวว่าอัตราเร็วของการเกิดปฏิกิริยาไลพิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น จากผลการวิเคราะห์ในงานวิจัยนี้แสดงว่าการเก็บรักษาไส้กรอกปลาที่อุณหภูมิ 5°C ช่วยลดการเกิดลิพิดออกซิเดชันได้ เมื่อเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น มีแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของ TBA value ในไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C และที่ 10°C อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) Igene and Pearson (1979) กล่าวว่าถ้า TBA value ในผลิตภัณฑ์เนื้อน้อยกว่า 1 มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก. หมายถึงผลิตภัณฑ์ยังไม่มีกลิ่นรสเหม็นหืนและกลิ่นเหม็นหืน และถ้า TBA value มีค่า 1–2 มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก. หมายถึงผลิตภัณฑ์มีกลิ่นรสและกลิ่นเหม็นหืนเล็กน้อย เมื่อประยุกต์ใช้เกณฑ์นี้กับไส้กรอกปลา อาจพิจารณาได้ว่าไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C มีกลิ่นรสและกลิ่นเหม็นหืนเล็กน้อยในระหว่างวันที่ 14–35 สำหรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 10°C พบว่าไม่มีกลิ่นรสและกลิ่นเหม็นหืนเฉพาะในวันเริ่มต้นเท่านั้น

ได้มีการรายงานถึงการเพิ่มขึ้นของ TBA value เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในไส้กรอกหมู ที่ 10°C (พัชรีย์, 2545) และในไส้กรอกโบลญญา ที่ 4°C (Fernández-Ginés, 2003)

ตารางที่ 2 การเปลี่ยนแปลงของ TBA value (Mean±S.D.)

วันที่	TBA value (มก.มาโลนัลดีไฮด์/กก.)		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	0.90 ± 0.03 ^{a*}	0.90 ± 0.03 ^a	0.90 ± 0.03^A
7	0.86 ± 0.08 ^a	1.26 ± 0.05 ^{bc}	1.06 ± 0.24^A
14	1.13 ± 0.08 ^{ab}	1.79 ± 0.04 ^d	1.46 ± 0.38^B
21	1.26 ± 0.12 ^{bc}	1.48 ± 0.05 ^{bcd}	1.37 ± 0.14^B
28	1.52 ± 0.13 ^{cd}	1.60 ± 0.16 ^{cd}	1.56 ± 0.13^B
35	1.78 ± 0.26 ^d	1.31 ± 0.33 ^{bc}	1.54 ± 0.37^B
เฉลี่ย [★]	1.24 ± 0.36^(a)	1.39 ± 0.32^(b)	

ความหมายของสัญลักษณ์ * ★ และ ▲ เหมือนตารางที่ 1

3.5 การเปลี่ยนแปลงของแรงเฉือน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติโดยรวมพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษาไม่มีผลกระทบต่อ

ค่าแรงเฉือนของไส้กรอกปลา ($p>0.05$) ค่าแรงเฉือนของไส้กรอกปลามีค่าอยู่ในช่วง 20.76 - 24.80 N การที่ค่าแรงเฉือนในระหว่างการเก็บรักษาไส้กรอกปลาไม่เปลี่ยนแปลงแสดงให้เห็นว่าระบบบิโกลชันของน้ำกับไขมันที่มี myofibrillar protein เป็น emulsifier มีความเสถียร มีรายงานความคงที่ของแรงเฉือนของไส้กรอกหมูระหว่างการเก็บรักษาที่ 10°C (พัชรีย์, 2545) และแรงเฉือนของผลิตภัณฑ์ปลายอที่เก็บรักษาที่ 5°C ไม่แตกต่างกับที่ 10°C (สุภาพร, 2546)

3.6 การเปลี่ยนแปลงของค่า L

ตารางที่ 3 แสดงค่า L (ความสว่าง) ของไส้กรอกปลาในระหว่างการเก็บรักษา จากผลทางสถิติโดยรวมและผลการวิเคราะห์เฉพาะการเก็บรักษาที่อุณหภูมิเดียวกัน (ที่ 5°C หรือ 10°C) พบว่าไส้กรอกปลาที่มีความสว่างมากที่สุดในวันเริ่มต้นแล้วลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 7 ($p\leq 0.05$) แต่หลังจากนั้นความสว่างมีแนวโน้มคงที่ แต่อุณหภูมิไม่มีผลต่อความสว่างของไส้กรอกปลา ($p>0.05$) แสดงว่าในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นที่ทำการศึกษานี้สามารถทำให้เกิดความคงตัวทางด้านความสว่างให้แก่ผลิตภัณฑ์ได้เหมือนกัน มีรายงานการคงที่ของความสว่างในระหว่างการเก็บรักษาไส้กรอกหมู (พัชรีย์, 2545) ผลิตภัณฑ์ปลายอ (สุภาพร, 2546) ชินีสซอสเซจ (Lin and Lin, 2002b) ไส้กรอกโบลญญา (Fernández-Ginés et al., 2003) และแฮม (Houser et al., 2003)

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงของค่า L (Mean±S.D.)

วันที่	ค่า L		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	70.76 ± 0.01 ^{d*}	70.76 ± 0.01 ^d	70.76±0.01^C
7	68.32 ± 1.67 ^{abc}	68.37 ± 0.59 ^{abc}	68.83±1.03^{AB}
14	68.09 ± 0.30 ^{abc}	69.87 ± 1.26 ^{cd}	68.98±1.27^B
21	68.04 ± 0.70 ^{abc}	69.46 ± 0.93 ^{bcd}	68.76±1.06^{AB}
28	68.36 ± 0.59 ^{abc}	68.52 ± 1.20 ^{ab}	68.44±0.77^{AB}
35	67.01 ± 0.61 ^a	67.78 ± 0.11 ^{ab}	67.39±0.57^A
เฉลี่ย [*]	68.43 ± 1.33	69.13 ± 1.22	

ความหมายของสัญลักษณ์ * ♣ และ ▲ เหมือนตารางที่ 1

3.7 การเปลี่ยนแปลงของค่า a

จากตารางที่ 4 ค่า a ทั้งหมดเป็นลบ แตกต่างจากไส้กรอกทั่วไปซึ่งมักจะมีค่า a เป็นบวก ค่า a ที่เป็นลบแสดงถึงความเป็นสีเขียวของไส้กรอกปลาซึ่งน่าจะเกิดเนื่องจากผลิตภัณฑ์นี้มีการเติมวัตถุดิบที่มีสีเขียว ได้แก่ ฟริกแกงเขียวหวาน ถั่วฝักยาว และใบโหระพา เมื่อพิจารณาผลของปัจจัยโดยรวมพบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อค่าความเป็นสีเขียว โดยไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C มีความเป็นสีเขียวน้อยกว่า (มีค่า a ติดลบน้อยกว่า) ที่ 10°C ($p\leq 0.05$) และไส้กรอกปลามีความเป็นสีเขียวกว่าที่สุดในวันที่ 0 ต่อจากนั้นลดลงในวันที่ 7 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq 0.05$) แล้วมีค่าค่อนข้างคงที่ ($p>0.05$) ค่า a ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C หรือ 10°C มีความคงตัวในช่วงวันที่ 7–35 ($p>0.05$) และที่ระยะเวลาเก็บรักษาวันเดียวกันค่า a ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นที่อุณหภูมิทั้งสองมีค่าไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) ผลการทดลองทั้งหมดแสดงให้เห็นว่าความเป็นสีเขียวของไส้กรอกปลาค่อนข้างคงตัวตลอดเวลาของการเก็บรักษา

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงของค่า a (Mean±S.D.)

วันที่	ค่า a		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	-3.90 ± 0.11 ^{a*}	-3.90 ± 0.11 ^a	-3.90 ± 0.09^A
7	-2.68 ± 0.00 ^{bc}	-2.61 ± 0.05 ^{bc}	-2.65 ± 0.06^{BC}
14	-2.56 ± 0.39 ^{bc}	-2.97 ± 0.12 ^b	-2.76 ± 0.33^B
21	-2.56 ± 0.05 ^{bc}	-3.01 ± 0.16 ^b	-2.78 ± 0.27^B
28	-2.58 ± 0.15 ^{bc}	-2.74 ± 0.25 ^b	-2.66 ± 0.19^{BC}
35	-2.26 ± 0.33 ^c	-2.60 ± 0.05 ^{bc}	-2.43 ± 0.28^C
เฉลี่ย [*]	-2.76 ± 0.57^(b)	-2.97 ± 0.47^(a)	

ความหมายของสัญลักษณ์ * ♣ และ ▲ เหมือนตารางที่ 1

3.8 การเปลี่ยนแปลงของค่า b

พิจารณาผลของปัจจัยโดยรวมในตารางที่ 5 พบว่าอุณหภูมิมีผลต่อค่า b (ความเป็นสีเหลือง) โดยการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ (5°C) ทำให้ค่า b สูงกว่าเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูง (10°C) ($p\leq 0.05$) เมื่อพิจารณาผลของอายุการเก็บรักษาพบว่าไส้กรอกปลามีค่า b สูงสุดในวันที่ 0

จากนั้นหาค่าลดลงในวันที่ 7 ($p \leq 0.05$) แล้วคงที่ถึงวันที่ 35 ($p > 0.05$)

สำหรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 10°C มีแนวโน้มของข้อมูลเช่นเดียวกับการวิเคราะห์โดยรวม แต่สำหรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C พบความคงตัวของค่า b ตลอดช่วงเวลา 35 วัน ($p > 0.05$)

ที่ทุกๆ ช่วงเวลาของการเก็บรักษาค่า b ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C และ 10°C มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภาพร (2546) และ Houser et al. (2003)

ตารางที่ 5 การเปลี่ยนแปลงของค่า b (Mean $\pm$ S.D.)

วันที่	ค่า b		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	17.00 $\pm$ 0.04 ^{b*}	17.00 $\pm$ 0.04 ^b	17.00 $\pm$ 0.03 ^B
7	16.12 $\pm$ 0.18 ^{ab}	16.18 $\pm$ 0.26 ^{ab}	16.15 $\pm$ 0.18 ^A
14	16.26 $\pm$ 0.01 ^{ab}	15.65 $\pm$ 0.03 ^a	15.96 $\pm$ 0.35 ^A
21	16.11 $\pm$ 0.79 ^{ab}	15.60 $\pm$ 0.26 ^a	15.85 $\pm$ 0.57 ^A
28	16.16 $\pm$ 0.88 ^{ab}	15.48 $\pm$ 0.06 ^a	15.82 $\pm$ 0.64 ^A
35	16.18 $\pm$ 0.43 ^{ab}	15.74 $\pm$ 0.47 ^a	15.96 $\pm$ 0.44 ^A
เฉลี่ย [*]	16.30 $\pm$ 0.50 ^(b)	15.94 $\pm$ 0.57 ^(a)	

ความหมายของสัญลักษณ์ * ♣ และ ♠ เหมือนตารางที่ 1

3.9 การเปลี่ยนแปลงของ TPC

จากตารางที่ 6 เมื่อพิจารณาทางสถิติโดยรวมและพิจารณาระหว่างสิ่งทดลอง พบว่าทั้งอุณหภูมิและเวลาในการเก็บรักษามีผลต่อ TPC โดย TPC ของไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C ต่ำกว่าการเก็บรักษาที่ 10°C ($p \leq 0.05$) และเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น TPC มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ($p \leq 0.05$)

การเพิ่มขึ้นของ TPC ในช่วงเวลา 28 วัน ในไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C ช้ากว่าในไส้กรอกปลาที่

เก็บรักษาที่ 10°C โดยเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.07 และ 0.11 Log cfu/g ต่อวัน ตามลำดับ ผลการทดลองนี้เป็นไปในทางเดียวกับ ในไส้กรอกหมูที่เก็บรักษาในสภาวะสุญญากาศ โดย TPC ในไส้กรอกหมูที่เก็บรักษาที่ 4°C น้อยกว่าที่ 10°C ในระหว่างช่วงเวลาเก็บรักษา 20 วัน (Pexara et al., 2002) และในไส้กรอกจากปลาทรายแดงหางยาวที่เก็บรักษาที่ 28°C พบว่า TPC เพิ่มขึ้นเร็วมากภายในเวลา 2 วัน แต่เพิ่มขึ้นช้าๆ เมื่อเก็บรักษาที่ 6°C (Raju et al., 2003)

เนื่องจากขณะนี้ยังไม่มีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมสำหรับไส้กรอกปลา ในที่นี้จึงใช้เกณฑ์มาตรฐานของอาหารที่มีลักษณะใกล้เคียง คือมาตรฐานด้านจุลชีววิทยาของลูกชิ้นปลา ซึ่งกำหนดว่าปริมาณ TPC ในผลิตภัณฑ์ต้องน้อยกว่า Log 6 cfu/g (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2536) มาเป็นเกณฑ์วัดคุณภาพของไส้กรอกปลา จากตารางที่ 6 จะเห็นว่า TPC ในไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C และ 10°C เป็นไปตามเกณฑ์ดังกล่าวเมื่อเก็บรักษาภายในเวลา 28 วัน และ 14 วันตามลำดับ อย่างไรก็ตามการสรุปถึงระยะเวลาการเก็บรักษาไส้กรอกปลาที่ส่งอุณหภูมิดังกล่าว ต้องนำคุณภาพทางประสาทสัมผัสมาประกอบการพิจารณาด้วย ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

ตารางที่ 6 การเปลี่ยนแปลงของ TPC (Mean $\pm$ S.D.)

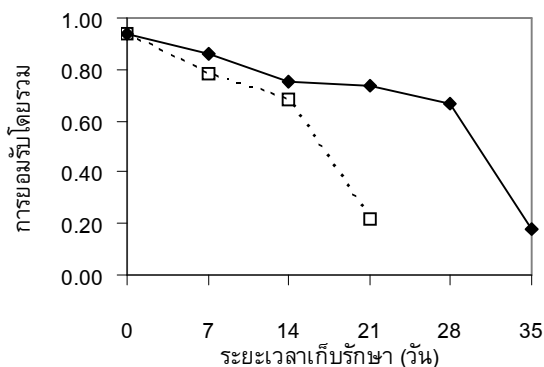
วันที่	Total plate count (TPC) (Log cfu/g)		
	5°C	10°C	เฉลี่ย [▲]
0	3.89 $\pm$ 0.07 ^{a*}	3.89 $\pm$ 0.07 ^a	3.89 $\pm$ 0.06 ^A
7	4.56 $\pm$ 0.07 ^b	5.67 $\pm$ 0.08 ^e	5.12 $\pm$ 0.64 ^B
14	5.14 $\pm$ 0.05 ^c	5.90 $\pm$ 0.06 ^f	5.52 $\pm$ 0.44 ^C
21	5.40 $\pm$ 0.05 ^d	6.36 $\pm$ 0.05 ^g	5.88 $\pm$ 0.56 ^D
28	5.86 $\pm$ 0.06 ^f	7.10 $\pm$ 0.07 ^h	6.48 $\pm$ 0.72 ^E
35	7.30 $\pm$ 0.05 ⁱ	7.31 $\pm$ 0.03 ⁱ	7.30 $\pm$ 0.03 ^F
เฉลี่ย [♣]	5.36 $\pm$ 1.11 ^(a)	6.04 $\pm$ 1.18 ^(b)	

ความหมายของสัญลักษณ์ * ♣ และ ♠ เหมือนตารางที่ 1

3.10 การเปลี่ยนแปลงของคุณภาพทางประสาท

สัมผัส

จากค่าอัตราส่วนของคุณลักษณะการยอมรับโดยรวม (รูปที่ 3) พบว่าผู้ทดสอบยอมรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 10°C และ 5°C เป็นเวลา 14 และ 28 วัน ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับเกณฑ์การพิจารณาค่า TPC ลักษณะการเสื่อมเสียของไส้กรอกปลา คือ มีเมือกเหนียวสีขาวที่ผิวไส้กรอกและมีกลิ่นเปรี้ยว จึงไม่มีการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสตั้งแต่วันที่ผู้ทดสอบไม่ยอมรับไส้กรอกปลา ทำให้ที่อุณหภูมิ 10°C ไม่มีข้อมูลของวันที่ 21-35 ดังนั้นต้องวิเคราะห์ทางสถิติเปรียบเทียบค่าระหว่างสิ่งทดลองเท่านั้น พบว่าเมื่อเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้นผู้ทดสอบให้การยอมรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาในสภาวะแช่เย็นทั้งสองอุณหภูมิมีน้อยลง ($p \leq 0.05$) และในช่วงเวลาเก็บรักษาเดียวกันผู้บริโภคยอมรับไส้กรอกปลาที่เก็บรักษาที่ 5°C มากกว่าที่ 10°C ($p \leq 0.05$) และพบแนวโน้มเช่นเดียวกันนี้สำหรับคุณลักษณะอื่นๆ ด้วย โดยอัตราการลดลงของค่าอัตราส่วนของทุกๆ คุณลักษณะที่ 10°C เร็วกว่าที่ 5°C (ตารางที่ 7)



รูปที่ 3 ค่าอัตราส่วนของการยอมรับโดยรวม
เส้นทึบคือที่ 5°C เส้นประคือที่ 10°C

ตารางที่ 7 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางประสาทสัมผัส

(Mean±S.D.)

คุณลักษณะ	ค่าอัตราส่วน		
	วันที่ 0	10°C วันที่ 14	5°C วันที่ 28
สีปรากฏ	1.00 ± 0.00	0.82 ± 0.01	0.82 ± 0.01
กลิ่นรสแกง	0.99 ± 0.00	0.82 ± 0.01	0.81 ± 0.01
เชียวหวาน			
กลิ่นรสปลา	1.01 ± 0.01	0.68 ± 0.03	0.87 ± 0.04
ความเผ็ด	1.00 ± 0.01	0.95 ± 0.00	0.84 ± 0.03
รสเค็ม	1.01 ± 0.00	0.96 ± 0.01	0.92 ± 0.01
ความเป็นเนื้อเดียวกัน	0.99 ± 0.00	0.88 ± 0.01	0.81 ± 0.01
ความแน่นเนื้อ	0.96 ± 0.00	0.68 ± 0.01	0.80 ± 0.01

จากคุณภาพด้าน TPC และคะแนนการยอมรับโดยรวม ทำให้สรุปได้ว่าอายุการเก็บรักษาของไส้กรอกปลาที่ 5°C คือ 28 วัน และ ที่ 10°C คือ 14 วัน Pexara et al.(2002) รายงานว่า TPC ในวันเริ่มต้นของไส้กรอกหมูบรรจุในถุงแบบสุญญากาศคือ 4 Log cfu/g ไส้กรอกนี้มีอายุการเก็บรักษา ที่ 4°C และ 10°C คือ 14 และ 7 วัน ตามลำดับ อายุของไส้กรอกปลาในงานวิจัยนี้นานกว่า ไส้กรอกหมูอาจเนื่องจากปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในไส้กรอกหมูมีค่าสูงกว่า

4. สรุปผลการทดลอง

TBA value TPC และคุณภาพทางประสาทสัมผัสของไส้กรอกปลามีการเปลี่ยนแปลงเมื่อระยะเวลาเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ส่วนคุณภาพอื่นๆ ที่เหลือมีแนวโน้มคงที่ในระหว่างการเก็บรักษา การเก็บรักษาไส้กรอกปลาแบบแช่เย็นที่อุณหภูมิ 5°C สามารถเก็บรักษาได้ 28 วัน และเก็บได้ 14 วันที่ 10°C

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการ

โครงการอุตสาหกรรมสำหรับนักศึกษาปริญญาตรี
ประจำปี 2546 คณะผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณมา ณ
โอกาสนี้

6. เอกสารอ้างอิง

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. 2536. *เกณฑ์คุณภาพทาง
จุลชีววิทยาของอาหารและภาชนะสัมผัสอาหาร.
ประกาศกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. กระทรวง
สาธารณสุข . กรุงเทพฯ.*

นิธิยา รัตนานนท์. 2545. *เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 1.
สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์ กรุงเทพฯ.*

ปราณิสรา เชื้อโพธิ์หัก, นงนุช รักสกุลไทย และวันชัย
วรวัฒน์เมธีกุล. 2543. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ไส้
กรอกปลาและอายุการเก็บรักษา. อาหาร,
30(4):261-273.*

พัชรีย์ พัฒนากุล. 2545. *การใช้น้ำมันพืช อังคัก โปรตีน
สกัดจากถั่วเหลืองและแป้งมันสำปะหลัง เพื่อพัฒนา
คุณภาพในผลิตภัณฑ์ไส้กรอก. วิทยานิพนธ์
มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*

ไพโรจน์ วิริยจารี. 2539. *การวางแผนและการวิเคราะห์
ทางด้านประสาทสัมผัส. ภาควิชาเทคโนโลยีการ
พัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*

ลักขณา รุจนะไกรกานต์ และ นิธิยา รัตนานนท์.
2544. *หลักการวิเคราะห์อาหาร. ภาควิชา
วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะ
อุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*

สุภาพร พุทธิไศภิชฐ์. 2546. *การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลา
ยอ ลดไขมัน ผสมเส้นใยอาหารและสมุนไพร.
วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.*

AOAC. 1998. *Official methods of analysis.*
Association of Official Analytical Chemists,
Maryland.

Fernández-López, J., Sayas-Barberá, E., Sendra,
E., and Pérez-Alvarez. 2003. Effect of
storage conditions on quality characteristics of

bologna sausages made with citrus fiber. *J
Food Sci* 68(2):710-715.

Houser, T. A., Sebranek, J. G., and Lonergan, S.
M. 2003. Effects of Irradiation on Properties
of Cured Ham. *J. Food Sci.* 68(7) : 2362-
2365.

Ilgene, J. O., and Pearson, A. M. 1979. Role of
phospholipids and triglycerides in warmed-over
flavor development in meat model systems. *J.
Food Sci.* 44(5):1285-1290.

Lin, K. W., and Lin, S. N. 2002a. Effects of sodium
lactate and trisodium phosphate on the
physico-chemical properties and shelf-life of
low-fat Chinese-style sausage. *Meat Sci*
60:147-154.

Lin, K. W., and Lin, S. N. 2002b. Physicochemical
properties and microbial stability of reduced-fat
Chinese sausage stored under modified
atmosphere systems. *J. of Food Sci.*
67(8):3184-3189.

Pearson, D. 1976. *The chemical analysis of food.*
Churchill living stine. London. England.

Pexara, E. S., Metaxopoulos, J., and Drosinos, E.
H. 2002. Evaluation of shelf life of cured,
cooked, sliced turkey filets and cooked pork
sausages-‘piroski’-stored under vacuum and
modified atmospheres at +4 and +10 °C. *Meat
Sci* 62 : 33-43.

Raju, C. V., Shamasudar, B. A., and Udupa, K. S.
2003. The use of nisin as a preservative in fish
sausage Stored at ambient(28±2°C) and
refrigerated (6±2°C) temperatures. *Inter. J. of
Food Sci. and Tech.* 38:171-185.