ภาคผนวก

ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

ภาคผนวก ข การทดสอบทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค การผลิตปลาช่อนแดดเดียวแช่กรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดแลคติก

ภาคผนวก ง การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ภาคผนวก จ บทความเผยแพร่

ภาคผนวก ก วิธีวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางกายภาพ

1. **สีของปลาช่อนแดดเดียว** (colour) (AOAC, 1990)

นำปลาช่อนแดดเดียวมาวัดค่าสีด้วยเครื่อง Hunter Lab รุ่น DP 9000 ซึ่งบันทึกค่าในระบบ CIE Lab วัดค่า L*, a* และ b* และรายงานผลเป็นค่า

ค่า L* คือ ค่าแสดงความสว่างของสี ซึ่งค่า L* มีค่า 0 ถึง 100 ถ้าค่า L* มากแสดงว่าสีสว่างมาก โดยที่ระดับ L* เท่ากับ 0 จะเป็นสีดำ

ค่า a* คือ ค่าแสดงระดับสีแดง-เขียว เมื่อค่า a* เป็นบวกแสดงถึงลักษณะสีแดง และเมื่อค่า a* เป็นลบจะแสดงลักษณะสีเขียว โดยที่เมื่อค่าห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีแดง หรือสีเขียวมากขึ้น

ค่า b* คือ ค่าแสดงระดับสีเหลือง-น้ำเงิน เมื่อค่า b* มีค่าเป็นบวกแสดงถึงลักษณะสีเหลือง และเมื่อค่า b* เป็นลบจะแสดงลักษณะสีน้ำเงิน โดยที่เมื่อค่าห่างจาก 0 มากแสดงถึงค่าสีเหลือง หรือสีน้ำเงินมากขึ้น

2. **ปริมาณน้ำในอาหาร** (a_w) (AOAC, 1990)

นำชุดมาตรฐานที่ใช้สำหรับ Calibrate มาทำการ Calibrate เครื่องก่อนทำการวิเคราะห์ เตรียมตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวโดยการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดให้ละเอียด นำตัวอย่างที่เตรียมไว้มาใส่ในภาชนะสำหรับใส่ตัวอย่างในปริมาณที่พอเหมาะ นำใส่เครื่องวัดเพื่อทำการวิเคราะห์รอจนกว่าค่าที่วัดได้จะคงที่แล้วทำการบันทึกผล

การวิเคราะห์ทางเคมี

1. **ปริมาณความชื้น** (moisture) (AOAC, 1990)

ชั่งน้ำหนักถ้วยอลูมิเนียมพร้อมฝาที่ผ่านการอบจนมีน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนัก นำตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวใส่ถ้วยอลูมิเนียมประมาณ 5 กรัม บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นนำเข้าตู้อบลมร้อนโดยเปิดฝาถ้วยอลูมิเนียมบางส่วน อบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 ชั่วโมง เมื่อครบเวลาปิดฝาถ้วยแล้วนำตัวอย่างใส่ในโถดูดความชื้น ตั้งไว้จนกระทั่งอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิห้อง นำมาชั่งพร้อมบันทึกน้ำหนัก นำตัวอย่างเข้าอบอีก 1 ชั่วโมง นำตัวอย่างใส่ในโถดูดความชื้นตั้งทิ้งไว้ให้เย็นนำมาชั่งพร้อมบันทึกน้ำหนัก ถ้าน้ำหนักยังไม่คงที่ให้อบต่อ โดยทำ

การสุ่มชั่งน้ำหนักทุกหนึ่งชั่วโมง จนกว่าน้ำหนักจะคงที่ คำนวณหาปริมาณความชื้นโดยใช้สูตรดังนี้

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{(น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ – น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ}} \times 100$$

2. **ค่าความเป็นกรด-ด่าง** (AOAC, 1990)

เตรียมตัวอย่างปลาซ่อนแดดเดียวโดยการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดให้ละเอียด นำตัวอย่างมาชั่งในอัตราส่วนระหว่างน้ำกลั่นต่อตัวอย่าง 2:1 นำไปวัดค่าด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

3. **ปริมาณกรดทั้งหมดในรูปของกรดอะซิติก** (acidity) (AOAC, 1990)

เตรียมตัวอย่างปลาซ่อนแดดเดียวโดยการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดให้ละเอียด นำตัวอย่างมาชั่ง 2-3 กรัม เจือจางด้วยน้ำกลั่น 30 มิลลิลิตร หยดฟีนอล์ฟทาลีน 2-3 หยด ไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 0.1 N จนถึงจุดยุติ (สีชมพูอ่อน)

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณกรดอะซิติก (\%)} = \frac{\text{ความเข้มข้นของ NaOH} \times \text{ปริมาณของ NaOH ที่ใช้} \times 0.006}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

4. **ค่า** thiobarbituric acid (TBA) (Khalid, 2007b)

เตรียมตัวอย่างปลาซ่อนแดดเดียวโดยการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดให้ละเอียด นำตัวอย่างมาชั่ง 10 กรัม ปั่นรวมกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร นาน 2 นาที เทตัวอย่างที่บดละเอียดลงในขวดกลั่น ล้างตัวอย่างออกจากเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่น 47.5 มิลลิลิตร เทลงในขวดกลั่น เติมกรดไฮโดรคลอริก 4 M จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อปรับให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างประมาณ 1.5 เติม glass beads นำตัวอย่างไปกลั่นโดยกลั่นได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร ภายในเวลา 10 นาที หลังจากตัวอย่างเริ่มเดือดดูดของเหลวที่กลั่นได้ (distillate) 5 มิลลิลิตร ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายและจุ่มในอ่างน้ำเดือดนาน 35 นาที เตรียม blank โดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทน เมื่อครบเวลาทำให้ของเหลวเย็นลงภายในเวลา 10 นาที โดย ice-bath นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยใช้ความยาวคลื่นที่ 538 นาโนเมตร

$$\text{TBA value (mg malonaldehyde/kg)} = 7.8\ A \quad \text{(เมื่อ A = ค่า absorbance)}$$

5. การวิเคราะห์ค่าเปอร์ออกไซด์ (PV) (Khalid, 2007b)

เตรียมตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียวโดยการหั่นเป็นชิ้นเล็ก ๆ หรือบดให้ละเอียดนำตัวอย่างมาชั่ง 5 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายอะซิติก-คลอโรฟอร์ม อัตราส่วน 3:2 ลงไป 25 มิลลิลิตร เขย่าให้ตัวอย่างละลาย เติมสารละลายอิ่มตัวโพแตสเซียมไอโอไดด์ 1 มิลลิลิตร ปิดจุกพร้อมเขย่า 1 นาที แล้วตั้งทิ้งไว้ในที่มืด 5 นาที หลังจากนั้นเติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร นำไปไตเตรทกับสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต พร้อมเขย่าอย่างแรงจนได้สารละลายสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 0.5 มิลลิลิตร แล้วไตเตรทต่อไปจนสีน้ำเงินหมดไป

การคำนวณ

$$\text{ค่าเปอร์ออกไซด์} = \frac{(a-b)\times N\times 100}{W}$$

a = ปริมาณ (มล) ของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรตตัวอย่าง

b = ปริมาณ (มล) ของโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ไตเตรต blank

N = ความเข้มข้นของโซเดียมซัลเฟต (นอร์มัล)

W = น้ำหนักตัวอย่าง

6. ปริมาณโปรตีน (protein) (AOAC, 1990)

ชั่งตัวอย่างน้ำหนักที่แน่นอนอยู่ในช่วง 0.10-1.50 กรัม ใส่ขวด Kjeldahl เติมคะตะไลส์ $CuSO_4$ กับ K_2SO_4 ค่อย ๆ ริน H_2SO_4 เข้มข้น ปริมาตร 10 มิลลิลิตร นำส่วนผสมทั้งหมดไปย่อยในชุดย่อย โดยใช้น้ำเป็นตัวจับไอกรดที่เกิดจากการย่อยจนได้สารละลายใสสีเขียวที่อุณหภูมิ 360-400 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1.30 ชั่วโมง จากนั้นนำสารละลายที่ได้ไปกลั่นในชุดกลั่น โดยเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร และสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้นร้อยละ 40 ปริมาตร 50 มิลลิลิตร เก็บส่วนที่กลั่นได้ในสารละลายบอริก (boric acid) ความเข้มข้นร้อยละ 4 ปริมาตร 25 มิลลิลิตร ที่มีอินดิเคเตอร์ผสมอยู่ ปฏิกิริยาจะควบแน่นจนหมด จากนั้นปรับปริมาตรสารละลายให้เป็น 150 มิลลิลิตร ไตเตรตส่วนที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 0.1 N ที่จุดยุติสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีชมพู บันทึกปริมาตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรต

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไนโตรเจน (\%)} = \frac{14.01\times 0.1\text{ N HCl} \times (\text{มล. HCl ที่ใช้ไตเตรต} - \text{มล. HCl ของ blank})}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 100}$$

ปริมาณโปรตีน (%) = ปริมาณไนโตรเจน (%)× Convention factor (6.25)

7. **ปริมาณไขมัน** (fat) (AOAC, 1990)

เตรียมตัวอย่างโดยการชั่งปลาช่อนแดดเดียว 5-10 กรัม ในขวดรูปชมพู่ (flask) ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลาย ไฮโดรคลอริกความเข้มข้นร้อยละ 4 N ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ต้มสารละลายให้เดือดบนเครื่องให้ความร้อน (hot plate) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง โดยเขย่าทุก ๆ 5-10 นาที จากนั้นกรองสารละลายขณะร้อนด้วยกระดาษกรองเบอร์ 1 ล้างตะกอนด้วยน้ำร้อนจนกระทั่งสารละลายที่ได้เป็นกลาง ตรวจวัดโดยใช้กระดาษวัดความมาเป็นกรด-ด่าง นำกระดาษกรองพร้อมตัวอย่างที่ย่อยแล้วอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น (desicator) จากนั้นนำกระดาษกรองพร้อมตัวอย่างใส่ทิมเบิล (thimble) ในชุดเครื่องกลั่น (soxhlet extraction) ที่ต่อเข้ากับคอนเดนเซอร์ เติมตัวทำละลายปิโตรเลียมอีเทอร์ในขวดก้นกลมที่ผ่านการอบและชั่งน้ำหนักทำการสกัด 6-8 ชั่วโมง จากนั้นระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ในขวดก้นกลมด้วยเครื่องให้ความร้อนจนเหลือแต่น้ำมันนำเข้าตู้อบอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นแล้วชั่งน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W_0} \times 100$$

เมื่อ W_1 = น้ำหนักของตัวอย่างที่ใช้

W_2 = น้ำหนักขวดก้นกลมที่อบแล้ว

W_0 = น้ำหนักไขมันและขวดก้นกลมที่อบแล้ว

8. **ปริมาณเถ้า** (ash) (AOAC, 1990)

ชั่งน้ำหนักถ้วยกระเบื้องพร้อมฝา (porcelain crucible) นำไปเผาในเตาเผา (muffle furnace) ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จนน้ำหนักคงที่ บันทึกน้ำหนักที่แน่นอน นำตัวอย่างใส่ลงในถ้วยกระเบื้องให้มีน้ำหนักอยู่ในช่วง 3-5 กรัม ปิดฝาบันทึกน้ำหนักที่แน่นอน จากนั้นหยดน้ำกลั่น 1-2 หยด ลงบนตัวอย่างที่เป็นผงแห้งให้ความชื้นทำให้ตัวอย่างเกาะกันเพื่อป้องกันการฟุ้งกระจาย นำถ้วยตัวอย่างไปให้ความร้อนบนเครื่องให้ความร้อน (hot plate) ในตู้ดูดควัน เปิดฝาออกค่อย ๆ เพิ่มระดับความร้อนในการเผาไหม้ตัวอย่าง จนกระทั่งเผาไหม้จนหมดควัน จากนั้นนำตัวอย่างที่ปิดฝาใส่ในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส จนได้เถ้าสีขาว

หรือสีเทา จากนั้นนำตัวอย่างออกมาใส่ตู้อบลมร้อน 1 ชั่วโมง แล้วนำออกมาวางในโถดูดความชื้นตามลำดับ เพื่อให้อุณหภูมิของตัวอย่างเท่ากับอุณหภูมิห้อง ชั่งตัวอย่างพร้อมฝา บันทึกน้ำหนัก

การคำนวณ

$$\text{ปริมาณเถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักเถ้า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

9. ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) (AOAC, 1990)

การคำนวณ

ปริมาณคาร์โบไฮเดรต (%) = 100 – (โปรตีน + ไขมัน + เถ้า + ความชื้น)

การวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์

เตรียมตัวอย่างโดยการชั่งปลาซ่อนแดดเดียว 25 กรัม ใส่ในถุงพลาสติกปลอดเชื้อ เติมสารละลายเปปโตนความเข้มข้นร้อยละ 0.1 ปริมาตร 225 มิลลิลิตร นำไปตีบดด้วยเครื่องตีผสมอาหาร (stomacher) ยี่ห้อ SEWARD รุ่น 7021 เป็นเวลา 60 วินาที จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-1} จากนั้นใช้ปิเปตถ่ายตัวอย่างปริมาตร 1 มิลลิลิตรลงในหลอดบรรจุสารละลายเปปโตน 9 มิลลิลิตร ผสมเข้าด้วยกันด้วยเครื่องปั่นผสม (vortex mixer) จะได้ตัวอย่างความเจือจาง 10^{-2} นำตัวอย่างที่ความเจือจางเหมาะสม 3 ระดับ มาปฏิบัติดังนี้ (AOAC,1990)

วิธีพอร์เพลท (pour plate)

ถ่ายตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจางในจานเพาะเชื้อที่ปลอดเชื้อ 2 จาน จานละ 1 มิลลิลิตร จากนั้นเทอาหารเลี้ยงเชื้อ หลอมเหลวอุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงในจานเพาะเชื้อที่มีตัวอย่างจานละประมาณ 15 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยการหมุนจาน รอจนวุ้นแข็งตัว นำไปบ่มเพาะเชื้อโดยวางจานคว่ำ

วิธีสเปรดเพลท (spread plate)

ถ่ายตัวอย่างอาหารแต่ละความเจือจางลงบนผิวอาหารที่เตรียมไว้ลงในจานเพาะเชื้อ 2 จาน จานละ 0.1 มิลลิลิตร ใช้แท่งแก้วปลอดเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วผิวหน้าของอาหารแต่ละจาน และนำไปบ่มเพาะเชื้อโดยไม่ต้องคว่ำจาน

นับจำนวนจุลินทรีย์ด้วยเครื่องนับโคโลนี (colony counter) ยี่ห้อ STUART รุ่น SCS ต่อจานที่เหมาะสมในช่วง 25-250 โคโลนี หาค่าเฉลี่ยจำนวนโคโลนีใน 1 จาน และคำนวณหา CFU ต่อกรัมของตัวอย่าง คำนวณได้จากความสัมพันธ์ต่อไปนี้

CFU ต่อกรัม หรือ CFU ต่อมิลลิลิตร = n/d

โดยที่ n = จำนวนโคโลนีเฉลี่ยใน 1 จาน ของจานที่มีโคโลนีอยู่ในช่วง 25-250 ต่อจาน

d = ความเจือจางของตัวอย่างที่นำมาเพาะในจานที่หาค่า n ได้

1. **ปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนทั้งหมด** (total plate count) (AOAC, 1990) ด้วยวิธีพอร์เพลท (pour plate) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar (PCA) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. **ปริมาณยีสต์และรา (AOAC, 1990)** ด้วยใช้วิธีสเปรดเพลท (spread plate) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Rose Bengal agar จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

3. **ปริมาณเชื้อ *Staphylococcus aureus* (AOAC, 1990)** ด้วยวิธีสเปรดเพลท (spread plate) โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Mannitol Salt Phenol-red agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

4. **ปริมาณเชื้อ *Escherichia coli*** (AOAC, 1990)

4.1 การทดสอบขั้นต้น

โดยการนำตัวอย่างความเจือจางที่เหมาะสม 3 ระดับ ถ่ายลงในหลอดอาหาร LST broth 3 หลอด หลอดละ 1 มิลลิลิตร นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเจริญจากความขุ่น และสังเกตการเกิดก๊าซจนเกิดฟองอากาศในอาหารเลี้ยงเชื้อและมีที่ว่างในหลอดก๊าซ

4.2 การทดสอบขั้นยืนยันผล

ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อที่ถ่ายจากหลอด LST broth ที่ให้ผลบวกลงในหลอดอาหาร EC broth ทำเช่นเดียวกันจนครบทุกหลอด จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวก อาหารเลี้ยงเชื้อจะขุ่น และมีที่ว่างในหลอดก๊าซ จากนั้นนำค่าผลบวกจากทุกความเจือจางไปอ่านค่าปริมาณ fecal coliform จากตารางเอ็มพีเอ็น (MPN)

4.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์

นำหลอด EC broth ที่ให้ผลบวกแต่ละหลอดมาขีดแยกเชื้อลงบนจานอาหารแข็ง EMB agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ

E. coli บน EMB agar (โคโลนีแบนไม่เยิ้มมีจุดสีเข้มมีเงาโลหะ) ซึ่งถือเป็นผลบวก จากนั้นทำการทดสอบ IMVIC Test

การหาค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (MIC: Minimal Inhibitory Concentration) (AOAC,1990)

1. เตรียมสารละลายกรดที่ต้องการทดสอบที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0

2. เตรียมตัวอย่างเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* โดยให้มีจำนวนเชื้ออยู่ที่ 10^6 อาหารที่ใช้ในการเตรียมเชื้อ คือ Mannitol Salt Phenol-red agar สำหรับเชื้อ *S. aureus* และ Laurly Sulfate Tryptose broth (LSTB) สำหรับเชื้อ *E. coli*

3. เตรียมอาหาร Tryptic Soy broth (TSB) ปิเปตใส่ในหลอดทดลองหลอดละ 8 มิลลิลิตร โดยแต่ละระดับความเข้มข้นใช้ความเข้มข้นละ 6 หลอด 3 หลอดสำหรับวัดความขุ่น อีก 3 หลอดสำหรับเลี้ยงเชื้อ

4. ปิเปตสารละลายกรด และเชื้อที่เตรียมไว้อย่างละ 1 ml ลงในหลอดทดลองที่มีอาหาร TSB เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นนำไปบ่มที่ 35 – 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. ตรวจสอบผลจากความขุ่น นำไปวัดเครื่องสเปกโตรที่ความยาวคลื่น 625 นาโนเมตร หลอดที่ไม่มีการเจริญของแบคทีเรีย คือหลอดที่ใส

ภาคผนวก ข การทดสอบทางประสาทสัมผัส

วิธีการศึกษาคุณภาพทางประสาทสัมผัส

การประเมินทางด้านประสาทสัมผัส เริ่มจากการจัดเตรียมปลาช่อนแดดเดียวโดยนำมาตัดเป็นชิ้นขนาดกว้าง×ยาว เท่ากับ 2.5×2.5 เซนติเมตร ใช้ผู้ทดสอบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว (Trained panelists) จำนวน 10 คน ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาช่อนแดดเดียวก่อนทอด โดยการให้คะแนนคุณลักษณะในแต่ละด้านแบบ line scale 0-10 เมื่อ 0 แทนคุณลักษณะน้อยที่สุด 5 แทนคุณลักษณะปานกลาง และ 10 แทนคุณลักษณะมากที่สุด

การฝึกบรรยายคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยผู้ประเมินแต่ละคนจะต้องเสนอคำศัพท์ที่ใช้อธิบายลักษณะต่าง ๆ ของตัวอย่างให้ได้มากที่สุด จากตัวอย่าง 3 ตัวอย่าง คือ ปลาช่อนแดดเดียวควบคุม (ปลาช่อนแดดเดียวที่ไม่ได้แช่กรด) ปลาช่อนแดดเดียวที่แช่กรด ร้อยละ 1 และปลาช่อนแดดเดียวที่แช่กรด ร้อยละ 4 แล้วจึงมีการตกลงกันระหว่างผู้วิจัยและผู้ประเมินในการคัดเลือกคุณลักษณะที่เหมาะสมมาเพื่อการเปรียบเทียบใช้ในการประเมินตัวอย่างปลาช่อนแดดเดียว

ในการเตรียมตัวอย่างหลังทอดเตรียมเช่นเดียวกันกับตัวอย่างก่อนทอด จากนั้นนำไปทอด (deep frying) ที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส โดยทำการทอด 1 ครั้งต่อตัวอย่าง 15 ชิ้น เป็นเวลา 2 นาที นำไปทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการให้คะแนนความชอบแบบ 9 points hedonic scale เมื่อ 1 แทนความชอบน้อยที่สุด 5 แทนความชอบปานกลาง และ 9 แทนความชอบมากที่สุด โดยใช้ผู้ทดสอบชิมจำนวน 10 คน ที่ผ่านการฝึกฝนมาแล้ว (Trained panelists)

แบบทดสอบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

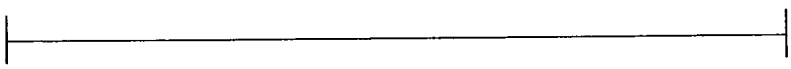
ชื่อผู้ทดสอบ ..... **วันที่**.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ <u>**ปลาซ่อนแดดเดียวก่อนทอด**</u> **ลำดับที่**.....

คำแนะนำ กรุณาชิมผลิตภัณฑ์เปรียบเทียบที่เสนอในแต่ลักษณะตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา และชิมตัวอย่างปลาซ่อนแดดเดียว 5 ตัวอย่างที่เสนอจากซ้ายไปขวาเช่นกัน คือ R_1-R_5 และทำเครื่องหมาย R_1-R_5 ลงบนเส้นให้ตรงกับลักษณะของตัวอย่างที่เสนอ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

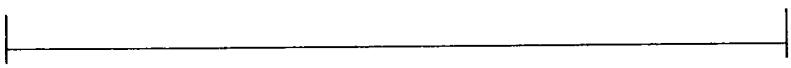
1. สี

   1.1 สีน้ำตาล



0 ไม่มีสี — 10 สีน้ำตาล

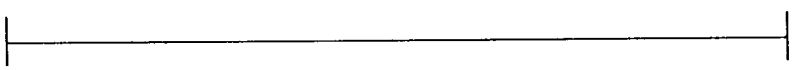
   1.2 สีชมพู



0 ไม่มีสี — 10 สีชมพู

2. เนื้อสัมผัส

   2.1 ความแข็ง (สัมผัสเนื้อด้านนอก)



0 ไม่แข็ง — 10 แข็งมาก

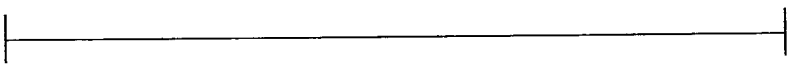
2.2 ความนุ่ม (สัมผัสเนื้อด้านใน)

0 10

ไม่นุ่ม นุ่มมาก

3. กลิ่น

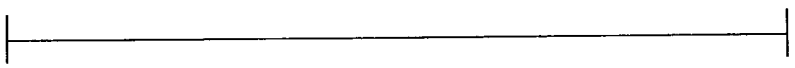
3.1 กลิ่นกรด



0 10

ไม่มีกลิ่น มีกลิ่นรุนแรง

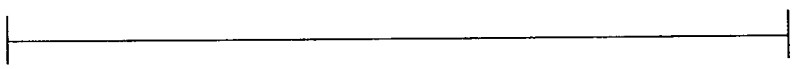
3.2 กลิ่นปลา (กลิ่นหอมของปลาสุก)



0 10

ไม่มีกลิ่น มีกลิ่นมาก

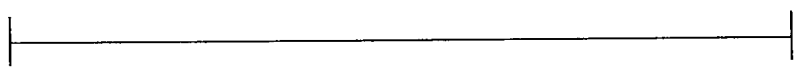
3.3 กลิ่นเหม็น (กลิ่นไม่พึงประสงค์ ได้แก่ กลิ่นอับ กลิ่นเน่า กลิ่นหืน)



0 10

ไม่มีกลิ่น มีกลิ่นรุนแรง

4. ความชอบรวม



0 10

ไม่ชอบ ชอบมาก

ข้อเสนอแนะ

.....

แบบทดสอบประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัส

ชื่อผู้ทดสอบ ..... **วันที่**.....

ชื่อผลิตภัณฑ์ <u>**ปลาช่อนแดดเดียวหลังทอด**</u> **ลำดับที่**.....

คำแนะนำ ท่านจะได้รับตัวอย่างสำหรับการทดสอบจำนวนหนึ่งชุดจะประกอบด้วย 5 ตัวอย่าง กรุณาชิมตัวอย่างตามลำดับที่เสนอจากซ้ายไปขวา แล้วใส่คะแนนความชอบแต่ละตัวอย่างตามลักษณะทางประสาทสัมผัส กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

ระดับคะแนนความชอบ

9 =	ชอบมากที่สุด	6 =	ชอบเล็กน้อย	3 =	ไม่ชอบปานกลาง
8 =	ชอบมาก	5 =	เฉย ๆ	2 =	ไม่ชอบมาก
7 =	ชอบปานกลาง	4 =	ไม่ชอบเล็กน้อย	1 =	ไม่ชอบมากที่สุด

รหัสตัวอย่าง

	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ลักษณะคุณภาพ						
กลิ่น	.....	.....	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....	.....	.....
ความชอบรวม	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

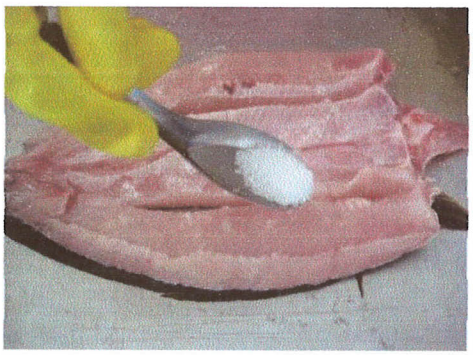
เอกสารรับรองโครงการวิจัยในมนุษย์
คณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

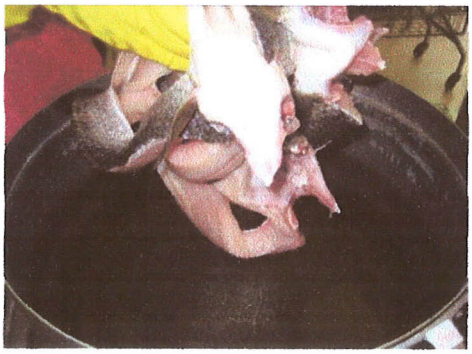
ชื่อโครงการ	การปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียวโดยใช้สารต้านจุลชีพจากกรดอะซีติก กรดซิตริก และกรดแลคติก Quality Improvement and Shelf-life Extension of Dried Striped Snake-head Fish (*Channa striata*)using Antimicrobial Agents,Acetic Acid,Citric Acid and Lactic Acid.
ชื่อหัวหน้าโครงการ	ดร.ปรีณา น้อยทิพ
เลขที่โครงการ/รหัส	50 02 04 0041
สังกัดหน่วยงาน/คณะ	เกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม
การรับรอง	ขอรับรองโครงการวิจัยดังกล่าวข้างบนนี้ได้ผ่านการพิจารณาและรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ครั้งที่ 10/2550 เมื่อวันที่ 22 ตุลาคม 2550
ประเภทการรับรอง	รับรองแบบเร่งรัด

ลงนาม

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ วัฒนาธร)
ประธานคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์

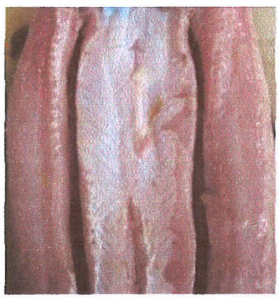
ภาคผนวก ค การผลิตปลาช่อนแดดเดียวแช่กรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดแลคติก



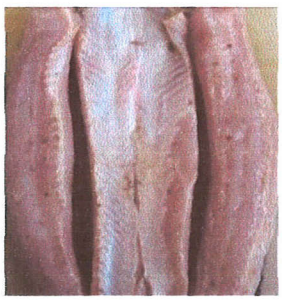


กรดอะซิติก (ก่อนอบ)

ร้อยละ 0

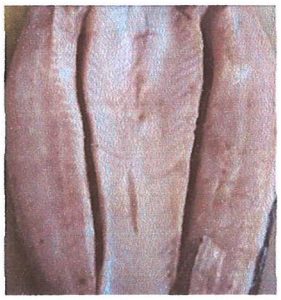


ร้อยละ 1



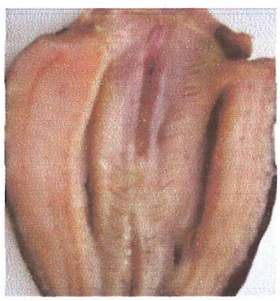
ร้อยละ 2

ร้อยละ 3

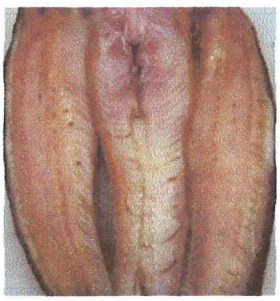


ร้อยละ 4

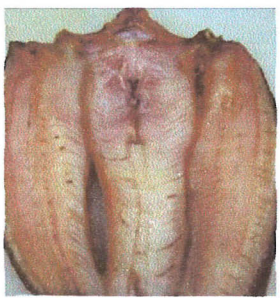
กรดอะซิติก (หลังอบ)



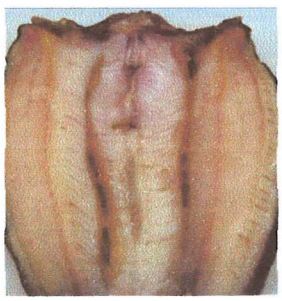
ร้อยละ 0



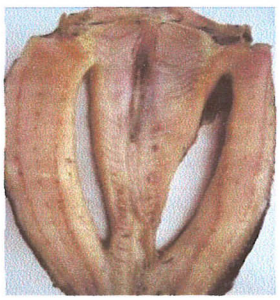
ร้อยละ 1



ร้อยละ 2

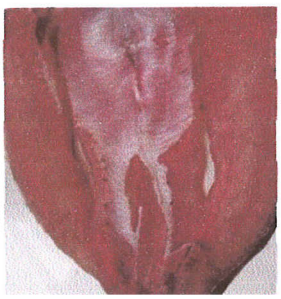


ร้อยละ 3

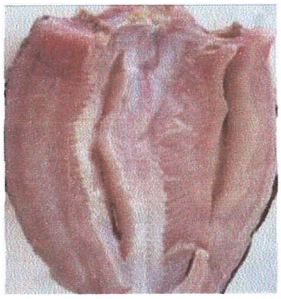


ร้อยละ 4

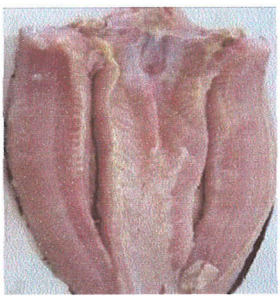
กรดซิตริก (ก่อนอบ)



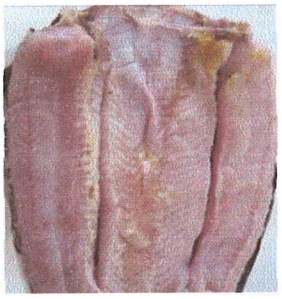
ร้อยละ 0



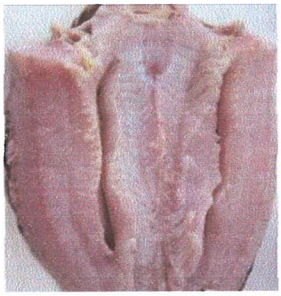
ร้อยละ 1



ร้อยละ 2

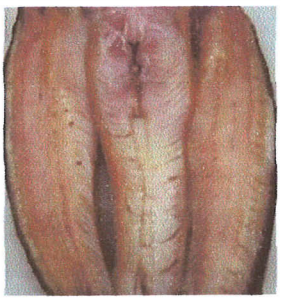


ร้อยละ 3



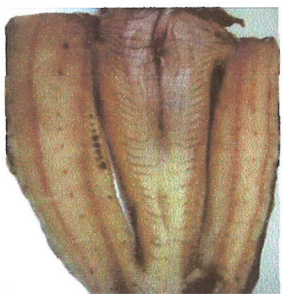
ร้อยละ 4

กรดซิตริก (หลังอบ)



ร้อยละ 0

ร้อยละ 1

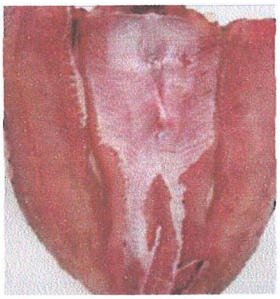


ร้อยละ 2

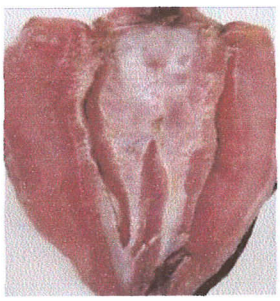
ร้อยละ 3

ร้อยละ 4

กรดแลคติก (ก่อนอบ)

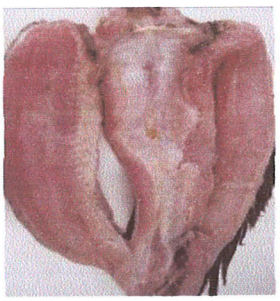


ร้อยละ 0

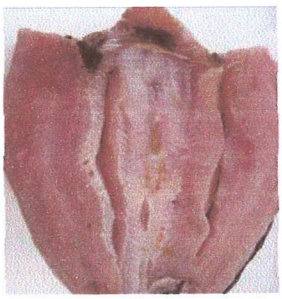


ร้อยละ 1

ร้อยละ 2

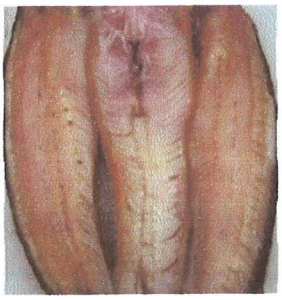


ร้อยละ 3

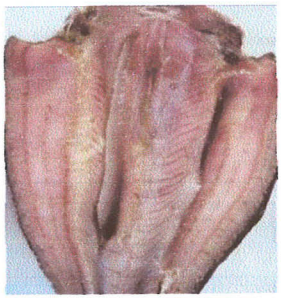


ร้อยละ 4

กรดแลคติก (หลังอบ)

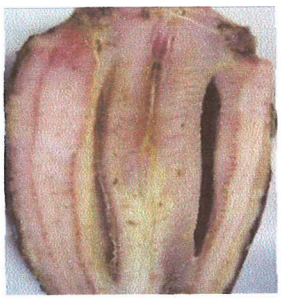


ร้อยละ 0



ร้อยละ 1

ร้อยละ 2



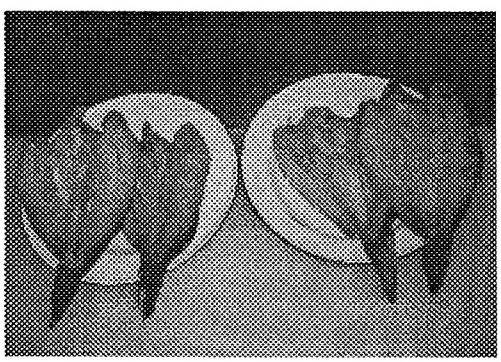
ร้อยละ 3

ร้อยละ 4

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ภาคผนวก ง การถ่ายทอดเทคโนโลยี

ดำเนินการถ่ายทอดเทคโนโลยี “การปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียวโดยใช้สารต้านจุลชีพจากกรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดแลคติก” ให้กับกลุ่มแปรรูปเนื้อสัตว์บ้านดงไทย ณ องค์การบริหารส่วนตำบลนาทุ่ง อำเภอสวรรคโลก จังหวัดสุโขทัย ในวันที่ 6 พฤษภาคม 2553 มีผู้เข้ารับการอบรม จำนวน 26 คน ให้ความพอใจกับการฝึกอบรมในภาพรวมอยู่ในเกณฑ์มาก-มากที่สุด คิดเป็น ร้อยละ 93.4



ลงทะเบียนผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

โครงการ : การปรับปรุงคุณภาพและชีลอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียวโดยใช้สารต้านจุลชีพ

จากกรดอะซิติก กรดซิตริก และกรดแลคติก

วันที่ 6 พ.ค 2553

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	ที่อยู่ / สถานที่ติดต่อ	ลายเซ็นต์
1	นาง ศิริอร เพชรแก้ว	41/2 ม.7	ศิริอร
2	นางสาวกัญญาภา เกื้อสกุลดี	91/8 ม.5	
3	น.ส. สุพาพร เพชรแก้ว	41/2 ม.7	สุพาพร
4	นางสาวพรรณ ปรีชาวงศ์	3ห ม.7 ต.เขาพ่อ	
5	นาง กัน ชิดดุล	51/5 ม.7	กัน
6	นาย ประดิษ [illegible]	87 ม7	
7	นางสงวน ศักดิ์ทองดง	40/6 ม.7 ต.หนองกุ่ม	
8	นางประทุม มนูเสือง	35/4 ม.7 ต.หนองกุ่ม	ประทุม
9	นางสุปิลา ทองศรีสุข	ม.2 ต.หนองกุ่ม	สุปิลา
10	นายเสรีชัย [illegible]	ต. 2 ต.ค. หนองกุ่ม	
11	น.ส. [illegible]	ม.2 ต.หนองกุ่ม	
12	น.ส. พุธิตา [illegible]	2ก/1 ม.4 ต.หนองกุ่ม	
13	น.ส.[illegible]	ม.3 ต.หนองกุ่ม อ.หนองหิน จ.เพชรบูรณ์	
14	นางสาวไพลิน [illegible]	129/2 ม.1 ต.เขาพ่อ [illegible]	
15			

ลงทะเบียนผู้เข้าร่วมการถ่ายทอดเทคโนโลยี

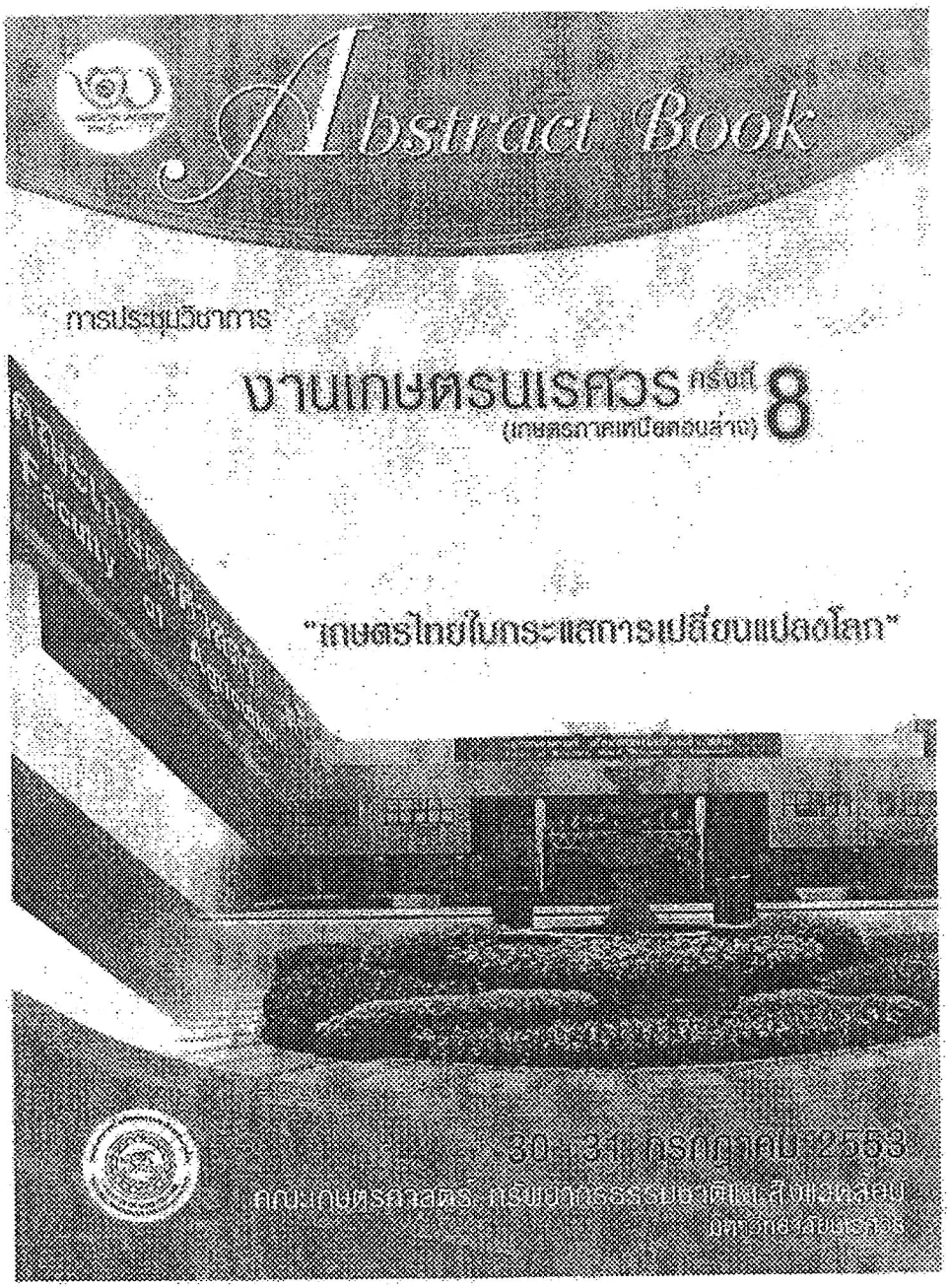
โครงการ : การปรับปรุงคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียวโดยใช้สารสกัดจากพริกขี้หนู กระชายดำ และกระเทียม

วันที่ ๖ ส.ค. ๒๕๕๓

ลำดับที่	ชื่อ – สกุล	ที่อยู่ / สถานที่ติดต่อ	ลายเซ็นต์
1	น.ส. ศศิมาศ สระทองอิ	๕๖ ม. ๑๕ ต. บ้านแก้ง อ. เมืองสุโขทัย จ. สุโขทัย	
2	น.ส. วรรณา แจ่มแจ้ง	๔๓ ม. ๑๔ ต. แม่สิน อ. ศรีสัชนาลัย จ. สุโขทัย	
3	น.ส. ชาลพา ทองรองณ	๒๖/๑ ม.๑ ต.บ้านนา อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
4	น.ส. วันดา ฟ้านาค	๕๑/๑ ม.๑ ต. วังเจ้า อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
5	นายชำโรง ศรีทรง	๗๗ ม. ๘ ต. ท่าทอง อ. สวรรคโลก จ. สุโขทัย	
6	น.ส. ชุ่ฟ่ารณี บุญนะอิพพท์	๕๖/๑ ม. ๑ ต. คลองยาง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
7	น.ส. กิตติพงา ไชยวงศ์	๑๗ ม.๑ ต. วังเจ้า อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
8	นางจินตนา ทิพันธนิต	๖๖ ม.๑ ต. วังเจ้า อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
9	น.ส. โสภิณ แสวงผล	๕๗ /๑๐ ม. ๕ ต. คลองยาง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
10	น.ส. พลิกมลี ศันสนองแสน	๑๗/๑๔ ม.๑๑ ต. คลองยาง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
11	น.ส. พัชนิดา สอนนิพพา	๒๗/๑๐ ม.๕ ต. คลองยาง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
12	น.ส. จิโอรี จันทร์ปี่	๒๗/๑๐ ม. ๕ ต. คลองยาง อ. ศรีสำโรง จ. สุโขทัย	
13			
14			
15			

ภาคผนวก จ บทความเผยแพร่

นำเสนอภาคบรรยาย ในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 8 วันที่ 30 – 31 กรกฎาคม 2553 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร



ที่ ศธ 0527.07 01/3 1434

คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติ
และสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร
อ เมืองพิษณุโลก จ.พิษณุโลก 65000

13 กรกฎาคม 2553

เรื่อง ตอบรับการนำเสนอผลงานในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 8

เรียน ผศ.ดร.ปรีณา น้อยทัพ

ตามที่ท่านลงทะเบียนเข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 8 ระหว่างวันที่ 30-31 กรกฎาคม 2553 ณ คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร คณะกรรมการจัดงานฯ ได้พิจารณาผลงานวิจัยของท่านเรียบร้อยแล้ว และขอแจ้งให้ทราบว่า ผลงานวิจัยของท่านได้รับการคัดเลือกให้นำเสนอในการประชุมวิชาการ งานเกษตรนเรศวร ครั้งที่ 8 ดังนี้

1. รหัสผลงาน OB-17
2. ชื่อผลงาน การประยุกต์ใช้กรดแลกติกเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในปลาช่อนแดดเดียว
3. นำเสนอประเภท บรรยาย

ทั้งนี้ เวลาในการนำเสนอผลงานในภาคบรรยาย ไม่เกินเรื่องละ 15 นาที ในรูปแบบ Power point และ 5 นาที สำหรับการซักถาม และการนำเสนอผลงานภาคโปสเตอร์ ขนาด 0.90 x 1.20 เมตร โดยสามารถติดโปสเตอร์ได้ตั้งแต่วันที่ 29 กรกฎาคม 2553 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ อัมพรสถิร)
คณบดีคณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

คณะเกษตรศาสตร์ฯ
โทรศัพท์ 055-962707
โทรสาร 055-962709

การประยุกต์ใช้กรดแลกติกเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในปลาช่อนแดดเดียว

Application of lactic acid for microorganism inhibition on dried striped snake-head fish

ปวีนา น้อยทัพ[1, 2] ณัฏฐา หะทะยัง[1] เหรียญทอง สิงห์จานุสงค์[1] และ โอรส รักชาติ[1]
Paweena Noitup[1, 2], Nattha Hathayang[1], Riantong Singanusong[1] and Orose Rugchati[1]

Abstract

Dried striped snake-head fish is a semi-dried product which has a short storage time. Therefore, this research was studied the application of lactic acid on the dried striped snake-head fish to inhibit microorganism growth. The minimum inhibitory concentrations (MIC) of lactic acid against *Staphylococcus aureus* and *Escherichia coli* were 2.0-2.4% and 2.0-2.3%, respectively. Then, the appropriate concentration of lactic acid on dried striped snake-head fish was studied. The dried striped snake-head fish was dipped at the concentration of 0, 1, 2, 3 and 4%. The results showed that microorganism inhibition was increased with increasing lactic acid concentrations whereas the sensory scores were decreased. The suitable concentration was found to be 2% where it had the highest microorganism inhibition *($p \leq 0.05$)* while the chemical, physical and sensory qualities of the product were still accepted. The dried striped snake-head fish treated with 2% of lactic acid stored at 32±2 °C had the shelf-life of 2 days while the samples with no lactic acid treatment had the shelf-life of 1 day.

Keywords: dried striped snake-head fish, lactic acid, semi-dried product

บทคัดย่อ

ปลาช่อนแดดเดียวเป็นผลิตภัณฑ์กึ่งแห้งที่มีอายุการเก็บรักษาสั้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำกรดแลกติกมาประยุกต์ใช้ในปลาช่อนแดดเดียวเพื่อยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (MIC) ของกรดแลกติกที่มีต่อ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* คือ ร้อยละ 2.0-2.4 และ 2.0-2.3 ตามลำดับ จากนั้นจึงศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดแลกติกเมื่อนำมาใช้กับปลาช่อนแดดเดียวโดยวิธีการจุ่มที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 0, 1, 2, 3 และ 4 พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้มากขึ้น แต่จะได้รับคะแนนทางประสาทสัมผัสน้อยลง ซึ่งความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 2 สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด *($p \leq 0.05$)* โดยที่ผลิตภัณฑ์ยังคงมีคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวที่แช่กรดแลกติก ร้อยละ 2 มีอายุการเก็บรักษา 2 วัน ในขณะที่ปลาช่อนแดดเดียวที่ไม่ได้ใช้กรดมีอายุการเก็บรักษาเพียง 1 วัน ที่อุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียส

คำสำคัญ: ปลาช่อนแดดเดียว กรดแลกติก ผลิตภัณฑ์กึ่งแห้ง

คำนำ

ปลาช่อน (Striped snake-head fish) เป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่งที่นิยมนำมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวซึ่งได้รับความนิยมในการนำมารับประทานอย่างกว้างขวาง ผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียวโดยทั่วไปเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน ที่อุณหภูมิห้อง เนื่องจากกระบวนการผลิตปลาแดดเดียวเป็นเพียงการดึงน้ำออกบางส่วน ยังคงมีจุลินทรีย์ที่สามารถนำน้ำส่วนที่เหลือไปใช้ในการเจริญ ทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดการเสื่อมเสียได้ง่าย ปัจจุบันจึงมีผู้ผลิตบางกลุ่มนำสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคเข้ามาช่วยในการผลิตเพื่อให้ผลิตภัณฑ์เก็บได้นานมากขึ้น ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงได้นำกรดแลกติก ซึ่งเป็นกรดอินทรีย์ธรรมชาติที่มีความปลอดภัยตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาอนุญาตให้ใช้ได้ในผลิตภัณฑ์สัตว์น้ำโดยไม่จำกัดปริมาณการใช้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2547) เพื่อปรับความเป็นกรดของผลิตภัณฑ์ เนื่องจากกรดจะยับยั้งการเจริญและทำลายจุลินทรีย์ได้โดยการแทรกซึมเข้าไปในเซลล์ของจุลินทรีย์ ทำให้โปรตีนที่ผนังเซลล์เกิดการแปรสภาพหรือเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของเยื่อหุ้มเซลล์ (Branen *et al.*,1990)

[1] ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร พิษณุโลก 65000
Department of Agro-Industry, Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000 THAILAND
[2] Corresponding author e-mail: paweenan@nu.ac.th

อุปกรณ์และวิธีการ

1. ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลกติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

เตรียมสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น ร้อยละ 0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5 และ 3.0 (v/v) จากนั้นนำมาศึกษาผลของกรดแลกติกต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Tryptic soy broth โดยการนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total viable count; TVC) และวัดค่าความขุ่นโดยวัดการดูดกลืนแสง (OD) ที่ 625 นาโนเมตร ตามวิธีของ AOAC (1995) จุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองนี้ คือ *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli*

2. ศึกษาความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

นำปลาช่อนขนาด 700-800 กรัมต่อตัว ตัดหัว ควักไส้ และล้างทำความสะอาดก่อนนำไปหมักกับเกลือและน้ำตาล จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายกรดแลกติก ร้อยละ 0 (ตัวอย่างควบคุม), 1, 2, 3 และ 4 ก่อนนำไปอบที่ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 8 ชั่วโมง วิเคราะห์สมบัติทางเคมี กายภาพ จุลินทรีย์ และทางประสาทสัมผัส

2.1 การทดสอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณความชื้น ตามวิธีของ AOAC (1995) ค่า pH ด้วยเครื่อง pH meter ปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ ตามวิธีของ AOAC (1995) ค่า PV และค่า TBA ตามวิธีของ Khalid (2007)

2.2 การทดสอบทางกายภาพ ได้แก่ ค่า a_w ด้วยเครื่อง a_w center (NOVASINA; 200 S/N)

2.3 การทดสอบทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *S. aureus* และ *E. coli* ตามวิธีของ AOAC (1995)

2.4 การทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนแล้ว จำนวน 10 คน ให้คะแนนความชอบของลักษณะต่าง ๆ แบบ hedonic scale 9 point สำหรับตัวอย่างทั้งก่อนและหลังทอด

3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียว

ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาช่อนแดดเดียวแช่กรดเปรียบเทียบกับปลาช่อนแดดเดียวที่ไม่ได้แช่กรด บรรจุในถุงพลาสติกโพลีเอทีลีน (Polyethylene–PE) ในสภาวะปกติ ทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างประเมินคุณภาพทางจุลินทรีย์ทุกวัน จนผลิตภัณฑ์มีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน

4. การวิเคราะห์ทางสถิติ ดำเนินการทดลองแบบ CRD สำหรับข้อ 2.1-2.3 และแบบ RCBD สำหรับข้อ 2.4 วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่นัยสำคัญ 0.05

ผล

ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลกติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

ตามที่เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ปลาแดดเดียว (มผช.298/2549) ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในตัวอย่าง คือ *S. aureus* และ *E. coli* ต้องน้อยกว่า 200 และ 50 cfu/g ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ของกรดแลกติก โดยหาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสองชนิด จากการนับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Figure 1a) พบว่า กรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* และ *E. coli* ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 2.4 และ 2.3 ตามลำดับ ซึ่งการเจริญของเชื้อที่ลดลงจะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงด้านความขุ่นลดลง ส่งผลให้มีค่าการดูดกลืนแสงน้อยลง (Figure 1b) จากการวัดค่าความขุ่น พบว่า กรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อทั้งสองชนิดได้ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 2.0

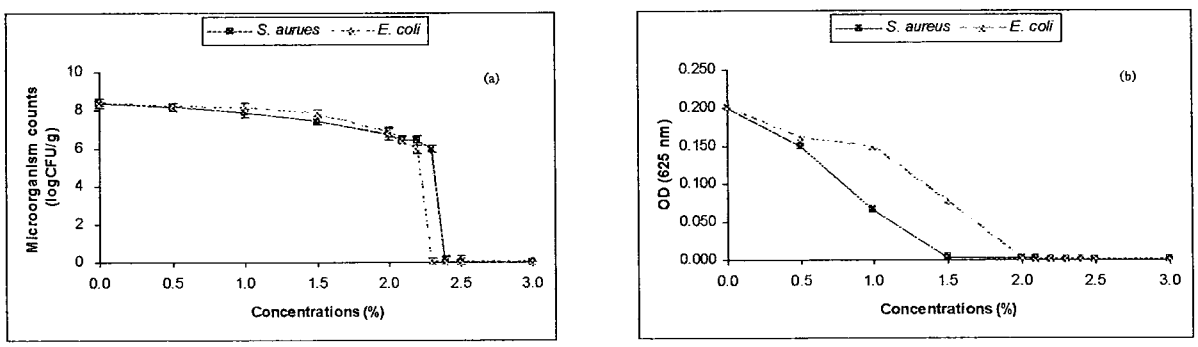


Figure 1 The minimum inhibitory concentrations of lactic acid against *S. aureus* and *E. coli;* (a) total viable count, (b) turbidity at 625 nm, *n* = 3.

จากการศึกษาระดับความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลกติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* พบว่า ความเข้มข้นต่ำที่สุดที่สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* คือ ร้อยละ 2.0-2.4 และ 2.0-2.3 ตามลำดับ

ศึกษาความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาช่อนแดดเดียว

จากการวิเคราะห์ค่าทางเคมีและกายภาพของปลาช่อนแดดเดียวก่อนทอด (Table 1) พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดเพิ่มขึ้นจะทำให้ตัวอย่างมีปริมาณกรดที่ไตเตรทได้ (คิดเทียบในรูปของกรดแลกติก) เพิ่มขึ้น เนื่องจากกรดที่มีความเข้มข้นมากสามารถซึมเข้าในเนื้อปลาได้มากกว่าในระยะเวลาการแช่สารละลายกรดที่เท่ากัน

Table 1 The chemical and physical properties of dried striped snake-head fish treated with lactic acid solution (before frying).

Lactic acid (%)	Attributes			
	Acidity (%)	pH	Moisture (%)	a_w^{ns}
0	$0.19^{e}\pm0.02$	$6.56^{a}\pm0.02$	$65.73^{a}\pm1.01$	0.89±0.01
1	$0.37^{d}\pm0.02$	$6.48^{b}\pm0.01$	$62.06^{b}\pm1.10$	0.89±0.01
2	$0.49^{c}\pm0.03$	$6.37^{c}\pm0.02$	$59.92^{bc}\pm2.63$	0.89±0.01
3	$0.51^{b}\pm0.02$	$6.27^{d}\pm0.03$	$56.83^{c}\pm1.08$	0.88±0.01
4	$0.61^{a}\pm0.01$	$6.12^{e}\pm0.03$	$52.38^{d}\pm2.15$	0.88±0.01

$^{a-e}$ Means±S.D. in the same column with the same letter are not significantly different *($p\leq0.05$), $n=3$.*

^{ns} Means±S.D. in the same column are not significantly different *($p>0.05$).*

จากการทดสอบทางจุลินทรีย์ของปลาช่อนแดดเดียวก่อนทอด (Table 2) พบว่า ตัวอย่างที่ไม่ใช้กรดมีปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยไม่พบ *E. coli* ซึ่งที่ระดับความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้มากขึ้น

Table 2 Microorganisms of dried striped snake-head fish treated with lactic acid solution (before frying).

Lactic acid (%)	Microorganism counts (cfu/g)			
	TPC	Yeast & Mold	*S. aureus*	*E. coli*
0	4.1×10^2	2.1×10^2	1.6×10^2	nil
1	3.0×10^2	1.1×10^2	1.0×10^2	nil
2	8.0 x10	6.0 x10	5.2 x10	nil
3	5.9 x10	4.2 x10	3.1 x10	nil
4	3.0 x10	3.0 x10	2.0 x10	nil

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาช่อนแดดเดียวก่อนทอด (Table 3) พบว่า การใช้ความเข้มข้นกรดแลกติก ร้อยละ 1 และ 2 ได้รับคะแนนความชอบในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบรวม ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม (กรดแลกติก ร้อยละ 0) อย่างมีนัยสำคัญ *($p>0.05$)* และมีคะแนนความชอบทุกลักษณะอยู่ในระดับดีกว่าที่ความเข้มข้นร้อยละ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ *($p\leq0.05$)*

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาช่อนแดดเดียวหลังทอด (Table 4) พบว่า คะแนนความชอบด้านกลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และความชอบรวม ที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลกติก ร้อยละ 1 และ 2 มีคะแนนที่ใกล้เคียงกับตัวอย่างควบคุม (กรดแลกติก ร้อยละ 0) มากที่สุด โดยที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลกติก ร้อยละ 1 และ 2 มีคะแนนความชอบในทุกลักษณะสูงที่สุด และมีความแตกต่างจากความเข้มข้นของกรดแลกติก ร้อยละ 3 และ 4 อย่างมีนัยสำคัญ *($p\leq0.05$)*

Table 3 The sensory evaluation of dried striped snake-head fish treated with lactic acid solution (before frying).

Lactic acid (%)	Liking scores (1-9 points)			
	Color	Odor	Texture	Overall liking
0	$7.10^{a}\pm1.58$	$7.30^{a}\pm1.06$	$7.40^{a}\pm1.77$	$7.20^{a}\pm1.16$
1	$7.40^{a}\pm1.66$	$7.50^{a}\pm1.16$	$7.30^{a}\pm0.82$	$7.40^{a}\pm1.48$
2	$7.30^{a}\pm1.29$	$7.50^{a}\pm1.37$	$7.40^{a}\pm1.66$	$7.50^{a}\pm1.71$
3	$5.70^{b}\pm1.65$	$5.70^{b}\pm1.51$	$5.40^{b}\pm1.55$	$5.30^{b}\pm1.73$
4	$4.00^{c}\pm0.85$	$3.60^{c}\pm0.99$	$3.90^{c}\pm0.63$	$3.80^{c}\pm0.82$

$^{a-c}$ Mean±S.D. in the same column with the same letter are not significantly different *($p\leq0.05$), $n=10$.*

Table 4 The sensory evaluation of dried striped snake-head fish treated with lactic acid solution (after frying).

Lactic acid (%)	Liking scores (1-9 points)			
	Odor	Texture	Taste	Overall liking
0	$7.60^{ab}\pm1.37$	$7.40^{a}\pm0.99$	$7.60^{a}\pm2.00$	$7.40^{a}\pm1.71$
1	$7.20^{b}\pm0.97$	$7.60^{a}\pm0.88$	$7.30^{a}\pm0.92$	$7.20^{a}\pm0.88$
2	$8.10^{a}\pm1.73$	$7.60^{a}\pm1.16$	$7.80^{a}\pm1.06$	$7.90^{a}\pm1.08$
3	$6.20^{c}\pm0.99$	$6.00^{b}\pm0.97$	$6.10^{b}\pm0.97$	$6.20^{b}\pm0.97$
4	$4.50^{d}\pm1.17$	$5.10^{c}\pm1.45$	$4.30^{c}\pm1.25$	$4.70^{c}\pm1.16$

$^{a-d}$ Mean±S.D. in the same column with the same letter are not significantly different *($p\leq0.05$), $n=10$.*

จากการศึกษาหาความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เหมาะสมเมื่อนำไปใช้ในการผลิตปลาช่อนแดดเดียว พบว่า ความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ ร้อยละ 2 เนื่องจากสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน:ปลาแดดเดียว (มผช.298/2549) และยังคงได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสสูงสุดในทุก ๆ ลักษณะการทดสอบ

ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียว

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 32±2 องศาเซลเซียส (Table 5) พบว่า ปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* ของทั้ง 2 ตัวอย่าง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น แต่ที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน ตัวอย่างที่ใช้กรดมีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้กรด และไม่พบการเจริญของ *E. coli* ตลอดระยะเวลาเก็บรักษา โดยตัวอย่างที่ใช้กรดแลกติก ร้อยละ 2 มีปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* เกินมาตรฐานหลังจากเก็บรักษาได้ 3 วัน ส่วนตัวอย่างที่ไม่ใช้กรดมีปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* เกินมาตรฐานหลังจากเก็บรักษาได้เพียง 2 วัน

Table 5 Microorganisms of dried striped snake-head fish during storage at 32±2 °C (before frying).

Microorganism			Storage time (day)			
(cfu/g)	Standard	Lactic acid	0	1	2	3
Yeast & Mold	$< 5 \times 10^{2}$	0%	5.4x10	2.4×10^{2}	5.3×10^{2}	7.7×10^{2}
		2%	4.8 x10	1.9 x10	3.6×10^{2}	5.5×10^{2}
S. aureus	$< 2 \times 10^{2}$	0%	4.6x10	1.4×10^{2}	2.3×10^{2}	3.7×10^{2}
		2%	4.3 x10	9.4 x10	1.6×10^{2}	2.5×10^{2}
E. coli	< 50	0%	nil	nil	nil	nil
		2%	nil	nil	nil	nil

วิจารณ์ผล

ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลกติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

จากการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของกรดแลกติกที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ พบว่า กรดแลกติกสามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* และ *E. coli* ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 2.0-2.4 และ 2.0-2.3 ตามลำดับ (Figure 1) เนื่องจากกรดมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยกรดเป็นตัวการที่ทำให้มีสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโต ทำให้ความเป็นกรดด่างต่ำลงซึ่งจะมีผลต่อจุลินทรีย์จำพวกที่ไวต่อกรด คือ ระบบการทำงานภายในเซลล์เกิดการหยุดชะงักลง (Woolthuis and Smulders, 1985) และถ้าลดความเป็นกรดด่างของอาหารลงให้ต่ำกว่า 4 จะสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตราย (pathogen) ในอาหารได้ (Jay, 2000) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าถ้าต้องการผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ จำเป็นต้องใช้กรดที่มีความเข้มข้นสูงมาก แต่จะส่งผลต่อผลิตภัณฑ์ในด้านกลิ่น รส สี และเนื้อสัมผัส ด้วยเหตุนี้จึงทำการศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของกรดแลกติกในการนำไปประยุกต์ใช้กับปลาซ่อนแดดเดียว โดยยังคงคุณภาพในระดับที่ผู้บริโภคให้การยอมรับ

ศึกษาความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เหมาะสมในการนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์ปลาซ่อนแดดเดียว

จากการวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ (Table 1) ในด้านปริมาณความชื้น พบว่า ตัวอย่างที่ใช้กรดจะมีปริมาณความชื้นและค่า a_w น้อยกว่า และที่ระดับความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นจะมีค่าความชื้นและค่า a_w ลดลง เนื่องจากกรดทำให้ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนลดลง ลักขณา (2540) กล่าวว่า ในเนื้อสัตว์ที่มีความเป็นกรดด่างต่ำจะทำให้โปรตีนเกิดการแปรสภาพไปจากเดิม ความสามารถในการจับกับน้ำของโปรตีนจึงน้อยลง และเยาวลักษณ์ (2536) กล่าวว่า ความสามารถในการอุ้มน้ำมีความสัมพันธ์กับค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อสัตว์ โดยเนื้อที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำจะมีความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเป็นกรดด่างที่ลดลง และการที่ค่าความเป็นกรดด่างลดลงจะทำให้ประจุลบเพิ่มสูงขึ้น ประจุลบจะไปทำให้ประจุในเนื้อมีค่าเป็นกลาง ทำให้โมเลกุลของน้ำที่ถูกจับไว้หลุดออกไปเป็นอิสระ เนื้อที่ได้จึงมีความสามารถในการจับน้ำได้น้อยลง (ลักขณา, 2540) จากความเข้มข้นของกรดที่มากขึ้นทำให้เกิดการสูญเสียน้ำ ส่งผลให้ค่าความชื้นและค่า a_w ลดลง แสดงว่าระดับความเข้มข้นของกรดแลกติกมีผลต่อสมบัติทางเคมีและกายภาพของปลาซ่อนแดดเดียว

เมื่อนำกรดแลกติกมาใช้กับผลิตภัณฑ์ปลาซ่อนแดดเดียว กรดแลกติกยังคงให้ผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (Table 2) ซึ่งมีงานวิจัยหลายชิ้นพบว่า กรดอินทรีย์ เช่น กรดอะซิติก กรดแลกติก กรดซิตริก มีผลในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยลดค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ ทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ (Woolthuis and Smulders, 1985) ตามที่เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน: ปลาแดดเดียว (มผช.298/2549) ได้กำหนดปริมาณจุลินทรีย์ที่มีในตัวอย่างคือ ยีสต์และรา *S. aureus* และ *E. coli* ต้องน้อยกว่า 500, 200 และ 50 cfu/g ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่า ตัวอย่างที่ไม่ใช้กรดมีปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด แต่ไม่พบ *E. coli* ที่ระดับความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นสามารถยับยั้งจุลินทรีย์ได้มากขึ้น สอดคล้องกับงานของ วรรณวิมล (2550) ที่ศึกษาผลของการใช้กรดแลกติก ร้อยละ 0, 1.5, 2.0 และ 2.5 ต่อการลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน พบว่า ทุกความเข้มข้นของกรดแลกติกมีผลต่อการลดจำนวนเชื้อ *Aeromonas caviae* โดยเฉพาะกรดแลกติกที่ความเข้มข้นสูงจะให้ผลยับยั้งดีที่สุด

จากการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสก่อนทอดและหลังทอด (Table 3 และ 4) พบว่า เมื่อใช้ความเข้มข้นของกรดแลกติกมากกว่า ร้อยละ 2 ขึ้นไป จะมีคะแนนการทดสอบทางประสาทสัมผัสลดลง เนื่องจากมีปริมาณความเข้มข้นของกรดที่เพิ่มขึ้นมากเกินไปจนไม่เป็นที่ยอมรับของผู้ทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Sundar and Zhang (2006) ที่ศึกษาผลของกรดแลกติก ร้อยละ 1, 2, 4 และ 6 ต่อคุณภาพของเนื้อหมู พบว่า ที่ระดับความเข้มข้นของกรดแลกติก ร้อยละ 1 และ 2 ไม่แตกต่างกับตัวอย่างควบคุม แต่ที่ความเข้มข้นร้อยละ 4 และ 6 ได้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสทางด้านสี กลิ่น และลักษณะเนื้อสัมผัสที่ไม่ดี

ศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาซ่อนแดดเดียว

จากการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า ปริมาณยีสต์และรา และ *S. aureus* (Table 5) ของทั้ง 2 ตัวอย่าง มีปริมาณเพิ่มขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน ตัวอย่างที่ใช้กรดมีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้กรด และสามารถเก็บรักษาได้นานกว่า ทั้งนี้เนื่องมาจากการแตกตัวของกรดไปยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ ลดค่าความเป็นกรดด่างของผลิตภัณฑ์ และทำให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ กรดทำให้

ปริมาณความชื้น และค่า a_w ลดลง ดังนั้น เชื้อจุลินทรีย์บางชนิดจึงไม่สามารถเจริญได้ จากการรายงายของ เกรียงศักดิ์ (2546) ทำการศึกษาผลของกรดอะซิติกที่มีต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของปลานิลเค็ม พบว่าที่ระยะเวลาในการเก็บนานขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณจุลินทรีย์โดยที่ตัวอย่างที่ใช้กรดมีการเจริญของจุลินทรีย์น้อยกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้กรดเมื่อเปรียบเทียบที่ระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Sundar and Zhang (2006) ที่ศึกษาผลของกรดแลคติกที่มีต่อคุณภาพของเนื้อหมู โดยทำการสเปรย์สารละลายกรดแลคติกที่ความเข้มข้นร้อยละ 1, 2, 4 และ 6 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้น โดยตัวอย่างที่สเปรย์สารละลายกรดแลคติกจะลดปริมาณเชื้อได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม

สรุป

จากการศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* พบว่า กรดแลกติกสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 2.0-2.4 และ 2.0-2.3 ตามลำดับ และเมื่อนำไปใช้กับปลาช่อนแดดเดียว พบว่า ความเข้มข้นของกรดแลกติกที่เหมาะสมคือ ร้อยละ 2 ซึ่งสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดี โดยยังคงมีคุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัสเป็นที่ยอมรับ และจากการศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาช่อนแดดเดียว พบว่า ปลาช่อนที่ทำการแช่กรดสามารถเก็บรักษาได้นาน 2 วัน ส่วนปลาช่อนที่ไม่ได้แช่กรดเก็บรักษาได้เพียง 1 วัน

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณแผ่นดิน มหาวิทยาลัยนเรศวร ประจำปี 2552

เอกสารอ้างอิง

เกรียงศักดิ์ สิงห์แก้ว. 2546. ผลของกรดอะซิติกที่มีต่อคุณภาพและการยืดอายุการเก็บรักษาปลานิลเค็ม. วิทยานิพนธ์ วท.ม., มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เยาวลักษณ์ สุพันธพิศิษฐ์. 2536. เทคโนโลยีเนื้อสัตว์. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เค.ยู.เพลส.

ลักขณา รุจนะไกรกานต์. 2540. วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีเนื้อสัตว์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

วรรณวิมล มัธยม. 2550. ผลของการใช้กรดแลคติกต่อการลดจำนวนเชื้อแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากกระบวนการผลิตไส้กรอกไก่อิมัลชั่นรมควัน. วิทยานิพนธ์ วท.ม. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. 2547. ประกาศสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เรื่อง ข้อกำหนดการใช้วัตถุเจือปนอาหาร ลงวันที่ 3 พฤศจิกายน 2547. กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2549. มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาแดดเดียว (มผช.298/2549).

AOAC. 1995. Official methods of analysis. Washington, D.C.: Association of Official of Analytical Chemists.

Branen, A.R., Davidson, P.M. and Salminen, S. 1990. Food Additives. Marcel Dekker. New York.

Horwitx, E. 1995. Official Methods of Analysis, 17thed. Association of Official of Analytical Chemists.

Jay, J.M. 2000. Modern Food Microbiology, 6thed. Aspen Publishers. Maryland.

Khalid, I.S. 2007. Antimicrobial and antioxidant effects of sodium acetate, sodium lactate, and sodium citrate in refrigerated slice salmon. Food Chemistry. 18: 566-575.

Sundar, S. and Zhang, M. 2006. Effect of lactic acid pretreatment on the fresh pork packed in modified atmosphere. Journal of Food Engineering. 72: 254-260.

Woolthuis, C.H.J. and Smulders, F.J.M. 1985. Microbial decontamination of arcasses by lactic acid spray. Journal of Food Protection. 48: 832-837.