รายงานการวิจัย

เรื่อง

แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากปลาทู เพื่อเป็นสูตรต้นแบบของจังหวัดเพชรบุรี

The product development and value added from mackerel (*Rastrelliger brachysoma*) is prototype formulation of Phetchaburi.

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทรา กล่ำสกุล

รองศาสตราจารย์ดร.บัญญัติ ศิริธนาวงศ์

ดร.บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561
ตามมติคณะรัฐมนตรี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัย
แห่งชาติ

รายงานการวิจัย
เรื่อง

แนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากปลาทู เพื่อเป็นสูตรต้นแบบของจังหวัดเพชรบุรี

The product development and value added from mackerel (*Rastrelliger brachysoma*) is prototype formulation of Phetchaburi.

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทรา กล่ำสกุล
รองศาสตราจารย์ดร.บัญญัติ ศิริธนาวงศ์

ดร.บัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2561

ตามมติคณะรัฐมนตรี จากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

บทคัดย่อ

การศึกษาแนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากปลาทูเพื่อเป็นสูตรต้นแบบของจังหวัดเพชรบุรีงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาทูต้มหวานโดยการใช้น้ำตาลโตนดที่มีอยู่ในท้องถิ่นมาใช้ทดแทนและเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์โดยทำการสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ จังหวัดเพชรบุรี ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นเพศชายจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเพศหญิงจำนวน 20 คน คิดเป็นร้อยละ 40 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 41 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 48 การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64 อำเภอของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์ คืออำเภอเมืองจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 อำเภอบ้านแหลม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 80 อำเภอชะอำ จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 14 เรือประมงมีชื่อเรือ 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 ความยาวเรืออยู่ในช่วง 5.1 – 10 เมตร จำนวน 26 ลำ คิดเป็นร้อยละ 52 เรือที่มีเลขที่ประมง 25 ลำ คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทของเรือประมงส่วนใหญ่เป็น เรืออวนติดตา เรือหาง จำนวน 42 ลำ คิดเป็นร้อยละ 84 ทำการประมงในอ่าวไทย 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 เครื่องมือที่ใช้เป็น อวนติดตา ลอบหมึก จำนวน 44 ลำ คิดเป็นร้อยละ 88 วันที่ทำการประมงอยู่ในช่วง 1 – 7 วัน จำนวน 27 ลำ คิดเป็นร้อยละ 54 ทำการประมงทั้งหมด 12 เดือน จำนวน 36 ลำ คิดเป็นร้อยละ 72 เดือนที่ทำการจับสัตว์น้ำได้ดีที่สุด คือเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 34 จับสัตว์น้ำมากกว่า 5 เที่ยว ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 56 ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้น้อยกว่า 200 กิโลกรัม/เที่ยวคิดเป็นร้อยละ 50 ทั้งปีจับได้น้อยกว่า 10,000 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 52 ค่าใช้จ่าย/ต้นทุน การดำเนินงานน้อยกว่า 10,000 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32 กำไรที่ได้น้อยกว่าร้อยละ 20 คิดเป็นร้อยละ 98 ลำดับของสัตว์น้ำที่จับได้ ได้แก่ อันดับ 1 ปลาทูร้อยละ 48 อันดับ 2 ปลาทรายแดงและกุ้ง ร้อยละ10 อันดับ 3 ปู ร้อยละ 6 มีการปฏิบัติต่อสัตว์น้ำหลังจากจับได้ คิดเป็นร้อยละ 50 การจำหน่ายอื่นๆเช่นส่งแพปลาจำนวน 40 ลำ คิดเป็นร้อยละ 80 ลักษณะการซื้อขายโดยการคัดขนาดร้อยละ 56 แบบเหมาร้อยละ 44 การจ่ายเงินเป็นแบบจ่ายเป็นเงินสดร้อยละ 96

การศึกษาสูตรปลาทูต้มหวาน กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์ โดยนำสูตรมาตรฐานปลาทูต้มหวานที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด มาจำนวน 1 สูตรและนำมาทดแทนด้วยน้ำตาลโตนดสดต่อน้ำในน้ำปรุง ที่ระดับความเข้มข้น ร้อยละ 0, 25, 50 และ 75 พบว่า สูตรที่ทดแทนด้วยน้ำตาลโตนดสดร้อยละ 25 : น้ำร้อยละ 75 ผู้ทดสอบชิมให้คะแนนการ

ยอมรับสูงที่สุดในทุกคุณลักษณะ ซึ่งค่าคะแนนการยอมรับอยู่ในช่วงคะแนน 7.40-8.18 คะแนน และนำสูตรปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์มาผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 30, 45 และ60 นาที มีค่า F_0เท่ากับ 4.46, 17.25 และ 29.55 นาที ตามลำดับ ปลาทูต้มหวานที่ผ่านการฆ่าเชื้อนาน 45 นาที ผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับมากที่สุด โดยให้คะแนนคุณลักษณะปรากฏสีของน้ำปรุงสีของเนื้อปลาทูกลิ่นรสชาติ เนื้อสัมผัสของปลาทู และความชอบโดยรวมสูงที่สุด อยู่ในช่วงคะแนน 6.66-8.26 คะแนน และพบว่าระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่นานขึ้นส่งผลให้น้ำต้มหวานมีสีน้ำตาลเข้มขึ้น ค่า L* ของเนื้อปลาทู และน้ำต้มหวานค่าลดลง และค่า a* ของเนื้อปลาทูและน้ำต้มหวานมีค่าสูงขึ้น จากการทดลองพบว่าเมื่อเวลาการฆ่าเชื้อที่มากขึ้นมีผลต่อค่าความแข็งของเนื้อปลาทูที่สูงขึ้นแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05)และทุกเวลาการฆ่าเชื้อตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด คลอสติเดียม โบทูลินัม จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว

การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์โดยผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เวลาการฆ่าเชื้อนาน 45 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 17.25 นาที โดยศึกษาคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด พบว่ามีโปรตีนเท่ากับร้อยละ 9.45 ไขมันเท่ากับร้อยละ 2.74 เถ้าเท่ากับร้อยละ 1.42 เยื่อใยไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 13.52 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดเท่ากับร้อยละ 116.54 กิโล แคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมันเท่ากับ ร้อยละ 24.66 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และทำการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์ เป็นเวลา 3 เดือน โดยการศึกษาคุณภาพทางกายภาพ พบว่าค่าสีของน้ำต้มหวาน(L*) และของเนื้อปลาทู มีแนวโน้มลดลงเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มสูงขึ้น และค่า (a*) ของของน้ำต้มหวานและเนื้อปลาทูมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะการเก็บรักษาแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ(P>0.05) ค่าความแข็งของเนื้อปลาทูมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 200.64-242.48 นิวตัน ปริมาณน้ำอิสระ(A_w) มีค่าคงที่และค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาแต่ไม่มีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) ในทุกเดือน และตลอดระยะการเก็บรักษาตรวจไม่พบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด คลอสติเดียม โบทูลินัม จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรปลาทูต้มหวานที่ทำการศึกษามีคะแนนการยอมรับสูงกว่าสูตรควบคุมในทุกคุณลักษณะตลอดระยะการเก็บรักษา 3 เดือน คะแนนอยู่ในช่วง 7.42- 8.62 คะแนน

คำสำคัญ: ปลาทู1 ต้มหวาน2 รีทอร์ตเพาซ์3 น้ำตาลโตนด4

Abstract

The study process to product development and value added from mackerel (*Rastrelligerbrachysoma*) is prototype formulation of Phetchaburi. This research aimed to develop sweet-boiled mackerel product by using locally available palm sugar to replace and add value to the product This survey research focus on the yield and product of short mackerel from Phetchaburi port by questionnaire. The fifty people was 30 for male (60%) and 20 for women (40%). The average aged was 41 – 60 years old (48%) and the primaryeducation was 32 people (64%). The number of sample from MuangPhetchaburi, Ban Lam and Cha – am were 3 people (6%), 40 people (80%) and 7 people (14%), respectively. The number of fishing boat have name was 50 boats (100%) and the boat length was in range 5.1 – 10 meters was 26 boats (52%) and boat has identification number was 25 boats (50%). The most of boats is Indo-pacific mackerel gill net swhich separated for long – tail boat was 42 boats (84%) and fishing at Thai gulf for 50 boats(100%). The fishing gear is gill net and squid trapswere 44 boats (88%), the period for fishing about 1 – 7 days was 27 boats (54%) and 12 month was 36 boats (72%). The high yield of fishing was found

on March – May was 34% and fishing more than five times per month was 56%. The yield from fishing less than 200 kg/time was 50% and less than 10,000 kg/year was 52%.The cost per cost less than 10,000 Baht was 32% and the profit less than 20% was 98%. The percentage of fish was caught wereshort mackerel (48%), ornate threadfin breamand shrimp (10%) and crab (6%). The post harvest handling of aquatic animal was 50% and sold at rafting 40 boats (80%).The dealing by size selection was 56% and 44% for charter dealing. The payment by cash 96%.

The studying the recipes and process of sweet-boiled mackerel in sugar palm juice in retort pouch by replacing the most acceptance standard recipes with fresh sugar palm juice to water into the sweetened mackerel soup at 0, 25, 50 and 75%.The results showed that the consumer testing preferred the replacement with 25% sugar palm juice: 75% water, with the highest acceptance in all characteristics and acceptance score was in the range of 7.40-8.18 scores. Sterilization at 121 °C for 30, 45 and 60 minutes had F_0 values of 4.46, 17.25 and 29.55 minutes, respectively. The 45-minute sterilized sweet mackerel had the highest acceptance scores, by scoring in every characteristics at 6.66-8.26 scores. As longer sterilization resulted in a darker brown color and a* value of mackerel and sweetened boiled soup were higher, but the L* value of both mackerel meat and sweetened boiled soup decreased. It was found that the longer disinfection time increased the hardness of the mackerel meat but there was no statistically significant difference ($P>0.05$). All the sterilization condition showed no total microorganism (aerobic plate count), *Clostridium botulinum*, highly heat-resistant microorganisms (Thermophile anaerobe) and Flat sour thermophiles.

Shelf-life of sweet boiled mackerel in sugar palm soup using sterilization pouches, at 121 °C for 45 and F_0 values at 17.25 minutes, was studied. Chemical quality analysis showed that the product had a protein content of 9.45 %. Fat and

ash were 2.74% and 1.42% but no fiber. Total carbohydrate content was 13.52%. Total calories were 116.54 kcal/100 g. and total calories from fat were 24.66 kcal/100 g. Physical quality of the product during storage for 3 months showed that L* value of sugar palm soup and mackerel fillets tended to reduced but a* value increased as longer storage and no significant (P>0.05). Hardness of mackerel fillets increased in the range 200.64-242.48 Newton. Free water (A_w) was constant and TBA trended to increase throughout the storage period but there was no statistically significant difference (P> 0.05) in each month and throughout the storage period. All microorganisms, *Clostridium Botulinum*, heat-resistant microorganisms and sour microorganisms were not found. Sensory quality scores of all characteristics of sweet boiled mackerel were higher than that of control sample for throughout the 3 month storage period and the scores ranged from 7.42 to 8.62.

Keyword: mackerel1, sweet boiled2, retort pouch3, sugar palm4

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์นี้จัดทำขึ้น ภายใต้โครงการวิจัยเรื่องแนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากปลาทูเพื่อเป็นสูตรต้นแบบของจังหวัดเพชรบุรี(The product development and value added from mackerel (*Rastrelligerbrachysoma*) is prototype formulation of Phetchaburi)ปีที่ 1 โดยพัฒนาเป็นปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์ได้ดำเนินงานวิจัยสำเร็จได้ด้วยดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลที่เกี่ยวข้องและสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนงบประมาณในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้ ขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี คณะเทคโนโลยีการเกษตร และสถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม ที่เอื้อเฟื้อสถานที่

เครื่องมือและอุปกรณ์และสิ่งอำนวยความสะดวกจนงานวิจัยเรื่องนี้สำเร็จไปด้วยดี และขอบคุณที่ปรึกษาโครงการวิจัย ได้แก่ คุณงามจิตร โล่วิทูล นักวิชาการเชี่ยวชาญจากสถาบันค้นคว้าและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน ที่เป็นที่ปรึกษาและอำนวยความสะดวกเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์การฆ่าเชื้อ เพื่อใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

คณะผู้วิจัย

25 ตุลาคม 2561

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย) ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ) ค
กิตติกรรมประกาศ จ
สารบัญ ฉ
สารบัญตาราง ซ
สารบัญรูปภาพ ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
ที่มาและความสำคัญของงานวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 4
ขอบเขตของการวิจัย 4
คำนิยามศัพท์เฉพาะ 4
กรอบแนวคิดในการวิจัย 5
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6
แนวความคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 6
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 22
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย 25
วัตถุดิบ 25
วัสดุอุปกรณ์และอุปกรณ์ในการวิจัย 25
เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ 25
เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี 25
เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์ 25
เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส 26
เครื่องและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล 26
เครื่องสำหรับการฆ่าเชื้อ 26
อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุและเก็บรักษา 26
วิธีดำเนินการวิจัย 27

บทที่ 4 ผลและอภิปรายผลการทดลอง 39

สารบัญ

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 69
บรรณานุกรม 72
ภาคผนวก 78
ภาคผนวก ก มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน 78
ก 1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด 79
ก 2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาต้มเค็ม 84
ก 3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลโตนด 89
ก 4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลมะพร้าว 92
ก 5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาซาร์ดีนกระป๋อง 96
ภาคผนวก ข กรรมวิธีในการผลิตปลาทูต้มหวาน 100
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส 131
ภาคผนวก ง วิธีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ 138
ภาคผนวก จ การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร 160
ภาคผนวก ฉ แบบสัมภาษณ์การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู 164
ภาคผนวก ช เอกสารการเผยแพร่งานวิจัย 169

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1	แสดงอัตราส่วนของสูตรปลาทูต้มหวานต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม	29
2	แสดงข้อมูล ปริมาณและผลผลิตปลาทู	40
3	แสดงคุณภาพทางกายภาพ ด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทูสด	48
4	แสดงค่าสีของเนื้อปลาทูสด	49
5	แสดงความแน่นเนื้อของปลาทูสด	49
6	แสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของเนื้อปลาทูสด	50
7	แสดงคุณภาพทางเคมีของเนื้อปลาทูสด	50
8	แสดงจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อปลาทูสด	51
9	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร	52
10	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานที่มีการใช้น้ำตาลโตนดสดทดแทนน้ำ กำหนดปริมาณที่อัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 และ75	53
11	แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการทดแทนน้ำตาลโตนดปึกเปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บในสูตรปลาทูต้มหวาน	54
12	คะแนนการทดสอบการวิเคราะห์เทคนิคการทดสอบแบบ Ideal Ratio Profile (IRP) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด	55
13	แสดงระยะเวลาการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อต่างๆ ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์	56
14	แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ	57
15	แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ	58
16	แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ	59
17	แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ต่างๆ	60
18	แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด บรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ	61

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

19 แสดงค่าสีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน 62

20 แสดงคุณคุณภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน 63

21 แสดงคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด บรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 45 นาที 64

22 แสดงค่าคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด บรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อ ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน 65

23 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด บรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน 66

24 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวาน ในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน 67

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงปลาทูตัวสั้น Short-bodied mackerel	7
2	แสดงปลาทู Indo-Pacific mackerel	7
3	แสดงปลาลัง Indian mackerel	7
4	แสดงปลาทูปากจิ้งจก Faughn’s mackerel	8
5	แสดงขั้นตอนการฆ่าเชื้อกระบอกไม้ไผ่ เพื่อใช้ใส่น้ำตาลสด	16
6	แสดงขั้นตอนการปาดหน้าตาล	16
7	แสดงน้ำตาลโตนด (ปึก)	17
8	แสดงรีทอร์ตเพาช์ (Retort pouch)	17
9	แสดงเครื่องรีทอร์ต (Retort)	21
10	แสดงกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 1	30
11	แสดงกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 2	31
12	แสดงกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 3	32
13	แสดงกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 4	33
14	แสดงกราฟใยแมงมุมแสดงผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดโดยการวิเคราะห์ค่าที่ผู้บริโภคให้คะแนนและค่าในอุดมคติ	55

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปลาทูเป็นผลผลิตทางการประมงชนิดที่สำคัญเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูงเป็นทรัพยากรที่ได้จากการจับจากธรรมชาติทั้งหมด เป็นหนึ่งในอาหารประจำชาติที่ทุกคนรับประทานเพราะมีรสชาติถูกปาก ทั้งในรูปปลาทูสด ปลาทูนึ่ง และปลาทูที่ผ่านการแปรรูป และได้กระจายไปสู่ผู้บริโภคในวงกว้างครอบคลุมพื้นที่ทั่วประเทศ ปลาทูจึงเป็นสัญลักษณ์ของความอุดมสมบูรณ์ทางอาหาร ซึ่งสะท้อนให้เห็นถึงลักษณะทางธรรมชาติของประเทศที่เอื้ออำนวย และคุณภาพชีวิตที่ดีของคนในสังคมไทย

จากการสำรวจ ปี พ.ศ. 2553 ปริมาณการจับปลาทูเพื่อนำมาใช้ประโยชน์อยู่ที่ 127,000 ตัน อยู่ในระดับ 18.56 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จัดเป็นอันดับ 2 ของปริมาณปลาผิวน้ำรองจากปลากะตะ แต่ให้มูลค่ามากเป็นอันดับสูงที่สุด คือ 4,274 ล้านบาท อ่าวไทยเป็นแหล่งที่พบปลาทูได้มากที่สุด มีการแพร่กระจายในระยะ 1-40 ไมล์ทะเลจากชายฝั่ง โดยเฉพาะอ่าวไทยฝั่งตะวันตก ตั้งแต่ ประจวบคีรีขันธ์ ชุมพรและสุราษฎร์ธานี จะพบปลาทูทุกขนาด ปลาทูบางส่วนเกิดและเติบโตในพื้นที่ ช่วงเดือนมิถุนายน ลูกปลาทูบางส่วนจะเดินทางไปหาอาหารในอ่าวไทยรูปตัว “ก” (ชลบุรี สมุทรปราการ สมุทรสาคร สมุทรสงครามและเพชรบุรี) จนเติบโตเป็นปลาทูจะ สืบพันธ์ และพบว่าปลาทูในอ่าวไทยฝั่งตะวันตกจะมีศักยภาพการผลิตสูงที่สุด คือ 35,000 ตัน รองลงมาคือฝั่งตะวันออก คือ 7,000 ตัน และพบว่าชายฝั่งอ่าวไทยมีปริมาณการจับในอัตรา 3 ใน 4 ของการจับปลาทูทั้งหมด หรือร้อยละ 74 ของปริมาณการจับปลาทูทั้งหมด (ซึ่งจำแนกเป็น 5 เขต และพบว่าเขตที่มีสัดส่วนการจับมากที่สุดคือ เขต 3 คือจังหวัด ประจวบ ชุมพรและสุราษฎร์ธานี คิดเป็นร้อยละ 47 รองลงมาคือ เขต 2 อ่าวไทยตอนบนคือ เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม สมุทรปราการจับร้อยละ 38)

เพชรบุรี เป็นแหล่งจับปลาทูที่สำคัญของอ่าวไทยตอนบน (เขต 2) จากการสำรวจพบว่าปริมาณการจับ ร้อยละ 38 รองจาก เขต 3 อ่าวไทย ปริมาณการจับร้อยละ 47 เพชรบุรีจึงเป็นแหล่งผลิตปลาทูที่สำคัญรองลงมาจากจังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2542)

ปลาทูเป็นสัตว์น้ำเศรษฐกิจที่เกิด และอาศัยในทะเลไทยเป็นจำนวนมาก สารอาหารในเนื้อปลาทูประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน เหล็ก และแคลเซียม เป็นต้น (สำนักโภชนาการ, 2544) เนื้อปลามีลักษณะอ่อนนิ่ม เคี้ยวง่าย จึงทำให้ย่อยง่าย ในเนื้อปลาทู 100 กรัมให้พลังงาน 140 แคลอรี่ โปรตีน 20 กรัม และไขมัน 6.7 กรัม แร่ธาตุที่สำคัญต่อร่างกายอีกหลายชนิด เช่น แคลเซียม 170 มิลลิกรัม ฟอสฟอรัส 60 มิลลิกรัม และเหล็ก 11.9 มิลลิกรัม (สำนักโภชนาการ, 2550) แคลเซียม และฟอสฟอรัสจากปลาทูช่วยในการสร้างกระดูก และฟัน ธาตุเหล็กช่วยในการสร้างเม็ดเลือดแดง และป้องกันการเป็นโรคโลหิตจาง ธาตุไอโอดีนช่วยในเรื่องการเจริญเติบโตของสมอง และเป็นส่วนประกอบของฮอร์โมนในต่อมไทรลอยด์ที่ช่วยในการควบคุมในเรื่องการเผาผลาญพลังงานของร่างกายให้เหมาะสม

ปัจจุบันประชากรโลกให้ความสำคัญต่อสุขภาพ และความปลอดภัยของอาหารมากขึ้น และใช้เป็นเกณฑ์กำหนดคุณภาพในการผลิต และการซื้อขายผลิตภัณฑ์อาหาร เพื่อจำหน่ายทั้งในและต่างประเทศอาหารจะมีความปลอดภัยได้ จะต้องตระหนักถึงความปลอดภัยอย่างครบวงจร โดยตั้งแต่วัตถุดิบจนถึงผู้บริโภค ดังนั้นลักษณะการจัดการสิ่งต่างๆ เพื่อให้อาหารสะอาดปลอดภัยและเหมาะสมกับผู้บริโภคจึงมีความสำคัญ นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มมูลค่าของน้ำตาลโตนดสดด้วยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบใหม่ๆ เพื่อที่จะเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญนำไปสู่แนวทางการจัดการการผลิตเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสม เพื่อให้มีการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน เป็นการช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น เนื้อปลาทูมีกรดอะมิโนที่สำคัญคือ ไลซีนและทรีโอนีน ช่วยเรื่องการเจริญเติบโตในเด็ก โดยปลาทูได้คะแนนของกรดอะมิโน 92 ซึ่งมีค่าสูงที่สุดใกล้เคียงกับน้ำนมวัว (คะแนน 91) มีกรดไขมัน ไลโนเลอิค ร้อยละ 1.67 ของกรดไขมันทั้งหมด ช่วยในการควบคุมความดันโลหิต ระดับโคเลสเตอรอลและไตรกลีเซอไรด์ในเลือด มีกรดไขมันไม่อิ่มตัว อีพีเอ (EPA: Eicosa pentaenoic acid; ร้อยละ 12.24 ของกรดทั้งหมด ลดปัญหาการเป็นโรคหัวใจขาดเลือด) และยังมี (DHA: Docosahexaenoic acid; ร้อยละ 14.96 ของกรดไขมันทั้งหมด ช่วยในเรื่องการพัฒนาและเจริญเติบโตของสมอง) (จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, 2542)

จังหวัดเพชรบุรี เป็นจังหวัดอยู่ทางด้านตะวันตกของประเทศ มีพื้นที่รวม 6,255 ตารางกิโลเมตร พื้นที่จังหวัดเป็นอันดับที่ 41 ของประเทศ มีจำนวน 8 อำเภอ ประชากรทั้งสิ้นจำนวน 456,681 คน เป็นชาย 221,335 คน (48.47 %) เป็นหญิง 235,346 คน (51.53 %) ส่วนใหญ่จังหวัดเป็นที่ราบสูงแบบภูเขา ประมาณร้อยละ 50 ของพื้นที่ ส่วนที่เหลือจะเป็นพื้นที่ราบ

ชายทะเล อยู่ทางด้านตะวันออกของจังหวัด ติดกับชายฝั่งทะเลด้านอ่าวไทย บริเวณนี้นับเป็นแหล่งเศรษฐกิจที่สำคัญยิ่งของจังหวัดในด้านการประมง การท่องเที่ยว เขตนี้ได้แก่ บางส่วนของอำเภอเมืองเพชรบุรี อำเภอบ้านแหลม อำเภอท่ายาง และอำเภอชะอำ และพื้นที่ราบแบบเชิงเขา ภูมิอากาศจึงมีหลายแบบสลับกันไป ทางทิศเหนือติดกับอำเภอปากท่อ จังหวัดราชบุรี และอำเภออัมพวา จังหวัดสมุทรสงคราม ทิศใต้ติดกับติดกับอำเภอหัวหิน จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ทิศตะวันตกติดกับเขตตะนาวศรีของประเทศพม่า ด้านตะวันออก ติดชายฝั่งอ่าวไทย (น่านน้ำติดต่อตรงข้ามกับน่านน้ำจังหวัดชลบุรี ด้านทิศใต้จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ด้านทิศเหนือ น่านน้ำจังหวัดสมุทรสงคราม น่านน้ำจังหวัดสมุทรสาคร น่านน้ำกรุงเทพมหานคร และน่านน้ำจังหวัดสมุทรปราการ) (ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย, 2560)

ประชากรส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 เป็นเกษตรกรที่มีอาชีพปลูกพืช ผลผลิตหลัก ได้แก่ ข้าว มะพร้าว อ้อย มะม่วง ถั่วเหลือง ถั่วเขียว ข้าวโพด ชมพู่ กระท้อน มะนาว กล้วยน้ำว้า กล้วยไข่ กล้วยหอม เป็นต้น ซึ่งในส่วนหนึ่งของอาชีพหลักกลุ่มเกษตรกรของจังหวัดเพชรบุรี และอีกร้อยละ 20 จะมีอาชีพ การประมง

สำหรับตาลโตนดนั้นเป็นพันธุ์ไม้ที่มีมากที่สุดในเพชรบุรี จนเป็นเอกลักษณ์ของจังหวัด ปรากฏในตรา และธงประจำจังหวัด หลักฐานจากนิราศเมืองเพชรของสุนทรภู่ที่แต่งไว้ในปี พ.ศ. 2374 กล่าวไว้ว่า “ทั่วประเทศเขตแคว้งแดนพริบพรี เหมือนจะชี้ไปไม่พ้นแต่ต้นตาล” ดังนั้นจึงปรากฏชื่อหมู่บ้านที่สัมพันธ์กับตาลโตนดจำนวนมาก อาทิ โตนดหลาย โตนดหลวง ตาลกง ตาลเดี่ยว ตาลดอน โคกโตนด และถนนตาล เป็นต้น ต้นตาลพบมากที่สุดในเขตอำเภอเมืองเพชรบุรี รองลงไปคือ บ้านลาด ชะอำ เขาย้อย ท่ายาง หนองหญ้าปล้อง ส่วนอำเภอแก่งกระจาน มีหลักฐานยืนยันว่าพบต้นตาลป่าในเขตอุทยานแห่งชาติแก่งกระจานบริเวณน้ำตกทอทิพย์ ปริมาณต้นตาลของจังหวัดเพชรบุรีเท่าที่ปรากฏหลักฐานทางสถิติสรุปได้ว่า ในปีพ.ศ. 2541 เพชรบุรีมีต้นตาลประมาณ 1,444,954 ต้น เป็นตาลเพศผู้ 833,394 ต้น ตาลเพศเมีย 611,560 ต้น และในปี พ.ศ. 2548 เพชรบุรีเหลือต้นตาลประมาณ 440,535 ต้น ตาลโตนดยังคงเป็นพืชประจำถิ่นที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจ และวิถีชีวิตของชาวเพชรบุรีอย่างต่อเนื่องตั้งแต่อดีตจนปัจจุบันจึงก่อให้เกิดอาชีพหลากหลายในชุมชน ทั้งนี้เป็นอาชีพหลักและอาชีพเสริม ได้แก่ อาชีพทำน้ำตาลโตนดที่เรียกกันว่า น้ำตาลปึก สร้างรายได้เป็นกอบเป็นกำแก่ชาวเพชรบุรี อาชีพอุตสาหกรรมในครัวเรือนการทำขนมหวานต่าง ๆ การเพาะเมล็ดเพื่อให้ได้จาวตาล สำหรับขายตรงหรือทำเป็นขนม

อาชีพขายน้ำตาล ปัจจุบันการแปรรูปตาลโตนดที่มีการจำหน่ายในท้องตลาด มีดังนี้ น้ำตาลสดบรรจุชวดแก้ว น้ำตาลปึก กระแช่ ลูกตาลอ่อนลอยแก้ว จาวตาลเชื่อม ขนมตาล (สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี, 2555)

ปลาทูต้มหวาน เป็นอาหารไทยโบราณซึ่งในปัจจุบันค่อนข้างหารับประทานได้ยากในปัจจุบัน เนื่องจากขั้นตอนการปรุงที่ต้องใช้เวลานานต้องทำการต้มเคี่ยวจนกระทั่งน้ำปรุงซึมเข้าเนื้อปลาเพื่อให้ได้รสชาติ และก้างนิ่มดังนั้นปลาทูต้มหวานนอกจากจะเป็นอาหารที่ให้โปรตีนแล้วยังให้แคลเซียมสูงกว่าการรับประทานปลาทูด้วยการปรุงสุกตามปกติ เนื่องจากรับประทานได้ทั้งก้าง โดยปกติร่างกายไม่สามารถสังเคราะห์แคลเซียมขึ้นได้เอง ต้องได้รับจากการรับประทานอาหารเข้าไปเท่านั้น ในวัยผู้ใหญ่ต้องการแคลเซียมวันละ 800-1,000 มิลลิกรัม/วัน ซึ่งนม และผลิตภัณฑ์จากนมถือเป็นแหล่งอาหารที่มีแคลเซียมสูง โดยเฉพาะนมสดจะมีแคลเซียมอยู่ประมาณ 122-146 มิลลิกรัม/100 กรัม (สำนักโภชนาการ, 2546) แต่ไม่ใช่ทุกคนที่สามารถบริโภคนมได้จึงอาจรับแคลเซียมจากแหล่งอื่นที่มีแคลเซียมมาก เช่น ปลาตัวเล็ก หรือปลากระป๋องที่รับประทานได้ทั้งก้าง จากข้อมูลทางโภชนาการของปลาทูพบว่ามีแคลเซียม 163 มิลลิกรัม/100 กรัม ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดจึงอาจเป็นอาหารที่สามารถใช้เป็นแหล่งอาหารที่แคลเซียมในปริมาณมากได้ โดยเฉพาะกลุ่มผู้ใหญ่ และผู้สูงอายุไม่นิยมรับประทานนม อาจทำให้บุคคลในกลุ่มนี้ได้รับปริมาณแคลเซียมไม่เพียงพอ จึงอาจเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค

ดังนั้นคณะผู้วิจัย จึงต้องการที่จะศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าของปลาทูและน้ำตาลโตนด โดยการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์อาหารรูปแบบใหม่ๆ ให้มีมาตรฐานในการผลิตและมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค จึงทำการพัฒนาเป็นปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ เพื่อนำไปสู่แนวทางการจัดการ การผลิต การเผยแพร่ในเชิงพาณิชย์ที่เหมาะสมต่อไปและมีการใช้ประโยชน์ได้อย่างยั่งยืน ช่วยพัฒนาเศรษฐกิจของท้องถิ่น และความเป็นอยู่ที่ดีขึ้นของประชาชนในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสำรวจแหล่งผลิตปลาทูในพื้นที่จังหวัดเพชรบุรี
2. เพื่อศึกษาคุณสมบัติของปลาทูที่มีอยู่ในจังหวัดเพชรบุรี
3. เพื่อศึกษากระบวนการผลิต และสูตรของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ผู้บริโภคยอมรับ
4. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุถุงรีทอร์ตเพาช์

5. เพื่อศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตด้านพื้นที่วิจัย ปลาทูตัวสั้นจากอำเภอเมือง (หาดเจ้าสำราญ) อำเภอชะอำ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี น้ำตาลโตนดที่เป็นเอกลักษณ์จาก อำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

ขอบเขตด้านประชากร จากอำเภอเมือง (หาดเจ้าสำราญ) อำเภอชะอำ อำเภอบ้านแหลม จังหวัดเพชรบุรี

1.4 คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ปลาทูต้มหวาน คือ เมนูอาหารพื้นบ้านมีรสชาติ หวาน เค็ม

น้ำตาลโตนด หรือน้ำตาลปึก คือ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลสดจากงวงตาลหรือดอกของต้นตาลจนมีลักษณะข้นเหนียว แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการหรือบรรจุในภาชนะบรรจุ

น้ำตาลโตนดสด คือ น้ำหวานที่ได้จากช่อดอกของต้นตาลโตนด นำไปกรอง และผ่านกรรมวิธีการฆ่าเชื้อ

1.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

1. พัฒนา และออกแบบผลิตภัณฑ์จากปลาทู
2. ทดสอบการยอมรับของผลิตภัณฑ์จากปลาทูกับผู้บริโภค
3. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์จากปลาทู

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ผลิตภัณฑ์ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดแบบสเตอรีไรซ์
2. เพื่อเสนอเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ และอาจเป็นทางเลือกใหม่ของผู้บริโภคที่สนใจรับประทานปลาทูนอกฤดูกาล
3. สามารถใช้เป็นข้อมูลเชิงลึกให้แก่ผู้ที่สนใจสามารถนำข้อมูลไปทำการผลิตเชิงพาณิชย์ได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวความคิดทางทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ปลาทู

ปลาทู จัดเป็นอาหารยอดนิยมของคนไทยมาช้านาน เนื่องจากเป็นปลาทะเลที่สามารถจับได้มากในประเทศไทย มีราคาถูก คนทั่วไปสามารถหาซื้อรับประทานได้ง่าย และเป็นปลาที่มีรสชาติ อร่อย มีคุณค่าทางโภชนาการสูง นอกจากนั้น ปลาทูยังเป็นปลาเศรษฐกิจสำคัญของชาวประมง ในแถบพื้นที่ติดทะเลที่มีการจับ เพื่อหน่ายในประเทศ และต่างประเทศ สร้างรายได้อย่างมหาศาล ปลาทูจัดเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนสูง และประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหลายชนิด โดยเฉพาะโอเมก้า 3 ที่พบมากเป็นพิเศษ ทำให้เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพ ช่วยลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด ช่วยลดความดันโลหิต และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือด

ปลาทูเป็นปลาผิวน้ำ อาศัยในบริเวณน้ำตื้น โดยเฉพาะเวลากลางคืน ส่วนเวลากลางวันจะอาศัยในระดับน้ำลึกที่เครื่องมือประมงจับได้ยาก ทำให้ชาวประมงส่วนใหญ่ออกจับปลาทูในเวลากลางคืนเท่านั้น โดยใช้เครื่องมือประมงหลัก คือ อวนล้อม และอวนดำ ปลาทูมีลักษณะลำตัวเพรียวแบบกระสวย ลำตัวแบนข้าง ปกคลุมด้วยเกล็ดขนาดเล็กละเอียดจำนวนมาก เกล็ดบริเวณอกมีขนาดใหญ่กว่าบริเวณอื่น ม่านตาเป็นเยื่อไขมัน ปากมีขากรรไกรที่ประกอบด้วยฟันซี่ขนาดเล็กจำนวนมาก ซี่เหงือกมีลักษณะยาว เมื่อจับอ้าปากจะมองเห็นซี่เหงือก ที่แผ่ออกคล้ายแผงขนนก ครีบประกอบด้วยครีบหลัง 2 อัน ครีบหลังอันแรกเป็นก้านแข็ง อันถัดมาเป็นก้านครีบอ่อนเหมือนครีบอื่นๆ ยกเว้นครีบท้องที่มีก้านครีบแข็ง 1 อัน โดยด้านหลังมีก้านครีบฝอย 5-6 อัน ครีบหลัง และครีบก้นจรดกันที่โคนหาง ส่วนครีบอกมีฐานครีบกว้างปลายครีบเรียว

แหล่งอาศัยของปลาทู ที่เป็นแหล่งประมงสำคัญในประเทศไทยพบมากในอ่าวไทย และฝั่งทะเลอันดามันแถบอ่าวพังงา แต่พบมากที่สุดในอ่าวไทย ซึ่งสามารถจับได้ตลอดทั้งปี โดยเฉพาะจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี ที่มีแหล่งอาหารของปลาทูอย่างอุดมสมบูรณ์ (ชลิต วัฒนาโภคยกิจ, 2549)

ชนิดของปลาทู

ปลาทูที่จับได้ในอ่าวไทย แบ่งเป็น 4 ชนิด คือ ปลาทูตัวสั้น ปลาทู ปลาลัง **และ**ปลาทูปากจิ้งจก ซึ่งแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกันดังแสดงในภาพที่ 1-4

ชื่อสามัญ : Short-bodied mackerel

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Restrelliger brachysoma*

ภาพที่ 1 ปลาทูตัวสั้น Short-bodied mackerel

ที่มา : (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)

ชื่อสามัญ : Indo-Pacific mackerel หรือ Indo-Pacific chub mackerel

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Restrelliger neglectus*

ภาพที่ 2 ปลาทู Indo-Pacific mackerel

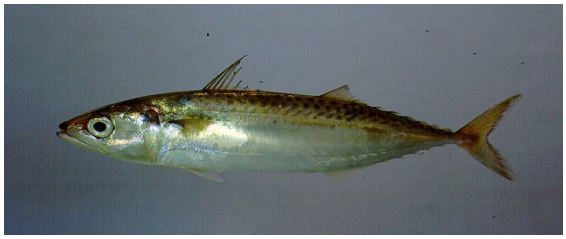
ที่มา : (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)

ชื่อสามัญ : Indian mackerel

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Restrelliger kanagurtu*

ภาพที่ 3 ปลาลัง Indian mackerel

ที่มา : (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)



ชื่อสามัญ : Faughn's mackerel

ชื่อวิทยาศาสตร์ : *Restrelliger faughni*

ภาพที่ 4 ปลาทูปากจิ้งจก Faughn's mackerel

ที่มา : (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)

ชนิดของปลาทูสั้น และปลาทู มีนักวิทยาศาสตร์บางกลุ่ม รวมถึงชาวประมงในท้องถิ่นของทุกประเทศจัดให้เป็นปลาทูชนิดเดียวกัน โดยให้ชื่อสามัญที่นิยมเรียกว่า Indo-Pacific mackerel หรือ Indo-Pacific chub mackerel จัดเป็นชนิดปลาทูที่พบ และทำการประมงมากที่สุดในแถบเอเชียอาคเนย์ ส่วนปลาลังซึ่งมีความคล้ายกันกับปลาทูมาก จึงทำให้ในบางท้องที่ในภาคใต้ของไทยมีความเข้าใจว่าปลาทู และปลาลัง เป็นปลาชนิดเดียวกัน โดยเรียกรวมให้ชื่อว่า ปลาลัง แต่กรมประมงได้ศึกษา และจัดจำแนกความแตกต่างของปลาทู และปลาลังไว้ดังนี้

1. ปลาทูมีลำตัวกว้างมากกว่าปลาลัง
2. ความกว้างที่สุดของลำตัวปลาทูมีความยาวใกล้เคียงกับความยาวของส่วนหัว ส่วนปลาลังมีความกว้างของลำตัวน้อยกว่าความยาวของส่วนหัว
3. ปลายจมูกของปลาทูมีลักษณะกลมทู่ และสั้น ส่วนปลาลังมีลักษณะยื่นแหลม
4. ปลาลังมีขนาดลูกตาใหญ่กว่าปลาทู
5. ปลาทูมีจุดสีดำบริเวณใต้ฐานครีบหลัง ส่วนปลาลัง 12-14 จุด ส่วนปลาลังจะมี 16 จุด

6. เมื่อจับขึ้นจากน้ำใหม่ ปลาลังจะมีแถบสีน้ำตาลหรือสีเหลืองพาดตามความยาวของลำตัวส่วนบน 4-5 เส้น เมื่อปลาตาย และทิ้งไว้นานแถบสีเหล่านี้จะซีดหายไป ส่วนปลาทูจะมีแถบสีชมพูเรื่อๆพาดผ่านตามความยาวของลำตัว

7. ปลาทูมีนิสัยชอบหากินอาหารบริเวณใกล้ฝั่งส่วนปลาลังจะหากินห่างจากฝั่ง (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)

วงจรชีวิต และการวางไข่

ปลาทูเป็นปลาที่วางไข่ตลอดทั้งปี ทำให้ชาวประมงสามารถจับได้ตลอดทั้งปี ปลาทูสายแรกในแถบจังหวัดสมุทรสาคร สมุทรสงคราม และเพชรบุรี เรียกว่า ปลาทูสายตะวันตก ถือเป็นแหล่งประมงปลาทูสำคัญของประเทศ ส่วนอีกสายจะอยู่บริเวณภาคตะวันออกแถบจังหวัดตราด จันทบุรี ชลบุรี และฉะเชิงเทรา เรียกว่า สายตะวันออก โดยปลาทูจะมีการวางไข่มากในช่วงเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม โดยปลาทูสายตะวันตกบริเวณปากอ่าวไทยจะว่ายน้ำลงไปวางไข่บริเวณนอกฝั่งแถบ จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ ชุมพร และสุราษฎร์ธานี และจะกลับขึ้นมามาหากินอีกครั้งบริเวณปากอ่าวไทยในเขตพื้นที่ดังกล่าว ส่วนปลาทูสายตะวันออกจะว่ายน้ำไปวางๆไข่บริเวณเกาะช้างหรือเกาะกง (ชลิต วัฒนาโภคยกิจ, 2549)

ปลาทูขนาดเล็กที่ออกหาอาหารบริเวณใกล้ฝั่งจนตัวเต็มวัยถึงวัยผสมพันธุ์จะเดินทางกลับสู่แหล่งเกิดที่เป็นแหล่งวางไข่ เพื่อผสมพันธุ์ และวางไข่ตามฤดูกาล โดยตัวเมียจะมีไข่เต็มท้อง และตัวผู้จะมีปริมาณอสุจิที่พร้อมสำหรับการผสมพันธุ์ แม่ ปลาทูจะว่ายลงลึกวางไข่บริเวณท้องทะเลที่ความลึกประมาณ 20 เมตร เมื่อตัวเมียวางไข่เสร็จ ตัวผู้จะฉีดน้ำเชื้อเข้าผสมกับไข่ทันที หลังจากนั้นไข่จะลอยไปตามกระแสน้ำ และฟักตัวออกเป็นตัวอ่อนในระยะเวลา 10 วัน หลังการวางไข่ ปลาทูเมื่อแรกเกิดจะมีถุง อาหารพองเป็นอาหารสำรองประมาณ 3-5 วัน และจะเริ่มกินอาหารเมื่อถุงอาหารเริ่มยุบตัว ซึ่งระยะนี้จะมีความยาวประมาณ 1 เซนติเมตร โดยการหาอาหารของลูกปลาจะว่ายเข้ารวมกลุ่มกันเป็นฝูง และหาอาหารบริเวณผิวน้ำตื้นบริเวณชายฝั่งของปลาทูทั้ง 2 สาย

ที่มีสาหร่าย ปะการังหรือแนวกำบัง ในระยะการหาอาหารนี้ปลาทูจะมีความยาวประมาณ 3-5 เซนติเมตร

ปลาทูในระยะแรกจะมีอัตราการเติบโตที่รวดเร็ว เมื่ออายุได้ประมาณ 3 เดือน จะมีขนาดลำตัวยาวประมาณ 10-12 เซนติเมตร และเมื่ออายุประมาณ 4 เดือน จะมีลำตัวยาวประมาณ 14-16 เซนติเมตร และอายุประมาณ 6-7 เดือน จะมีลำตัวยาวประมาณ 18-20 เซนติเมตร และจะเข้าสู่วัยผสมพันธุ์ และวางไข่อีกครั้ง โดยจะเดินทางลงด้านใต้ที่เป็นแหล่งวางไข่ในช่วงเดือนตุลาคม-พฤศจิกายน และวางไข่ในช่วงเดือนกุมภาพันธุ์-มีนาคม โดยปลาทู 1 ตัว จะวางไข่ได้ประมาณ 7 ครั้ง/ปี แม่ปลาทู 1 ตัว จะวางไข่ได้ประมาณ 20,000 ฟอง แหล่งวางไข่ขนาดใหญ่อยู่บริเวณหาดแม่รำพึง จ.ประจวบคีรีขันธ์ อ.เมือง และ อ.หลังสวน จ.ชุมพร และเกาะสมุย จ.สุราษฎร์ธานี

การทำประมงปลาทู ชาวประมงจะหลีกเลี่ยงการจับในช่วงฤดูมรสุม ได้แก่ ลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือบริเวณชายฝั่งทะเลตะวันตกในช่วงเดือนพฤศจิกายน-มีนาคม และลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้บริเวณชายฝั่งทะเลตะวันออกในช่วงเดือนเมษายน-ตุลาคม ซึ่งชาวประมง จะออกจับในวันที่ไม่มีพายุ และฝนตกหนัก (ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ, 2545)

เครื่องมือประมงปลาทู

เครื่องจำปลาทูที่มีการใช้ในอดีตจนถึงปัจจุบัน ได้แก่

1. โป๊ะ เป็นเครื่องมือจับปลาทูแบบติดประจำที่ ประกอบจากไม้ไผ่หรือไม้เนื้อแข็งอื่นๆ โดยการปักเสาไม้เป็นรูปวงกลม เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 50 เมตร แล้วล้อมด้วยเผือกให้แน่นหนา บริเวณปากโป๊ะจะทำการปักปีก หันหน้ารับกระแสน้ำ ปีกมีทั้งหมด 5 ปีก ปีกกลาง และปีกใหญ่เป็นปีกที่ยาวที่สุด บางโป๊ะอาจมีความยาวมากกว่า 500-1000 เมตร การจับด้วยโป๊ะจะทำในวันที่น้ำลงและน้ำขึ้นเต็มที่ โดยใช้อวนโป๊ะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ายาว 30-300 เมตร ลึก 8-22 เมตร ที่มีทั้งตาห่างและตาถี่ หลังจากนั้นจะใช้เรือแล่นเข้าในโป๊ะ แล้วสวมอวนด้านหนึ่งแล่นรอบโป๊ะ และไล่อวนเก็บเพื่อจับปลา

2. อวนตังเก เป็นเครื่องมือจับปลาแบบเคลื่อนที่ประเภทอวนล้อม เริ่มมีใช้ในช่วงปี 2470-2480 โดยชาวประมงจีน และญี่ปุ่น นำเข้ามาจับปลาในประเทศไทย และเริ่มใช้แพร่หลายในชาวประมงไทยในช่วงปี 2480-2500 ถือเป็นเครื่องมือที่จับปลาทูได้ครั้งละจำนวนมาก อวนตังเกมีลักษณะเป็นผืนอวน มีทั้งตาถี่ และตาห่าง รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ยาวประมาณ 220-250 เมตร อวนลึก

10-50 เมตร โดยใช้เรือ 2 ลำ ในการลากอวน โดยไต้ก๋งจะเป็นผู้มองหาฝูงปลาทู และจะหยุดเรือเพื่อสังเกตทิศทางการว่ายน้ำของปลาทูที่แน่นอน ก่อนใช้เรือทั้ง 2 ลำ วิ่งลากอวนล้อม และกั้นทิศทางการว่ายของปลา แล้งจึงนำเรือมาบรรจบกันเป็นรูปวงกลม ก่อนที่จะนำปลายอวนร้อยเข้ากับรอก และชักสายปิดปากอวนให้ปลาทูรวมกันที่ถุงอวน และยกอวนขึ้นเรือ

3. อวนฉลอมหรืออวนดำ เป็นเครื่องมือแบบเคลื่อนที่ประเภทอวนล้อม พบมากในพื้นที่ฝั่งตะวันตกของอ่าวไทยนิยมเรียกว่า อวนฉลอม บางพื้นที่ เช่น สมุทรปราการ เรียกว่า อวนดำ ถือเป็นอวนจับปลาที่มีลักษณะคล้ายกับอวนตังเกมาก แต่มีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย และใช้เรือเพียงลำเดียวในการลากอวน อวนชนิดนี้สามารถใช้ได้ที่ความลึก 6-30 เมตร การจับจะจับในคืนเดือนมืดช่วงแรม 3 ค่ำ – ขึ้น 12 ค่ำ เพื่อให้สังเกตประกายของฝูงปลาในน้ำได้ง่าย

4. อวนติด เป็นอวนจับปลาที่มีขนาดใหญ่ชนิดหนึ่ง มีความยาวประมาณ 120-200 เมตร กว้างประมาณ 20 เมตร ตาอวนที่ 4.7-5.2 เซนติเมตร ด้านบนมีทุ่นลอยติดให้อวนลอยน้ำ การจับชาวประมงจะใช้เรือแจววิ่งหาฝูงปลา และวางแนวทุ่นอวนล้อมรอบฝูงปลาเพื่อกั้นทิศที่ปลาว่ายน้ำ ขณะล้อมอวนชาวประมงจะใช้ไม้กระทุ่มน้ำเพื่อให้ปลาวิ่งเข้าติดตาอวน ก่อนจะสาวอวนขึ้นเรือเพื่อปลดปลา (สมศักดิ์ จุลละคร, 2561)

องค์ประกอบหลักของเนื้อปลา

น้ำ โปรตีน และไขมันซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้รวมกันมีถึงร้อยละ 98 ของน้ำหนักปลาสดและองค์ประกอบที่เหลืออื่นๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่มีอยู่ในปริมาณน้อย แต่ส่วนประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อสภาพการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อปลา ภายหลังการตาย ซึ่งมีผลกับเนื้อสัมผัสของปลา

น้ำ กล้ามเนื้อปลาประกอบด้วยน้ำร้อยละ 70.6 ทั้งนี้แตกต่างกันตามชนิด และถิ่นที่อยู่อาศัย การไม่กินอาหารของปลาในฤดูวางไข่ ทำให้พลังงานสะสมในกล้ามเนื้อลดลง ปริมาณน้ำในกล้ามเนื้อจึงเพิ่มขึ้นอย่างชัดเจนน้ำในตัวปลาไม่แข็งที่ 0 องศาเซลเซียส น้ำในตัวปลาที่แข็งตัวที่ประมาณ - 0.9 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง 0 องศาเซลเซียส น้ำในตัวปลา จะแข็งตัวประมาณร้อยละ 90 เท่านั้น ความคงตัวของน้ำในเนื้อปลา เกิดความชื้นในเส้นใยเนื้อปลาเกาะตัวกันแน่นรวมกับสารคอลอยด์ น้ำในเนื้อปลา มีอยู่ 2 รูปแบบ คือ

1. รูปอิสระ (Free water) น้ำที่อยู่ในสภาพนี้ทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้สารอื่น เช่น โปรตีนและคอลอยด์ ขณะเดียวกันทำหน้าที่เป็นตัวละลายอื่นๆด้วย

2 รูปยึดเหนี่ยว (Bound water) น้ำในสภาวะนี้จะอยู่ตามผิวของคอลอยด์ในโปรตีนและตามผนังเซลล์ เมื่อได้รับความร้อนน้ำที่อยู่ในสภาพนี้จะระเหยไปช้ากว่าน้ำที่อยู่ในรูปอิสระ ดังนั้นจึงต้องใช้ความร้อนสูงซึ่งตรงข้ามกับน้ำอิสระที่ระเหยได้ง่ายและแข็งตัวง่ายกว่า

โปรตีน กล้ามเนื้อของปลาประกอบด้วยโปรตีน ประเภท ตามลักษณะการละลาย คือ โปรตีนไม่ละลายน้ำ ได้แก่ โปรตีนที่ยืดหดได้ทำหน้าที่ในการยืดหดตัวของกล้ามเนื้อ มีประมาณร้อยละ 65 - 75 ของ โปรตีนทั้งหมด รวมทั้งโปรตีนเนื้อเยื่อเกี่ยวพันซึ่งมีปริมาณน้อยกว่า 3 - 10 ของโปรตีนทั้งหมด และโปรตีนไม่ละลายน้ำ ได้แก่ ไกลโคโปรตีน เอนไซม์โปรตีน

ไขมัน พบใต้ผิวหนังและกล้ามเนื้อ จำแนกได้ 2 ชนิด ไขมันที่ร่างกายเก็บไว้ใช้พลังงาน (Deport-fat) ส่วนไขมันที่ไม่ได้ถูกสะสมเพื่อใช้เป็นพลังงาน (Non-deport-fat) ได้แก่ ฟอสโฟลิปิด ปลาทูน่าที่ไขมันสูงอาจเปลี่ยนสภาพเป็นปลาไขมันต่ำได้ตามฤดูกาลและแหล่งอาหาร

แร่ธาตุ แร่ธาตุทั้งหมดหรือเถ้าในสัตว์น้ำมีปริมาณอยู่ระหว่างร้อยละ 1-2 ซึ่งแร่ธาตุที่สำคัญในสัตว์น้ำ เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม โซเดียม ซีลีเนียม

วิตามิน ประกอบด้วยวิตามินที่ละลายได้ในน้ำ คือ วิตามินบี และวิตามินซี ส่วนวิตามินที่ละลายได้ใน ไขมัน คือ วิตามินเอ ดี อี เค พบมากบริเวณตับและเนื้อเยื่อส่วนที่มีไขมันสะสมอยู่มาก (สมัคร รักแม่, 2558)

ประโยชน์ทางโภชนาการ

ปลาทูจัดเป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนสูง และประกอบด้วยกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวหลายชนิด โดยเฉพาะโอเมก้า 3 ที่พบมากเป็นพิเศษ ทำให้เป็นอาหารที่ดีต่อสุขภาพช่วยลดปริมาณไขมันในเส้นเลือด ช่วยลดความดันโลหิต และลดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหัวใจ และหลอดเลือด (สุมิตรา จันทร์เงา, 2559)

2.1.2 ตาลโตนด

น้ำตาลโตนดเป็นน้ำหวานที่ได้จากต้นตาลโตนดที่มีชื่อสามัญเป็นภาษาอังกฤษว่า Palmyra Palm เป็นพืชตระกูลปาล์ม มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Borassus flabellifer* Linn. มีชื่ออื่นๆ อีกหลายชื่อ เช่น ตะนอด ทะเนาว์ (เขมร) ถาล (ฉาน-แม่ฮ่องสอน) ทอถู (กะเหรี่ยง-แม่ฮ่องสอน) ท้าง (กะเหรี่ยง-ตาก) โหนด (ภาคใต้) ตาละ ตาลี (อินเดีย) สันนิษฐานว่าต้นกำเนิดมาจากทวีปแอฟริกา สามารถขึ้นได้ในเขตร้อน พบโดยทั่วไปในประเทศอินเดีย ไทย พม่า ศรีลังกา แล กัมพูชา

สำหรับประเทศไทย ต้นตาลโตนดขึ้นหนาแน่นในแถบภาคใต้ของประเทศนับตั้งแต่จังหวัดเพชรบุรีถึงจังหวัดสงขลา (กีย์ เทรบุยล์, 2527) นอกจากนี้ยังพบในจังหวัดอื่นๆเช่น พิษณุโลก บุรีรัมย์ สิงห์บุรี ชัยนาถ สุพรรณบุรี นครปฐม นครศรีธรรมราช และสงขลา เป็นต้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

(ก) ราก รากเป็นเสี้ยนกลมยาว เป็นกระจุกคล้ายมะพร้าว แต่หยั่งลึกไปในดินได้ลึกมาก ไม่แผ่ไปตามผิวดินเหมือนรากมะพร้าว จึงยึดกับดินได้ดี โอกาสที่จะโค่นล้มหรือถอนรากเป็นไปได้ยาก จึงใช้ปลูกเพื่อเป็นหลักในการแบ่งเขตของคันนาหรือเพื่อเสริมความแข็งแรงให้กับดินในบริเวณที่ทำการทดน้ำเข้านา

(ข) ลำต้น ตาลโตนดเป็นเป็นพืชลำต้นเดี่ยว (Single stem) ที่มีลักษณะสูงชะลูด ความสูงโดยทั่วไปประมาณ 18-20 เมตร โตเต็มที่จะสูงประมาณ (บางต้นอาจสูงถึง 30 เมตร) ลำต้นตรงหรือโค้งเล็กน้อย โคนต้นอวบใหญ่วัดโดยรอบได้ประมาณ 1 เมตร เมื่อมีความยาวสูงประมาณ 4 เมตร ลำต้นจะเริ่มเรียวลง วัดโดยรอบได้ประมาณ 40 เซนติเมตร ระยะความสูง 10 เมตร นับจากพื้นดิน ลำต้นจะเริ่มขยายออกใหม่ วัดโดยรอบได้ประมาณ 50 เซนติเมตร และคงขนาดนี้ไปจนถึงยอด เปลือกลำต้นขรุขระ และมีสีขี้เถ้าเป็นวงซ้อนๆ กัน เป็นเสี้ยนแข็ง เหนียว ไม่หักง่าย ส่วนเนื้อไม้นอกแข็งแรง และค่อยๆ อ่อนเข้าไปสู่ภายในลำต้น

(ค) ใบ มีลักษณะเป็นรูปพัด (Fan leaf หรือ Palmate) ใบจะมีใบย่อยเรียกว่า Segment จะแตกจากจุดๆ เดียวขอบก้านใบจะมีหนามแข็ง และคมติดอยู่เป็นแนวยาวคล้ายใบเลื่อย ยอดตาลประกอบด้วยใบตาลประมาณ 25–40 เซนติเมตร ใบมีสีเขียวเข้มล้อมรอบลำต้นเป็นรัศมีประมาณ 3-4 เมตร ใบแก่สีน้ำตาลห้อยแนบกับลำต้นใน 1 ปี จะแตกใบประมาณ 12–15 ใบหรือเฉลี่ยเดือนละ 1 ใบ

(ง) ดอก ออกดอกเป็นช่อ โดยดอกตัวผู้และดอกตัวเมียแยกออกจากกันอยู่คนละต้น ช่อดอกตัวผู้จะมีลักษณะเป็นงวงยาวประมาณ 30–40 เซนติเมตร โดยมีกระโปรงห่อหุ้มอยู่ภายในกระโปงจะมีช่อดอกตัวผู้ประมาณ 3–5 ช่อ การออกของกระโปงจะออกเวียนรอบคอประมาณ 10–15 กระโปงต่อต้นใน 1 ช่อดอก ประกอบด้วยดอกตัวผู้มากน้อยแล้วแต่ความสมบูรณ์ของช่อดอก ส่วนดอกตัวเมียจะออกจากกระโปงเหมือนกัน จะรู้ว่าเป็นดอกตัวผู้หรือตัวเมียเมื่อออกกระโปงแล้วเท่านั้น จากการสังเกตลักษณะของกระโปงพบว่าถ้ากระโปงปลายแหลมจะเป็นตัวผู้และถ้ากระโปงมีลักษณะเป็นคลื่นๆ จะเป็นตัวเมีย ช่อดอกตัวเมียจะมีลักษณะเป็นทะลายมีผลตาลเล็กๆ ติดอยู่ถ้า 1 กระโปงมี 1 ทะลายจะได้ทะลายที่มีผลขนาดใหญ่ เต้ามีขนาดใหญ่และสวยแต่ถ้า 1 กระโปง

มีมากกว่า 1 ทะลายจะได้ผลที่มีขนาดเล็ก คุณภาพของผลไม่ดีเท่าที่ทราบเกษตรกรยังไม่เคยตัดแต่งให้เหลือแค่ 1 ทะลายต่อ 1 กระโปงแต่อย่างใดดอกจะมีสีเหลืองอมขาว ออกเป็นช่อแบบช่อแยกแขนง ระหว่างกาบใบดอกแยกเพศอยู่ต่างต้นช่อละ 8–16 ดอก ดอกบานเต็มที่กว้างประมาณ 5 เซนติเมตร

(จ) ผล จะเกิดกับต้นตัวเมียเท่านั้น ระยะเวลาตั้งแต่ออกดอกจนถึงเก็บผลอ่อนใช้เวลาประมาณ 75-80 วัน โดยผลจะออกเวียนรอบต้นตามก้านใบ โดยในแต่ละก้านใบจะออกหนึ่งปลี แต่ละปลีจะให้ช่อดอกประมาณ 3 ช่อ ในหนึ่งช่อดอกให้ผลหนึ่งทะลาย โดยในแต่ละทะลายมี 10–20 ผล ผลอ่อนมีสีเขียว ผลแก่จัดมีสีน้ำตาลเข้มหรือสีดำเป็นมัน เนื้อภายในเป็นเส้นใยละเอียด เมื่อสุกเต็มที่จะประกอบด้วยแป้งและน้ำตาล มีสีเหลืองแก่และมีกลิ่นหอม นิยมนำไปใช้ทำขนมตาล

พันธุ์ตาลโตนดที่นิยมปลูกมี 3 พันธุ์ คือ

1. ตาลหม้อ เป็นตาลที่มีลำต้นแข็งแรง ถ้าดูจากลำต้นภายนอกไม่สามารถแยกได้ว่าเป็นตาลพันธุ์อะไร นอกจากต้นนั้นจะให้ผลแล้ว ตาลหม้อเป็นตาลที่ให้ผลใหญ่ผิวด้านเป็นมันเรียบแทบจะไม่มีสีอื่นปน เวลาผลแก่มีรอยขีดตามแนวยาวของผลเปลือกหนาในผลจะมี 2-4 เมล็ด ใน 1 ทะลาย จะมีประมาณ 10-20 ผล ส่วนใหญ่จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความอุดมสมบูรณ์ของดิน

2. ตาลไข่ ลำต้นแข็งแรงลูกมีขนาดเล็กสีค่อนข้างเหลืองแบ่งออกเป็น 2 ชนิดด้วยกัน ไข่เล็กผลค่อนข้างเล็กใน 1 ทะลายจะมีผล 20-30 ผล เนื่องจากผลเล็กจึงทำให้เต้ามีขนาดเล็กตามไปด้วย จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไปและไข่ใหญ่ผลมีขนาดใหญ่กว่าไข่เล็กสีค่อนข้างเหลืองใน 1 ทะลาย จะมีผล 10-20 ผล เต้ามีขนาดใหญ่กว่าไข่เล็ก 1 ผล จะมี 2-3 เต้า จะให้ผลเมื่ออายุ 10 ปีขึ้นไป

3. ตาลพันธุ์ลูกผสม ลำต้นตรงใหญ่แข็งแรง ลูกค่อนข้างใหญ่เกือบเท่าตาลพันธุ์หม้อ สีดำผสมน้ำตาล (เหลืองดำ) ในผลจะมี 2-3 เต้า ให้ผลประมาณ 15-20 ผลต่อทะลายเป็นตาลที่มีจำนวนมากที่สุดในจังหวัดเพชรบุรีส่วนใหญ่จะให้ผลเมื่ออายุ 15 ปีขึ้นไป

วิธีการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนด

วิธีการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดโดยทั่วไปมีหลักการคล้ายคลึงกัน คือการทำให้ส่วนของช่อดอกหรือยอดอ่อนช้ำ ต้นตาลโตนดจะส่งน้ำตาลโตนดมาตามท่อน้ำตาลเพื่อรักษาอาการบอบช้ำนั้น เมื่อปาดส่วนของช่อดอกหรือเจาะส่วนช่อดอกหรือเจาะที่ส่วนยอดก็จะมีน้ำหวานไหลออกมา ตาลโตนดเมื่ออายุประมาณ 12–15 ปี จะเริ่มให้น้ำตาลโตนดและสามารถเก็บเกี่ยวน้ำตาลสดได้นานถึง 80 ปี การเก็บเกี่ยวจะทำได้ตลอดทั้งปีโดยจะเก็บวันละ 2 ครั้ง ในช่วงเช้าและช่วงบ่าย โดยใช้ภาชนะรูปทรงกระบอกเช่น กระบอกไม้ไผ่ ขนาดความจุ 1–3.5 ลิตร แขวนรองรับ

น้ำตาลโตนดที่ไหลออกจากงวงตาลโดยใช้ไม้เคี่ยม *(Cylylelobium Lanceolatum)* หรือไม้พะยอม (*Shorea floribunda*) ตัดเป็นชิ้นใส่ลงในกระบอกประมาณ 3–5 กรัม ก่อนแขวนรองรับน้ำตาลโตนดที่งวงตาลเพื่อชะลอการเสื่อมเสียของน้ำตาลโตนดระหว่างเก็บเกี่ยว (Ohler และคณะ, 1984) คุณภาพของน้ำตาลโตนดที่เก็บในตอนเช้าจะมีคุณภาพดีกว่าน้ำตาลโตนดที่เก็บในตอนบ่าย เนื่องจากในการรองรับน้ำตาลโตนดในเวลากลางคืนมีอุณหภูมิต่ำกว่าเวลากลางวัน จึงทำให้การเสื่อมของน้ำตาลโตนดที่รองรับในเวลากลางคืนเกิดช้ากว่า (เรณุกา แจ่มฟ้า, 2545) วิธีการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดมี 2 วิธี คือ

1. การเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดจากต้นตัวผู้ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเกี่ยวน้ำตาลโตนด คือหลังจากที่ออกงวงยาวประมาณ 50 เซนติเมตร ดอกบานพอประมาณให้รวบงวงตาลเข้าด้วยกัน ใช้ไม้คาบตาล (ต้นตัวผู้) บีบงวงตาลเบาๆ วันละครั้ง ทำติดต่อกัน 3–4 วัน หักปลายงวงทิ้งประมาณ 1 นิ้ว ใส่กระบอกแช่น้ำทิ้งไว้ประมาณ 3 คืน จากนั้นเทน้ำในกระบอกทิ้ง ปาดตาลในตอนเช้า ถ้ามีน้ำไหลซึมออกมาไม่หยุด แสดงว่าสามารถเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดจากต้นตัวผู้ได้

2. การเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดจากต้นตัวเมีย ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนด คือหลังจากที่ช่อดอกบานเป็นจั่นแล้ว โดยใช้ไม้คาบตาลนวดระหว่างจั่น ทำติดต่อกันประมาณ 3 วัน หักปลายจั่นทิ้งประมาณ 1 นิ้ว ทดลองปาดจั่น ถ้ามีน้ำไหลออกมาไม่หยุด แสดงว่าใช้ได้แต่ถ้าปาดแล้วไม่มีน้ำไหลออกมา ให้นำจั่นแช่น้ำในกระบอกทิ้งไว้ 1 คืน แล้วเทน้ำในกระบอกทิ้งทดลองปาดหน้าตาลใหม่ ถ้าไม่มีน้ำไหลออกมาก็เปลี่ยนตัวใหม่ โดยทั่วไปเกษตรกรไม่นิยมเก็บน้ำตาลโตนดจากต้นตัวเมีย ส่วนใหญ่จะปล่อยให้ออกจั่นติดผลเพื่อเก็บผลตาลเป็นทะลายมากกว่า (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2544)

ผลิตของน้ำตาลโตนด

การเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดจะสามารถทำได้ตลอดทั้งปี โดยปกติจะเริ่มประมาณปลายเดือนธันวาคมของทุกปี เนื่องจากปริมาณน้ำฝนเริ่มลดน้อยลงและงวงตาลหรือช่อดอกของต้นตาลโตนดจะเจริญเติบโตที่ในช่วงนี้ ส่วนระยะเวลาการเก็บเกี่ยวจะสิ้นสุดปลายฤดูแล้ง ประมาณเดือนเมษายนหรือพฤษภาคมขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของแต่ละปี หลังจากนั้นจะมีช่อดอกให้ปาดเพื่อรองรับน้ำตาลสดได้น้อยลง (เรณุกา แจ่มฟ้า, 2545)

Child (1974) รายงานว่าปริมาณน้ำตาลโตนดที่รองรับได้ขึ้นอยู่กับอายุของต้นตาลโตนด ฤดูกาลและสภาพดินฟ้าอากาศ ในประเทศศรีลังกา ผลผลิตรวมของน้ำตาลสดในช่วงการรองรับ

น้ำตาลสด 8 เดือน จากเริ่มต้นจนสิ้นสุดเฉลี่ยประมาณ 13.16–65.80 ลิตรต่องวง หรือ 225.60 ลิตรต่อต้น แต่อย่างไรก็ตามต้นตาลโตนดที่ดีควรให้ผลผลิตประมาณ 500–600 ลิตรต่อปีหรือประมาณ 1,350–1,600 มิลลิลิตรต่อวัน

Ohler และคณะ (1984) กล่าวว่าถ้ามีการรองรับน้ำตาลโตนดวันละ 1 ครั้ง จะได้ผลผลิตเฉลี่ยประมาณ 0.6–3.0 ลิตรต่อต้นต่อวัน สำหรับผลผลิตรวมของน้ำตาลโตนดเริ่มต้นจนสิ้นสุดเฉลี่ยประมาณ 16-18 ลิตรต่องวง หรือประมาณ 270 ลิตรต่อต้น

กีย์ เทรบุยล์ (2527) พบว่าน้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลสด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 16 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ประมาณร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวซิ่ง ร้อยละ1.8 และน้ำตาลซูโครส ร้อยละ 15.0 นอกจากนี้ ยังมีองค์ประกอบดังนี้ ความถ่วงจำเพาะที่ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 1.058–1.077 ปริมาณของแข็งทั้งหมด ประมาณ 15.0–19.7 กรัม/100 มิลลิลิตร เถ้า ประมาณ 0.11–0.41 กรัม/100 มิลลิลิตร โปรตีน (N*6.25) ประมาณ 0.23–0.32 กรัม/100 มิลลิลิตร

การเก็บเกี่ยวผลตาลโตนด

การขึ้นตาลเพื่อตัดทะลายอ่อนและการโยงจากยอดลงมาด้านล่าง เพื่อนำมาเฉาะจำหน่ายเป็นผลตาลอ่อน หลังจากที่ขึ้นตาลเพื่อโยงทะลายอ่อนลงมาแล้ว จะนำมาทำการพรอมและเฉาะเอาผลตาลอ่อน หรือเต้าตาล หรือลอนตาลที่อยู่ด้านในออกมา ตาลโตนดนอกจากจะมีประโยชน์ในด้านต่างๆ และยังสามารถนำส่วนต่างๆ มาใช้ในการประกอบอาหารได้ทั้งอาหารคาว และอาหารหวาน เช่น แกงหัวตาล ลูกตาลลอยแก้ว ขนมตาล เป็นต้น

1. ลูกตาลอ่อน ในผลตาลจะมีส่วนเมล็ดอ่อน เปลือกนอกผลตาลจะเริ่มแข็งและเปลี่ยนเป็นสีดำ ภายในมีเมล็ดยังอ่อนอยู่ที่เรียกว่า“ลอนตาล”หรือ“เต้าตาล”1-4 ลอน ลักษณะอ่อนนุ่ม ใสเหมือนวุ้น มีน้ำอยู่ข้างในลอนตาล รสหวานหอม เรียกว่า “ลูกตาลอ่อน”หรือ ตาลเฉาะ ซึ่งเรียกตามลักษณะการใช้วิธีการเฉาะ เพื่อนำลูกตาลอ่อนออกจากผลตาล ลูกตาลอ่อนอาจรับประทานสดเหมือนผลไม้ทั่วไปหรือนำไปแปรรูปเป็นอาหารชนิดต่างๆ เช่น ลูกตาลลอยแก้ว เค้กลูกตาล และขนมอื่นๆ จากการสังเกตลอนตาลอ่อนที่วางจำหน่ายริมทางถนนเพชรเกษม พบว่ามีการนำลอนตาลที่เฉาะใหม่ๆ จุ่มลงในสารฟอกขาวซึ่งเป็นสารพวกโซเดียมไฮโดรซัลไฟด์ หรือสารพวกโซเดียมเมตาไบซัลไฟด์ สารดังกล่าวนี้ทำให้ลอนตาลมีสีขาว สวยคงสภาพหลายชั่วโมง ผู้บริโภคที่ซื้อไปถ้าไม่ล้างน้ำทำความ

สะอาดเสียก่อนอาจจะทำให้ท้องเสียได้ ทางที่ดีควรเลือกซื้อลอนตาลที่มีสีขาวอมแดง ซึ่งเป็นสีปกติของลอนตาลที่ทำปฏิกิริยากับอากาศซึ่งปลอดภัยกว่า

2. ผลตาลแก่และสุกเต็มที่ สุกงอมจนผิวด้านนอกเป็นสีน้ำตาลไหม้เกือบดำเมื่อลอกเปลือกออกแล้ว จะได้เนื้อผลตาลที่มีสีเหลืองทอง กลิ่นหอม สามารถยีเนื้อตาลส่วนนี้ นำไปทำขนมตาลได้ หลังจากยีเนื้อตาลออกแล้ว จะเหลือเฉพาะส่วนเมล็ด มีการนำเมล็ดไปเพาะเพื่อทำ จาวตาล เมื่อเมล็ดตาลงอกแล้ว ใช้มีดผ่าส่วนเปลือกแข็งของเมล็ดตาลออกมาชุบแป้งทอด เรียกว่า โตนดทอด (อนิรุทธิ์ ศรีสุวรรณ และธีรพงษ์ แตงอ่อน, 2555)

วิธีการทำน้ำตาลโตนด (ปึก)

ขั้นตอนการทำ

1. นำกระบอกไม้ไผ่ที่จะไปรองน้ำตาลสดมารมควัน เพื่อเป็นการฆ่าเชื้อแล้วนำมาร้อยเชือก เพื่อใช้แขวนกระบอก แล้วก็นำไม้พยอมใส่ในกระบอกครึ่งฝ่ามือเพื่อป้องกันน้ำตาลสดที่รองไว้มีรสเปรี้ยว (ภาพที่ 5)

ภาพที่ 5 ขั้นตอนการฆ่าเชื้อกระบอกไม้ไผ่ เพื่อใช้ใส่น้ำตาลสด

ที่มา : (พิมพ์ชนก อินทร์กลัด, 2555)

2. เลือกต้นตาลโตนดที่ออกงวง เมื่อเลือกได้แล้วก็จะปีนขึ้นไปเก็บน้ำตาลโดยใช้ไม้คาบนวดทิ้งไว้ประมาณ 7 วัน แล้วจึงใช้มีดปาดหน้าตาล (ภาพที่ 6) และปาดหน้าตาลทุกวัน เพื่อไม่ให้หน้าตาลแห้ง ตาลตัวผู้จะมีงวง ซึ่งเมื่อใช้ไม้ทาบนวดแล้วจะต้องแช่หน้าตาลไว้ในน้ำ เพื่อเป็นการล่อน้ำตาลให้ออกการปาดหน้าตาลจะปาดทุกวันจนกว่างวงตาลจะหมดก็จะถือว่าน้ำตาลจะหมดไปด้วย

ภาพที่ 6 ขั้นตอนการปาดหน้าตาล

ที่มา : (พิมพ์ชนก อินทร์กลัด, 2555)

3. เมื่อได้นำตาลสดแล้ว นำน้ำตาลสดที่ได้กรองเอาไม้พะยอมออกด้วย ผ้าขาวบาง นำไปเคี่ยวให้เดือด ถ้าจำหน่ายในรูปน้ำตาลสด ก็เคี่ยวพอน้ำตาลเดือด (ประมาณ 100 เซลเซียส) ปรุงแต่งกลิ่น รสตามใจชอบ เช่นใส่ใบเตยหอม สารแต่งกลิ่นอื่นๆ สารกันเสีย บรรจุขวดเพื่อจำหน่ายต่อไป หรือถ้าทำเป็นน้ำตาลข้น หรือน้ำตาลปึก ก็เคี่ยวต่อไปอีกประมาณ 2 - 3 ชั่วโมง จนน้ำตาลแก่ (ข้น แดง ฟู) ฟองจะรวมกันก็ยกลงจากเตา คนให้เข้ากันโดยใช้เหล็กกระแทก ตักใส่แบบพิมพ์น้ำปึกที่รองด้วยผ้าขาว ตั้งทิ้งไว้ประมาณ 2 ชั่วโมง นำไปจำหน่ายได้

ภาพที่ 7 น้ำตาลโตนด (ปึก)

ที่มา : (พิมพ์ชนก อินทร์กลัด, 2555)

2.1.3 รีทอร์ตเพาช์ (Retort pouch)

รีทอร์ตเพาช์ เป็นบรรจุภัณฑ์ชนิดอ่อนตัว (Flexible packaging) ประกอบด้วยวัสดุ เช่น พลาสติก อลูมิเนียม และวัสดุเชื่อมประสานตั้งแต่ 4 ชั้นขึ้นไป ใช้สำหรับบรรจุอาหาร ทนต่อความร้อนและความดันที่ใช้ในการฆ่าเชื้อได้เช่นเดียวกับกระป๋อง และขวดแก้ว สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ได้นานตั้งแต่ 6 เดือน ถึง 2 ปี

ภาพที่ 8 รีทอร์ตเพาช์ (Retort pouch)

ที่มา : (วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์, 2542)

ในประเทศสหรัฐอเมริกามีการวิจัยบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาช์มาตั้งแต่ปี 1950 ต่อมาในปี 1960 ได้พัฒนาบรรจุภัณฑ์นี้เพื่อใช้ในโครงการอวกาศอพอลโล และเป็นเสบียงของทหารในกองทัพสหรัฐอเมริกาจนประสบความสำเร็จแต่ยังไม่เป็นที่แพร่หลายทางการค้า และในปี 1974 ประเทศญี่ปุ่นได้เริ่มพัฒนาบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ และได้รับความนิยมเป็นอย่างมากจนจัดได้ว่าเป็นผู้ผลิตอาหารบรรจุในรีทอร์ตเพาช์รายใหญ่ที่สุดของโลกในปัจจุบัน วัสดุที่ใช้ทำรีทอร์ตเพาช์โดยทั่วไปเป็นพลาสติก 3 ชั้น เชื่อมประสานกัน (Lamination) หรือรีดร่วมกัน (Coextrusion) โดยตัวเชื่อมประสาน (Sealant) ที่ใช้มักเป็นโคโพลิเมอร์ของโพลีโพรพีน และเอทธีลีน คุณสมบัติของพลาสติกชั้นนอกจะเป็นชั้นที่เหนียวทนต่อการขีดข่วน ชั้นกลางเป็นชั้นที่ป้องกันการซึมผ่านของออกซิเจน แสงสว่าง ความชื้น และชั้นในสุดเป็นชั้นที่มีสมบัติปิดผนึกด้วยความร้อนได้ และสามารถ

สัมผัสกับอาหาร ได้อย่างปลอดภัยรีทอร์ตเพาช์ที่นิยมใช้บรรจุอาหารโดยทั่วไปได้แก่ PET12/Al7/CPP70, PET12/Al7/NY15/CPP70, และ PET12/NY15/CPP70 (PET: Polyester, Al: Aluminium foil, CPP: Cast Polypropylene, ตัวเลขแสดงความหนา หน่วยเป็นไมครอน) (งามจิตร โล่วิทูร, 2547)

รีทอร์ตเพาช์แบ่งตามประเภทและรูปแบบต่างๆ ได้แก่ ประเภทใส (Transparent type) ซึ่งสามารถมองเห็นผลิตภัณฑ์ภายในถุงได้หรือแบบทึบแสงที่มีชั้นของอลูมิเนียม (Aluminium type) มีทั้งรูปแบบที่เป็นถุงสี่เหลี่ยมปิดผนึกทั้ง 4 ด้าน หรือแบบที่มีส่วนขยายก้นถุง (Gusset) เพื่อให้ถุงสามารถตั้งได้ (Standing pouch) ในประเทศญี่ปุ่นนิยมใช้ถุง PET/Al/CPP มากที่สุด นอกจากนี้ยังมีการใช้ถุง NY/CPP เป็นถุงใสบรรจุข้าวสาร ส่วน PET/NY/Al/CPP เป็นถุงที่มีโครงสร้างแข็งแรงที่สุดและแข็งแรงมากกว่า PET/Al/CPP และ PET/Al/NY/CPP จึงนิยมใช้ทำถุงแบบตั้งได้และทำถุงบรรจุขนาดใหญ่ (วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์, 2542)

รีทอร์ตเพาช์มีข้อดีหลายอย่าง เช่น ช่วยยืดอายุการเก็บรักษาอาหารได้นานเช่นเดียวกับอาหารกระป๋อง แต่มีน้ำหนักเบากว่า ประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บและขนส่ง สะดวกในการใช้งาน นอกจากนี้ยังช่วยลดเวลาในการฆ่าเชื้อจึงรักษาคุณภาพอาหารและคุณค่าทางอาหารได้ดีกว่าด้วย (งามจิตร โล่วิทูร, 2547) จากการรายของ Chia และคณะ (1983) พบว่าเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ปลา Rainbow trout ปลา Pollock และกุ้งบรรจุรีทอร์ตเพาช์สั้นกว่าผลิตภัณฑ์กระป๋อง 34% 32% และ 37% ตามลำดับ ผลิตภัณฑ์บรรจุรีทอร์ตเพาช์สามารถเก็บรักษาวิตามินบี 1 ไว้ได้สูงกว่า มีคุณภาพเนื้อสัมผัส และสีดีกว่า และได้รับคะแนนความชอบสูงกว่าผลิตภัณฑ์บรรจุเนื่องจากใช้เวลาการให้ความร้อนสั้นกว่า สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Mohan และคณะ (2006) ที่พบว่าผลิตภัณฑ์แกงกะหรี่กุ้ง (Kuruma shrimp) บรรจุรีทอร์ตเพาช์ใช้เวลาฆ่าเชื้อสั้นกว่าผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋องถึง 35% เมื่อกำหนดภาวการณ์ฆ่าเชื้อให้ได้ F_0 เท่ากัน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีปริมาณ Cooking loss ต่ำกว่าผลิตภัณฑ์บรรจุกระป๋องถึง 5% และทำให้ได้คุณภาพด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับทางประสาทสัมผัสดีกว่าด้วย

2.1.4 การฆ่าเชื้ออาหารบรรจุในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว

ผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว หมายถึงผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท ไม่มีอากาศผ่านเข้าออก ผ่านการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ด้วยความร้อนก่อนหรือหลังการบรรจุ และปิดผนึกด้วยอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสม

จุดมุ่งหมายของการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน คือ เพื่อทำให้อาหารนั้นอยู่ในสภาพปลอดเชื้อเชิงการค้า (commercial sterilization) ซึ่งหมายถึงทำให้อาหารปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะ *Clostridium botulinum* และจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ชนิดที่ทำให้อาหารเน่าเสียเหลืออยู่ในอาหาร ส่วนจุลินทรีย์ที่เหลืออยู่นั้นต้องไม่สามารถเจริญได้สภาวะการเก็บรักษาปกติ ในขณะเดียวกันยังคงรักษาคุณลักษณะที่ดี และยังคงคุณค่าทางอาหารของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ จึงทำให้เก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหารไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียที่อุณหภูมิการเก็บรักษาปกติ (ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์, 2538)

การให้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ และสปอร์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่บรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิท พบว่าความเป็นกรดด่าง (pH) ของอาหารมีผลโดยตรงต่อกระบวนการให้ความร้อนและความสามารถในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยในการผลิตอาหารสำเร็จรูปบรรจุในภาชนะปิดสนิท โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารที่มีความเป็นกรดด่างสูงกว่า 4.6 มักคำนึงถึงจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะ *C. botulinum* ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญเติบโต และสร้างพิษที่เป็นอันตรายในภาวะที่ไม่มีอากาศ ทนความร้อนสูง และใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ไม่เพียงพอ แต่สปอร์ของของเชื้อจุลินทรีย์นี้ไม่สามารถเจริญในอาหารที่มีความเป็นกรดด่างต่ำกว่า 4.6 และค่า water activity (a_w) มากกว่า 0.85 มักใช้การฆ่าเชื้อแบบสเตอริไลซ์ ซึ่งเป็นการทำลายจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส ภายใต้ความดันไอน้ำหรืออุณหภูมิน้ำร้อนภายใต้ความดันสูง

การใช้ความร้อนเพื่อทำลายจุลินทรีย์ และสปอร์ในผลิตภัณฑ์อาหารที่อุณหภูมิสูงในระยะเวลาที่เหมาะสม จะแตกต่างกันไปขึ้นกับความต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ในอาหาร ลักษณะและสมบัติของอาหารที่มีผลต่ออัตราการแทรกผ่านความร้อนเข้าไปยังจุดร้อนช้าที่สุดของอาหาร โดยคำนึงถึงการรักษาสมบัติและลักษณะที่ดีของอาหารเพื่อให้ผู้บริโภคยอมรับ

1. การกำหนดภาวะในการฆ่าเชื้อ

ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึงในการศึกษาและกำหนดกรรมวิธีกรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์อาหารบรรจุในภาชนะบรรจุปิดสนิทเพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์นั้นได้รับการฆ่าเชื้อเชิงการค้าอย่าง

เพียงพอ ได้แก่ สมบัติการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ อัตราการแทรกผ่านความร้อนไปยังจุดร้อนช้าที่สุด และองค์ประกอบ คุณสมบัติและคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์อาหาร

1.1 สมบัติการต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์ การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์และสปอร์ในอาหารขึ้นกับความเป็นกรดด่างของอาหาร จุลินทรีย์มักมีความต้านทานความร้อนสูงสุดในภาวะเป็นกลาง และถูกทำลายด้วยความร้อนได้ง่ายในภาวะที่เป็นกรด (pH<4.6) การต้านทานความร้อนของจุลินทรีย์แสดงด้วยกราฟข้อมูลเวลาของการทำลายจุลินทรีย์ด้วยความร้อนเรียกว่า Thermal Death Time (TDT curve) หรือ Decimal Reduction Time (D-value) ซึ่งหมายถึงระยะเวลาที่ใช้ในการทำลายจุลินทรีย์ไป 90% ของจำนวนเริ่มต้นที่อุณหภูมิหนึ่งๆ จุลินทรีย์แต่ละชนิดมีค่า D แตกต่างกัน ค่า D ยิ่งสูงบ่งบอกถึงความต้านทานต่อความร้อนมากขึ้น (วิวัธน์ ปฐมโยธิน, 2542) ดังนั้นในการกำหนดความร้อนในการฆ่าเชื้อจึงจำเป็นต้องเลือกเอาจากจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูงที่สุดที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์อาหารนั้น และจากสภาพแวดล้อมของกระบวนการผลิต

ค่า Z คือ จำนวนองศาเซลเซียส (°C) หรือองศาฟาเรนไฮท์ (°F) ที่ทำให้ค่า D เปลี่ยนแปลงไป 1 log cycle หรืออุณหภูมิที่ทำให้อัตราการตายเปลี่ยนไป 10 เท่า

ค่า F (sterilizing value) เป็นค่าเวลาในการทำลายจุลินทรีย์จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิที่กำหนด ค่า F นี้จะใช้เปรียบเทียบการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิต่างๆ โดยมีการกำหนดค่า Z สำหรับจุลินทรีย์เฉพาะและอุณหภูมิที่ต้องอ้างอิงไว้ เช่น F^{16}_{250} แสดงเวลาเป็นนาทีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่มีค่า Z=16°F จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิ 250°F แต่ในการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำลายจุลินทรีย์ต้องเปรียบเทียบที่สภาวะเดียวกัน จึงมีการกำหนดค่า F_0 เป็นค่าแสดงเวลาเป็นนาทีที่ใช้ทำลายจุลินทรีย์ที่มีค่า Z=18°F หรือ 10°C จำนวนหนึ่งที่อุณหภูมิ 250°F หรือ 121.1°C

การกำหนดอุณหภูมิ และเวลาในการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ (pH>4.6) เพราะเกี่ยวข้องกับความปลอดภัยของผู้บริโภคในการฆ่าเชื้อเชิงการค้าแก่อาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ ต้องให้ความร้อนเพียงพอที่จะทำลายจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายและสร้างพิษร้ายแรง ได้แก่ *Clostridium botulinum* โดยกำหนดให้มีค่า process lethality (F_0) ไม่น้อยกว่า 3 นาที ปกติค่า F_0 ที่แนะนำมักสูงกว่าที่จำเป็นในการทำลายจุลินทรีย์จำนวนที่กำหนดเพื่อป้องกันความแปรปรวนของกระบวนการฆ่าเชื้อ (ทิพาพร อยู่วิทยา, 2535)

1.2 อัตราการแทรกผ่านความร้อนไปยังจุดร้อนช้าที่สุด ในการกำหนดจุดฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ในภาชนะปิดสนิทต้องศึกษาข้อมูลอัตราการแทรกผ่านความร้อนสู่จุดร้อนช้าที่สุดของ

ผลิตภัณฑ์ ขณะที่อาหารได้รับการถ่ายเทความร้อนในระหว่างการฆ่าเชื้อจะมีลักษณะการถ่ายเทความร้อน 3 แบบ ซึ่งขึ้นอยู่กับสมบัติทางกายภาพของอาหาร คือ การนำ (Conductive heating) การพา (Convective heating) และถ่ายเทความร้อนแบบผสม (Complex heating) จุดที่รับความร้อนช้าที่สุดของอาหารในภาชนะบรรจุเรียกว่า Cold point นั้นจะเกิดกับลักษณะการถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นว่าเป็นการนำหรือการพา (รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต, 2535)

2.1.5 เครื่องรีทอร์ต

รีทอร์ท (retort) อาจเรียกว่า เครื่องฆ่าเชื้อ หรือ หม้อฆ่าเชื้อภายใต้แรงดัน หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้แปรรูปอาหารด้วยความร้อนเพื่อฆ่าเชื้ออาหารซึ่งบรรจุในภาชนะที่ปิดสนิท เช่น กระป๋อง ขวดแก้ว ถุงทนร้อนสูง โดยใช้อุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียส เป็นอุปกรณ์สำคัญในการผลิตอาหารกระป๋อง

ภาพที่ 9 เครื่องรีทอร์ต (Retort)

ที่มา : (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์, 2542)

2.1.6 การวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสเชิงพรรณนาและปริมาณ

วิธี QDA เป็นวิธี profiling method ชนิดหนึ่งซึ่งกำลังได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในงานการค้นคว้าและวิจัยผลิตภัณฑ์ (product research and development; R&D) โดยจะทำการวิเคราะห์ธรรมชาติ และความเข้มของคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสทั้งหมดที่พบในผลิตภัณฑ์อาหารชนิดหนึ่ง ๆ นอกจากนั้นยังใช้ในการตรวจสอบว่าผลิตภัณฑ์ของบริษัทมีความแตกต่างจากผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งหรือไม่ และอย่างไร และยังสามารถใช้ในการทดสอบอายุการเก็บ

(shelf - life testing) ว่าจะเก็บรักษาได้นานเพียงไรก่อนที่จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางประสาทสัมผัสขึ้น ใช้ในการทดสอบเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงส่วนประกอบ (ingredients) หรือเปลี่ยนแปลงสูตรในการผลิตผลิตภัณฑ์ ว่าทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไร และยังสามารถใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ไม่ใช่อาหารได้อีกด้วย เช่น สบู่ ครีมทาผิว เป็นต้น

เทคนิคนี้ถูกพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ. 1974 โดยนักวิจัยจากมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด เพื่อให้การทดสอบทางประสาทสัมผัสมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธี flavour profile เป็นวิธีที่อาศัยการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม และมีการปรึกษาหารือกันในช่วงแรกเพื่อให้ผู้ทดสอบสามารถสรุปและตกลงกันได้ในคำนิยามหรือคำศัพท์ที่ผู้ทดสอบแต่ละคนได้ให้ไว้ แต่หลังจากที่ได้ข้อสรุปแล้วผู้ทดสอบแต่ ละคนจะต้องทำการทดสอบแยกออกจากกัน

วิธี QDA เป็นวิธีการที่ค่อนข้างซับซ้อน (sophisticated technique) เพราะฉะนั้นจึงต้องใช้ผู้ทดสอบที่ได้รับการฝึกฝน (trained panel) มาเป็นอย่างดีแล้วเท่านั้น จึงจะให้ผลที่น่าเชื่อถือ ข้อดีของวิธี QDA คือ ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ และแสดงเป็นรูปกราฟใยแมงมุม (spider web) ได้ และการคิดค้นคำศัพท์เป็นอิสระจากหัวหน้าผู้ทดสอบ (panel leader) แต่อาจมีข้อเสียตรงที่มีค่าใช้จ่ายสูง เนื่องจากต้องฝึกฝนผู้ทดสอบจนเกิดความชำนาญ ดังนั้นอาจมีข้อจำกัดสำหรับบริษัทขนาดเล็กซึ่งไม่สามารถที่จะสนับสนุนเงินวิจัยได้ และค่อนข้างสิ้นเปลืองเวลาเป็นอย่างมาก การทดสอบแบบ QDA นั้น ปรกติจะใช้ผู้ทดสอบประมาณ 10 - 20 คน เพราะฉะนั้นจะต้องทำการคัดเลือกผู้ที่จะเข้าร่วมการประเมินจากจำนวนผู้เข้าสมัครทั้งหมดประมาณ 18 - 25 คนเป็นอย่างน้อย

วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และตีความ

เมื่อได้ค่าคะแนนของตัวอย่าง นำมาหารด้วยค่าในอดุมคติ หรือค่าที่พอเหมาะ นำค่าเรโช (S/I หรือ ต/พ) ของผู้ทดสอบแต่ละคนมารวมกัน เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Ratio mean) และหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) ค่าเฉลี่ยที่ได้สามารถนำมาใช้เป็นแนวทางว่าจะต้องปรับปรุงผลิตภัณฑ์ไปในทิศทางใด เช่น ถ้าค่าออกมา S/I ได้ (ก) = 1.0 มีความหมายว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง สำหรับลักษณะที่ศึกษานั้นๆ ถ้า S/I (ข) > 1.0 มีความหมายว่า มีความจำเป็นต้องลดความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ (ค) ถ้า < 1.0 มีความหมายว่า มีความจำเป็นต้องเพิ่มความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความหมายดังนี้ (ก) ถ้า = 0 มีความหมายว่าผู้ทดสอบมีความเห็นพ้องกัน (ข) ถ้า ≤ มีความหมายค่า ผู้ทดสอบมีความเห็นแตกต่าง

กันไปบ้าง (ค) ถ้า ≥ 0.5 มีความหมายว่า ผู้ทอสอบมีความเห็นแตกต่างกันมาก ในกรณีหลังสุด นักพัฒนาผลิตภัณฑ์จะต้องพิจารณาเหตุผลอื่นประกอบ ก่อนที่จะมีการตัดสินใจ ดำเนินการขั้นต่อไป (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2536)

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กนก ติระวัฒน์ (2531) รายงานว่า น้ำตาลโตนดสด มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ 11.6 องศาบริกซ์ ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ประมาณร้อยละ 16.8 น้ำตาลรีดิวซิ่งร้อยละ 1.8 และ น้ำตาลซูโครสร้อยละ 15.0 นอกจากน้ำตาลโตนดสด ยังมีองค์ประกอบดังนี้ ความถ่วงจำเพาะที่ 29 องศาเซลเซียส ประมาณ 1.058–1.077 ปริมาณของของแข็งทั้งหมดที่ละลายได้ทั้งหมด ประมาณ 15–19.7 กรัม/100 มิลลิลิตร เถ้าประมาณ 0.11–0.41 กรัม/100 มิลลิลิตร โปรตีนประมาณ 0.23–0.32 กรัม/100 มิลลิลิตร

พฤกษา สวาทสุข (2559) ศึกษาผลของการให้ความร้อนต่อลักษณะทางกายภาพของปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์ พบว่าปลาทูที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสนาน 30 40 และ 50 นาทีมีค่า F_0 เท่ากับ 7.7, 8.8 และ 12.1 นาที ปลาทูต้มเค็มที่ผ่านการฆ่าเชื้อนานตั้งแต่ 30 นาทีขึ้นไป สามารถทำให้ก้างนิ่มได้เช่นเดียวกับการผลิตแบบดั้งเดิม ระยะเวลาการฆ่าเชื้อนานส่งผลให้ผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลเข้มขึ้น และเนื้อสัมผัสของเนื้อปลาแข็งขึ้น

มุทิตา มีนุ่น (2555) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลโตนดเข้มข้น และคุณภาพน้ำตาลโตนดเข้มข้นที่ผลิตเชิงการค้า รวมทั้งศึกษาคุณภาพของน้ำตาลโตนดสดที่ผลิตด้วยวิธีดั้งเดิม และ วิธีควบคุมปัจจัยทั้งทางด้านเคมี กายภาพ จุลชีววิทยา และด้านประสาทสัมผัส ซึ่งจากการสัมภาษณ์ และใช้แบบสอบถามเกษตรกรผู้ผลิตจานวน 30 ราย ในเขตจังหวัดสงขลา พบว่าเกษตรผู้ผลิตประมาณร้อยละ 57 มีการเติมเศษไม้เคี่ยมเพื่อป้องกันการเน่าเสียของน้ำตาลโตลด

สุภัทรา กล่ำสกุล และคณะ (2559) ศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลสดสเตอริไลซ์ที่บรรจุรีทอร์ตเพาซ์ โดยศึกษาคุณสมบัติของน้ำตาลสดตามธรรมชาติ พบว่า มีค่าความสว่าง (L*) 26.73 ค่าสีแดง (a*) -1.07 ค่าสีเหลือง (b*) 1.93 มีค่าความถ่วงจาเพาะ 1.0589 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 11.25 องศาบริกซ์ ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) 5.73 ปริมาณกรดแลกติก ร้อยละ 0.098 ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด น้ำตาลรีดิวซ์ และน้ำตาลซูโครส เท่ากับ 8.56 3.59 และ 4.97 กรัม/100 กรัม มีความชื้น โปรตีน คาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เถ้า เท่ากับร้อยละ 86.60 0.19 12.95 และ

0.26 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เท่ากับ 7.5×10^{7}, 1.8×10^{4} และ 2.7×10^{2} โคโลนีต่อมิลลิลิตร และศึกษาอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่ 110, 115 และ 120 องศาเซลเซียส ซึ่งในช่วงเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อจุนทรีย์ (F_0) ที่ 12 ใช้เวลาฆ่าเชื้อนาน >80, 40 และ15 นาที ซึ่งจากการศึกษาได้เลือกสูตร จากคะแนนการทดสอบความชอบของผู้บริโภคเลือกสูตรที่ยอมรับมากที่สุด แล้วทำการศึกษาอายุการเก็บรักษา เป็นเวลา 3 เดือน โดยเลือกสูตรน้ำตาลสดที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที ซึ่งตรวจคุณภาพทางกายภาพ น้ำตาลสดพบว่ามีค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกเดือนอยู่ในช่วง 15.09–16.44 มีค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง -1.68 ถึง -1.80 ค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 2.16–2.39 และค่าความถ่วงจำเพาะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 1.0700–1.0702 มีปริมาณร้อยละของผลผลิตมีแนวโน้มลดลงอยู่ในช่วงร้อยละ 99.13–99.68 คุณภาพทางเคมี ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอยู่ช่วง 17.46–17.41 องศาบริกซ์ค่าความเป็นกรดด่างมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 5.40–5.67 ค่าปริมาณกรดแลกติกมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 0.058–0.070 ปริมาณ น้ำตาลทั้งหมดมีแนวโน้มลดลงอยู่ในช่วง 13.93–16.35 กรัม/100 กรัม ค่าปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์มีแนวโน้มลดลงอยู่ในช่วง 2.09–2.29 กรัม/100 กรัม ปริมาณน้ำตาลซูโครสมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอยู่ในช่วง 11.81–14.12 กรัม/100 กรัม และศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในน้ำตาลสด พบว่าปริมาณจุลินทรีย์รวม ยีสต์ และรา จุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophilic anaerobe) และจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ไม่พบเชื้อจุลินทรีย์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

3.1. วัตถุดิบ

3.1.1 น้ำตาลโตนด จากอำเภอบ้านลาด จังหวัดเพชรบุรี

3.1.2 ปลาทู จาก อำเภอเมือง (หาดเจ้าสำราญ) อำเภอชะอำ และอำเภอบ้านแหลม จ.เพชรบุรี

3.2. วัสดุและอุปกรณ์ในการวิจัย

3.2.1 อุปกรณ์งานครัว

3.2.2 เครื่องวัดพีเอช (pH–meter) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (Uni pH Flex)

3.2.3 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ (Hand Refractometer) รุ่น N1 (บริษัท ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น)

3.2.4 เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer)

3.2.5 เครื่องชั่งน้ำหนักละเอียดทศนิยม 4 ตำแหน่ง รุ่น BS 224S (บริษัท Sartorius AG, ประเทศเยอรมนี)

3.2.6 ตู้เย็น

3.2.7 รีทอร์ตเพาช์ (PET12/NY15/AL9/CPP80) แบบซองตั้งทึบแสง ขนาด120x170x35 มิลลิเมตร

3.3 เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ

3.3.1 เครื่องวัดสี (Colorimeter Hunter color lab) ระบบ CIE วัดค่าในรูป L*, a*, b* รุ่น Color Flex, ประเทศสหรัฐอเมริกา

3.3.2 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT Plus (บริษัท Stable Micro Systems, ประเทศอังกฤษ) วัดค่า Firmness (ความแน่นเนื้อ) โดยใช้หัว (P/2N) หัวรูปทรงกระบอกปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

3.4. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี

3.4.1 เครื่องวัดพีเอช (pH–meter) ค่าความเป็นกรด–ด่าง (Uni pH Flex)

3.4.2 เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Refractometer) รุ่น RX-5000α (บริษัท Atago, ประเทศญี่ปุ่น)

3.4.3 ชุดไทเทรต (Titratable acidity)

3.5. เครื่องมือและอุปกรณ์สำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลินทรีย์

3.5.1 หม้อนึ่งความดันไอน้ำ (Autoclave) รุ่นSS-325 (บริษัท KAOHSIUNG, ไต้หวัน)

3.5.2 ตู้บ่ม (Incubator Selecta) รุ่น 2000237 (ประเทศสเปน)

3.5.3 ตู้อบลมร้อน (Hot air oven) รุ่น UM 500 (บริษัท Memmert, ประเทศเยอรมนี)

3.5.4 อุปกรณ์ในการตรวจสอบจุลินทรีย์ (A.O.A.C., 2000)

3.5.5 อุปกรณ์เครื่องแก้วทางจุลินทรีย์

3.6. เครื่องมือสำหรับการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.6.1 อุปกรณ์สำหรับการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส เช่น ปากกา แก้วน้ำ ถ้วยชิม ถาดสำหรับการนำเสนอตัวอย่าง กระดาษเช็ดปาก เป็นต้น

3.6.2 แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.6.3 ห้องประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

3.7. เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล

3.7.1 โปรแกรมสำเร็จรูป สำหรับระบบปฏิบัติการ Windows รุ่น 17.0

3.7.2 คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ระบบปฏิบัติการ Windows รุ่น10

3.8. เครื่องมือสำหรับการฆ่าเชื้อ

3.8.1 เครื่องฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ (Hot Water Spray Retort) รุ่น RCS–60SPXTG (บริษัท ฮิซากะ, ประเทศญี่ปุ่น) และวิเคราะห์ F_0 ด้วยโปรแกรม Elab Valsuite Pro นำข้อมูลที่ได้คำนวณค่า F_0 ตามวิธีของ Ball’s method

3.9. อุปกรณ์ที่ใช้ในการบรรจุและเก็บรักษา

3.9.1 ถุงรีทอร์ตเพาช์ (PET12/NY15/AL9/CPP80) แบบซองตั้งทึบแสง ขนาด 120x170x 35 มิลลิเมตร

3.9.2 เครื่องปิดผนึก

วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ ใน อำเภอเมือง อำเภอบ้านแหลม และอำเภอชะอำ จ.เพชรบุรี จำนวน 50 ราย

1. สำรวจจำนวนชาวประมงที่จับปลาทูและปริมาณการจับโดยการใช้แบบสอบถามและการสัมภาษณ์ จำนวน 50 ราย ในอำเภอเมือง อำเภอบ้านแหลมและ อำเภอชะอำ จ.เพชรบุรี (อำเภอที่ติดทะเล) และนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

ขั้นตอนที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปลาทู ดังนี้

2. การศึกษาคุณสมบัติของปลาทูสดที่เก็บจากเรือดังนี้

นำปลาทูสดที่เก็บจากเรือใหม่ๆ รวมให้เป็นชุดเดียวกันของการเก็บวันนั้น และควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ ประมาณ 4-7 องศาเซลเซียสหรือโดยการแช่น้ำแข็ง จากนั้นเก็บตัวอย่างมาทำการตรวจสอบคุณภาพ โดยตัวอย่างควรทำการวิเคราะห์ภายใน 1 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย การวิเคราะห์คุณภาพได้แก่

2.1 คุณภาพทางกายภาพของปลาทูสด

2.1.1 คุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้วิจัยเพื่อบ่งลักษณะ สี กลิ่น ความสด ความแน่นเนื้อ และคุณภาพโดยรวม โดยการให้คะแนน (5 คะแนน)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบ

3 = ชอบปานกลาง

4 = ชอบ

5 = ชอบมากที่สุด

2.1.2 คุณภาพด้านสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter Hunter color lab) ระบบ CIE วัดค่าในรูป L*, a*, b* รุ่น Color Flex, (ประเทศสหรัฐอเมริกา) โดยการหั่นสไลด์เนื้อด้านในของปลาทูสด มาทำการวัดค่าสี โดยทำการสุ่มวัด 3 จุด ใน 1 ชิ้น แล้วหาค่าเฉลี่ย

2.1.3 คุณภาพด้านความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT Plus (บริษัท Stable Micro Systems, ประเทศอังกฤษ) ใช้หัว (P/2N) หัวรูปทรงกระบอกปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

2.2 คุณภาพทางเคมีของปลาทูสด

2.2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Refractometer) รุ่น RX-5000α (บริษัท ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น)

2.2.2 ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 2000)

2.2.3 ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000)

2.2.4 ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 2000)

2.2.5 ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)

2.2.6 ปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C., 2000)

2.2.7 ปริมาณปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

2.2.8 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

2.2.9 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน (A.O.A.C., 2000)

2.2.10 วัดพีเอช (pH–meter)

2.2.11 ปริมาณกรด (Titratable acidity)

2.2.12 ปริมาณน้ำอิสระ (a_w) (AOAC, 2000)

2.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

2.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด (FDA, 2001)

2.3.2 ปริมาณ *Escherichia coli* (FDA, 2001)

2.3.3 ปริมาณยีสต์และรา (FDA, 2001)

2.3.4 ปริมาณ *Staphylococcus aureus* (cfu/g) (FDA, 2001)

ขั้นตอนที่ 3 ศึกษาสูตร และกรรมวิธีการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ตเพาช์ในห้องปฏิบัติการ

3.1 ศึกษาสูตรต้นแบบของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ผู้บริโภคยอมรับ

ศึกษาสูตรต้นแบบของปลาทูต้มหวานจำนวน 4 สูตร และนำมาทดสอบการยอมรับโดยผู้บริโภคจำนวน 50 คน เลือกสูตรที่ยอมรับมากที่สุดจำนวน 1 สูตร (9 คะแนน)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

ตารางที่ 1 แสดงอัตราส่วนของสูตรปลาทูต้มหวานต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
น้ำตาลปี๊บ (กรัม)	200	100	300	200
น้ำปลา (ช้อนโต๊ะ)	-	2	2	-
เกลือ (ช้อนชา)	1/2	1/2	½	1/2
หอมแดง (กรัม)	100	100	-	200
ขิง (กรัม)	100	-	-	200
มะขามเปียก (กรัม)	100	100	-	100
ตะไคร้ (กรัม)	100	50	-	-
ใบมะกรูด (กรัม)	-	4	-	4
พริกขี้หนู (กรัม)	-	600	-	-
พริกไทย (กรัม)	50	-	30	30
รากผักชี (กรัม)	-	-	30	-
กระเทียม (กรัม)	-	-	15	-
น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)	2,000	2,000	2,000	2,000

***หมายเหตุ : สูตรที่ 1 อ้างอิงจาก Isolateboy (2557)**

: สูตรที่ 2 อ้างอิงจาก พูน วิลาวัลย์ (2555)

: สูตรที่ 3 อ้างอิงจาก Mind Mpp (2555)

: สูตรที่ 4 อ้างอิงจาก Young MEA (2558)

3.1.1 วิธีการเตรียมตัวอย่าง

นำปลาทู 1 กิโลกรัม ประมาณ 12-13 ตัว มาทำการตัดหัว ควักไส้ และล้างทำความสะอาด เหลือน้ำหนักต่อตัวประมาณ 40-45 กรัม จากนั้นนำไปต้มในน้ำสะอาด 1,000 มิลลิลิตร เติมเกลือร้อยละ 0.3 กรัม จับเวลาในการต้ม 30 นาที จากนั้นเทน้ำที่ต้มทิ้ง สะเด็ดน้ำให้แห้ง ใช้วิธีการเดียวกันทั้งหมดในการเตรียมตัวอย่างของปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร

3.1.2 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 1

วิธีการทดลองสูตรที่ 1

นำหม้อตั้งไฟ เติมน้ำ 1,800 มิลลิลิตร เติมวัตถุดิบที่หั่นในขั้นที่ 1 ลงไป เติมเกลือ 1/2 ช้อนชา น้ำตาลปี๊บ 200 กรัม รอจนน้ำเดือด (ประมาณ 5 นาที)

↓

เติมเนื้อปลาทูที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้วลงไป จับเวลาในการเคี่ยว 1 ชั่วโมง

ภาพที่ 10 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 1

ที่มา : (Isolateboy, 2557)

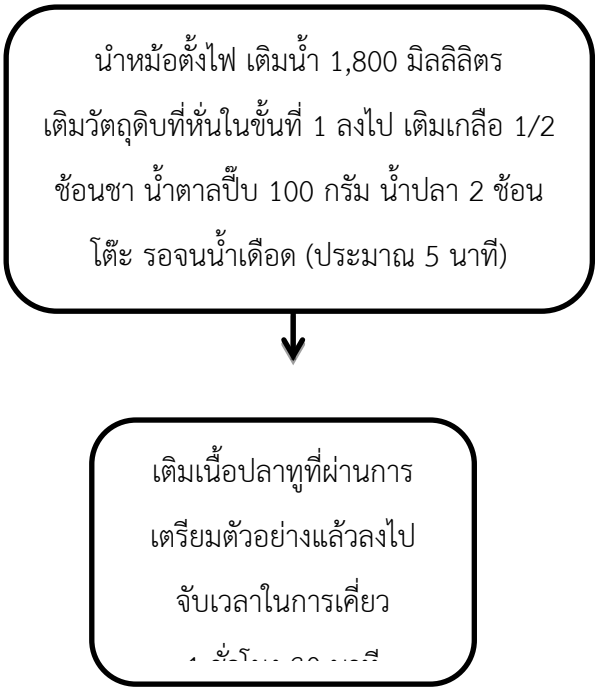
3.1.3 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 2

วิธีการทดลองสูตรที่ 2

หั่นตะไคร้เป็นท่อน ชั่ง 100 กรัม
หอมแดงผ่าซีก 100 กรัม
พริกขี้หนู 600 กรัม
ใบมะกรูด 4 ใบ

↓

มะขามเปียก ชั่ง 100 กรัม เติมน้ำ 200 กรัม แช่ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นคั้นเอากากออก

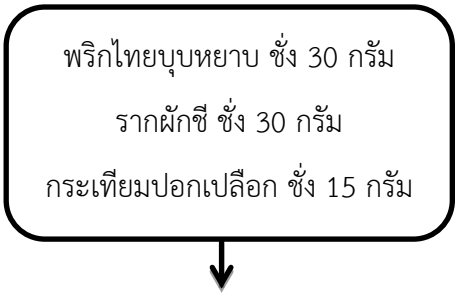


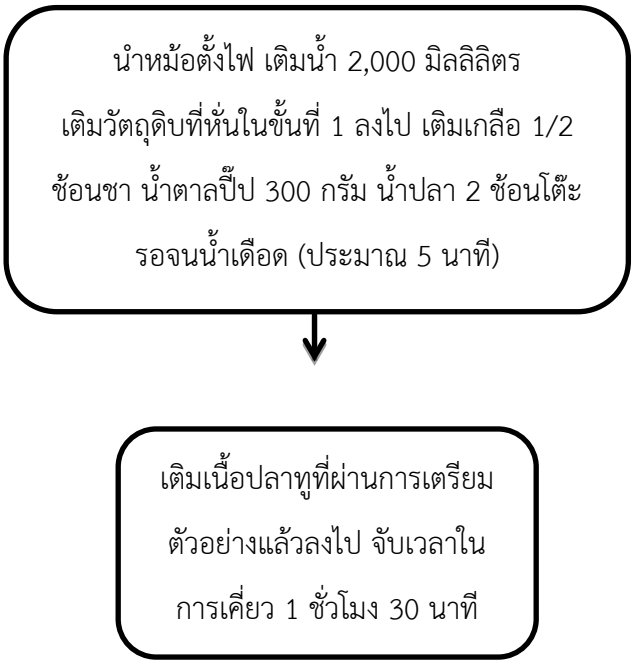
ภาพที่ 11 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 2

ที่มา : (พูน วิลาวัลย์, 2555)

3.1.4 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 3

วิธีการทดลองสูตรที่ 3



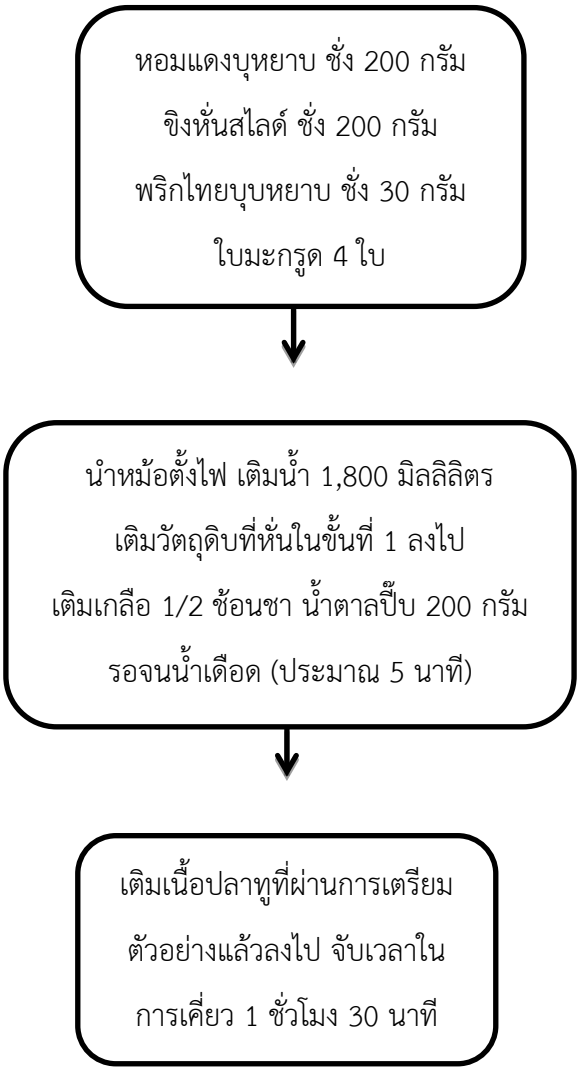


ภาพที่ 12 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 3

ที่มา : (Mind Mpp, 2555)

3.1.5 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 4

วิธีการทดลองสูตรที่ 4



ภาพที่ 13 กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 4

ที่มา : (Young MEA, 2558)

3.2 นำมาพัฒนาสูตรต่อโดยมีการใช้น้ำตาลโตนดสดทดแทนน้ำ ในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด กำหนดปริมาณที่อัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 และ75

0 หมายถึง น้ำตาลโตนดสด 0 : น้ำ 100 (สูตรควบคุม)

25 หมายถึง น้ำตาลโตนดสด 25 : น้ำ 75

50 หมายถึง น้ำตาลโตนดสด 50 : น้ำ 50

75 หมายถึง น้ำตาลโตนดสด 75 : น้ำ 25

จากนั้นเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด 1 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน แบบสเกลความชอบ 9 คะแนน

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

วิธีการเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้บริโภค เสิร์ฟปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร พร้อมข้าวสวยหุงสุก 1 ถ้วย ทำการบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างชิม

หมายเหตุ : น้ำตาลสดจากต้นตาลโตนดเก็บรักษาที่อุณหภูมิประมาณไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส โดยการแช่น้ำแข็ง นำมาทำการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร เพื่อนำมาผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด โดยทำการกรองหาสิ่งแปลกปลอมภายในน้ำตาลสด กำหนดค่าความหวานไว้ เท่ากับ 18 °Brix จากการทดลองวัดความหวานของน้ำตาลสด พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 16-18 °Brix จึงได้นำน้ำตาลสดมาปรับความหวานด้วยวิธีการให้ความร้อน จนน้ำระเหยออกไปเหลือบางส่วนจนมีค่าความหวานเท่ากับ 18 °Brix

3.3 การศึกษาการใช้น้ำตาลโตนดปึกในสูตร เปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บในสูตรต้นแบบที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด จากนั้นเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด 1 สูตร โดยใช้ผู้ทดสอบชิม 50 คน แบบสเกลความชอบ 9 คะแนน

วิธีการเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้บริโภค เสิร์ฟปลาทูต้มหวานทั้ง 2 สูตร พร้อมข้าวสวยหุงสุก 1 ถ้วย ทำการบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างชิม

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

3.4 นำสูตรที่ได้ในขั้นที่ 3.3 มามาปรับ สูตร-ส่วนผสม ด้วยเทคนิคการทดสอบแบบ Ideal Ratio Profile (IRP)ในคุณลักษณะด้าน สีของน้ำปรุง ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม กลิ่นหอมน้ำตาลโตนด รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส จนได้สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับจำนวน 1 สูตร ที่มีคะแนนการยอมรับที่ 7 คะแนนขึ้นไปโดยใช้ผู้ทดสอบที่ผ่านการฝึกฝนจำนวน 20 คน (ปรับจนได้คะแนนการยอมรับเท่า กับ 7 คะแนน) 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) – 9 (ชอบมากที่สุด)

วิธีการเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้บริโภค เสิร์ฟปลาทูต้มหวานสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดในขั้นตอนที่ 3.3 พร้อมข้าวสวยหุงสุก 1 ถ้วย ทำการบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างชิม

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาระยะเวลาการฆ่าเชื้อของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

เมื่อได้สูตรปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ผู้บริโภคยอมรับแล้ว นำปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดมาบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาดบรรจุ 180-190 กรัม เนื้อปลา ประมาณ 80-90 กรัม น้ำปรุง 100 มิลลิลิตร (บรรจุ 2 ตัว: 1 ถุง) ปิดผนึกถุง นำเข้าฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา เท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที และหาค่า F_0 ในทุกเวลาของการฆ่าเชื้อ (ทำการเตรียมวัตถุดิบโดยการต้มปลาทูในน้ำเกลือร้อยละ 0.3 ก่อน แยกส่วนเนื้อปลาออกจากน้ำต้มเกลือ จากนั้นเตรียมน้ำปรุงต้มแยกไว้ต่างหากอีกหนึ่งส่วน เพื่อเตรียมบรรจุในรีทอร์ทเพาซ์) วัดค่าปัจจัยคุณภาพได้แก่

4.1 คุณภาพทางกายภาพ

4.1.1 วิเคราะห์ค่า F_0 โดยเครื่องฆ่าเชื้อแบบไอน้ำ (Hot Water Spray Retort) รุ่น RCS–60SPXTG (บริษัทฮิซากะ, ประเทศญี่ปุ่น) ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส

4.1.2 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT Plus (บริษัท Stable Micro Systems, ประเทศอังกฤษ) วัดค่า Firmness (ความแน่นเนื้อ) ของปลาทูต้มหวาน ใช้หัว (P/2N) หัวรูปทรงกระบอกปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

4.1.3 คุณภาพด้านสีวัดเนื้อของปลาทูสด โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter Hunter color lab) ระบบ CIE วัดค่าในรูป L*, a*, b* รุ่น Color Flex (ประเทศสหรัฐอเมริกา)

4.1.4 วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง

4.2 คุณภาพทางเคมี

4.2.1 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Refractometer) รุ่น RX-5000α (บริบัท ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น)

4.2.2 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้พีเอช มิเตอร์ (pH–meter)

4.2.3 ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) (AOAC, 2000)

4.2.4 ปริมาณกรด (Titratable acidity) (AOAC, 2000)

4.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

4.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด Aerobic plate count (FDA, 2001)

4.3.2 ปริมาณ *Clostridium botulinum* (BAM Online 2001, Chapter 21A)

4.3.3 ปริมาณ Thermophilic anaerobe (BAM Online 2001, Chapter 21A)

4.3.4 ปริมาณ Flat sour Thermophilic (BAM Online 2001, Chapter 21A)

หมายเหตุ : การทดสอบทางกายภาพและเคมีโดยการวางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Desing (CRD) วิเคราะห์ความแปรปรวนโดยใช้ ANOVA ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

4.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีทดสอบความชอบแบบ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ (9=ชอบมากที่สุด, 1=ไม่ชอบมากที่สุด)

1 = ไม่ชอบมากที่สุด

2 = ไม่ชอบมาก

3 = ไม่ชอบปานกลาง

4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = เฉยๆ

6 = ไม่ชอบเล็กน้อย

7 = ชอบปานกลาง

8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากที่สุด

วิธีการเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้บริโภค เสิร์ฟปลาทูต้มหวานในน้ำโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลา 30, 45 และ 60 นาที พร้อมกับข้าวสวยหุงสุก 1 ถ้วย ทำการบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างชิม

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้าน ลักษณะปรากฏ สี กลิ่นของน้ำตาลสด รสชาติ เนื้อสัมผัสและความชอบรวม ใช้ผู้บริโภคทดสอบชิมที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน โดยเลือกสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดมา 1 สูตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan’s New Mulitple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ตอนที่ 5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากตอนที่ 3 จำนวน 1 สูตรมาทำการผลิตเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วัน

5.1 การตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ

5.1.1 คุณภาพด้านสี โดยใช้เครื่องวัดค่าสี (Colorimeter Hunter color lab) ระบบ CIE วัดค่าในรูป L*, a*, b* รุ่น Color Flex (ประเทศสหรัฐอเมริกา)

5.1.2 เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer) รุ่น TA.XT Plus (บริษัท Stable Micro Systems, ประเทศอังกฤษ) วัดค่า Firmness (ความแน่นเนื้อ) ของปลาทูต้มหวานใช้หัว (P/2N) หัวรูปทรงกระบอกปลายแหลมเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มิลลิเมตร

5.1.3 วิเคราะห์ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง

5.1.4 ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) (AOAC, 2000)

5.2 คุณภาพทางเคมี

5.2.1 ปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000)

5.2.2 ปริมาณไขมัน (A.O.A.C., 2000)

5.2.3 ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)

5.2.4 ปริมาณเส้นใย (A.O.A.C., 2000)

5.2.5 ปริมาณปริมาณคาร์โบไฮเดรต (A.O.A.C., 2000)

5.2.6 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

5.2.7 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน (A.O.A.C., 2000)

5.2.8 ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด โดยใช้เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (Refractometer) รุ่น RX-5000α (บริบัท ATAGO, ประเทศญี่ปุ่น)

5.2.9 วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) โดยใช้พีเอช มิเตอร์ (pH–meter)

5.2.10 ปริมาณกรด (Titratable acidity) (AOAC, 2000)

5.2.11 ปริมาณ Thiobarbituric acid (TBA) (A.O.A.C., 2000)

5.2.12 ปริมาณความชื้น (A.O.A.C., 2000)

(รายการที่ 5.2.9 - 5.2.12 ทำการวิเคราะห์วันที่ 0, 30, 60 และ 90)

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

5.3.1 ปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด Aerobic plate count ที่อุณหภูมิ 35, 55 °C

5.3.2 ปริมาณ *Clostridium botulinum* (BAM Online 2001, Chapter 21A)

5.3.3 ปริมาณ Thermophilic anaerobe (BAM Online 2001, Chapter 21A)

5.3.4 ปริมาณ Flat sour Thermophilic (BAM Online 2001, Chapter 21A)

5.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส ใช้วิธีทดสอบความชอบแบบ 9-Point Hedonic scale ให้คะแนนความชอบ 9 ระดับ ช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมากที่สุด) – 9 (ชอบมากที่สุด)

วิธีการเสิร์ฟตัวอย่างให้กับผู้บริโภค เสิร์ฟปลาทูต้มหวานในน้ำโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผู้บริโภคยอมรับสูงสุดจากตอนที่ 4 พร้อมกับข้าวสวยหุงสุก 1 ถ้วย ทำการบ้วนปากทุกครั้งเมื่อเปลี่ยนตัวอย่างชิม

โดยนำผลิตภัณฑ์ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส(ความแน่นเนื้อ)และความชอบรวม ใช้ผู้บริโภคทั่วไปที่ไม่ได้รับการฝึกฝนจำนวน 50 คน วางแผนการทดลองแบบ RCBD และเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี Duncan’s New Mulitple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 0.05 วิเคราะห์ผลการทดลองทางสถิติโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

บทที่ 4
ผลและอภิปรายผลการทดลอง

ตอนที่ 1 การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ(อำเภอเมือง อ.บ้านแหลมและ อ.ชะอำ) จังหวัดเพชรบุรี

การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ จังหวัดเพชรบุรี ผู้ตอบแบบสัมภาษณ์จำนวนทั้งหมด 50 คน เป็นเพศชายจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเพศหญิงจำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 40 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 41 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 48 การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษาจำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64 อำเภอที่ให้สัมภาษณ์อำเภอเมืองจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 อำเภอบ้านแหลม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 80 อำเภอชะอำ จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 14 เรือที่มีชื่อเรือประมง 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 ความยาวเรืออยู่ในช่วง5.1 – 10 เมตร จำนวน 26 ลำ คิดเป็นร้อยละ 52 เรือที่มีเลขที่ประมง 25 ลำ คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทของเรือประมงส่วนใหญ่เป็น เรืออวนติดตา เรือหาง จำนวน 42 ลำ คิดเป็นร้อยละ 84 ทำการประมงในอ่าวไทย 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 เครื่องมือที่ใช้เป็น อวนติดตา ลอบหมึก จำนวน 44 ลำ คิดเป็นร้อยละ 88 วันที่ทำการประมงอยู่ในช่วง 1 – 7 วัน จำนวน 27 ลำ คิดเป็นร้อยละ 54 ทำการประมงทั้งหมด 12 เดือน จำนวน 36 ลำ คิดเป็นร้อยละ 72 เดือนที่ทำการจับสัตว์น้ำได้ดีที่สุด คือเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 34 จับสัตว์น้ำมากกว่า 5 เที่ยว ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 56 ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้น้อยกว่า 200 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50 ทั้งปีจับได้น้อยกว่า 10,000 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 52 ค่าใช้จ่าย/ต้นทุน การดำเนินงานน้อยกว่า 10,000 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32 กำไรที่ได้น้อยกว่าร้อยละ 20 คิดเป็นร้อยละ 98 อัตราส่วนของชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้ ได้แก่ อันดับ 1 ปลาทูร้อยละ 48 อันดับ 2 ปลาทรายแดงและกุ้ง ร้อยละ10 อันดับ 3 ปู ร้อยละ 6 มีการปฏิบัติต่อสัตว์น้ำหลังจากจับได้ คิดเป็นร้อยละ 50 การจำหน่ายอื่นๆเช่นส่งแพปลาจำนวน 40 ลำ คิดเป็นร้อยละ 80 ลักษณะการซื้อคัดขนาด ร้อยละ 56 เหมาร้อยละ 44 จ่ายเงินเป็นเงินสดร้อยละ 96

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ จังหวัดเพชรบุรี

ประเด็นคำถาม	ค่าเฉลี่ย (Mean)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)	ร้อยละ (%) (Percentage)
ข้อมูลทั่วไป			
1) เพศ			
-ชาย	3.75	3.77	60
-หญิง	2.5	4.95	40
2) อายุ			
-0-20 ปี	0	0	0
-21-40 ปี	2.63	4.68	42
-41-60 ปี	3	3.50	48
-61 ขึ้นไป	10	1.18	10
3) การศึกษา			
-ไม่ได้ศึกษา	0.38	0.52	6
-จบการศึกษาระดับ			

ประถมศึกษา	4	7.39	64
-จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา	1.13	1.36	18
-จบการศึกษาระดับอนุปริญญา,ปวส.	0.38	0.52	6
-อื่นๆ	0.38	0.74	6
3.1) อำเภอที่ให้สัมภาษณ์			
-อำเภอเมือง	0.38	7.44	6
-อำเภอบ้านแหลม	5	9.28	80
-อำเภอชะอำ	1.55	1.64	14
ตอนที่ 2 ข้อมูลการผลิต			
4) ชื่อเรือประมง			
-มี	6.25	8.61	100
-ไม่มี	0	0	0
-อื่นๆ	0	0	0
4.1.ความยาวเรือ			
-0-5 เมตร	0.125	0.35	2
-5.1-10 เมตร	3.25	6.23	52
-10.1-15 เมตร	0.625	0.74	10

-15.1-20 เมตร	2.67	2.33	24
-20 เมตรขึ้นไป	1.33	0.71	12
5) เลขที่เรือประมง			
-มี	3.13	2.94	50
-ไม่มี	3.13	8.44	50
6) ประเภทเรือประมง			
-อวนลากแผ่นตะเฆ่	0	0	0
-อวนลากคู่	0	0	0
-อวนล้อมจับปลาโอ	0	0	0
-อวนลอยปลาอินทรี	0.13	0.35	2
-อวนล้อมชั้ง	0.13	0.35	2
-อวนดำ	0.38	0.74	6
-อวนล้อมจับปลาปลากะตัก	0.13	0.35	2
-เรือบรรทุกสัตว์น้ำ	0.25	0.46	4
-อื่นๆ เช่น อวนติดตา ลอบหมึก เรือหาง	5.25	8.77	84
7) แหล่งทำการประมง			
-อ่าวไทย	6.25	8.61	100
-อันดามัน	0	0	0

-นอกน่านน้ำ	0	0	0
8.เครื่องมือที่ใช้ทำการประมง			
-อวนลากแผ่นตะเฆ่	0	0	0
-อวนลากคู่	0.13	0.35	2
-อวนล้อมจับปลาโอ	0	0	0
-อวนลอยปลาอินทรี	0.13	0.35	2
-อวนล้อมชั้ง	0.13	0.35	2
-อวนดำ	0.25	0.46	4
-อวนล้อมจับปลาปลากะตัก	0	0	0
-เรือบรรทุกสัตว์น้ำ	0.13	0.35	2
-อื่นๆ เช่น อวนติดตา ลอบ หมึก เรือหาง	5.5	8.63	88
9) จำนวนวันที่ออกทำการประมง			
-1-7 วัน/เที่ยว	3.37	9.15	54
-8-14 วัน/เที่ยว	2.37	2.97	38
-15-21 วัน/เที่ยว	0.37	0.52	6
-อื่นๆ	0.1	0.35	2
10) เดือนที่ทำการประมง			

-3 เดือน	0.5	1.06	8
-6 เดือน	0.63	1.06	10
-9 เดือน	0.63	0.74	10
-12 เดือน	4.5	7.25	72
10.1 รวมเดือนที่ทำการประมง (เดือน/ปี)			
-1 เดือน	0	0	0
-2 เดือน	0	0	0
-3 เดือน	1	2.07	16
-4 เดือน	0	0	0
-5 เดือน	0	0	0
-6 เดือน	0.25	0.46	4
-7 เดือน	0	0	0
-8 เดือน	0.25	0.71	4
-9 เดือน	0	0	0
-10 เดือน	0.25	0.46	4
-11 เดือน	0	0	0
-12 เดือน	4.5	7.25	72
11) เดือนที่ทำการจับสัตว์น้ำ			

ได้ผลดีที่สุด			
-ธ.ค. - ก.พ.	1.5	2.14	24
-มี.ค. - พ.ค.	2.13	2.64	34
-มิ.ย. - ส.ค.	1.13	1.36	18
-ก.ย. - พ.ย.	1.5	2.83	24
12) จำนวนเที่ยวที่จับ/เดือน			
-1 เที่ยว/เดือน	0.13	0.35	2
-2 เที่ยว/เดือน	1.88	2.59	30
-3 เที่ยว/เดือน	0.5	0.76	8
-4 เที่ยว/เดือน	0.25	0.46	4
-มากกว่า 5 เที่ยว/เดือน	3.5	9.10	56
13) ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้/เที่ยว (กิโลกรัม/ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้/เที่ยว)			
-น้อยกว่า 200 กิโลกรัม	3.13	8.44	50
-200-300 กิโลกรัม	0	0	0
-301-400 กิโลกรัม	0	0	0
-401-500 กิโลกรัม	0.25	0.71	4
-มากกว่า 500 กิโลกรัม	2.875	2.95	46

14) ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งปี (กิโลกรัม)			
-น้อยกว่า 10,000 กิโลกรัม	3.25	8.41	52
-10,001-20,000 กิโลกรัม	0.38	0.52	6
-20,001-30,000 กิโลกรัม	0.38	0.52	6
-30,001-40,000 กิโลกรัม	0.63	0.92	10
-มากกว่า 40,000 กิโลกรัม	1.63	2.13	26
15)ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน บาท/ครั้ง			
-น้อยกว่า 10,000 บาท	2	4.89	32
-10,001-30,000 บาท	1.88	4.12	30
-30,001-50,000 บาท	0.63	0.74	10
-50,001-70,000 บาท	0.25	0.77	4
-มากกว่า 70,000 บาท	1.5	2.73	24
16. ต้นทุนการผลิต/ครั้ง			
-น้อยกว่า 10,000 บาท	2	4.89	32
-10,001-30,000 บาท	1.88	4.12	30
-30,001-50,000 บาท	0.63	0.74	10
-50,001-70,000 บาท	0.25	0.71	4

-มากกว่า 70000 บาท	1.5	2.73	24
16.1 กำไรร้อยละ			
-น้อยกว่า 20 %	6.13	8.66	98
-21-30%	0	0	0
-31-40%	0	0	0
-41-50%	0	0	0
-มากกว่า 50 %	0.13	0.35	2
17) อัตราส่วนของชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้			
-ปลาทรายแดง	0.63	1.06	10
-ปลาทู	3	3.50	48
-หมึกหอม	0.13	0.35	2
-หมึกกระดอง	0.13	0.35	2
-ปู	0.38	0.74	6
-สีกุน	0.12	0.35	2
-ปลาเป็ด	0.25	0.70	4
-กุ้ง	0.63	1.77	10
-ปลาจรวด	0.13	0.35	2
-ปลาบังโก้ย	0.25	0.71	4

-ปลากุเหลา	0.13	0.35	2
-ปลากระบอก	0.25	0.71	4
-ปลาแรด	0.13	0.35	2
-ปลากรด	0.13	0.35	2
18) การปฏิบัติต่อสัตว์น้ำหลังจากจับได้			
-มี	3.13	2.95	50
-ไม่มี	3.13	8.44	50
ตอนที่ 3 การจำหน่าย			
19) การจำหน่าย			
-ขายปลีก	0.50	0.53	8
-ขายส่ง	0.75	1.03	12
-อื่นๆ เช่นส่งแพปลา	5.00	8.05	80
20) ลักษณะการซื้อ			
-คัดขนาด	3.5	56	56
-เหมา	2.75	44	44
21) การจ่ายเงิน			
-เงินสด	6	8.73	96
-เครดิต.....วัน	0.25	0.46	4

ตอนที่ 2 ศึกษาคุณสมบัติตามธรรมชาติของปลาทูสด ดังนี้

นำปลาทูสดที่เก็บจากเรือใหม่ๆ รวมให้เป็นชุดเดียวกันของการเก็บวันนั้น และควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ ประมาณ 4-7 องศาเซลเซียสหรือโดยการแช่น้ำแข็ง จากนั้นสุ่มเก็บตัวอย่างมาทำการตรวจสอบคุณภาพ โดยทำการสุ่มปลาทูสดมา 5 ตัว จากปลาทูสด 1 กิโลกรัม ตัวอย่างควรทำการวิเคราะห์ภายใน 1 ชั่วโมงเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย

2.1 คุณภาพทางกายภาพของปลาทูสด

คุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้นโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้วิจัย

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพทางกายภาพ ด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทูสด

คุณลักษณะ	คะแนนที่ได้ (5 คะแนน)
ลักษณะปรากฏ	5
สี	5
กลิ่น	5
ความสด	5
ความแน่นเนื้อ	5
คุณภาพโดยรวม	5

หมายเหตุ : 1 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด

2 คะแนน หมายถึง ไม่ชอบ

3 คะแนน หมายถึง ชอบปานกลาง

4 คะแนน หมายถึง ชอบ

5 คะแนนหมายถึง ชอบมากที่สุด

จากตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพทางกายภาพ ด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทูสด โดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้วิจัย ประเมินโดยการให้คะแนนคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความสด ความแน่นเนื้อ และคุณภาพโดยรวม พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความสด ความแน่นเนื้อ และคุณภาพโดยรวม ผู้วิจัยให้คะแนน เท่ากับ 5 คะแนน ในทุกคุณลักษณะ เนื่องจากปลาทูมีการเก็บตัวอย่างจากเรือประมง ที่เข้าท่าเทียบเรือในวันนั้น จึงมีผลทำให้สีตา และตัวปลาทูมีความใส กลิ่นไม่คาว เนื้อแน่นแข็ง ซึ่งอยู่ในช่วงคะแนนที่ยอมรับมากที่สุด

ตารางที่ 4 แสดงค่าสีของเนื้อปลาทูสด

ตัวอย่าง	ค่าสี		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
เนื้อปลาทูสด	30.37 ± 1.41	12.02 ± 1.62	9.45 ± 1.6

หมายเหตุ : [a, b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4 การวัดค่าสี ซึ่งวัดโดยใช้ Hunter lab ระบบ CIE (L*, a*, b*) ในทางทฤษฎีกำหนดไว้ว่า ค่า L* ที่มีค่าเข้าใกล้ 100 แสดงว่าวัตถุมีค่าความสว่างมากจนเป็นสีขาวหรือสีจาง แต่ถ้าค่า L* เข้าใกล้ 0 หมายถึง ตัวอย่างมีความสว่างน้อยลงจนเป็นสีคล้ำหรือเข้ม ค่า a* มีค่าเป็นบวก แสดงว่าวัตถุมีเฉดสีแดง ค่า a* เป็นลบ แสดงว่าวัตถุมีเฉดสีเขียว ค่า b* เป็นบวก แสดงว่าวัตถุมีเฉดสีเหลือง และค่า b* เป็นลบแสดงว่าวัตถุนั้นมีเฉดสีน้ำเงิน พบว่าค่าสีของเนื้อปลาทูสด มีค่า L* ความสว่าง เท่ากับ 30.37 เพราะกล้ามเนื้อของปลาทูบางส่วนเป็นเนื้อสีขาว ค่า a* สีแดง เท่ากับ 12.02 เพราะกล้ามเนื้อของปลาทูมีไมโอโกบิลเป็นองค์ประกอบอยู่ภายใน ซึ่งไมโอโกบิลเป็นรงควัตถุในกล้ามเนื้อที่ให้สีแดง และค่า b* สีเหลือง เท่ากับ 9.45 (พรทิพย์ ภูดวงเดือน, 2559)

ตารางที่ 5 แสดงค่าความแน่นเนื้อของปลาทูสด

ตัวอย่าง	ค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) (N)
ปลาทูสด	1,004.80 ± 204.32

จากตารางที่ 5 การวัดเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ (Hardness) หน่วยเป็นนิวตัน ของปลาทูสด พบว่าเนื้อสัมผัสในด้านความแน่นเนื้อ มีค่าเท่ากับ 1,004.80 นิวตัน แสดงว่าปลาทู มีลักษณะแน่นแข็ง เนื่องจากปลาทูสด และมีคุณภาพที่ดี

2.2 คุณภาพทางเคมีของปลาทูสด

ตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของเนื้อปลาทูสด

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ความชื้น (ร้อยละ)	73.64
โปรตีน (ร้อยละ)	21.93
ไขมัน (ร้อยละ)	0.67
เถ้า (ร้อยละ)	1.39
เยื่อใย (ร้อยละ)	0.00
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)	2.37
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด(กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	103.23
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน (กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	6.03

จากตารางที่ 6 แสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของเนื้อปลาทูสด นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่าความชื้นของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 73.64 โปรตีนของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 21.93 ไขมันของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 0.67 เถ้าของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 1.39 เยื่อใยของเนื้อปลาทูสดไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 2.37 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 103.23 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมันของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 6.03 กิโลแคลอรี่/100 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับข้อมูลของกรมประมง ที่ได้แสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของเนื้อปลาทูสดมีความชื้นของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 72.00 โปรตีนของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 20.00 ไขมันของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 1.00 เถ้าของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 1.50 เยื่อใยของเนื้อปลาทูสดไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 3.00 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 105.00 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมันของเนื้อปลาทูสดเท่ากับร้อยละ 9.00 กิโลแคลอรี่/100 กรัม (กรมประมง, 2549)

ตารางที่ 7 แสดงคุณภาพทางเคมีของเนื้อปลาทูสด

คุณภาพประกอบทางเคมี	ปริมาณ
ค่าความเป็นกรด –ด่าง (pH)	6.17± 0.06
ปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ)	7.82± 1.04
ค่า A_w at 25 °c	0.99

จากตารางที่ 7 แสดงค่าคุณภาพทางเคมีของเนื้อปลาทูสด พบว่ามีค่าความเป็นกรดเท่ากับ 6.17 ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ) ของเนื้อปลาทูสด มีค่าเท่ากับร้อยละ 7.82 และปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีค่าเท่ากับร้อยละ 0.99 เนื่องจากปลาทูมีความสดมาก โดยวิเคราะห์จากการประเมินคุณภาพทางกายภาพของผู้วิจัย ส่งผลทำให้จุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดกรดแลกติคมีการเจริญเติบโตเพียงเล็กน้อย ปริมาณกรดแลกติคที่พบจึงน้อยลงเช่นกัน (ไชยวัฒน์ นพเก้า, 2553) นอกจากนี้ปลาทูยังจัดเป็นอาหารที่เน่าเสียง่าย (perishable food) เพราะจุลินทรีย์สามารถใช้น้ำในการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็ว จึงส่งผลให้ปลาทูสดเน่าเสียได้ง่าย หรือไวกว่าอาหารที่มีค่า A_w ต่ำ เนื่องจากมีปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มากกว่า 0.85 (Samuel A. Matz, 1980)

2.4 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตารางที่ 8 แสดงจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อปลาทูสด

ชนิดของจุลินทรีย์	โคโลนีต่อมิลลิกรัม
Aerobic plate count (cfu/g)	1.1×10^3
Escherichia coli (MPN/g)	น้อยกว่า 3
Yeast and Molds (cfu/g)	น้อยกว่า 10
Staphylococcus aureus (cfu/g)	น้อยกว่า 10

จากตารางที่ 8 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) ยีสต์และรา (Yest and Mold) เอสเชอริเชีย โคไล (*E.coli*) และสแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococus aueeus*) ของตัวอย่างเนื้อปลาทูสด พบว่าเนื้อปลาทูสดพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) เท่ากับ 1.1×10^3 cfu/g ปริมาณเอสเชอริเชีย โคไล (*E.coli*) เท่ากับ น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณยีสต์และรา (Yest and Mold) เท่ากับน้อยกว่า 10 cfu/g และ สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococus aueeus*) เท่ากับน้อยกว่า 10 cfu/g ซึ่งจุลินทรีย์ทั้งหมดเป็นเชื้อจุลินทรีย์ตั้งต้นที่มีมาโดยธรรมชาติ สอดคล้องตามมาตรฐานของสินค้าประมงที่จะส่งจำหน่ายยังประเทศสหภาพยุโรป จะต้องพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) ได้ไม่เกิน 1.1×10^5 cfu/g สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส (*Staphylococus aueeus*) ได้ไม่เกิน 100 cfu/g ปริมาณเอสเชอริเชีย โคไล (*E.coli*) เท่ากับ น้อยกว่า 10 MPN/g (กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง, 2559)

ตอนที่ 3 ศึกษาสูตร และกรรมวิธีการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

3.1 ศึกษาสูตรต้นแบบของปลาทูต้มหวานจำนวน 4 สูตร และนำมาทดสอบการยอมรับ

ตารางที่ 9 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่ศึกษา			
	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
สี	8.04 ± 0.20[a]	7.88 ± 0.44[a]	6.46 ±1.46[b]	6.66 ± 1.27[b]
กลิ่น	7.72 ± 0.83[a]	7.48 ± 1.09[a]	6.44 ±1.19[b]	6.38 ± 1.19[b]
รสชาติ	7.66 ± 0.90[a]	7.66 ± 1.12[a]	6.72 ±1.01[b]	6.96 ± 0.98[b]
เนื้อสัมผัส	8.30 ± 0.61[a]	8.00 ± 0.64[a]	6.86 ±1.29[b]	6.68 ± 1.45[b]
ความชอบโดยรวม	8.50 ± 0.58[a]	8.04 ± 0.40[b]	7.08 ±0.88[c]	7.00 ± 0.86[c]

หมายเหตุ : [a, b, c] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

: สูตรที่ 1 อ้างอิงจาก Isolateboy (2557)

: สูตรที่ 2 อ้างอิงจาก พูน วิลาวัลย์ (2555)

: สูตรที่ 3 อ้างอิงจาก Mind Mpp (2555)

: สูตรที่ 4 อ้างอิงจาก Young MEA (2558)

จากตารางที่ 9 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร โดยศึกษาคุณลักษณะต่างๆ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัส ความชอบโดยรวม พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในทุกๆ ด้านของสูตรที่ 1 มากที่สุด โดยมีคะแนนค่าสีมีคะแนนเท่ากับ 8.04 คะแนน กลิ่นเท่ากับ 7.72 คะแนน รสชาติเท่ากับ 7.66 คะแนน เนื้อสัมผัสเท่ากับ 8.30 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.50 คะแนน ซึ่งอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคชอบปานกลางถึงชอบมาก เป็นเพราะรสชาติในสูตรที 1 มีความอร่อยคล้ายกับปลาทูต้มหวานที่บริโภคเคยได้รับประทานมาก่อนมากที่สุด และสีของน้ำปรุงก็ได้รับคะแนนการยอมรับมากกว่าทุกสูตร โดยปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$)

3.2 นำสูตรที่ได้ในขั้นที่ 2.1 มาพัฒนาสูตรต่อโดยมีการใช้น้ำตาลโตนดสดทดแทนน้ำ ในสูตรที่ 1 จากตารางที่ 9 ที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด กำหนดปริมาณที่อัตราส่วนร้อยละ 0 25 50 และ75 ดังผลการทดลองตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานที่มีการใช้น้ำตาลโตนดสดทดแทนน้ำ ปริมาณอัตราส่วนร้อยละ 0, 25, 50 และ75

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	น้ำตาลสดระดับต่างๆ			
	สูตรที่ 1 (น้ำตาลโตนดสด 0 : น้ำ 100)	สูตรที่ 2 (น้ำตาลโตนดสด 25 : น้ำ 75)	สูตรที่ 3 (น้ำตาลโตนดสด 50 : น้ำ 50)	สูตรที่ 4 (น้ำตาลโตนดสด 75 : น้ำ 25)
ลักษณะปรากฏ^{ns}	7.62 ± 1.13	7.64 ± 0.74	7.60± 0.84	7.60 ±0.86
สีของน้ำปรุง^{ns}	7.20± 1.21	7.40± 0.92	7.38± 0.88	7.24± 0.80
สีของเนื้อปลาทู^{ns}	7.46± 1.16	7.58 ± 0.84	7.74± 0.80	7.70± 0.93
กลิ่น^{ns}	7.32± 1.41	7.54± 0.95	7.38± 0.99	7.38± 1.02
รสชาติ	7.50 ± 1.47^{a}	8.18 ± 0.38^{b}	7.42 ± 0.95^{a}	7.50 ± 1.16^{a}
เนื้อสัมผัสปลาทู^{ns}	7.64 ± 0.95	7.69 ± 0.86	7.67 ±0.86^{a}	7.64 ±0.94^{ab}
ความชอบโดยรวม	7.66 ± 1.14^{a}	8.16 ± 0.42^{b}	7.56 ± 0.91^{a}	7.46 ± 1.01^{a}

หมายเหตุ : $^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 10 ค่าคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานที่ทดแทนด้วยน้ำตาลสดที่ระดับต่างๆ ทั้ง 4 สูตร พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในสูตรที่ 2 (น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 25 : น้ำร้อยละ 75) มากที่สุด เนื่องจากเป็นอัตราส่วนที่ให้กลิ่นหอม และรสชาติที่พอดีตามที่ผู้บริโภคต้องการ โดยผู้บริโภคให้คะแนนทางด้านลักษณะต่างๆไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทาง

สถิติ (P>0.05) มีเพียงแค่รสชาติ และความชอบโดยรวม ที่แตกต่างจากสูตรอื่น โดยรสชาติมีคะแนนเท่ากับ 8.18 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 8.16 คะแนน

3.3 นำสูตรที่ได้ในขั้นที่ 2.2 คือ สูตรที่ 2 (น้ำตาลโตนดสด ร้อยละ 25 : น้ำร้อยละ 75) จากตารางที่ 9 ทำการศึกษาการใช้น้ำตาลโตนดปึกในสูตร เปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บในสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดตามตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการทดแทนน้ำตาลโตนดปึกเปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บในสูตรปลาทูต้มหวาน

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	สูตรที่1 (น้ำตาลปี๊บ)	สูตรที่2 (น้ำตาลโตนดปึก)
ลักษณะปรากฏ	6.72± 1.40[b]	8.02 ± 1.13[a]
สีของน้ำปรุง[ns]	6.45± 1.26	7.63 ± 1.23
สีของเนื้อปลาทู[ns]	6.95± 1.15	7.80 ± 1.02
กลิ่นหอมของน้ำตาล	6.15± 1.46[b]	7.80 ± 0.91[a]
รสชาติ	6.52± 1.52[b]	7.82 ± 1.08[a]
เนื้อสัมผัสของปลาทู	6.88± 1.30[b]	7.78 ± 0.76[a]
ความชอบโดยรวม	6.90± 1.46[b]	7.92 ± 0.99[a]

หมายเหตุ : [a, b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P≤0.05)

[ns] หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

สูตรที่ 1 คือ ใช้น้ำตาลปี๊บในกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวาน

สูตรที่ 2 คือ ใช้น้ำตาลโตนดปึกในกระบวนการผลิตปลาทูต้มหวาน

จากตารางที่ 11 คะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของการทดแทนน้ำตาลโตนดปึกเปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บ พบว่าสูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ใช้น้ำตาลโตนดปึก ซึ่งมีคะแนนในคุณลักษณะทุกๆด้าน มากกว่าสูตรต้นแบบ โดยคะแนนด้านลักษณะปรากฏเท่ากับ 8.02 คะแนน สีของน้ำปรุงเท่ากับ 7.63 คะแนน สีของเนื้อปลาทูเท่ากับ 7.80 คะแนน กลิ่นหอมของน้ำตาลเท่ากับ 7.80 คะแนน รสชาติเท่ากับ 7.82 คะแนน เนื้อสัมผัสของปลาทูเท่ากับ 7.78 คะแนน และความชอบโดยรวมเท่ากับ 7.92 คะแนน การที่ผู้บริโภคยอมรับสูตรที่ 2 มากกว่าสูตรต้นแบบ (น้ำตาลปี๊บ) ซึ่งคะแนนอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภคชอบปานกลางถึงชอบมาก เพราะเนื่องจากน้ำตาลโตนดมีกลิ่นหอมที่เป็นเอกลักษณ์ สีของน้ำตาลที่รับประทาน ส่งผลให้ปลาทูต้มหวานที่ใช้น้ำตาลโตนดปึกได้รับคะแนนการยอมรับในทุกๆด้านสูงกว่าน้ำตาลปึก

3.4 นำสูตรที่ได้ในขั้นที่ 3.3 มามาปรับ สูตร-ส่วนผสม ด้วยเทคนิคการทดสอบเชิงบรรยายโดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile ในคุณลักษณะด้าน สีของน้ำปรุง ความหวาน ความเปรี้ยว ความเค็ม กลิ่นหอมน้ำตาลโตนด รสชาติโดยรวม และเนื้อสัมผัส จนได้สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับจำนวน 1 สูตร

ตารางที่ 12 คะแนนการทดสอบการวิเคราะห์เชิงบรรยายโดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile (IRP) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	ค่าที่ให้คะแนน **(S)**	ค่าในอุดมคติ **(I)**	**S/I**
สีของน้ำปรุง^{ns}	7.60 ± 0.60	7.65 ± 0.58	0.99
กลิ่นหอม^{ns}	7.70 ± 0.57	7.85 ± 0.67	0.98
รสชาติ^{ns}	8.00 ± 0.72	8.20 ± 0.62	0.98
รสหวานของน้ำปรุง^{ns}	7.70 ± 0.66	7.65 ± 0.74	1.00
เนื้อสัมผัสของปลาทู^{ns}	8.15 ± 0.67	8.10 ± 0.78	1.00

หมายเหตุ : $^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

S/I = 1.0 หมายถึงไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง

S/I > 1.0 หมายถึงต้องลดความเข้มหรือความแรงของคุณลักษณะนั้น

S/I < 1.0 หมายถึงต้องเพิ่มความเข้มของคุณลักษณะนั้น (เพ็ญขวัญ ชมปรีดา, 2536)

กราฟใยแมงมุมคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส

ภาพที่ 14 กราฟใยแมงมุมแสดงผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดโดยการวิเคราะห์ค่าที่ผู้บริโภคให้คะแนน และค่าในอุดมคติ

จากตารางที่ 12 ผลการทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสโดยการวิเคราะห์เชิงบรรยายโดยใช้เทคนิค Ideal Ratio Profile (IRP) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด พบว่าค่าจากการแปลผล S/I ในคุณลักษณะของสีของน้ำปรุง กลิ่นหอม รสชาติ รสหวานของน้ำปรุง เนื้อสัมผัสของปลาทูอยู่ในช่วงคะแนนเท่ากับ และเข้าใกล้ 1 ซึ่งหมายถึงไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากที่ผู้บริโภคให้ใกล้เคียงกัน เพราะรสชาติที่พอดีตามที่ผู้บริโภคต้องการจึงเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค จากการแปรผลการทดลองจากค่า S/I จึงพบว่าไม่ต้องมีการปรับปรุงสูตรใหม่ เพราะผู้ทดสอบให้คะแนนใกล้เคียง 1 ซึ่งไม่มีความจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลงในสูตรของปลาทูต้มหวาน ซึ่งสอดคล้องกับเพ็ญขวัญ ชมปรีดา (2536) อธิบายว่าถ้าค่าออกมา S/I ได้ (ก) = 1.0 มีความหมายว่าไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง สำหรับลักษณะที่ศึกษานั้นๆ ถ้า S/I (ข) > 1.0 มีความหมายว่า มีความจำเป็นต้องลดความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ (ค) ถ้า < 1.0 มีความหมายว่า มีความจำเป็นต้องเพิ่ม

ความเข้ม หรือความแรงของลักษณะนั้นๆ สำหรับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีความหมายดังนี้ (ก) ถ้า = 0 มีความหมายว่าผู้ทดสอบมีความเห็นพ้องกัน

ขั้นตอนที่ 4 ศึกษาระยะเวลาการฆ่าเชื้อของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

เมื่อได้สูตรปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ผู้บริโภคยอมรับแล้ว นำปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดมาบรรจุถุงรีทอร์ทเพาซ์ ขนาดบรรจุ 190-200 กรัม เนื้อปลา 80-90 กรัม น้ำปรุง 100 มิลลิลิตร (บรรจุ 2 ตัว: 1 ถุง) ปิดผนึกถุง นำเข้าฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา เท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที และหาค่า F_0 ในทุกเวลาของการฆ่าเชื้อ

4.1 คุณภาพทางกายภาพ

ตารางที่ 13 แสดงระยะเวลาการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อต่างๆ ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์

อุณหภูมิเริ่มต้นของอาหาร (°C)	อุณหภูมิหม้อฆ่าเชื้อ (°C)	ระยะเวลาที่ใช้ในการการฆ่าเชื้ออุณหภูมิ °C (นาที)	F_o (นาที)
24	121	30	4.46
24	121	45	17.25
24	121	60	29.55

หมายเหตุ : CUT (min) เท่ากับ 14 นาที

ความดัน (Press.) (MPa) เท่ากับ 0.2 MPa

Cooling (min) เท่ากับ 25 นาที

จากตารางที่ 13 ผลการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดโดยการบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างกัน คือ 30, 45 และ 60 นาที เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อ พบว่า การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ใช้ เวลา 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ ได้ค่า F_0 = 4.46, 17.25 และ 29.55 นาที ตามลำดับ สอดคล้องตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 335 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำหนดให้ค่า F_0 ที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารที่เป็นกรดต่ำจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที เพื่อให้เพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของ *Clostridium botulinum* ค่า F_0 ของ ผลิตภัณฑ์จากปลาควรจะมีค่า

อยู่ในช่วง 5 - 20 นาที (Frott and Lewis, 1994) สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ โดยทั่วไปมีค่า F_0 อยู่ระหว่าง 5 - 10 นาที (Vazhiyil, 2005)

ตารางที่ 14 แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ

คุณภาพทางกายภาพ	เวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ (นาที)		
	30	45	60
ความแน่นเนื้อ (Hardness) (N) ^{ns}	194.30 ± 35.80	257.84 ± 91.10	257.86 ± 34.66
ค่าสีของน้ำปรุง			
L* ^{ns}	25.14± 1.10	25.05± 0.95	25.02± 1.00
a* ^{ns}	15.66± 0.96	16.56± 0.98	16.80± 1.04
b* ^{ns}	10.50± 0.81	10.48± 0.92	10.43± 1.06
ค่าสีของเนื้อปลาทู			
L* ^{ns}	27.64 ± 14.98	26.68±4.82	25.34 ±6.26
a* ^{ns}	14.96 ± 5.82	15.20 ± 0.88	15.94 ± 3.92
b* ^{ns}	9.12 ± 10.56	9.06 ± 6.20	8.96 ± 4.40

หมายเหตุ : ^{ns}หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

จากตารางที่ 14 คุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที มีค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) 194.5, 257.84, 257.86 ตามลำดับ พบว่าค่าความแน่นเนื้อ (Hardness) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ (2531) เนื่องจากองค์ประกอบหลักของเนื้อปลาคือ น้ำ โปรตีน และไขมันซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้รวมกันมีถึงร้อยละ 98 ของน้ำหนักปลาสดและองค์ประกอบที่เหลืออื่นๆ เช่น คาร์โบไฮเดรต วิตามิน และเกลือแร่มีอยู่ในปริมาณน้อย แต่ส่วนประกอบเหล่านี้มีความสำคัญต่อสภาพการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อปลาภายหลังการตายซึ่งมีผลกับเนื้อสัมผัสของปลามีค่าความแน่นเนื้อ

ที่มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิการฆ่าเชื้อสูงขึ้น ค่าสีของน้ำปรุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 25.14, 25.05 และ 25.02 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเข้าใกล้ 0 จึงมีเฉดสีเข้มขึ้น และมีแนวโน้มลดลง ค่า a* เท่ากับ 15.66, 16.56 และ 16.80 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเป็นบวก คือเฉดสีแดง และมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และค่า b* เท่ากับ 10.50, 10.48 และ 10.43 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเป็นบวก คือเฉดสีเหลือง และมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากในน้ำปรุงของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด มีส่วนผสมของน้ำตาลโตนดอยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งเมื่อได้รับความร้อนในเวลาในเวลานานทำให้เกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลโดยไม่ใช้เอนไซม์ (พฤกษา สุขสวาท, 2539)

ค่าสีของเนื้อปลาทูไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีค่าความสว่าง (L*) เท่ากับ 27.64, 26.68 และ 25.34 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเข้าใกล้กึ่งกลางระหว่าง 0 และ 100 ซึ่งคะแนนมีแนวโน้มลดลงจึงแสดงที่สีเข้มขึ้น ค่า a* เท่ากับ 14.96, 15.20 และ 15.94 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเป็นบวก คือเฉดสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น และค่า b* เท่ากับ 9.12, 9.06 และ8.96 ตามลำดับ คะแนนอยู่ในช่วงเป็นบวก คือเฉดสีเหลือง มีแนวโน้มลดลง การเข้มขึ้นของค่า L* สอดคล้องกับ Bindu และคณะ (2016) ที่แสดงความเห็นว่าค่าสี L* ของเนื้อหอย (black clam) พร้อมรับประทานที่ฆ่าเชื้อในรีทอร์ทเพาซ์ มีค่าลดลงหลังจากผ่านการฆ่าเชื้อเนื่องจากเกิดจากการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาล และกรดอะมิโน ซึ่งในส่วนของเนื้อปลาทูในระหว่างกระบวนการการให้ความร้อน เนื้อปลามีการดูดซึมน้ำปรุงเข้าเข้าไปภายในชิ้นเนื้อของปลาทู ดังนั้นเมื่อน้ำปรุงมีสีเข้มขึ้นเนื้อปลาทูก็จะมีสีเข้มขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 15 แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ

คุณภาพองค์ประกอบทางกายภาพ	เวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ (นาที)		
	30	45	60
ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง	ปกติ	ปกติ	ปกติ

จากตารางที่ 15 พบว่า การศึกษาความสมบรูณ์ของรอยปิดผนึกถุงรีทอร์ตเพาซ์อยู่ในสภาพปกติ ไม่พบรอยรั่วของถุงรีทอร์ตเพาซ์หลังจากการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ แสดงถึงการปิดผนึกถุงสมบรูณ์ เพราะถุงรีทอร์ตเพาซ์ชนิดทึบแสง (PET12/NY15/Al9/CPP80) แบบซองตั้ง ขนาด 120×170×35 มิลลิลิตร มีคุณสมบัติทีทนความร้อน

สูง และป้องกันซึมผ่านของแก๊สได้ดี ถุงรีทอร์ตเพาช์สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ และสามารถป้องกันการซึมผ่านของอากาศ และแก๊สได้ดี (ณัฐวุฒิ อินทรักษ์, 2550)

4.2 คุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 16 แสดงคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ

คุณภาพองค์ประกอบทางเคมี	เวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ (นาที)		
	30	45	60
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix) ^{ns}	16.64± 0.36	16.74± 0.40	16.81± 0.38
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ^{ns}	5.36± 0.18	5.34± 0.19	5.34± 0.18
A_w at 25 °c ^{ns}	0.99± 0.00	0.99± 0.00	0.99± 0.00
ปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ) ^{ns}	0.90± 0.22	0.72± 0.04	0.70± 0.20

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

จากตารางที่ 16 การวัดค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยมีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด เท่ากับ 16.64, 16.74 และ 16.81 องศาบริกซ์ ตามลำดับ และมีแนวโน้มสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ (มุทิตา มีนุ่น, 2555) ได้รายงานว่าค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของน้ำตาลโตนดสเตอริไรซ์ มีค่าเท่ากับ 12.0 องศาบริกซ์ ซึ่งค่าความหวานจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับน้ำตาลโตนดสด เพราะระยะเวลาในกระบวนการฆ่าเชื้อ และอุณหภูมิที่สูงเวลาที่ต่างกันจะทำให้น้ำตาลโตนดสดมีค่าความเข้มข้นสูงขึ้น และน้ำที่ระเหยออกไปในระหว่างการสเตอริไรซ์ ซึ่งส่งผลทำให้ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้น

ค่าความเป็นกรด – ด่าง (pH) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา เท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ มีค่าพีเอช

เท่ากับ 5.36, 5.34 และ5.34 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัย (มุทิตา มีนุ่น, 2548) ที่มีการศึกษาค่าความเป็นกรด – ด่าง ของน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์ มีค่าเท่ากับ 5.3

ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที มีค่า ร้อยละ 0.99 เป็นเพราะปลาทูสดเริ่มต้นมีค่า A_w เท่ากับ 0.98 และในสูตรมีน้ำปรุงเป็นองค์ประกอบทางเคมีทำให้ค่า A_w มีค่าสูงขึ้นจากน้ำปรุง แต่ทั้ง 3 อุณหภูมิ ค่า A_w ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P≤0.05) ซึ่งมีค่าปริมาณกรดแลคติก อยู่ค่าในช่วงร้อยละ 0.70 ถึง 0.90 จากผลการทดลองพบว่า ปริมาณกรดแลกติคจะลดลงเมื่ออุณหภูมิ และเวลาที่ฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นอาจเป็นเพราะที่อุณหภูมิสูงขึ้นจะมีผลต่อปริมาณกรดแลกติคที่ลดลง ซึ่งสอดคล้องกับ (มนสุวีร์ ชำนาญ, 2552) ที่ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิต่อปริมาณกรดทั้งหมด (แลคติก) ได้รายงานว่าเมื่ออุณหภูมิในการฆ่าเชื้อสูงขึ้น ปริมาณกรดแลกติกจะลดลงเล็กน้อย

4.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตารางที่ 17 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ต่างเวลาๆ

ชนิดของจุลินทรีย์	เวลาการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ (นาที)		
	30	45	60
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 35 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 55 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Clostridium botulinum (cfu/ml)	-	-	-
Thermophile anaerobe (cfu/2ml)	-	-	-
Flat sour thermophilic (cfu/2ml)	-	-	-

หมายเหตุ : - คือ Negative

จากตารางที่ 17 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ปริมาณคลอสติเดียม โบทูลินัม (*Clostridium butulinum)* ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophile anaerobe) และปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ในปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที ไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์จุลินทรีย์ทั้งหมด เนื่องจากอุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 30, 45 และ 60 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัทรา กล่ำสกุล และคณะ (2559) ได้ทำการศึกษากระบวนการผลิตน้ำตาลสดสเตอริไรซ์ที่บรรจุรีทอร์ตเพาช์ โดยทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 120 องศาเซลเซียส เวลา 15 นาที พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ปริมาณคลอสติเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum)* ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophile anaerobe) และปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 4 เดือน ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา ซึ่งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 335 อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทกำหนดให้ ค่า F_0 ที่ใช้ในการฆ่าเชื้ออาหารที่เป็นกรดต่ำจะต้องใช้เวลาไม่น้อยกว่า 3 นาที เพื่อให้เพียงพอต่อการทำลาย สปอร์ของ *Clostridium botulinum* ค่า F_0 ของผลิตภัณฑ์จากปลาควรจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 - 20 นาที (Frott and Lewis, 1994) สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์โดยทั่วไปมีค่า F_0 อยู่ระหว่าง 5 - 10 นาที (Vazhiyil, 2005) จากการศึกษาพบว่ามี อาหารไทยหลายชนิดที่ใช้กระบวนการฆ่าเชื้อเพื่อยืดอายุการเก็บอาหาร เช่น ห่อหมกพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว (flexible packaging) ฆ่าเชื้อที่ 116 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที ค่า F_0 เท่ากับ 8.71 นาที สามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิห้องได้นานอย่างน้อย 6 สัปดาห์ (ดนุพล ทวีงาม, 2549) และงานวิจัยปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ถูกฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30, 40 และ 50 มีค่า F_0 เท่ากับ 7.7, 8.8 และ 12.1 นาที ตามลำดับ ผลการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์เมื่อเก็บรักษาในอุณหภูมิปกติ กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาช์ทั้ง 3 ระดับเวลาก็มีค่า F_0 อยู่ในช่วงใกล้เคียงกับผลิตภัณฑ์ปลาทูต้มเค็มดังกล่าว

4.4 การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 18 แสดงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาต่างๆ

คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส	เวลาในการฆ่าเชื้อผลิตภัณฑ์ (นาที)		
	30	45	60
ลักษณะปรากฏ ^{ns}	7.02± 1.33	7.16± 1.25	7.18 ±1.17
สีของน้ำปรุง ^{ns}	6.62± 1.68	6.66± 1.53	7.06± 1.16
สีของเนื้อปลาทู ^{ns}	7.10± 1.44	6.90± 1.72	7.06± 1.16
กลิ่น ^{ns}	7.00± 1.54	6.84± 1.72	7.02± 1.40
รสชาติ	7.02± 1.53^{b}	7.74± 1.60^{a}	6.54± 1.69^{b}
เนื้อสัมผัสของเนื้อปลาทู ^{ns}	6.82± 1.84	7.10± 1.40	7.00± 1.69
ความชอบโดยรวม	7.42± 1.42^{b}	8.26± 1.02^{a}	7.12± 1.34^{b}

หมายเหตุ : $^{a, b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

^{ns}หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 18 พบว่าที่เวลาการฆ่าเชื้อที่เวลา 30, 45 และ 60 นาที มีคะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) ในคุณลักษณะด้านลักษณะปรากฏ สีของน้ำปรุง สีของเนื้อปลาทู กลิ่น และเนื้อสัมผัสของปลาทู แต่ในด้านรสชาติ และความชอบโดยรวม พบว่า สูตรที่ใช้ระยะเวลาในการฆ่าเชื้อ 45 นาที ผู้ทดสอบให้คะแนนสูงที่สุดด้านรสชาติ เท่ากับ 7.74 และ ความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.26 คะแนน ซึ่งแตกต่างจากสูตรที่ใช้เวลาในการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 30 และ 60 นาที อาจเป็นเพราะที่เวลาการฆ่าเชื้อ 45 นาที ส่งผลให้รสชาติของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์มีรสชาติที่พอดีตามที่ผู้บริโภคต้องการและความชอบผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับสูงที่สุด

ตอนที่ 5 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์

คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการยอมรับสูงสุดจากตอนที่ 3 จำนวน 1 สูตร โดยเลือกสูตรที่ระยะเวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 45 นาที อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส มาทำการผลิตเพื่อให้ได้

ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ และทดลองเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 30 องศาเซลเซียส) เป็นเวลา 90 วัน และทำการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทุก 30 วัน (0, 30, 60 และ 90 วัน) โดยวัดค่าปัจจัยคุณภาพได้แก่

5.1 คุณภาพทางกายภาพ

ตารางที่ 19 แสดงค่าสีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ค่าสี	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)			
	0	1	2	3
ค่าสีของน้ำปรุง				
L* ^{ns}	25.20± 0.82	23.91± 0.07	23.36± 0.70	21.08± 0.48
a* ^{ns}	16.58± 0.04	17.18± 0.05	17.68± 0. 08	18.04± 0.19
b* ^{ns}	10.32± 0.4	9.74± 0.14	8.87± 0.23	8.64± 0.0
ค่าสีของเนื้อปลาทู				
L* ^{ns}	26.58± 6.29	25.68± 9.78	24.54± 7.43	23.78± 2.98
a* ^{ns}	15.20± 3.52	15.72± 0.78	16.36± 3.30	16.99± 1.36
b* ^{ns}	9.10± 5.62	9.03± 4.33	8.98± 2.91	8.77± 2.74

หมายเหตุ : ^{ns}หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

จากตารางที่ 19 ผลการวิเคราะห์การวัดค่าสีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าค่าสีของน้ำปรุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลง แสดงว่าสีน้ำปรุงคล้ำลงหรือเข้มขึ้น ค่า a* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของน้ำปรุงมีความเป็นสีแดงมากขึ้น ค่า b* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของน้ำปรุงมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช้เอนไซม์ขึ้น (กวิดา เลิศกิจสมบรูณ์, 2547) ปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้สีของน้ำปรุงปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดเข้มขึ้น ในด้านค่าสีของเนื้อปลาทูมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

(P>0.05) โดยค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลงแสดงว่าสีของเนื้อปลาทูคล้ำลงหรือสีเข้มขึ้น ค่า a* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของเนื้อปลาทูมีความเป็นสีแดงมากขึ้น ค่า b* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของเนื้อปลาทู มีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งในส่วนของเนื้อปลาทูในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน เนื้อปลามีการดูดซึมน้ำปรุงเข้าไปภายในชิ้นส่วนของปลาทู ดังนั้นเมื่อน้ำปรุงมีสีเข้มขึ้นเนื้อปลาทูก็จะมีสีเข้มขึ้นเช่นกัน แนวโน้มดังกล่าวสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัทรา กล่ำสกุล และคณะ (2560) ได้ทำการศึกษาลูกตาลอ่อนในน้ำตาลสดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ F_0 เท่ากับ 6, 8 และ 10 นาที ทำการเก็บรักษาระยะเวลา 4 เดือน พบว่าค่าสีของลูกตาลอ่อนในน้ำตาลสดบรรจุรีทอร์ตเพาช์มีค่า ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลง

ตารางที่ 20 แสดงคุณภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)			
	0	1	2	3
ความแน่นเนื้อ (N) ^{ns}	200.64± 20.42	218.09± 15.51	228.56± 13.94	242.48± 10.86
ความสมบูรณ์ของรอยปิดผนึกของถุง	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ปกติ
ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ^{ns}	0.98	0.98	0.98	0.98

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

จากตารางที่ 20 พบว่าคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อยู่ในช่วง 200.64 ถึง 242.48 ซึ่งค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P≤0.05) อาจเป็นเพราะ ระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่าความแน่นเนื้อในปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ ความสมบูรณ์ปิดผนึกของถุงรีทอร์ตเพาช์อยู่ในสภาพปกติ ไม่พบรอยรั่วของถุงรีทอร์ตเพาช์ แสดงถึงการปิดผนึกถุงที่มีความสมบูรณ์เพราะ ถุงรีทอร์ตเพาช์สามารถทนต่ออุณหภูมิได้ และสามารถป้องกัน

การซึมผ่านของอากาศ และแก๊สได้ดี (ณัฐวุฒิ อินทรักษ์, 2550) ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P>0.05$) เพราะปลาทูต้มหวานในน้ำโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์มีน้ำปรุงอยู่ปริมาณมาก จึงส่งผลให้ค่า A_w เท่ากับ 0.98 ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา

5.2 คุณภาพทางเคมี

ตารางที่ 21 แสดงคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปรตีน (ร้อยละ)	9.45
ไขมัน (ร้อยละ)	2.74
เถ้า (ร้อยละ)	1.42
เยื่อใย (ร้อยละ)	0.00
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)	13.52
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด(กิโลแคลอรี่/100กรัม)	116.54
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน (กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	24.66

จากตารางที่ 21 การแสดงคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าโปรตีนของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 9.45 ไขมันของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 2.74 เถ้าของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 1.42 เยื่อใยของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ ไม่พบปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 13.52 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 116.54 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมันของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 24.66 กิโลแคลอรี่/100 กรัม

ตารางที่ 22 แสดงค่าคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

คุณภาพองค์ประกอบทางเคมี	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)			
	0	1	2	3
ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (^{o}Brix) ^{ns}	16.18± 0.28	16.77± 0.36	16.50±0.35	16.60± 0.37
ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ^{ns}	4.18± 0.03	5.75± 0.03	5.80± 0.01	5.90± 0.01
ปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ) ^{ns}	0.52± 0.04	0.51± 0.06	0.38± 0.00	0.35± 0.61
TBA value (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) ^{ns}	0.92± 0.01	1.04± 0.01	1.13.± 0.02	1.21± 0.03
ความชื้น (ร้อยละ) ^{ns}	75.48±0.01	75.49± 0.01	75.53.± 0.02	75.55± 0.03

หมายเหตุ : a, b, c ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวนอน หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P > 0.05$)

จากตารางที่ 22 การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด 16.18, 16.77, 16.50 และ 16.60 (^{o}Brix) ตามลำดับ พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดที่การเก็บรักษา 3 เดือน มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P > 0.05$)

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 4.18, 5.75, 5.80 และ5.90, และตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติที่ (P>0.05) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ มุทิตา มีนุ่น (2548) ได้ศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำตาลสดสเตอริไลซ์มีค่าเท่ากับ 5.7 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุภัทรา กล่ำสกุล และคณะ (2559) รายงานว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำตาลสดบรรจุรีทอร์ตเพาช์หลังการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่ระยะการเก็บรักษา 4 เดือน คือ เดือนที่ 0, 1, 2, 3 และเดือนที่ 4 มีค่าเท่ากับ 5.40, 5.46, 5.54, 5.67 และ5.59 มีแนวโน้มค่าของกรดเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น

ปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน มีปริมาณกรดแลกติคเท่ากับ 0.52, 0.51, 0.38 และ 0.35 ตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) จากการทดลอง พบว่าปริมาณกรดแลกติคมีแนวโน้มลดลงแต่ไม่มีความแตกกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

ค่า TBA (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุ รีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน มีปริมาณค่า TBA เท่ากับ 0.92, 1.04, 1.13 และ1.21 ตามลำดับ พบว่าจากการทดลอง พบว่า ปริมาณค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) เพราะเนื่องจากในปลาทูมีไขมันเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทูโดยปกติแล้วไขมันจะเกิดปฏิกิริยาไลพิดออกซิเดชั่นส่งผลให้เกิดกลิ่นหืน โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ความร้อน แสง และออกซิเจน ซึ่งกลิ่นหืนนี้สามารถตรวจสอบได้จากการวัดค่า TBA (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) (Hamilton, 1994)

ความชื้น (ร้อยละ) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน มีปริมาณความชื้น เท่ากับ 75.48, 75.49, 75.53, และ75.55 ตามลำดับ โดยความชื้นในทุกเดือนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) เนื่องจากบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาช์ มีวัสดุป้องกันการซึมผ่าน (barrier material) อยู่ชั้นกลาง ใช้เพื่อป้องกันความชื้น แสง และก๊าซ (พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์ , 2559)

5.3 คุณภาพทางจุลชีววิทยา

ตารางที่ 23 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ชนิดของจุลินทรีย์	ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน			
	0	1	2	3
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 35 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 55 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Clostridium botulinum (cfu/ml)	-	-	-	-
Thermophile anaerobe (cfu/2ml)	-	-	-	-
Flat sour thermophilic (cfu/2ml)	-	-	-	-

หมายเหตุ : - คือ Negative (ผลเป็นลบ)

จากตารางที่ 23 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ปริมาณคลอสติเดียม โบทูลินัม (*Clostridium botulinum)* ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophile anaerobe) และปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ในปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวทั้งหมด เพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ณัฐวุฒิ อินทรักษ์ (2550) ที่ศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในถุงรีทอร์ตเพาช์ โดยทำการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที พบว่าอุณหภูมิในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 116 องศาเซลเซียส เวลา 25 นาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์รวมในข้าวหุงสุกได้ทั้งหมดในอายุการเก็บรักษา 4 เดือน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชนิตร์นันทร์ สุวรรณประเสริฐ และพริพร อินทร์สำเภา (2548) ศึกษากระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวมันปูบรรจุรีทอร์ตเพาช์ พบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส เป็นสภาวะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการผลิตข้าวมันปู และสามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของอาหารเสื่อมเสีย และจุลินทรีย์ที่เป็นพิษได้ทั้งหมด

5.4 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 24 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น(น้ำตาลโตนด)	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ตัวอย่างควบคุม	5.88±1.00^{b}	6.08±1.32^{b}	5.98±0.71^{b}	5.24±0.85^{b}	6.28±0.75^{b}
ตัวอย่างที่ศึกษา 0 เดือน	8.30±0.54^{a}	8.26±0.66^{a}	8.43±0.55^{a}	7.68±0.47^{a}	8.62±0.49^{a}
ตัวอย่างควบคุม	6.46±1.51^{b}	6.46±1.28^{b}	5.60±1.73^{b}	5.20±1.74^{b}	6.02±1.25^{b}
ตัวอย่างที่ศึกษา 1 เดือน	7.74±1.35^{a}	7.46±1.43^{a}	8.24±1.53^{a}	7.69±1.30^{a}	8.04±0.69^{a}
ตัวอย่างควบคุม	7.44±0.81^{b}	6.76±0.74^{b}	6.80±1.12^{b}	5.22±0.90^{b}	6.98±0.79^{b}
ตัวอย่างที่ศึกษา 2 เดือน	7.28±1.27^{a}	7.46±0.83^{a}	7.54±0.95^{a}	7.68±1.09^{a}	7.94±0.82^{a}
ตัวอย่างควบคุม	7.52±0.93^{b}	6.54±0.81^{b}	7.12±1.15^{b}	5.28±0.09^{b}	6.64±1.06^{b}
ตัวอย่างที่ศึกษา 3 เดือน	7.16±1.18^{a}	7.54±0.97^{a}	7.42±1.25^{a}	7.68±0.16^{a}	7.74±0.69^{a}

หมายเหตุ : $^{a, b,}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้ง หมายถึง ตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 24 การยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน ทำการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคเปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุมคือ ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ยังไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ (สูตรควบคุม) โดยนำมาทดสอบลักษณะต่างๆ ได้แก่ ลักษณะปรากฏ สีของเนื้อปลาทู สีของน้ำปรุง กลิ่น รสชาติ และความชอบโดยรวม โดยมีผลดังนี้

คะแนนการยอมรับของสูตรที่ควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน ในทุกคุณลักษณะ คะแนนด้านสีมีคะแนนอยู่ในช่วงเท่ากับ 5.88-7.52 คะแนน ด้านกลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 6.08-6.76 คะแนน รสชาติมีคะแนนอยู่ในช่วง 5.60-7.12 คะแนน เนื้อสัมผัสมีคะแนนเท่ากับ 5.20-5.28 คะแนน และความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 6.02-6.98 คะแนน ซึ่งคะแนนมีแนวโน้ม

เพิ่มขึ้นในคุณลักษณะด้านสีเล็กน้อย อาจเป็นเพราะ เมื่ออายุการเก็บรักษาที่นานขึ้น ตัวอย่างที่ทำการศึกษามีคะแนนแนวโน้มต่ำลง ส่งผลให้ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับตัวอย่างควบคุมใกล้เคียงกับตัวอย่างที่ทำการศึกษา

คะแนนการยอมรับของสูตรที่ทำการศึกษาตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าคะแนนด้านสีมีคะแนนอยู่ในช่วงเท่ากับ 7.16-8.30 คะแนน ด้านกลิ่นมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.46-8.26 คะแนน รสชาติมีคะแนนอยู่ในช่วง 7.42-8.43 คะแนน เนื้อสัมผัสมีคะแนนเท่ากับ 7.68-7.69 คะแนน และความชอบโดยรวมมีคะแนนเท่ากับ 7.74-8.62 คะแนน ซึ่งคะแนนมีแนวโน้มลดลงในคุณลักษณะด้านสี รสชาติ และความชอบโดยรวมเล็กน้อย อาจเป็นเพราะปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ผ่านกระบวนการให้ความร้อนสูง เนื้อปลามีการดูดซึมน้ำปรุงเข้าเข้าไปภายในชิ้นเนื้อของปลาทู ดังนั้นเมื่อน้ำปรุงมีสีเข้มขึ้นเนื้อปลาทูก็จะมีสีเข้มขึ้นเช่นกัน

เมื่อนำคะแนนการยอมรับในคุณลักษณะต่างๆของปลาทูต้มหวานสูตรควบคุม และสูตรที่ทำการศึกษามาเปรียบเทียบกัน พบว่าคะแนนการยอมรับของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ทำการศึกษามีคะแนนการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างควบคุมเมื่อทำการเก็บรักษาเป็นเวลา 3 เดือน ในทุกๆคุณลักษณะ อาจเพราะปลาทูต้มหวานสูตรควบคุมไม่สามารถบริโภคทั้งก้างได้เนื่องจากยังไม่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่สูง แต่ปลาทูต้มหวานสูตรที่ทำการศึกษาสามารถบริโภคทั้งก้างได้เนื่องจากก้างนิ่ม ในเรื่องของสีและกลิ่นของน้ำตาลโตนดเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลระหว่างน้ำตาล และกรดอะมิโน ซึ่งในส่วนของเนื้อปลาทูในระหว่างกระบวนการการให้ความร้อนสูง เนื้อปลามีการดูดซึมน้ำปรุงเข้าเข้าไปภายในชิ้นเนื้อของปลาทู ดังนั้นเมื่อน้ำปรุงมีสีเข้มขึ้นเนื้อปลาทูก็จะมีสีเข้มขึ้นเช่นกัน ทำให้ผู้บริโภคให้คะแนนในสูตรที่ทำการศึกษาสูงกว่าสูตรของตัวอย่างควบคุม

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

1. การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ ของ อ.เมือง อ.ชะอำและ อ.บ้านแหลม จำนวน 50 ราย เป็นเพศชายจำนวน 30 คน คิดเป็นร้อยละ 60 และเพศหญิงจำนวน 20 คนคิดเป็นร้อยละ 40 มีอายุเฉลี่ยอยู่ในช่วง 41 – 60 ปี คิดเป็นร้อยละ 48 การศึกษาอยู่ในระดับประถมศึกษา จำนวน 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64 อำเภอที่ให้สัมภาษณ์อำเภอเมืองจำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 6 อำเภอบ้านแหลม จำนวน 40 คน คิดเป็นร้อยละ 80 อำเภอชะอำ จำนวน 7 คนคิดเป็นร้อยละ 14 เรือมีชื่อเรือประมง 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 ความยาวเรืออยู่ในช่วง 5.1 – 10 เมตร จำนวน 26 ลำ คิดเป็นร้อยละ 52 เรือที่มีเลขที่ประมง 25 ลำ คิดเป็นร้อยละ 50 ประเภทของเรือประมงส่วนใหญ่เป็น เรืออวนติดตา เรือหาง จำนวน 42 ลำ คิดเป็นร้อยละ 84 ทำการประมงในอ่าวไทย 50 ลำ คิดเป็นร้อยละ 100 เครื่องมือที่ใช้เป็น อวนติดตา ลอบหมึก จำนวน 44 ลำ คิดเป็นร้อยละ 88 วันที่ทำการประมงอยู่ในช่วง 1 – 7 วัน จำนวน 27 ลำ คิดเป็นร้อยละ 54 ทำการประมงทั้งหมด 12 เดือน จำนวน 36 ลำ คิดเป็นร้อยละ 72 เดือนที่ทำการจับสัตว์น้ำได้ดีที่สุด คือเดือนมีนาคม ถึง เดือนพฤษภาคม คิดเป็นร้อยละ 34 จับสัตว์น้ำมากกว่า 5 เที่ยว ต่อเดือน คิดเป็นร้อยละ 56 ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้น้อยกว่า 200 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 50 ทั้งปีจับได้น้อยกว่า 10,000 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 52 ค่าใช้จ่าย/ต้นทุน การดำเนินงานน้อยกว่า 10,000 บาทต่อครั้ง คิดเป็นร้อยละ 32 ผลกำไรที่ได้น้อยกว่าร้อยละ 20 คิดเป็นร้อยละ 98 อัตราส่วนของชนิดของสัตว์น้ำที่จับได้ ได้แก่ อันดับ 1 ปลาทู ร้อยละ 48 อันดับ 2 ปลาทรายแดงและกุ้ง ร้อยละ10 อันดับ 3 ปู ร้อยละ 6 มีการปฏิบัติต่อสัตว์น้ำหลังจากจับได้ คิดเป็นร้อยละ 50 การจำหน่ายอื่นๆ เช่น ส่งแพปลาร้อยละ ร้อยละ 80 ลักษณะการซื้อคัดขนาด ร้อยละ 56 จ่ายเงินเป็นเงินสดร้อยละ 96

2. การประเมินคุณภาพทางกายภาพ ด้านประสาทสัมผัสของเนื้อปลาทูสดโดยใช้ประสาทสัมผัสของผู้วิจัย พบว่า ลักษณะปรากฏ สี กลิ่น ความสด ความแน่นเนื้อ และคุณภาพโดยรวม ผู้วิจัยให้คะแนน เท่ากับ 5 คะแนน ในทุกคุณลักษณะ ค่าสีของเนื้อปลาทูสด มีค่า L* ความสว่าง เท่ากับ 30.37 ค่า a* สีแดง เท่ากับ 12.02 และค่า b* สีเหลือง เท่ากับ 9.45 การวัดเนื้อสัมผัสด้านความแน่นเนื้อ (Hardness) หน่วยเป็นกรัม มีค่าเท่ากับ 1,004.80 กรัม การแสดงองค์ประกอบร้อยละทางเคมีของเนื้อปลาทูสด นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี พบว่า ความชื้น เท่ากับ ร้อยละ 73.64 โปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 21.93 ไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 0.67 เถ้า เท่ากับ ร้อยละ 1.39 เยื่อใยไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 2.37 ปริมาณ

แคลอรี่ทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 103.23 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 6.03 กิโลแคลอรี่/100 กรัม การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) เท่ากับ 6.17 ปริมาณกรดแลกติก (ร้อยละ) เท่ากับ ร้อยละ 7.82 และ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) มีค่าเท่ากับ ร้อยละ 0.99 การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic Plate Count) เท่ากับ 1.1×10^3 cfu/g ปริมาณ *E.coli* น้อยกว่า 3 MPN/g ปริมาณยีสต์และรา น้อยกว่า 10 cfu/g และ *Staphylococus aueeus* น้อยกว่า 10 cfu/g

3. คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานทั้ง 4 สูตร ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัสในทุกๆ ด้านของสูตรที่ 1 มากที่สุด ปลาทูต้มหวานที่ทดแทนด้วยน้ำตาลสดที่ ระดับต่างๆ ทั้ง 4 สูตร พบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับในสูตรที่ 2 (น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 25 : น้ำร้อยละ 75) มากที่สุด และความชอบโดยรวม มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) โดยผู้บริโภคให้คะแนนทางด้านความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.16 ซึ่งคะแนนอยู่ในช่วงที่ผู้บริโภค ชอบปานกลางถึงชอบมาก การทดแทนน้ำตาลโตนดปึกเปรียบเทียบกับน้ำตาลปี๊บพบว่า สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุดคือ สูตรที่ใช้น้ำตาลโตนด การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัส โดยการวิเคราะห์เชิงบรรยายปริมาณ (Quantitative Descriptive Analysis, QDA) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด พบว่าค่า S/I ของสีของน้ำปรุง กลิ่นหอม รสชาติ รสหวานของน้ำปรุง เนื้อสัมผัสของปลาทู อยู่ในช่วงคะแนนเท่ากับ และเข้าใกล้ 1 ซึ่งหมายถึงไม่จำเป็นต้องมีการเปลี่ยนแปลง

4. ศึกษาอุณหภูมิการฆ่าเชื้อทั้ง 3 ระดับ 30, 45 และ 60 นาที จากการทดลองผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับ ที่เวลา 45 นาที F_0 เท่ากับ 17.25 นาที มากที่สุด โดยพิจารณาจากคะแนน ด้านรสชาติ เท่ากับ 7.74 คะแนน เนื้อสัมผัสของเนื้อปลาทู เท่ากับ 7.10 คะแนน และคะแนนความชอบโดยรวม เท่ากับ 8.26 คะแนนซึ่งเป็นคะแนนที่มากที่สุด และอยู่ในช่วงชอบถึงชอบมาก

5. ศึกษาอายุการเก็บรักษาของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ที่เวลา 45 นาที F_0 เท่ากับ 17.25 ระยะเวลา 3 เดือน พบว่าค่าสีของน้ำปรุงมี ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลง ค่าสีแดง a* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าสีเหลือง b* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าสีของเนื้อปลาทู มีค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มลดลง a* ค่าสีแดงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า b* ค่าสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นความสมบูรณ์ปิดผนึกของถุงรีทอร์ตเพาซ์อยู่ในสภาพปกติ ไม่พบรอยรั่วของถุงรีทอร์ตเพาซ์ ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญนัยสำคัญทางสถิติที่ ($P \leq 0.05$) คุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ พบว่า โปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 9.45 ไขมัน เท่ากับ ร้อยละ

2.74 เถ้า เท่ากับ ร้อยละ 1.42 เยื่อใยไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 13.52 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด ร้อยละ 116.54 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 24.66 กิโลแคลอรี่/100 กรัม ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดมีแนวโน้วเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่ามีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออายุการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณกรดแลกติค (ร้อยละ) พบว่าปริมาณกรดแลกติคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย มีปริมาณค่า TBA ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) ความชื้น (ร้อยละ) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ปริมาณ *Clostridium botulinum* ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophile anaerobe) และปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ไม่พบการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ดังกล่าวตลอดอายุการเก็บรักษา การทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยการเปรียบเทียบกับปลาทูต้มหวานสูตรควบคุมเปรียบเทียบกับปลาทูต้มหวานที่ผ่านการเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียสเวลา 45 นาที พบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนการยอมรับในคุณลักษณะต่างๆของปลาทูต้มหวานในสูตรที่ทำการศึกษามีคะแนนการยอมรับสูงกว่าตัวอย่างควบคุม ในทุกๆคุณลักษณะ

บรรณานุกรม

กนก ติระวัฒน์. (2531). **การปรับปรุงกรรมวิธีการผลิตและคุณภาพของผลิตภัณฑ์จากน้ำตาลโตนด**. รายงานโครงการพัฒนาชุมชน. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

กรมประมง. (2549). **องค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของสัตว์น้ำ**. (ออนไลน์). เข้าถึง : www.fisheries.go.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

กรมส่งเสริมการเกษตร. (2544). **ตาลโตนดผลิตภัณฑ์อาหารแปรรูปและรูปแบบโรงผลิต**. กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ.

กระทรวงสาธารณสุข. (2556). **ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 355 เรื่อง อาหารในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท**. (ออนไลน์). เข้าถึง : http://food.fda.moph.go.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

กวิดา เลิศกิจสมบูรณ์. (2547). **ผลของการใช้เมมเบรนและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด**.วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง. (2559). **กองตรวจสอบคุณภาพสินค้าประมง**. (ออนไลน์). เข้าถึง : https://www.fisheries.go.th/quality. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

กัลยา เลาหสงคราม. (2551). **การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มสมุนไพรรวมสเตอริไลส์**. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

กีย์ ทรีบุลย์. (2527). **ประเภทและกลไกการทำงานของระบบการผลิตทางการเกษตรของสทิงพระในปัจจุบัน.** โครงการวิจัยระบบการผลิตทางการเกษตร, คณะทรัพยากรณ์ธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

งามจิตร โล่วิทูร. (2547). **อาหารพร้อมบริโภคในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาช์**. อาหาร 34(4): 284-286

จารุมาศ เมฆสัมพันธ์. (2542). **กำลังผลิตขั้นต้นของแหล่งน้ำ.** ภาควิชาชีววิทยาประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 77 หน้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

ชนิตร์นันทร์ สุวรรณประเสริฐ และพริพร อินทร์สำเภา. (2548). **กระบวนการที่เหมาะสมสำหรับการผลิตข้าวมันปูบรรจุซองรีทอร์ตเพาช์**, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, สาขาวิชาวิศวกรรมกระบวนการอาหาร คณะอุตสาหกรรมการเกษตร, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ชลิต วัฒนาโภคยกิจ. (2549). **การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ในโครงการลงทุนการผลิตปลาทูต้มเค็มขนาดย่อมในจังหวัดเพชรบุรี**. (ออนไลน์). เข้าถึง : http://eresearch.ssru.ac.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

ไชยวัฒน์ นพเก้า. (2553). **การศึกษาองค์ประกอบของอาหารสภาวะการหมักที่เหมาะสมในการผลิตกรดแลคติกจากเวย์โดยแบคทีเรียกรดแลคติก.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

ณัฐวุฒิ อินทรักษ์. (2550). **การศึกษากระบวนการผลิตข้าวกล้องหุงสุกในถุงฆ่าเชื้อ**. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาวิศวกรรมการจัดการอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปราจีนบุรี.

ดนุพล ทวีงาม. (2549). **บรรจุภัณฑ์อ่อนตัว**. (ออนไลน์). เข้าถึง : https://nipponpack.wordpress.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

ทิพาพร อยู่วิทยา. (2535). **การกำหนดกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อน**. อาหาร 22(4): 39-50

ธัญญารัตน์ สามัตถิยะ. (2545). **ความสำคัญของปลาทูต่อสังคมและเศรษฐกิจไทย**. วิทยานิพนธ์.

ศศ.บ (ประวัติศาสตร์) มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. 139 หน้า.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ. (2531). **คู่มือปฏิบัติการจุลชีววิทยา.** (ออนไลน์). เข้าถึง : oservice.skru.ac.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

ปรียา วิบูลย์เศรษฐ์. (2538). **จุลชีววิทยาของอาหารกระป๋องที่มีความเป็นกรดต่ำในอาหาร** 25(2): 127-133 วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม

พฤกษา สวาทสุข. (2559). **ผลของเวลาการให้ความร้อนต่อลักษระทางกายภาพชองปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์**. วารสารแก่นเกษตร, 44(2) : 257-264.

เพ็ญขวัญ ชมปรีดา. (2536). **วิธีการทดสอบทางประสาทสัมผัสชนิดต่าง ๆ**. (ออนไลน์). เข้าถึง : coursewares.mju.ac.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

พิมพ์ชนก อินทร์กลัด. (2555). **น้ำตาลโตนด.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://www.healthylivingbybud.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2542). **Retort / รีทอร์ท.** (ออนไลน์). เข้าถึง : www.foodnetworksolution.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์ และนิธิยา รัตนาปนนท์. (2559). **บรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์.** (ออนไลน์). เข้าถึง : www.foodnetworksolution.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

พูน วิลาวัลย์. (2555). **ปลาทูต้มหวาน.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://tourfoodthailand.com. วันที่สืบค้น 14 กันยายน 2560

มนสุวีร์ ชำนาญ. (2552). **ผลของการปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวน้ำตาลโตนดสดต่อคุณภาพน้ำตาลโตนดเข้มข้น**. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยศิลปากร, นครปฐม.

มุทิตา มีนุ่น. (2548). **ความคงตัวของสารให้กลิ่นรสในน้ำตาลโตนดระหว่างกระบวนการให้ความดันความร้อนและการเก็บรักษา**. รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

มุทิตา มีนุ่น. (2555). **การปฏิบัติระหว่างการเก็บเกี่ยวและหลังการเก็บเกี่ยวและผลการแปรรูปน้ำตาลโตนดสดที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำตาลโตนดเข้มข้นในจังหวัดสงขลา**. รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

เมธาวี สันติคุณากร. (2551). **การแทรกผ่านความร้อนของผลิตภัณฑ์ว่านหางจระเข้และเมล็ดแมงลักในน้ำมะตูมบรรจุในรีทอร์ตเพาช์**. วิทยานิพนธ์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.

รพีพร เอี่ยมสะอาด. (2557). **คุณสมบัติทางเคมีกายภาพและการต้านอนุมูลอิสระของน้ำตาลโตนด**. รายงานวิจัย. ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร, คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์, มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. (2535). **วิศวกรรมอาหาร.** สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพมหานคร. พิมพ์ครั้งที่ 4.

เรณุกา แจ่มฟ้า. (2545). **การผลิตไซรับจากน้ำตาลสด**. วิทยานิพนธ์. คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พิษณุโลก.

วราทิพย์ สมบุญญฤทธิ์. (2542). **บรรจุภัณฑ์อ่อนตัวสำหรับอาหารที่มีความเป็นกรดต่ำ**.

วิวัธน์ ปฐมโยธิน. (2542). **หลักการฆ่าเชื้ออาหารกระป๋องในบรรจุภัณฑ์อ่อนตัว.** ในเอกสารประกอบการอบรมเรื่อง retort pouch for low acid canned food, หน้า 61-75. 29-30 กรกฎาคม 2542 ณ โรงแรมมารวยการ์เดนและภาควิชาผลิตภัณฑ์ประมง, คณะประมง, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร.

ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย. (2560). **ศูนย์ข้อมูลประเทศไทย.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://thailand.kapook.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

สมศักดิ์ จุลละคร. (2561). **เครื่องมือประมงปลาทู.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://pasusat.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

สมัคร รักแม่. (2558). **องค์ประกอบทางกายภาพ และทางเคมีของสัตว์น้ำ.** (ออนไลน์). เข้าถึง : www.fisheries.go.th. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

สุภัทรา กล่ำสกุล, ประกาศ ชมภู่ทอง และบำเพ็ญ นิ่มเขียน. (2559). **รายงานวิจัยเรื่องแนทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดปีที่ 1**. มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.

สุภัทรา กล่ำสกุล,ประกาศ ชมภู่ทอง และบำเพ็ญ นิ่มเขียน. (2560). **รายงานวิจัยเรื่องแนวทางการพัฒนาและเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากตาลโตนดปีที่ 2.** มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี, เพชรบุรี.

สุภารัตน์ เตี่ยไพบูลย์. (2546). **ผลของการใช้ความดันสูงและความร้อนต่อคุณภาพของน้ำตาลโตนด**. วิทยานิพนธ์. ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร, คณะอุตสาหกรรมเกษตร, มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา.

สุมิตรา จันทร์เงา. (2559). **ประโยชน์ทางโภชนาการ.** (ออนไลน์). เข้าถึง : sukkaphap-d.com. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2557). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด. มผช.38/2557**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2550). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาต้มเค็ม. มผช.1366/2550**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2546). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลโตนด. มผช.113/2546**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2552). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลมะพร้าว. มผช.1533/2552**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2528). **มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาซาร์ดีนกระป๋อง. มอก.89/2528**. กระทรวงอุตสาหกรรม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. (2545). **ตาลเมืองเพชร.** สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. เพชรบุรี.

สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. (2555). **ตาลเมืองเพชร.** สำนักงานเกษตรจังหวัดเพชรบุรี. เพชรบุรี.

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2544). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://nutrition.anamai.moph.go.th วันที่สืบค้น 5 กันยายน 2559

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2546). **งานพัฒนา RDA ของไทย.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://nutrition.anamai.moph.go.th. วันที่สืบค้น 5 กันยายน 2559

สำนักโภชนาการ กรมอนามัย. (2550). **ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://nutrition.anamai.moph.go.th วันที่สืบค้น 5 กันยายน 2559

อนิรุทธิ์ ศรีสุวรรณ และธีรพงษ์ แตงอ่อน. (2555). **ภูมิปัญญาการปลูกตาลโตนดของนายถนอม ภู่เงิน.** รายงานวิชาการวิจัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม. คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี.

A.O.A.C. (2000). Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis 17th Ed.** Gaithersburg, Maryland, USA.

BAM Online. (2012). **Bacteriological Analytical Manual.** http://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods

Bindu, Ravishankar, Srinivasa Gopal. (2016). **Shelf life evaluation of a ready-to-eat black clam (Villorita cyprinoides) product in indigenous retort pouches.**

Calderon, P, Van Buren, J.P. and Robinson, W.B. (1968). **Factors influencing the formation at precipitates and hazes and condensed and hydrolysable tannin**. J. Agr. Food Chem. 16 : 476-482.

Child, R. (1974). Coconus. 2nd ed. **Longman Group Ltd. London**. p. 17-19.

Chia, S.S., Baker, R.C., and Hotchkiss, J.H. (1983). **Quality comparison of thermo processed fishery products in cans and retortable pouches**. Journal of Food Science 48(5): 1521-1525, 1531.

Frott, R., and Lewis, and A.S. (1994). In R. Frott and A.S.Lewis (Eds.). **Canning of meat and fish products.** Chapman and hall.

Hamilton. (1994). **Time Series Analysis (Hardcover)**. (ออนไลน์). เข้าถึง : https://press.princeton.edu/titles/5386.html. วันที่สืบค้น 23 พฤษภาคม 2561

Isolateboy. (2557). **ปลาทูต้มหวาน อาหารไทยพื้นบ้านหอมหวานอร่อย.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://cooking.kapook.com/view80195.html. วันที่สืบค้น 14 กันยายน 2560

Mind Mpp. (2555). ปลาทูต้มหวาน. (ออนไลน์). เข้าถึง : http://cookpad.com.th. วันที่สืบค้น 14 กันยายน 2560

Mohan, C. O., Ravishankar, C. N., Bindu, J., Geethalakshmi, V., and Srinivasa Gopal, T. K. (2006). **Effect of thermal process time on quality of "shrimp kuruma"**

Faparusi, S. I. and Bassir, O. (1971). **Microflora of fermenting palm sap**. J. Food Sci. Technol. 8 : 206.

Ohler, Raissa Elaine Tanqueco, Felicito M. Rodriguez, Rita P. Laude, and Marni E. Cueno. (1984). **Total Free Sugars.** Journal of Science 136 (2): 103-108.

Samuel A, MATZ. (1980). **Water in food.** AVI Publishing CO., Westport, CT: 103-105.

Vazhiyil V. (2005). **Seafood processing: adding valuethrough quick freezing**, retortable packaging,cook-chilling, and other method, CRC Press.

Young MEA. (2558). **ปลาทูต้มหวาน.** (ออนไลน์). เข้าถึง : http://youngmea.com. วันที่สืบค้น 14 กันยายน 2560

ภาคผนวก ก

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ภาคผนวก ก 1

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลสด

(มผช.๓๘/๒๕๕๗)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำตาลสดพร้อมดื่มที่เป็นน้ำตาลสดแท้ที่ไม่มีการเจือน้ำและไม่มีการแต่งรสด้วยน้ำตาล บรรจุในภาชนะบรรจุ ผ่านการฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ เก็บรักษา ขนส่งและวางจำหน่ายโดยการแช่เย็นเพื่อรักษาคุณภาพของผลิตภัณฑ์

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำตาลสด หมายถึง น้ำหวานที่ได้จากช่อดอกของต้นตาลที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ Borassus flabelliferLinn. หรือช่อดอกของต้นมะพร้าวที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ Cocos nucifera Linn. หรือก้านของช่อดอกของต้นจากที่มีชื่อทางพฤกษศาสตร์ Nypa fruticans Wurmb. นำไปกรอง และฆ่าเชื้อโดยวิธีพาสเจอร์ไรซ์ก่อนหรือหลังบรรจุ และต้องเก็บรักษาโดยการแช่เย็น

2.2 วิธีพาสเจอร์ไรซ์ หมายถึง กรรมวิธีการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนเพื่อลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค โดยทั่วไปใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส และใช้ระยะเวลาที่เหมาะสมแล้วทำให้เย็นลงทันที

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นของเหลวขุ่น อาจตกตะกอนเมื่อวางทิ้งไว้การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด ไม่มีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์กลิ่นรสเปรี้ยวบูดเมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.5 สารที่ละลายน้ำ

ต้องไม่น้อยกว่า 11 องศาบริกซ์ การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.6 วัตถุเจือจนอาหาร

ห้ามใช้สีสังเคราะห์และวัตถุกันเสียทุกชนิดการทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.7 จุลินทรีย์

3.7.1 จุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 1×10^4 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.2 <u>แซลโมเนลลา</u> ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 มิลลิลิตร

3.7.3 <u>สแตฟิโลค็อกคัส ออเรียส</u> ต้องน้อยกว่า 10 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.4 <u>บาซิลลัส ซีเรียส</u> ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.5 <u>คลอสทริเดียม เพอร์ฟริงเจนส์</u> ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

3.7.6 โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.7 <u>เอสเชอริเชีย</u> โคไล ต้องไม่พบในตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร

3.7.8 ยีสต์และรา ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (U.S.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำตาลสดให้เป็นไปตามภาคผนวก ก. และสถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำตาลสดในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกได้การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 ปริมาตรสุทธิของน้ำตาลสดในแต่ละภาชนะบรรจุต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลากการทดสอบให้ใช้เครื่องวัดปริมาตรที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำตาลสดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์ (ตาม มผช.)

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) ปริมาตรสุทธิ เป็นมิลลิลิตรหรือลิตร

(4) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีที่หมดอายุหรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(5) ข้อแนะนาในการเก็บรักษา เช่น ต้องเก็บไว้ในตู้เย็น

(6) เลขสาระบบอาหาร

(7) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียนในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้หมายถึง น้ำตาลสดที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส สิ่งแปลกปลอมการบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสารที่ละลายน้ำและวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300 มิลลิลิตร กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตรรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 และ 3.6 จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันจำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุเพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีปริมาตรรวมไม่น้อยกว่า 300 มิลลิลิตรกรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีปริมาตร

รวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.7 จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างน้ำตาลสดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำตาลสดรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำตาลสดอย่างน้อย 5 คนแต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างน้ำตาลสดลงในแก้วใสโดยมีกระดาษสีขาวเป็นฉากหลัง ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด	3
	สีพอใช้ใกล้เคียงกับสีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด	2
	สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	1
กลิ่นรส	กลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำตาลสด	3
	กลิ่นรสพอใช้ใกล้เคียงกับกลิ่นรสตามธรรมชาติของน้ำตาลสด	2
	กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นแอลกอฮอล์ กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	1

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ (ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขัง แฉะ และสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน สำหรับวัตถุดิบ วัสดุบรรจุ ผลิตภัณฑ์รอการบรรจุ และผลิตภัณฑ์สำเร็จรูป ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขาซึ่งเปิดสู่บริเวณทำโดยตรง ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับการทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.1.2.4 ห้องสุขา อ่างล้างมือมีจำนวนเหมาะสม มีอุปกรณ์เครื่องใช้สำหรับทำความสะอาดหรือฆ่าเชื้อโรค

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตภัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความสะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด ก่อนและหลังการใช้งานต้องทำความสะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง และเก็บไว้ในที่เหมาะสม

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ ต้องสะอาด มีคุณภาพดี ได้จากแหล่งที่เชื่อถือได้ ปลอดภัย จัดเก็บในภาชนะสะอาด ป้องกันการปนเปื้อนได้ แยกเก็บเป็นสัดส่วน

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตภัณฑ์

ก.3.3 เครื่องชั่งที่ใช้ต้องตรวจสอบได้เที่ยงตรง

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผงในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีวิธีการป้องกันไม่ให้สัตว์เลี้ยง เช่น สุนัข แมว เข้าไปในบริเวณที่ทำ

ก.4.4 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตภัณฑ์

ก.4.5 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และเก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตภัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ก.5.1 ผู้ทำทุกคน ต้องมีสุขภาพดีทั้งร่างกายและจิตใจ รักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตภัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ก.5.2 ผู้ทำทุกคน ต้องไม่กระทำการใดๆ ที่ไม่ถูกสุขลักษณะในสถานที่ทำ เช่น รับประทานอาหาร สูบบุหรี่

ภาคผนวก ก 2

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนปลาต้มเค็ม

(มผช.๑๓๖๖/๒๕๕๐)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมปลาต้มเค็มที่เก็บรักษาโดยการแช่เย็นและแช่แข็ง บรรจุในภาชนะ บรรจุและขนส่งโดยภาชนะที่เก็บรักษาอุณหภูมิ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ปลาต้มเค็ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำปลาสดทั้งตัว เช่น ปลาตะลุมพุก ปลาตะเพียน ปลาทู มาทำความสะอาด ควักไส้ อาจตัดหัว ขอดเกล็ด หรือตัดเป็นชิ้น ต้มในน้ำที่มีเครื่องปรุงรส เช่น น้ำตาล น้ำมะขามเปียก เกลือ จนกระดูกปลานิ่ม ก่อนบริโภคต้องนำไปให้ความร้อน

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นชิ้นหรือตัวปลาที่ไม่เละ เนื้อปลาอาจแตกได้บ้าง มีส่วนที่เป็นน้ำปรุงรสอยู่ด้วย

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาต้มเค็ม

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของปลาต้มเค็ม ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์

3.4 ลักษณะเนื้อสัมผัส

ต้องนุ่มเปื่อยทั้งชิ้นหรือตัวปลา

เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 3 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนนจากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.5 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว์

3.6 จุลินทรีย์

3.6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องน้อยกว่า 1×10^6 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.2 <u>สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส</u> ต้องน้อยกว่า 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.3 <u>เอสเชอริเชีย โคไส</u> โดยวิธีเค็มพีเอ็น ต้องน้อยกว่า 3 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.4 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำปลาต้มเค็มแช่เย็น ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

4.2 สุขลักษณะในการทำปลาต้มเค็มแช่แข็ง สถานประกอบการต้องได้รับอนุญาตจากกระทรวงสาธารณสุข และ ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุปลาต้มเค็มในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้นของปลาต้มเค็มในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุปลาต้มเค็มทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อเรียกผลิตภัณฑ์ เช่น ปลาต้มเค็ม ปลาสุมพุกตุ๋น ปลาทูต้มเค็ม

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ

(3) น้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น

(4) วัน เดือนปีที่ทำ และวัน เดือนปีที่หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(5) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา เช่น ควรทำให้ร้อนก่อนบริโภค ควรเก็บไว้ในตู้เย็น

(6) ชื่อผู้ทำหรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง ปลาต้มเค็มที่ทำในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบสิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และเครื่องหมายและ ฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้ว ทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่าปลาต้มเค็มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส ให้ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้ว ทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 จึงจะถือว่าปลาต้มเค็มรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน

ให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม ตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าปลาต้มเค็มรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน ตัวอย่างปลาต้มเค็มต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 และข้อ 7.2.3 ทุกข้อ จึงจะถือว่าปลาต้มเค็ม รุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตกัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และลักษณะเนื้อสัมผัส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบปลาต้มเค็มอย่างน้อย 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 วางตัวอย่างปลาต้มเค็มลงบนจานกระเบื้องสีขาว กรณีปลาต้มเค็มแช่แข็งให้ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องจน น้ำแข็งละลาย ตรวจสอบลักษณะทั่วไปและสีโดยการตรวจพินิจ นำตัวอย่างปลาต้มเค็มไปให้ความร้อน ที่อุณหภูมิและระยะเวลาที่เหมาะสม ตรวจสอบกลิ่นรสและลักษณะเนื้อสัมผัสโดยการชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	เกณฑ์ที่กำหนด	ระดับการตัดสิน (คะแนน)
ลักษณะทั่วไป	ต้องเป็นชิ้นหรือตัวปลาที่ไม่เละ เนื้อปลาอาจแตกได้บ้าง มีส่วนที่เป็นน้ำ ปรุงรสอยู่ด้วย	4 3 2 1
สี	ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของปลาต้ม เค็ม	4 3 2 1
กลิ่นรส	ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของ ปลาต้มเค็ม ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์	4 3 2 1
ลักษณะเนื้อสัมผัส	ต้องนุ่มเปื่อยทั่งชิ้นหรือตัวปลา	4 3

		2 1

8.2 การทดสอบสิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ

8.3 การทดสอบจุลินทรีย์

ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ

8.4 การทดสอบน้ำหนักสุทธิหรือจำนวนชิ้น ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสมหรือใช้วิธีนับ

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ (ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้ง ตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตกัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำ ความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และ ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับ การทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตกัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความ สะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อ'ให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนน่าไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของผลิตกัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำทีใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์น่าเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไมjก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตกัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์น่าเชื้อและแมลง ใช่ในปริมาณที่เหมาะสม และ เก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตกัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคน ต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้ เส้นผมหล่นลงในผลิตกัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงานหลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ก 3

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลโตนด

(มผช.๑๑๓/๒๕๔๖)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมเฉพาะน้ำตาลที่ผลิตจากงวงตาลหรือดอกของต้นตาล

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำตาลโตนด หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลสดจากงวงตาลหรือดอกของต้นตาลจนมีลักษณะ ข้นเหนียว แล้วทำให้เป็นรูปทรงตามต้องการ หรือบรรจุในภาชนะบรรจุ

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นก้อน กรณีบรรจุในภาชนะบรรจุต้องมีลักษณะข้นเหนียว มีสีและกลิ่นรสหอมหวานตามธรรมชาติ

3.2 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมในน้ำตาลโตนด เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูล จากสัตว์ เช่น แมลง หนู นก

3.3 วัตถุเจือปนอาหาร

ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด

3.4 จุลินทรีย์

3.4.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5 X 10^2 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.4.2 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำตาลโตนด ให้เป็นไปตามคำแนะนำตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำตาลโตนดในภาชนะบรรจุที่สะอาด แห้ง ผนึกได้เรียบร้อย และสามารถป้องกันการปนเปื้อน จากสิ่งสกปรกภายนอกได้

5.2 น้ำหนักสุทธิของน้ำตาลโตนดในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำตาลโตนดทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตกัณฑ์

(2) น้ำหนักสุทธิ

(3) ข้อแนะนำในการเก็บรักษา

(4) วันเดือน ปีที่ทำ

(5) ชื่อผู้ทำ หรือสถานที่ทำ พร้อมสถานที่ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำตาลโตนดที่ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สิ่งแปลกปลอม การบรรจุ และ เครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ข้อ 3.2 ข้อ 5. และข้อ 6. จึงจะถือว่า น้ำตาลโตนดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหารและจุลินทรีย์ ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 5 หน่วยภาชนะบรรจุ นำมาทำเป็นตัวอย่างรวม เมื่อตรวจสอบแล้ว ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.3 และข้อ 3.4 จึงจะถือว่าน้ำตาลโตนดรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำตาลโตนดต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 และข้อ 7.2.2 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำตาลโตนดรุ่นนั้น เป็นไปตามมาตรฐานผลิตกัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบลักษณะทั่วไป สิ่งแปลกปลอม ภาชนะบรรจุ และเครื่องหมายและฉลาก ให้ตรวจพินิจ

8.2 การทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ 8.3 การทดสอบจุลินทรีย์ ให้ใช้วิธีทดสอบตาม AOAC หรือ BAM หรือวิธีทดสอบอื่นที่เป็นที่ยอมรับ 8.4 การทดสอบน้ำหนักสุทธิ ให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ (ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียง อยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบ สะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควันมากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำ ความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และ ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีสิ่งของที่ไม่ใช้แล้ว หรือไม่เกี่ยวข้องกับ การทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตกัณฑ์ ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความ สะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อ'ให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการผลิต

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำ สะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนนำไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่ง ให้มีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของ ผลิตกัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาด และมี ปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์น่าเชื้อ แมลงและฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ สิ่งสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตกัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาด และใช้กำจัดสัตว์น่าเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และ เก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตกัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้เส้นผมหล่นลงในผลิตกัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ไม่ทาสีเล็บ ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขา และเมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ก 4

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำตาลมะพร้าว

(มผช.๑๕๓๓/๒๕๕๒)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ครอบคลุมน้ำตาลที่ผลิตจากจั่นมะพร้าว บรรจุในภาชนะบรรจุ

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 น้ำตาลมะพร้าว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการเคี่ยวน้ำตาลสดจากจั่นมะพร้าวจนข้นเหนียว นำไปสลัดให้เย็นลง แล้วนำไปเทลงในพิมพ์หรือบรรจุในภาชนะบรรจุ

3. คุณลักษณะที่ต้องการ

3.1 ลักษณะทั่วไป

ต้องเป็นก้อนหรือมีลักษณะข้นเหนียว การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.2 สี

ต้องมีสีที่ดีตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว

3.3 กลิ่นรส

ต้องมีกลิ่นรสที่ดีตามธรรมชาติของน้ำมะพร้าว ปราศจากกลิ่นรสอื่นที่ไม่พิงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 8.1 แล้ว ต้องได้คะแนนเฉลี่ยของแต่ละลักษณะจากผู้ตรวจสอบทุกคน ไม่น้อยกว่า 2 คะแนน และไม่มีลักษณะใดได้ 1 คะแนน จากผู้ตรวจสอบคนใดคนหนึ่ง

3.4 สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากสัตว์ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

3.5 วัตถุเจือปนอาหาร

หากมีการใช้วัตถุกันเสีย ให้ใช้ได้ตามชนิดและปริมาณที่กฎหมายกำหนด การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

3.6 จุลินทรีย์

3.6.1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ต้องไม่เกิน 5 X 102 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

3.6.2 ยีสต์และรา ต้องไม่เกิน 100 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC หรือ BAM (บ.ร.FDA) หรือวิธีทดสอบอื่นที่เทียบเท่า

4. สุขลักษณะ

4.1 สุขลักษณะในการทำน้ำตาลมะพร้าว ให้เป็นไปตามภาคผนวก ก.

5. การบรรจุ

5.1 ให้บรรจุน้ำตาลมะพร้าวในภาชนะบรรจุที่สะอาด ปิดได้สนิท และสามารถป้องกันการปนเปื้อนจากสิ่ง สกปรกภายนอกได้ การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.2 น้ำหนักสุทธิของน้ำตาลมะพร้าวในแต่ละภาชนะบรรจุ ต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุไว้ที่ฉลาก การทดสอบให้ใช้เครื่องชั่งที่เหมาะสม

6. เครื่องหมายและฉลาก

6.1 ที่ภาชนะบรรจุน้ำตาลมะพร้าวทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียด ต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) ชื่อผลิตภัณฑ์

(2) ส่วนประกอบที่สำคัญ เป็นร้อยละของน้ำหนักโดยประมาณและเรียงจากมากไปน้อย

(3) ชนิดและปริมาณวัตถุเจือปนอาหาร (ถ้ามี)

(4) น้ำหนักสุทธิ เป็นกรัมหรือกิโลกรัม

(5) วัน เดือน ปีที่ทำ และวัน เดือน ปีนี้หมดอายุ หรือข้อความว่า “ควรบริโภคก่อน (วัน เดือน ปี)”

(6) ข้อแนะนำในการบริโภคและการเก็บรักษา

(7) ชื่อผู้ทำหรือสถานนี้ทำ พร้อมสถานนี้ตั้ง หรือเครื่องหมายการค้านี้จดทะเบียน ในกรณีนี้ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยนี้กำหนดไว้ข้างต้น

7. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

7.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง น้ำตาลมะพร้าวนี้ทำโดยกรรมวิธีเดียวกัน ในระยะเวลาเดียวกัน

7.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้

7.2.1 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบการบรรจุและเครื่องหมายและฉลาก ให้ชักตัวอย่าง โดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้วทุก

ตัวอย่างต้องเป็นไปตาม ข้อ 5. และข้อ 6. ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำตาลมะพร้าวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.2 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบลักษณะทั่วไป สี กลิ่นรส และสิ่งแปลกปลอม ให้ ใช้ตัวอย่างที่ผ่านการทดสอบตามข้อ 7.2.1 แล้ว จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เมื่อตรวจสอบแล้ว ทุกตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.1 ถึงข้อ 3.4 ทุกรายการ จึงจะถือว่าน้ำตาลมะพร้าวรุ่นนั้นเป็นไป ตามเกณฑ์ที่กำหนด

7.2.3 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบวัตถุเจือปนอาหาร ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจาก รุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณีตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้ได้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวม ตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.5 จึงจะถือว่าน้ำตาลมะพร้าวรุ่นนั้น เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

3.2.4 การชักตัวอย่างและการยอมรับ สำหรับการทดสอบจุลินทรีย์ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน จำนวน 3 หน่วยภาชนะบรรจุ เพื่อทำเป็นตัวอย่างรวม โดยมีน้ำหนักรวมไม่น้อยกว่า 200 กรัม กรณี ตัวอย่างไม่พอให้ชักตัวอย่างเพิ่มโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกันให้โต้ตัวอย่างที่มีน้ำหนักรวมตามที่กำหนด เมื่อตรวจสอบแล้วตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 3.6 จึงจะถือว่าน้ำตาลมะพร้าวรุ่นนั้นเป็นไปตามเกณฑ์ ที่กำหนด

7.3 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวต้องเป็นไปตามข้อ 7.2.1 ข้อ 7.2.2 ข้อ 7.2.3 และข้อ 7.2.4 ทุกข้อ จึงจะถือว่าน้ำตาลมะพร้าวรุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตกัณฑ์ชุมชนนี้

8. การทดสอบ

8.1 การทดสอบสีและกลิ่นรส

8.1.1 ให้แต่งตั้งคณะผู้ตรวจสอบ ประกอบด้วยผู้ที่มีความชำนาญในการตรวจสอบน้ำตาลมะพร้าว 5 คน แต่ละคนจะแยกกันตรวจและให้คะแนนโดยอิสระ

8.1.2 เทตัวอย่างน้ำตาลมะพร้าวลงในจานกระเบื้องสีขาว ตรวจสอบโดยการตรวจพินิจและชิม

8.1.3 หลักเกณฑ์การให้คะแนน ให้เป็นไปตามตารางที่ 1

ตารางที่ 1 หลักเกณฑ์การให้คะแนนในการทดสอบสีและกลิ่นรส (ข้อ 8.1.3)

ลักษณะที่ตรวจสอบ	ระดับการตัดสิน	คะแนนที่ได้รับ
สี	สีดีตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว	3

	สีพอใช้ตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว สีผิดปกติหรือมีการเปลี่ยนสี	2 1
กลิ่นรส	กลิ่นรสดีตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสพอใช้ตามธรรมชาติของน้ำตาลมะพร้าว กลิ่นรสผิดปกติหรือมีกลิ่นรสอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นรสเปรี้ยวบูด	3 2 1

ภาคผนวก ก.

สุขลักษณะ (ข้อ 4.1)

ก.1 สถานที่ตั้งและอาคารที่ทำ

ก.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและที่ใกล้เคียงอยู่ในที่ที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ทำเกิดการปนเปื้อนได้ง่าย โดย

ก.1.1.1 สถานที่ตั้งตัวอาคารและบริเวณโดยรอบสะอาด ไม่มีน้ำขังแฉะและสกปรก

ก.1.1.2 อยู่ห่างจากบริเวณหรือสถานที่ที่มีฝุ่น เขม่า ควัน มากผิดปกติ

ก.1.1.3 ไม่อยู่ใกล้เคียงกับสถานที่น่ารังเกียจ เช่น บริเวณเพาะเลี้ยงสัตว์ แหล่งเก็บหรือกำจัดขยะ

ก.1.2 อาคารที่ทำมีขนาดเหมาะสม มีการออกแบบและก่อสร้างในลักษณะที่ง่ายแก่การบำรุงรักษา การทำ ความสะอาด และสะดวกในการปฏิบัติงาน โดย

ก.1.2.1 พื้น ฝาผนัง และเพดานของอาคารที่ทำ ก่อสร้างด้วยวัสดุที่คงทน เรียบ ทำความสะอาด และ ซ่อมแซมให้อยู่ในสภาพที่ดีตลอดเวลา

ก.1.2.2 แยกบริเวณที่ทำออกเป็นสัดส่วน ไม่อยู่ใกล้ห้องสุขา ไม่มีลิงของที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่เกี่ยวข้องกับ การทำอยู่ในบริเวณที่ทำ

ก.1.2.3 พื้นที่ปฏิบัติงานไม่แออัด มีแสงสว่างเพียงพอ และมีการระบายอากาศที่เหมาะสม

ก.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ในการทำ

ก.2.1 ภาชนะหรืออุปกรณ์ในการทำที่สัมผัสกับผลิตกัณฑ์ทำจากวัสดุมีผิวเรียบ ไม่เป็นสนิม ล้างทำความ สะอาดได้ง่าย

ก.2.2 เครื่องมือ เครื่องจักร และอุปกรณ์ที่ใช้ สะอาด เหมาะสมกับการใช้งาน ไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อน ติดตั้งได้ง่าย มีปริมาณเพียงพอ รวมทั้งสามารถทำความสะอาดได้ง่ายและทั่วถึง

ก.3 การควบคุมกระบวนการทำ

ก.3.1 วัตถุดิบและส่วนผสมในการทำสะอาด มีคุณภาพดี มีการล้างหรือทำความสะอาดก่อนน่าไปใช้

ก.3.2 การทำ การเก็บรักษา การขนย้าย และการขนส่งมีการป้องกันการปนเปื้อนและการเสื่อมเสียของ ผลิตกัณฑ์

ก.4 การสุขาภิบาล การบำรุงรักษา และการทำความสะอาด

ก.4.1 น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดเครื่องมือ เครื่องจักร อุปกรณ์ และมือของผู้ทำ เป็นน้ำสะอาดและมีปริมาณเพียงพอ

ก.4.2 มีวิธีการป้องกันและกำจัดสัตว์นำเชื้อ แมลง และฝุ่นผง ไม่ให้เข้าในบริเวณที่ทำตามความเหมาะสม

ก.4.3 มีการกำจัดขยะ ลิงสกปรก และน้ำทิ้ง อย่างเหมาะสม เพื่อไม่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนกลับลงสู่ผลิตกัณฑ์

ก.4.4 สารเคมีที่ใช้ล้างทำความสะอาดและใช้กำจัดสัตว์นำเชื้อและแมลง ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม และ เก็บแยกจากบริเวณที่ทำ เพื่อไม่ให้ปนเปื้อนลงสู่ผลิตกัณฑ์ได้

ก.5 บุคลากรและสุขลักษณะของผู้ทำ

ผู้ทำทุกคนต้องรักษาความสะอาดส่วนบุคคลให้ดี เช่น สวมเสื้อผ้าที่สะอาด มีผ้าคลุมผมเพื่อป้องกันไม่ให้ เส้นผมหล่นลงในผลิตกัณฑ์ ไม่ไว้เล็บยาว ล้างมือให้สะอาดทุกครั้งก่อนปฏิบัติงาน หลังการใช้ห้องสุขาและ เมื่อมือสกปรก

ภาคผนวก ก 5

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมปลาซาร์ดีนกระป๋อง

(มอก. 89-2528)

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ส่วนประกอบ คุณลักษณะที่ต้องการ วัตถุเจือปนอาหาร สารปนเปื้อน สุขลักษณะ ภาชนะบรรจุ ปริมาณ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการตรวจสอบและวิเคราะห์ปลาซาร์ดีนกระป๋อง

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 ปลาซาร์ดีนกระป๋อง หมายถึง ผลิตภัณฑ์ปลาซาร์ดีน ประกอบด้วยปลาซาร์ดีนกับสารที่ใช้บรรจุ บรรจุอยู่ในกระป๋องปิดสนิทกันอากาศเข้าออก และผ่านกรรมวิธีโดยใช้ความร้อนอย่างเพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้เสีย หรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค

2.2 ปลาซาร์ดีน หมายถึง ปลาในวงศ์คลูเปอิดี (Clupeidae) และวงศ์ดัสสุมิเออริดี (Dussumieridae) ชนิดดังในภาคผนวก ก. ที่คัดเลือกแล้ว นำมาล้างให้สะอาด ตัดหัว หาง และดึงไส้ออก

2.3 สารที่ใช้บรรจุ หมายถึง น้ำมัน ซอส น้ำเกลือ น้ำของปลา อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกัน บรรจุอยู่กับปลาซาร์ดีนในปลาซาร์ดีนกระป๋อง

2.4 กระป๋อง หมายถึง ภาชนะที่สามารถคงรูปอยู่ได้ในสภาวะปกติ และสามารถปิดผนึกกันอากาศเข้าออก อาจมีรูปทรงกระบอก รูปไข่ หรือรูปสี่เหลี่ยมแบน

2.5 ส่วนประกอบ หมายถึง ส่วนประกอบทั้งหมดที่บรรจุในกระป๋องแต่ไม่รวมถึงวัตถุเจือปนอาหารและสารปนเปื้อน

2.6 วัตถุเจือปนอาหาร หมายถึง วัตถุที่ไม่ใช่อาหารโดยธรรมชาติ แต่ใช้เจือปนในอาหารตามความจำเป็นในกรรมวิธีทำ

2.7 สารปนเปื้อน หมายถึง สารซึ่งปะปนเข้าไปในปลาซาร์ดีนกระป๋องโดยไม่เจตนา

3. ส่วนประกอบ

3.1 ส่วนประกอบหลัก

3.1.1 ปลาซาร์ดีน

3.1.2 สารที่ใช้บรรจุ

3.2 ส่วนประกอบที่อาจมีได้ เช่น พริก เครื่องเทศ ต้อมีคุณภาพดี ปลอดภัย ต่อผู้บริโภคและเหมาะสมต่อการใช้ปรุงแต่งรสอาหาร

4. คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 สี กลิ่นรส ลักษณะเนื้อ (texture) และข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้

4.1.1 สี

ปลาซาร์ดีนกระป๋องต้องมีสีดีตามธรรมชาติของปลาซาร์ดีนและส่วนประกอบที่ใช้

4.1.2 กลิ่นรส

ปลาซาร์ดีนกระป๋องต้องอมีกลิ่นรสเฉพาะตามธรรมชาติของปลาซาร์ดีนและส่วนประกอบที่ใช้ ไม่มีกลิ่นรสที่น่ารังเกียจ

4.1.3 ลักษณะเนื้อ

เนื้อปลาต้องนุ่ม ไม่เละ และกระดูกกลางอ่อน

4.1.4 ข้อบกพร่องที่ยอมให้มีได้

4.1.4.1 ปลาที่ตัดหัวไม่หมด

4.1.4.2 ปลาที่มีรอยแตกที่ท้องตั้งแต่ครั่งหนึ่งของช่องท้อง

4.1.4.3 ปลาที่มีชิ้นแตกหรือรอยแยกของเนื้อปลามากกว่าครึ่งหนึ่งของตัวปลา

4.1.4.4 น้ำที่ออกจากเนื้อปลา (ในกรณีที่บรรจุในน้ำมัน)

ข้อบกพร่องทั้ง 4 ข้อข้างต้นนี้ ยอมให้มีได้ตามเกณฑ์ในตารางที่ 2 เมื่อตรวจสอบโดยวิธีให้คะแนนตามข้อ 12.1 แล้ว ปลาซาร์ดีนกระป๋องแต่ละกระป๋องจะถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์บกพร่องต่อเมื่อมีคะแนน ดังนี้

(1) มีคะแนนข้อบกพร่องมาก เกินกว่า 4 คะแนน หรือ

(2) มีคะแนนข้อบกพร่องปานกลางเกิน 8 คะแนนเมื่อบรรจุในน้ำมัน หรือเกิน 6 คะแนนเมื่อบรรจุในสารที่ใช้บรรจุอื่นๆ หรือ

(3) มีคะแนนข้อบกพร่องมาก ข้อบกพร่องปานกลางและข้อบกพร่องน้อยรวมกันเกิน 10 คะแนนเมื่อบรรจุในน้ำมัน หรือเกิน 8 คะแนนเมื่อบรรจุในสารที่ใช้บรรจุอื่นๆ

4.2 ขนาด ปลาซาร์ดีนในแต่ละกระป๋องต้องมีขนาดสม่ำเสมอกัน

4.3 ลักษณะการบรรจุ

4.3.1 ปลาซาร์ดีนในกระป๋องต้องอยู่ในลักษณะเรียบร้อย โดยเรียงปลาสลับหัวและหางเป็นชั้นเดียวกัน หรือบรรจุขวาง หรือบรรจุในลักษณะอื่น แต่ในกระป๋องใดกระป๋องหนึ่งต้องบรรจุในลักษณะเดียวกัน

4.3.2 หากบรรจุในน้ำมัน แต่มีน้ำจากเนื้อปลาเกินกว่าร้อยละ 12 ให้ระบุว่าเป็นปลาซาร์ดีนบรรจุในน้ำของปลาและมีการเติมน้ำมัน

5. วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้วัตถุเจือปนอาหารอื่นใด นอกจากชนิดที่กำหนดต่อไปนี้

5.1 สารช่วยทำให้ข้นดังต่อไปนี้ อย่างใดอย่างหนึ่งหรือรวมกันในปริมาณที่เหมาะสม

5.1.1 โซเดียม คาร์บอกซีเมทิล เซลลูโลส (sodium carboxymethyl cellulose)

5.1.2 เพกติน หรือเพกติน อะมิเดเตด (pectin or pectin (amidated))

5.1.3 โมดิไฟด์สตาร์ช (modified starch)

5.1.4 อะการ์ อะการ์ (agar agar)

5.1.5 คาร์ราจีแนน (carrageenan)

5.1.6 กัวร์กัม (guar gum)

5.1.7 คารอบ บีน กัม (carob bean gum)

5.1.8 กรดแอลจินิก และเกลือแคลเซียม โพแทสเซียม และแมกนีเซียมของกรดนี้ (alginic acid and its calcium, potassium and sodium salts)

5.2 สารเพิ่มความเป็นกรดดังต่อไปนี้ ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

5.2.1 กรดอะซีติก

5.2.2 กรด 2-ไฮดรอกซี-1,2,3- โพรเพนไตรคาร์บอกซีลิก หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า กรดซีตริก

5.2.3 กรด 2-ไฮดรอกซี โพรพาโนอิก หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า กรดแลกติก

5.3 สารที่ใช้ปรุงแต่งรสอาหาร ให้ใช้ในปริมาณที่เหมาะสม

5.3.1 โมโนโซเดียม แอล-กลูตามต

6. สารปนเปื้อน

6.1 ดีบุก ไม่เกิน 150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

6.2 ปรอท ไม่เกิน 0.2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

7. สุขลักษณะ

7.1 สุขลักษณะในการทำปลาซาร์ดีนกระป๋อง ให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กำหนดสุขลักษณะของอาหาร มาตรฐานเลขที่ มอก.34

7.2 จุลินทรีย์

ปลาซาร์ดีนกระป๋องต้องผ่านกรรมวิธีให้ความร้อน เพื่อป้องกันไม่ให้เสียหรือเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภค โดยเมื่อทดสอบโดยการอบแล้ว กระป๋องต้องไม่บวมและไม่พบจุลินทรีย์

การตรวจสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีวิเคราะห์อาหารทางจุลชีวิทยาเล่ม 1 อาหารกระป๋อง มาตรฐานเลขที่ มอก.335 เล่ม 1

8. ภาชนะบรรจุ

8.1 ภาชนะที่ใช้บรรจุต้องปิดได้สนิท อากาศเข้าออกไม่ได้ ทนความร้อนเมื่อผ่านกรรมวิธีผลิตและคงรูปอยู่ได้

9. ปริมาณ

9.1 น้ำหนักสุทธิต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุที่ฉลาก

9.2 ปริมาตรสุทธิ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 ของความจุกระป๋อง

9.3 น้ำหนักเนื้อต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 60 ของน้ำหนักสุทธิเมื่อบรรจุ ในน้ำเกลือหรือน้ำมัน หรือน้ำของปลา และไม่น้อยกว่าร้อยละ 50 ของน้ำหนักสุทธิเมื่อบรรจุในซอสข้น เช่น ซอสมะเขือเทศ

10. เครื่องหมายและฉลาก

10.1ที่ภาชนะบรรจุปลาซาร์ดีนกระป๋องทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลขอักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่ายชัดเจน

(1) คำว่า “ปลาซาร์ดีน” และชื่อสารที่ใช้บรรจุ

(2) ส่วนประกอบอื่น (ถ้ามี) และวัตถุเจือปนอาหาร

(3) น้ำหนักสุทธิ

(4) น้ำหนักเนื้อ

(5) เดือนและปีที่ทำ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้า หรือชื่อผู้บรรจุ หรือชื่อผู้จัดจำหน่าย

(7) สถานที่ทำ

(8) ประเทศที่ทำ

10.2 ที่กล่องหรือหีบห่อที่ใช้บรรจุปลาซาร์ดีนกระป๋องทุกหน่วย อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้ง รายละเอียดต่อไปนี้ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน

(1) คำว่า “ปลาซาร์ดีน” และชื่อสารที่ใช้บรรจุ

(2) จำนวนและขนาดภาชนะบรรจุ

(3) ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำพร้อมสถานที่ต้อง

ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

10.3 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข

ภาพขั้นตอนการทดลอง

แสดงอัตราส่วนของสูตรปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดต่อเนื้อปลา 1 กิโลกรัม

วัตถุดิบ	สูตรที่ 1	สูตรที่ 2	สูตรที่ 3	สูตรที่ 4
น้ำตาลปี๊บ (กรัม)	200	100	300	200
น้ำปลา (ช้อนโต๊ะ)	-	2	2	-
เกลือ (ช้อนชา)	1/2	1/2	1/2	1/2
หอมแดง (กรัม)	100	100	-	200
ขิง (กรัม)	100	-	-	200
มะขามเปียก (กรัม)	100	100	-	100
ตะไคร้ (กรัม)	100	50	-	-
ใบมะกรูด (กรัม)	-	4	-	4
พริกขี้หนู (กรัม)	-	600	-	-
พริกไทย (กรัม)	50	-	30	30
รากผักชี (กรัม)	-	-	30	-
กระเทียม (กรัม)	-	-	15	-
น้ำเปล่า (มิลลิลิตร)	2000	2000	2000	2000

***หมายเหตุ : สูตรที่ 1 อ้างอิงจาก Isolateboy (2557)**

: สูตรที่ 2 อ้างอิงจาก Poon Vilawan (2555)

: สูตรที่ 3 อ้างอิงจาก Mind Mpp (2555)

: สูตรที่ 4 อ้างอิงจาก Young MEA (2558)

กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 1

หั่นตะไคร้เป็นท่อน ชั่ง 100 กรัม
หอมแดงผ่าซีก 100 กรัม
หั่นขิงสไลด์ ชั่ง 100 กรัม
พริกไทยบุบหยาบ 50 กรัม

↓

มะขามเปียก ชั่ง 100 กรัม เติมน้ำ 200 กรัม แช่ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นคั้นเอากากออก ให้เหลือน้ำหนัก 200 กรัม

↓

นำหม้อตั้งไฟ เติมน้ำ 1800 มิลลิลิตร เติมวัตถุดิบที่หั่นในขั้นที่ 1 ลงไป เติมเกลือ ½ ช้อนชา น้ำตาลปี๊บ 200 กรัม รอจนน้ำเดือด (ประมาณ 5 นาที)

↓

เติมเนื้อปลาทูที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้วลงไป จับเวลาในการเคี่ยว 1 ชั่วโมง 30 นาที

ที่มา : (Isolateboy, 2557)

กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 2

หั่นตะไคร้เป็นท่อน ชั่ง 100 กรัม
หอมแดงผ่าซีก 100 กรัม
พริกขี้หนู 600 กรัม
ใบมะกรูด 4 ใบ

↓

มะขามเปียก ชั่ง 100 กรัม เติมน้ำ 200 กรัม แช่ทิ้งไว้ 5 นาที จากนั้นคั้นเอากากออก ให้เหลือน้ำหนัก 200 กรัม

↓

นำหม้อตั้งไฟ เติมน้ำ 1800 มิลลิลิตร เติมวัตถุดิบที่หั่นในขั้นที่ 1 ลงไป เติมเกลือ ½ ช้อนชา น้ำตาลปี๊บ 100 กรัม น้ำปลา 2 ช้อนโต๊ะ รอจนน้ำเดือด (ประมาณ 5 นาที)

เติมเนื้อปลาทูที่ผ่านการเตรียมตัวอย่างแล้วลงไป จับเวลาในการเคี่ยว 1 ชั่วโมง 30 นาที

ที่มา : (พูน วิลาวัลย์, 2555)

กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 3

พริกไทยบุบหยาบ ชั่ง 30 กรัม
รากผักชี ชั่ง 30 กรัม
กระเทียมปอกเปลือก ชั่ง 15 กรัม

↓

นำหม้อตั้งไฟ เติมน้ำ 2000 มิลลิลิตร เติมวัตถุดิบที่หั่นในขั้นที่ 1 ลงไป เติมเกลือ ½ ช้อนชา น้ำตาลปี๊ป 300 กรัม น้ำปลา 2 ช้อนโต๊ะ รอจนน้ำเดือด (ประมาณ 5 นาที)

↓

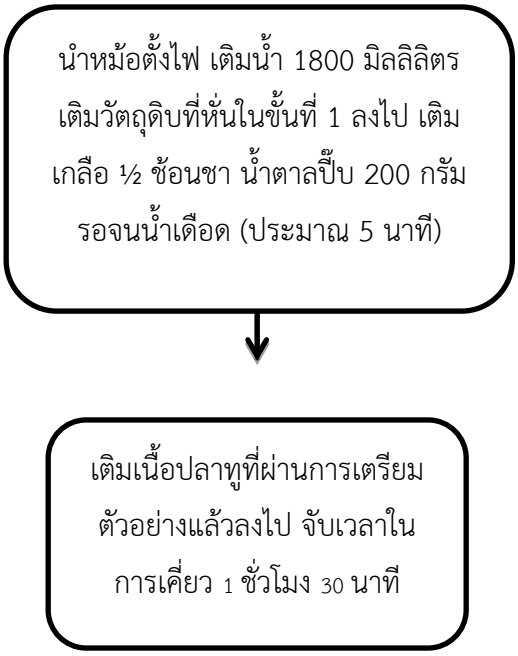
เติมเนื้อปลาทูที่ผ่านการเตรียม
ตัวอย่างแล้วลงไป จับเวลาใน
การเคี่ยว 1 ชั่วโมง 30 นาที

ที่มา : (Mind Mpp, 2555)

กระบวนการผลิตปลาทูต้มหวานสูตรต้นแบบสูตรที่ 4

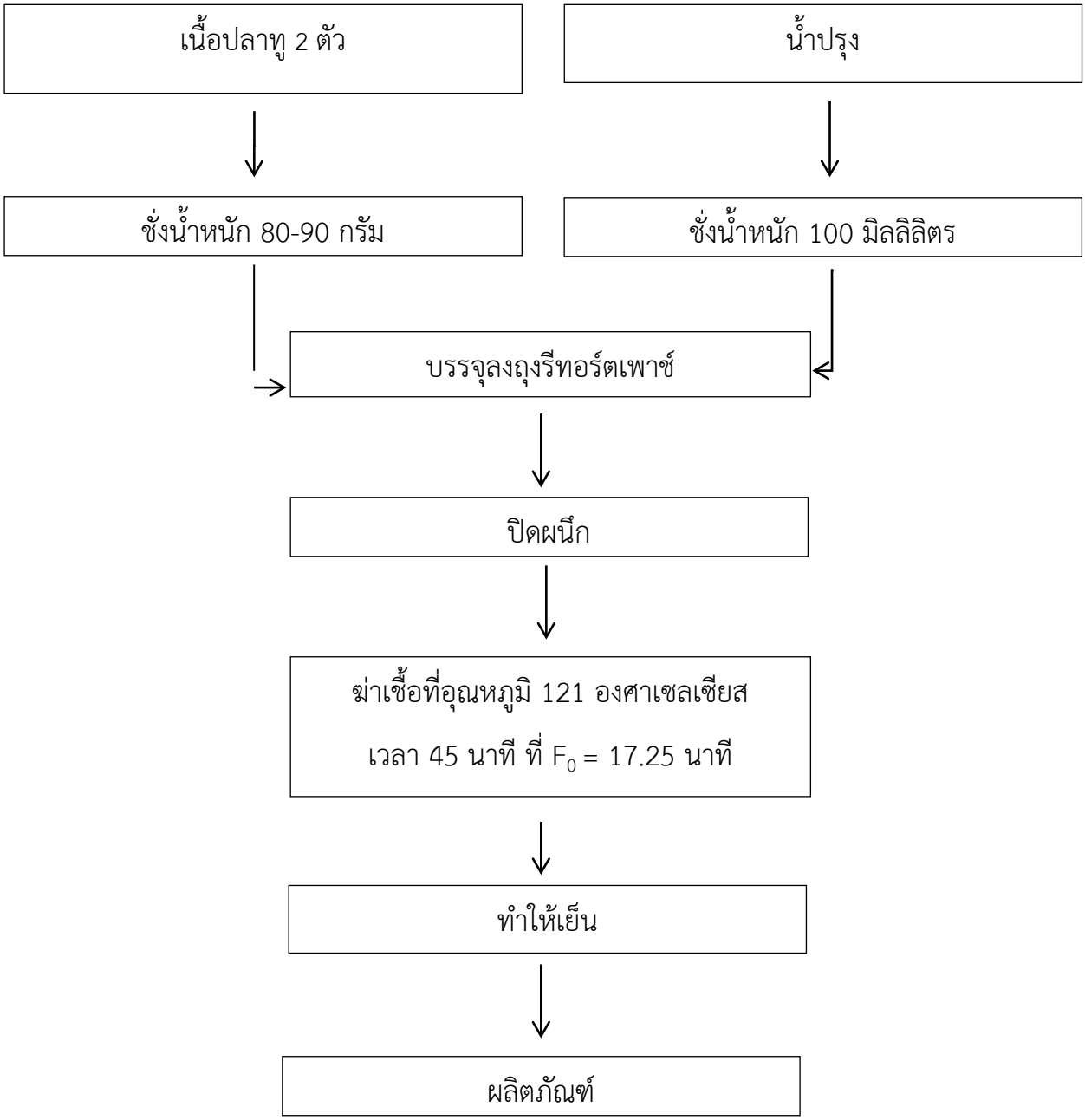
หอมแดงบุหยาบ ชั่ง 200 กรัม
ขิงหั่นสไลด์ ชั่ง 200 กรัม
พริกไทยบุบหยาบ ชั่ง 30 กรัม
ใบมะกรูด 4 ใบ

↓



ที่มา : (Young MEA, 2558)

แสดงกระบวนกาฆ่าเชื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์



ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาคุณสมบัติทางกายภาพของปลาทู

ภาพที่ 1 แสดงปลาทูสดที่เก็บจากเรือใหม่ๆ

ตรวจสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเบื้องต้น

ภาพที่ 2 แสดงการควักไส้ ตัดหัว และตัดหาง ของปลาทู

ภาพที่ 3 แสดงการควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ ประมาณ 4-7 องศาเซลเซียสหรือโดยการแช่น้ำแข็ง

ภาพที่ 4 แสดงเตรียมตรวจสอบคุณภาพ

ภาพที่ 5 แสดงการตรวจคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

ตอนที่ 2 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่บรรจุถุงรีทอร์ตเพาช์

2.1 ศึกษาสูตรและกรรมวิธีการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาล

ก ข

ค ง

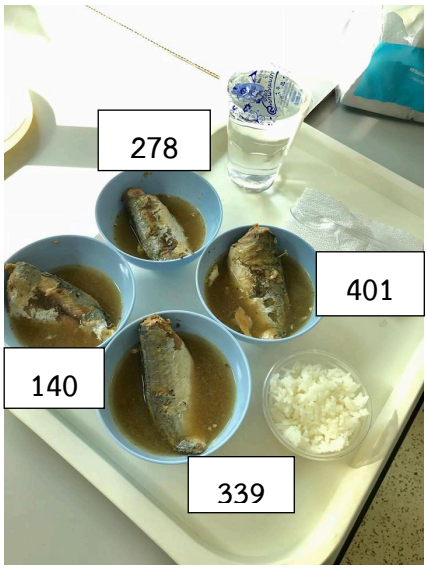
ภาพที่ 8 แสดงสูตรต้นแบบจำนวน 4 สูตร

หมายเหตุ : ก อ้างอิงจาก Isolateboy (2557)

ข อ้างอิงจาก พูน วิลาวัลย์ (2555)

ค อ้างอิงจาก Mind Mpp (2555)

ง อ้างอิงจาก Young MEA (2558)



ภาพที่ 9 แสดงการคัดเลือกสูตรต้นแบบจำนวน 4 สูตร โดยเลือก 1 สูตรที่ผู้บริโภคยอมรับมากที่สุด

หมายเหตุ : สูตรที่ 1 หมายเลข 140

สูตรที่ 2 หมายเลข 278

สูตรที่ 3 หมายเลข 339

สูตรที่ 4 หมายเลข 401

2.2 นำมาพัฒนาสูตรต่อโดยมีการใช้น้ำตาลโตนดสดทดแทนน้ำในสูตร

ก ข

ค ง

ค ง

ภาพที่ 10 แสดงกรรมวิธีการผลิตปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่ทดแทนด้วยน้ำตาลสดในสูตรร้อยละ 0, 25, 50 และ 75

หมายเหตุ : ก คือ ใช้น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 0

ข คือ ใช้น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 25

ค คือ ใช้น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 50

ง คือ ใช้น้ำตาลโตนดสดร้อยละ 75

2.3 นำมาพัฒนาสูตรต่อโดยการใช้น้ำตาลปี๊บเปรียบเทียบกับน้ำตาลโตนดปึก

ภาพที่ 11 แสดงการใช้น้ำตาลปี๊บเปรียบเทียบกับน้ำตาลโตนดปึก**ในสูตร**

2.4 ขั้นต่อไปนำมามาปรับ สูตร-ส่วนผสม ด้วยเทคนิคการทดสอบแบบเชิงปริมาณ (QDA)

ภาพที่ 12 แสดงการเตรียมตัวอย่างเพื่อทำการทดสอบชิม ผู้บริโภคจำนวน 20 คน

ตอนที่ 3 ศึกษาระยะเวลาการฆ่าเชื้อของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

ภาพที่ 13 แสดงขนาดของถุงรีทอร์ตเพาช์ที่ใช้ในการทดลอง (PET12/NY15/AL9/CPP80) แบบซองตั้งทึบแสง ขนาด120x170x35 มิลลิเมต

ภาพที่ 14 แสดงการเตรียมถุงรีทอร์ตเพาช์เพื่อใช้ในการบรรจุผลิตภัณฑ์

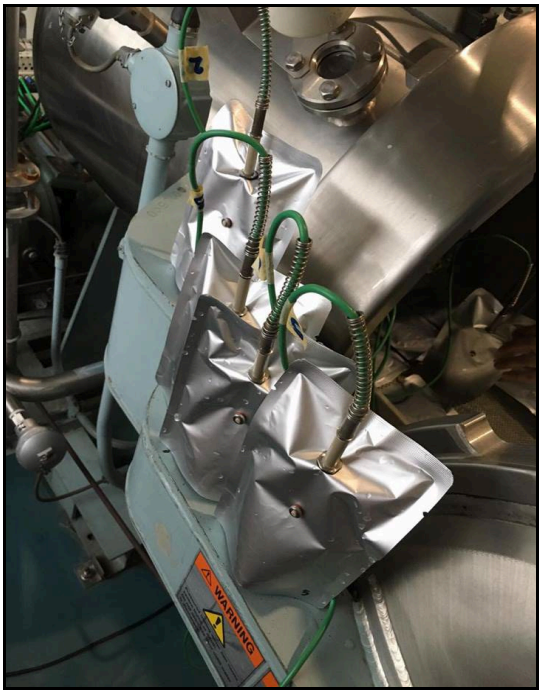
ภาพที่ 15 แสดงการบรรจุเนื้อปลาทูจำนวน 2 ตัว น้ำหนัก 80-90 กรัม

ภาพที่ 16 แสดงการบรรจุน้ำปรุง น้ำหนัก 100 มิลลิลิตร

ภาพที่ 17 แสดงการปิดผนึกด้วยเครื่องปิดผนึกด้วยความร้อน

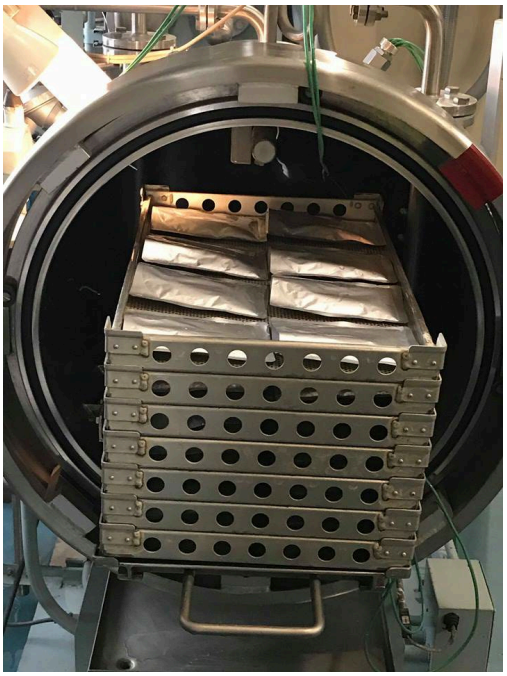
ภาพที่ 18 แสดงการเตรียมบรรจุภัณฑ์สำหรับการหาค่า F_0

ภาพที่ 19 แสดงตำแหน่งในการหาค่า F_0



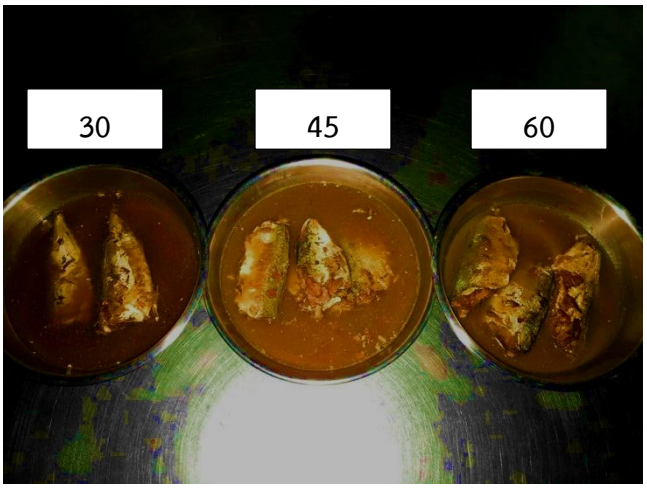
ภาพที่ 20 แสดงการหาค่า F_0 ในผลิตภัณฑ์ ณ ตำแหน่งต่างๆ

ภาพที่ 21 แสดงอุปกรณ์การหาค่า F_0 ณ ตำแหน่งต่างๆของชั้น



ภาพที่ 22 แสดงเครื่องรีทอร์ตเพาช์ที่ใช้ในการทดลอง

ภาพที่ 23 แสดงลักษณะการทำให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง



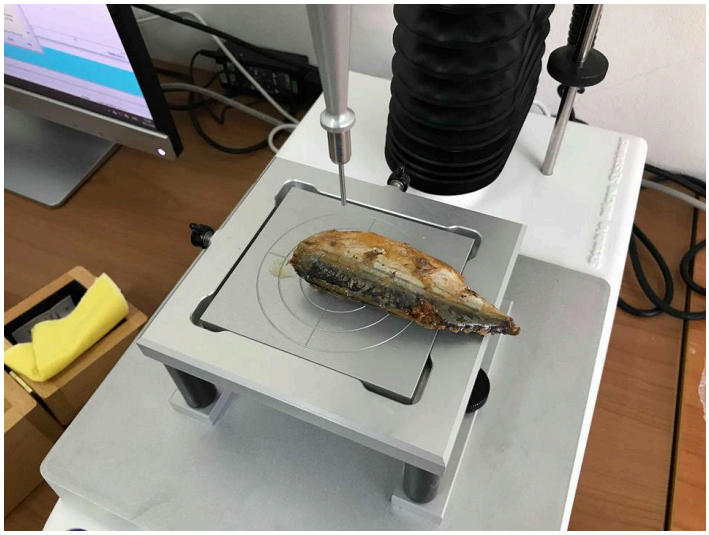
ก ข ค

ภาพที่ 24 แสดงการเปรียบเทียบเวลาในการฆ่าเชื้อ 121 องศาเซลเซียส ที่ 30, 45 และ 60 นาที

หมายเหตุ : ก คือ การฆ่าเชื้อที่เวลา 30 นาที

ข คือ การฆ่าเชื้อที่เวลา 45 นาที

ค คือ การฆ่าเชื้อที่เวลา 60 นาที

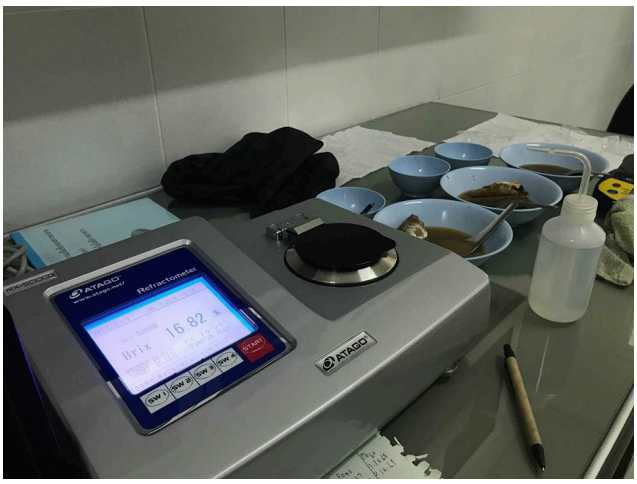


ภาพที่ 25 แสดงการตรวจคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

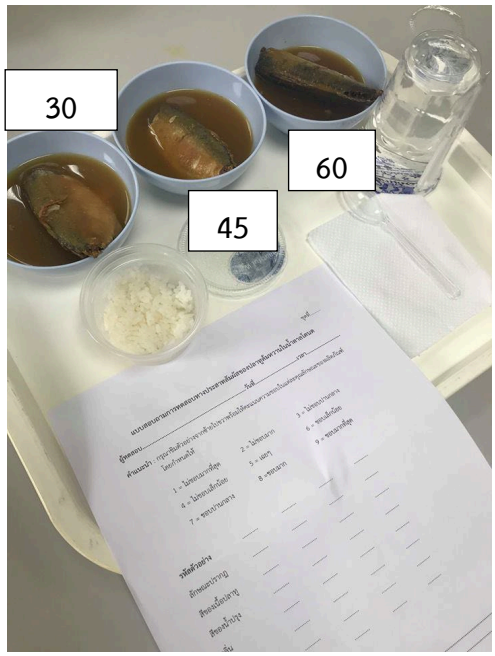
ภาพที่ 26 แสดงการวัดปริมาณกรด (Titratable acidity)

ภาพที่ 27 แสดงการวัดพีเอช (pH–meter)

ภาพที่ 28 แสดงการวัดค่าสีเนื้อปลาทูที่ผ่านการฆ่าเชื้อ

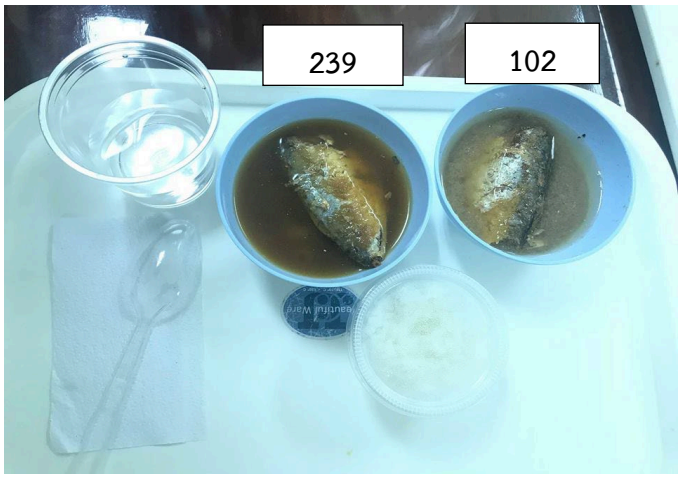


ภาพที่ 29 แสดงการวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (°Brix)



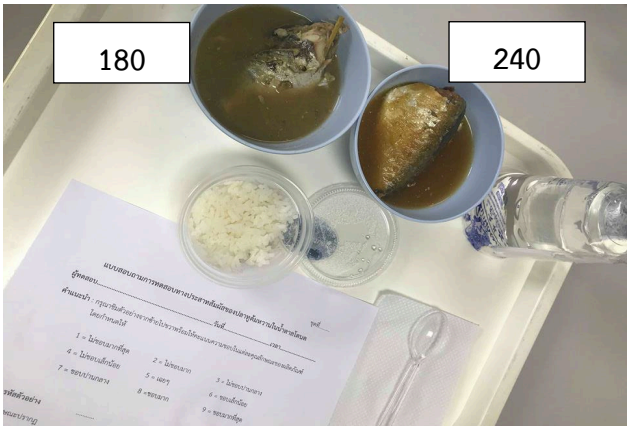
ภาพที่ 30 แสดงการทดสอบการยอมรับปลาทูต้มหวานที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเวียส เวลา 30, 45 และ 60 นาที

ตอนที่ 4 ศึกษาอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์



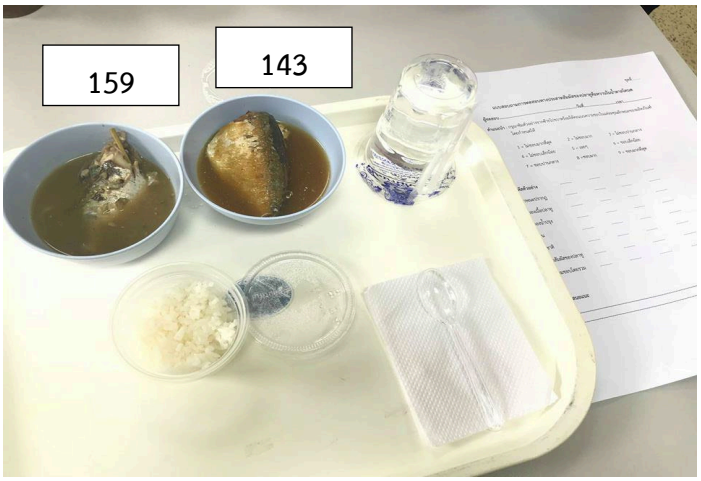
ภาพที่ 31 แสดงการทดสอบชิมเดือนที่ 0 รหัส 102 (ตัวอย่างควบคุม) รหัส 239 (ตัวอย่างที่ทำการศึกษาฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที)

หมายเหตุ : ตัวอย่างควบคุม คือ ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที



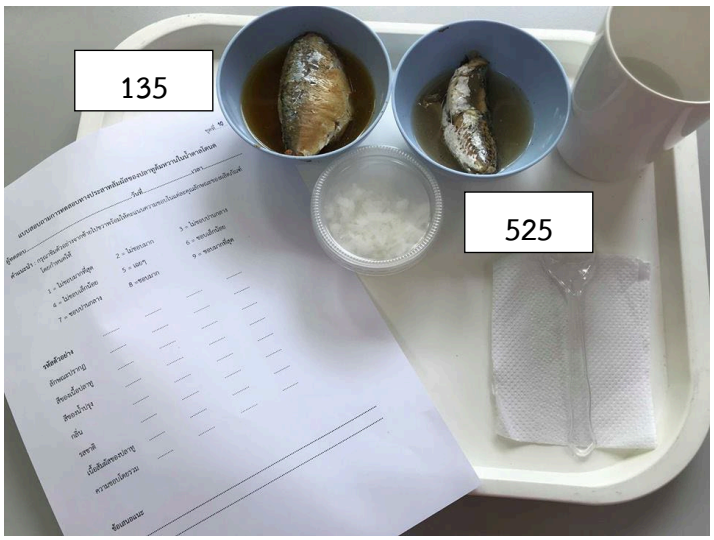
ภาพที่ 32 แสดงการทดสอบชิมเดือนที่ 1 รหัส 180 (ตัวอย่างควบคุม) รหัส 240 (ตัวอย่างที่ทำการศึกษาฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที)

หมายเหตุ : ตัวอย่างควบคุม คือ ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที



ภาพที่ 33 แสดงการทดสอบชิมเดือนที่ 2 เดือน รหัส 159 (ตัวอย่างควบคุม) รหัส 143 (ตัวอย่างที่ทำการศึกษาฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที)

หมายเหตุ : ตัวอย่างควบคุม คือ ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที



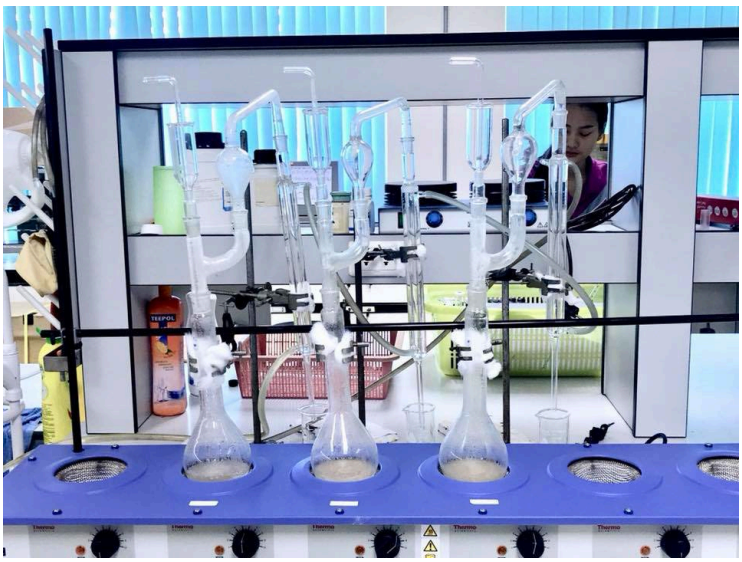
ภาพที่ 34 แสดงการทดสอบชิมเดือนที่ 3 รหัส 525 (ตัวอย่างควบคุม) รหัส 135 (ตัวอย่างที่ทำการศึกษาฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที)

หมายเหตุ : ตัวอย่างควบคุม คือ ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่มีอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที

ภาพที่ 35 แสดงการตรวจคุณภาพด้านความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวิเคราะห์เนื้อสัมผัส (Texture Analyzer)

ภาพที่ 36 แสดงการตรวจหาปริมาณจุลินทรีย์รวมทั้งหมด

ภาพที่ 37 แสดงการวัดค่าสี



ภาพที่ 38 แสดงการหาปริมาณ TBA Thiobarbituric acid

ภาพที่ 39 แสดงการวัดค่าการดูดกลืนแสง

ภาพที่ 40 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์จากงานวิจัย

ภาพที่ 41 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์จากงานวิจัย

ภาพที่ 42 แสดงแสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากโภชนาการของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์จากงานวิจัย

ภาพที่ 43 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากโภชนาการของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดสเตอริไลซ์จากงานวิจัย

ภาพที่ 44 แสดงรูปแบบของบรรจุภัณฑ์พร้อมฉลากโภชนาการของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด สเตอริไลซ์จากงานวิจัย

ภาคผนวก ค

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ภาคผนวก ค 1

แบบทดสอบความชอบสูตรต้นแบบของปลาทูต้มหวานจำนวน 4 สูตร

ชื่อ-นามสกุล ผู้ทดสอบ.....วันที่.....

คำแนะนำ: กรุณาชิมตัวอย่างพร้อมทั้งให้คะแนนความชอบที่ตรงกับความรู้สึกมากที่สุด และกรุณาบ้วนปากทุกครั้งก่อนทดสอบตัวอย่าง

1 = ไม่ชอบมากอย่างยิ่ง 2 = ไม่ชอบมาก 3 = ไม่ชอบปานกลาง 4 = ไม่ชอบเล็กน้อย

5 = บอกไม่ได้ว่าชอบไม่ชอบ 6 = ชอบเล็กน้อย 7 = ชอบปานกลาง 8 = ชอบมาก

9 = ชอบมากอย่างยิ่ง

คุณลักษณะ	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....	รหัส.....
ด้านสี	.....	.....	.....	.....
ด้านกลิ่น	.....	.....	.....	.....
ด้านรสชาติ	.....	.....	.....	.....
ด้านเนื้อสัมผัส	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

*** ขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ ***

ภาคผนวก ค 2

ชุดที่.....

แบบสอบถามการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

ผู้ทดสอบ.....วันที่.....เวลา.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวาพร้อมให้คะแนนความชอบในแต่ละคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ โดยกำหนดให้

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

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....	.....
สีของเนื้อปลาทู	.....	.....	.....	.....
สีของน้ำปรุง	.....	.....	.....	.....
กลิ่นหอมของน้ำตาล	.....	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัสของปลาทู	.....	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

ภาคผนวก ค 3

แบบทดสอบการให้คะแนน (Scoring test) แบบปริมาณ (QDA)

รหัสการทดสอบ..... วันที่.....

ชื่อตัวอย่างปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด รหัส ชื่อผู้ทดสอบ.....

กรุณาประเมินคุณภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด โดยให้คะแนนของลักษณะต่างๆ

ลักษณะคุณภาพ	ระดับคะแนนของคุณภาพ								
สีของน้ำปรุง	☐ 9	☐ 8	☐ 7	☐ 6	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
	สีเข้มมากที่สุด	สีเข้มมาก	สีเข้มปานกลาง	สีเข้มเล็กน้อย	สีเข้ม	สีไม่เข้มเล็กน้อย	สีไม่เข้มปานกลาง	สีไม่เข้มมาก	สีไม่เข้ม
สีของน้ำปรุงในอุดมคติ	☐ 9	☐ 8	☐ 7	☐ 6	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
	สีเข้มมากที่สุด	สีเข้มมาก	สีเข้มปานกลาง	สีเข้มเล็กน้อย	สีเข้ม	สีไม่เข้มเล็กน้อย	สีไม่เข้มปานกลาง	สีไม่เข้มมาก	สีไม่เข้ม
กลิ่นหอมของน้ำปรุง	☐ 9	☐ 8	☐ 7	☐ 6	☐ 5	☐ 4	☐ 3	☐ 2	☐ 1
	หอมมากที่สุด	หอมมาก	หอมปานกลาง	หอมเล็กน้อย	หอม	ไม่หอมเล็กน้อย	ไม่หอมปานกลาง	ไม่หอมมาก	ไม่หอม

กลิ่นหอม ของน้ำปรุง ในอุดมคติ	☐ 9 หอม มากที่สุด	☐ 8 หอม มาก	☐ 7 หอม ปานกลาง	☐ 6 หอม เล็กน้อย	☐ 5 หอม	☐ 4 ไม่หอม เล็กน้อย	☐ 3 ไม่หอม ปานกลาง	☐ 2 ไม่หอม มาก	☐ 1 ไม่หอม
รสชาติ	☐ 9 เข้มข้น มากที่สุด	☐ 8 เข้มข้น มาก	☐ 7 เข้มข้น ปานกลาง	☐ 6 เข้มข้น เล็กน้อย	☐ 5 เข้ม ข้น	☐ 4 ไม่เข้มข้น เล็กน้อย	☐ 3 ไม่เข้มข้น ปานกลาง	☐ 2 ไม่เข้มข้น มาก	☐ 1 ไม่เข้มข้น
รสชาติ ในอุดมคติ	☐ เข้มข้น มากที่สุด	☐ 8 เข้มข้น มาก	☐ 7 เข้มข้น ปานกลาง	☐ 6 เข้มข้น เล็กน้อย	☐ 5 เข้ม ข้น	☐ 4 ไม่เข้มข้น เล็กน้อย	☐ 3 ไม่เข้มข้น ปานกลาง	☐ 2 ไม่เข้มข้น มาก	☐ 1 ไม่เข้มข้น

กรุณาประเมินคุณภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด โดยให้คะแนนของลักษณะต่างๆ

ลักษณะคุณภาพ	ระดับคะแนนของคุณภาพ								
รสหวาน ของน้ำปรุง	☐ 9 หวาน มากที่สุด	☐ 8 หวาน มาก	☐ 7 หวาน ปานกลาง	☐ 6 หวาน เล็กน้อย	☐ 5 รส หวาน	☐ 4 ไม่หวาน เล็กน้อย	☐ 3 ไม่หวาน ปานกลาง	☐ 2 ไม่หวาน มาก	☐ 1 ไม่หวาน
รสหวาน ของน้ำปรุง ในอุดมคติ	☐ 9 หวาน มากที่สุด	☐ 8 หวาน มาก	☐ 7 หวาน ปานกลาง	☐ 6 หวาน เล็กน้อย	☐ 5 รส หวาน	☐ 4 ไม่หวาน เล็กน้อย	☐ 3 ไม่หวาน ปานกลาง	☐ 2 ไม่หวาน มาก	☐ 1 ไม่หวาน
เนื้อสัมผัส ของปลาทู	☐ 9 เนื้อแน่น มากที่สุด	☐ 8 เนื้อแน่น มาก	☐ 7 เนื้อแน่น ปานกลาง	☐ 6 เนื้อแน่น เล็กน้อย	☐ 5 เนื้อ แน่น	☐ 4 ไม่แน่น เล็กน้อย	☐ 3 ไม่แน่น ปานกลาง	☐ 2 ไม่แน่น มาก	☐ 1 ไม่แน่น
เนื้อสัมผัส ของปลาทู ในอุดมคติ	☐ 9 เนื้อแน่น มากที่สุด	☐ 8 เนื้อแน่น มาก	☐ 7 เนื้อแน่น ปานกลาง	☐ 6 เนื้อแน่น เล็กน้อย	☐ 5 เนื้อ แน่น	☐ 4 ไม่แน่น เล็กน้อย	☐ 3 ไม่แน่น ปานกลาง	☐ 2 ไม่แน่น มาก	☐ 1 ไม่แน่น

ภาคผนวก ค 4

แบบทดสอบทางด้านทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ที่ เวลาต่างๆ

ชื่อ-นามสกุล ผู้ทดสอบ..... วันที่..... ชุดที่.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ที่ F_0 ต่างๆ โดยให้คะแนนดังต่อไปนี้ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

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

รหัสตัวอย่าง	.....	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....	.....
สีของเนื้อปลาทู	.....	.....	.....

สีของน้ำปรุง	.....	.....	.....
กลิ่นหอมของน้ำตาล	.....	.....	.....
รสชาติ	.....	.....	.....
เนื้อสัมผัสของปลาทู	.....	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ภาคผนวก ค 5

แบบทดสอบทางด้านทางประสาทสัมผัสที่ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ที่เวลา เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือน

ชื่อ-นามสกุล ผู้ทดสอบ..... วันที่..... ชุดที่.....

คำแนะนำ : กรุณาชิมตัวอย่างจากซ้ายไปขวา พร้อมทั้งให้คะแนนความชอบแต่ละคุณลักษณะของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาช์ที่ผ่านการกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 °C ที่ F_0 เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาเก็บรักษา 3 เดือนโดยให้คะแนนดังต่อไปนี้ กรุณาบ้วนปากก่อนชิมตัวอย่างทุกครั้ง

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

รหัสตัวอย่าง	.....	.....
ลักษณะปรากฏ	.....	.....
สีของเนื้อปลาทู	.....	.....
สีของน้ำปรุง	.....	.....
กลิ่นหอมของน้ำตาล	.....	.....
รสชาติ	.....	.....
เนื้อสัมผัสของปลาทู	.....	.....
ความชอบโดยรวม	.....	.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

การวิเคราะห์ทางด้านกายภาพ

การวัดค่าสี

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องวัดสี รุ่น Color Flex, ประเทศสหรัฐอเมริกา

การวัดสี(Hunter Lab) โดยสัดค่าสี L* เป็น ค่าความสว่าง (lightness) a* เป็นค่าสีแดงและสีเขียว (redness/greenness) และ b* เป็นค่าสีเหลืองและน้ำเงิน (yellowness/blueness)

เมื่อ L* คือ ค่าความสว่าง มีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 100

a* คือค่าสีแดงและสีเขียว เมื่อ a* มีค่าเป็นบวก (+)สีแดง

เมื่อ a* มีค่าเป็นลบ (-) สีเขียว

เมื่อ a* มีค่าเป็นศูนย์เป็นสีเทา

b*คือ ค่าสีเหลืองและสีน้ำเงินเมื่อ b* มีค่าเป็นบวก เป็นสีเหลือง

เมื่อ b*มีค่าเป็นลบ เป็นสีน้ำเงิน

เมื่อ b*มีค่าเป็นศูนย์ เป็นสีเทา

วิธีการวิเคราะห์ (น้ำปรุง)

1. เลือกโปรแกรม Hunter lab ระบบ CIE วัดค่าในรูป (L*, a*, b*)

2. ทำการปรับมาตรฐานสีโดยใช้แผ่นเทียบสีดำและสีขาวมาทำการCaribrat

3. นำตัวอย่างใส่ใน ควอร์ทซ (Quratz)เพื่อทำก่อนวัด

4. เทตัวอย่างใส่ในควอร์ทซ (Quratz)ประมาณ $^{1}/_{3}$

5. นำควอร์ทซ (Quratz) ไปวางบนฐานที่วัดสี โดยตรวจวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

6. ค่าที่วัดได้เป็นค่า L*, a*, b*

7. จดบันทึกค่าที่ได้

วิธีการวิเคราะห์ (เนื้อปลา)

1. เปิดเครื่องวัดค่าสี เปลี่ยนพอตที่ตัวเครื่องให้เป็นพอตรูเล็ก พร้อมทั้งเปิดคอมพิวเตอร์ที่หน้าจอ Windows เลือก Double click ที่ Icon EasyMatchQC

2. ที่หน้าจอของโปรแกรม EasyMatchQCเข้า Menu sensor แล้วกดคลิกที่ Standardize

3. โปรแกรมจะถามหา Light trap ให้วาง Light trap ที่ Reflectance port กด Next

4. โปรแกรมจะถามหา White tile ให้วาง White tile ที่ Reflectance port กด Next

5. เสร็จสิ้นขั้นตอนการ Standardize กด Finish แล้วกด OK พร้อมสำหรับวัดตัวอย่าง

6. นำตัวอย่างไปแนบที่ Reflectance port แล้วกด Read sample ที่หน้าจอคอมพิวเตอร์

7. ปรากฏหน้าต่าง Read sample ใส่ชื่อตัวอย่างที่ช่อง Sample ID แล้วคลิกที่ OK

8. ปรากฏหน้าต่าง Save job file as ใส่ชื่อไฟล์ที่ช่อง File name แล้วคลิกที่ Save

9. จะปรากฏหน้าต่างใหม่ให้คลิก Yes

10. จะปรากฏหน้าต่างแสดงผลของการวัดค่าสี

การวัดเนื้อสัมผัส

อุปกรณ์และเครื่องมือ

1. เครื่อง Texture analyzer ยี่ห้อ Stable Micro Systems Texture Analyzer รุ่น TA.XT Plus ประเทศอังกฤษ

2. ฐาน

3. ลูกตุ้มและผ้าจับ

4. หัววัด P/2

วิธีการวิเคราะห์

1. คลิกโปรแกรม Texture Exponant 32

2. จะปรากฏหน้าจอดังนี้ให้ใส่ Password ให้ใส่Charpa หรือ Copy ด้านบนแล้วนำมาวาง แล้วกด OK

3. จะปรากฏหน้าจอนี้ให้กดย่อหน้าลงมา เครื่องจะปรากฏหน้าจอกราฟที่พร้อมใช้งานดังรูป

4.จากนั้นให้คลิกมุมซ้ายด้านล่างจะมีคำว่า“Sample Projects”เพื่อเลือกประเภทตัวอย่างที่เราจะวัดเลือกคำว่า Fruit&Vegetables

5. ดับเบิ้ลคลิ๊กคำว่า“Grape penetration”เพื่อเลือกหัววัดเนื้อสัมผัสให้คล้ายกับตัวอย่างของเรา ขึ้นกล่องตอบโต้ให้คลิก Yes

6. คลิกช่องสี่เหลี่ยมเล็กซ้ายมือเล็กๆเพื่อเลือกไฟล์งาน เราควรตั้งไฟล์งานที่เราจะเก็บไว้ก่อนเลือกไฟล์งาน จากนั้นกด ตกลง

7. กด Yes

8. เลือกเมนู TA กดเลือก Calibrate แล้วเลือกCalibrateFore กด Next

9. ตรวจดูน้ำหนักของลูกตุ้มมาตรฐานที่จะใช้ Calibrate เครื่อง Texture Analyzer ในช่อง Calibration Weight จากนั้นวางตุ้มน้ำหนักบน CalibrationPlatform จากนั้นกด Next

10. เลือกT.A แล้วเลือกคำว่า Calibrate แล้วคลิก CalibrateHeight

11. ประกอบฐานและหัววัดเข้ากับเครื่อง

12. Return Distance คือ ระยะที่หัววัดเคลื่อนที่กลับหลังจากที่สัมผัสฐาน Return Speed คือ อัตราเร็วที่หัววัดคงที่กลับหลังแตะถูกฐาน Contact Force คือ แรงที่กำหนดให้ทราบว่าพบฐานแล้ว ดึงหัววัดกลับ 5-10 กรัม จากนั้นกด OK

13. เลือก T.A จากนั้นเลือกคำว่า T.A.Setting

14. เปลี่ยน off เป็น ON เปลี่ยนค่า Pre - Test speed :1.5 mm/sec

Test speed : 1.00 mm/sec

Post-Test Speed :10.00 mm/sec

Target Mode: Strain

Distance :6.00 mm/sec

TiggerType : Auto (Force)

TiggerForce :10.0 g

Stop Plot At : start Position

TareMode : Auto

AavancedOptions : On

กด OK

15. คลิกไปที่ T.A. แล้วเลือก Run a Test

16. ตั้งชื่อตัวอย่างแถบสีน้ำเงิน

17. คลิก Start Testจากนั้นเครื่องจะทำงานหัววัดก็จะค่อยๆลงมาที่ตัวอย่าง ระหว่างนั้นให้คอยดูเส้นกราฟว่ามีการเคลื่อนที่หรือไม่ ถ้าไม่มีให้กดปุ่มหยุด (ถ้าเราต้องการวัดซ้ำในตัวอย่างเดียวกันให้กด Ctrl Q บนแป้นพิมพ์ เครื่องก็จะทำการวัดซ้ำอีกรอบ)

18. พอเราวัดตัวอย่างเสร็จ 1ครั้งให้เรากดตามที่ลูกศร เพื่อให้เครื่องอ่านข้อมูล จากนั้นถ้าเราวัดซ้ำที่ 2ให้เปลี่ยนตำแหน่งแล้ว กด Ctrl Qเครื่องก็จะวัดค่าแต่ละครั้งตามสี

วิธีSave บันทึกกราฟทั้งหมดที่วัดให้อยู่รวมกัน

1. พอวัดเสร็จทำการบันทึกกราฟ ให้กดไปที่ File แล้วเลือก Export

2. จากนั้นเลือกคำว่า Imageแล้วเลือกไฟล์งานที่เราจะเก็บ แล้วตั้งชื่องาน เสร็จแล้วกด Saveตอบ OK เสร็จขั้นตอนการบันทึก

3. ถ้าเราต้องการเริ่มทำใหม่หรือผิดพลาดอะไรให้กด ลูกศรสีน้ำเงิน Restart Project

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง(A.O.A.C., 2000)

วัสดุอุปกรณ์

1. เครื่องวัดค่าพีเอช (pH)

วิธีการวิเคราะห์

1. เสียบปลั๊ก เปิดเครื่อง pH meter
2. ทำการปรับเทียบมาตรฐาน (Calibrate) เครื่อง pH meter
3. นำตัวอย่างที่ต้องต้องการตรวจวัดค่าพีเอชใส่ลงในบีกเกอร์ ประมาณ 50 มิลลิลิตร
4. เขย่า หรือคนตัวอย่างให้เป็นเนื้อเดียวกัน ก่อนการตรวจวัด
5. ตรวจวัดค่าพีเอช โดยนำหัววัดของเครื่อง pH meter จุ่มลงในบีกเกอร์ที่บรรจุตัวอย่าง โดยทำการตรวจวัด ตัวอย่างละ 3 ซ้ำ
6. รอให้บนจอแสดงผลของเครื่อง pH meter ปรากฏคำว่า Ready จึงอ่านค่าพีเอช

ปริมาณกรดทั้งหมด (A.O.A.C., 2000)

วัสดุอุปกรณ์

1.ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ปิเปต ขนาด 10 มิลลิลิตร
3. บิวเรต ขนาด 50 มิลลิลิตร

สารเคมี

1. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล:ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ประมาณ 4.0กรัมละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1000 มิลลิลิตรโดยใช้น้ำกลั่น
2. สารละลายฟีนอฟธาลีน:ชั่งฟีนอฟธาลีนจำนวน 1.0กรัมละลายในแอลกอฮอล์ปริมาตร 70 มิลลิลิตรแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตรโดยใช้น้ำกลั่น

วิธีการวิเคราะห์

การหาความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

1. นำโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลตใส่ในกระจกนาฬิกาไปอบในตู้อบไฟฟ้าอุณหภูมิ110 องศาเซลเซียสนาน 1-2 ชั่วโมงแล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น
2. ชั่งน้ำหนักให้ได้แน่นอน 0.8 กรัม (สำหรับหาความเข้มข้น 0.1 นอร์มอล) ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
3. เติมน้ำกลั่นที่ปราศจากคาร์บอเนตปริมาตร 25 มิลลิลิตร
4. นำไปไทเทรตกับสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ข้างต้นโดยใช้ฟีนอฟทาลีนเป็นอินดิเคเตอร์
5. คำนวณหาความเข้มข้นมาตรฐานของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์

วิธีการคำนวณ

ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (นอร์มอล) = $\frac{W}{V \times 0.2042}$

เมื่อ W = น้ำหนักของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลต (กรัม)

V = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไตเตรท (มิลลิลิตร)

สมมูลของโพแทสเซียมไฮโดรเจนพาทาเลต = 204.216

การหาปริมาณกรดทั้งหมด

1.นำตัวอย่างมาประมาณ 10–20 มิลลิลิตร ใส่ลงในขวดรูปชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร (สำหรับตัวอย่างที่มีความเข้มข้น ควรมีการเจือจางเพื่อให้สามารถสังเกตการเปลี่ยนแปลง ณ จุดยุติ ของการไทเทรตได้ดียิ่งขึ้น)

2. หยดฟีนอฟธาลีนร้อยละ 1 ลงไป 5 หยด

3. ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 0.1 นอร์มอล จนกระทั่งกลายเป็นสีชมพูอ่อนถาวร (ณ จุดยุติ)

4. คำนวณปริมาตรกรดทั้งหมดในรูปของกรดแลกติก

วิธีการคำนวณ

ปริมาณกรดทั้งหมด (ร้อยละ) $= \frac{\mathbf{N \times V_1\ (NaOH) \times 90 \times 100}}{\mathbf{1000 \times V_2 (sample)}}$

เมื่อN (%)= ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์(นอร์มอล)

V_1 (NaOH) = ปริมาตรของสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ที่ใช้ในการไทเทรต (มิลลิลิตร)

V_2 (Sample)= ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้ (มิลลิลิตร)

น้ำหนักกรัมสมมูลของกรดแลกติก = 90

การวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (A.O.A.C.,2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1.เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ยี่ห้อATAGO รุ่นRX-5000α

(เครื่องวัดปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ช่วง 0–32°Brix ใช้สำหรับตรวจวัดในตัวอย่างอาหาร)

วิธีการวิเคราะห์

1.นำตัวอย่างมาเขย่า หรือคนให้เป็นเนื้อเดียวกัน

2. หยดตัวอย่างลงบน Refractometer ประมาณ 1 หยด โดยตรวจวัดตัวอย่างละ 3 ซ้ำ

3. อ่านค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด จากสเกลตัวเลข

การวิเคราะห์ความชื้น (A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1. เตาอบแบบใช้อากาศร้อน (Hot air oven) ที่ควบคุมอุณหภูมิ
2. ถ้วยอะลูมิเนียมพร้อมฝาปิด
3. ถ้วยครูซิเบิลพร้อมฝาปิด
4. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
5. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีซิลิกาเจลหรือสารดูดความชื้นบรรจุอยู่

วิธีการวิเคราะห์

1. ทำเครื่องหมายหรือปิดฉลากบนถ้วยอะลูมิเนียมหรือถ้วยครูซิเบิลที่ใช้หาความชื้นเพื่อระบุหมายเลขตัวอย่าง

2. อบถ้วยหาความชื้นพร้อมฝาปิดในสภาพเปิดฝาในตู้อบไฟฟ้าแบบพาอากาศร้อน ที่อุณหภูมิ 100–105 องศาเซลเซียสนาน 2 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบใส่ไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ที่อุณหภูมิห้องชั่งน้ำหนักถ้วยและฝาปิดให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ทศนิยม 4 ตำแหน่ง และบันทึกผลการชั่งน้ำหนัก

3. เตรียมตัวอย่างโดยการผสม สับ ตัด หรือบดให้มีชิ้นเล็กๆ และเป็นเนื้อเดียวกัน ระวังอย่าให้ความชื้นจากมือหรือสิ่งแวดล้อมปนเปื้อนกับตัวอย่าง และควรเตรียมตัวอย่างก่อนทำการวิเคราะห์เพียงเล็กน้อย เพื่อป้องกันการสูญเสียความชื้นออกจากตัวอย่าง ในกรณีตัวอย่างเป็นของเหลวให้ทำการกำจัดน้ำส่วนใหญ่ของตัวอย่างออกโดยนำตัวอย่างในถ้วยหาความร้อนไประเหยน้ำบนอ่างน้ำไอน้ำ (Steam bath)

4. ชั่งตัวอย่างในถ้วยหาความชื้นที่ได้จากข้อ 2 ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2–5 กรัม ต่อ 1 ถ้วย พยายามให้ตัวอย่างกระจายตัวอย่างสม่ำเสมอในถ้วย บันทึกผล

5. นำถ้วยหาความชื้นที่มีตัวอย่างในข้อ 4 ไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 100–105 องศาเซลเซียสประมาณ 2 ชั่วโมง ปิดฝาแล้วนำถ้วยออกจากตู้อบ ทิ้งให้เย็นในโถดูดความชื้นจนถึงอุณหภูมิห้อง แล้วชั่งให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน ทำการอบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที และชั่งน้ำหนักจนได้น้ำหนักคงที่ ผลต่างของน้ำหนักที่ชั่งได้ 2 ครั้งติดต่อกัน ต่างกันไม่เกิน ± 0.002 กรัม บันทึกผลคำนวณปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่าง

6. คำนวณหาปริมาณร้อยละของความชื้นของตัวอย่างจากสูตร

วิธีการคำนวณ

$$\textbf{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักก่อนอบ} - \text{น้ำหนักหลังอบ}}{\text{น้ำหนักก่อนอบ}} \times 100$$

การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1. เตาเผา (Muffle furnace) ที่ควบคุมอุณหภูมิ
2. ถ้วยกระเบื้องเคลือบพร้อมฝาปิด (Porcelain crucible)
3. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
4. โถดูดความชื้น (Desiccator) ที่มีซิลิกาเจลหรือสารดูดความชื้นบรรจุอยู่

วิธีการวิเคราะห์

1. เผาถ้วยกระเบื้องเคลือบพร้อมฝาโดยเปิดฝา (Porcelain crucible) ในเตาเผาที่อุณหภูมิประมาณ 550 องศาเซลเซียสนาน 1 ชั่วโมงปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น (Desiccator) ประมาณ 30 นาทีแล้วชั่งน้ำหนักของถ้วยเปล่า (W) ระวัง thermal shock เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิทันทีจากเตาไปยังโถดูดความชื้น ต้องอุณหภูมิลดเตาเผาจนต่ำกว่า 200 องศาเซลเซียสจึงย้ายถ้วยกระเบื้องไปยัง โถดูดความชื้น ถ้าต้องการปิดสวิทซ์เตาเผาเมื่ออุณหภูมิของเตาเผาต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

2. ชั่งตัวอย่างอาหารประมาณ 2-5 กรัม (W_1) (ทศนิยม 4 ตำแหน่ง) ใส่ลงในถ้วยที่เผาและทราบน้ำหนัก (Predried)

3. นำตัวอย่างไปให้ความร้อนบน Hot plate ให้ดูดควัน (Fume hood) จนควันสีขาวหมดไป

4. นำไปเผาในเตาเผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียสประมาณ 4 ชั่วโมง หรือจนกระทั่งได้เถ้าสีขาว หรือสีเทาอ่อน ถือว่าการเผาไหม้สมบูรณ์

5. ลดอุณหภูมิของเตาเผาแล้วย้ายถ้วยไปไว้ในโถดูดความชื้น จะต้องปิดฝาถ้วยก่อนที่จะย้ายจากเตาเผาไปไว้ในโถดูดความชื้นด้วย แล้วปล่อยให้เย็นจนถึงอุณหภูมิห้องแล้วจึงชั่งน้ำหนัก (W_2) อาจทำการเผาตัวอย่างซ้ำทุก 30 นาที จนได้น้ำหนักคงที่ ทุกครั้งที่เผาและนำถ้วยออกจากเตาเผา ให้ระวัง

เมื่อการเผาสมบูรณ์ปิดเตาเผาให้อุณหภูมิลดลงจนต่ำกว่า 250 องศาเซลเซียสแล้วจึงปิดเตาเผาอย่างระมัดระวัง thermal shock ซึ่งอาจทำให้ถ้วยแตกได้

วิธีการคำนวณ

ปริมาณเถ้า (%) ของตัวอย่าง = $100 \times \frac{(W_2 - W_1)}{(W_1 - W)}$

W =น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบ (กรัม)

W_1 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)

W_2 = น้ำหนักของถ้วยกระเบื้องเคลือบและตัวอย่างหลังเผาจนได้น้ำหนักคงที่ (กรัม)

การวิเคราะห์ปริมาณไขมันหยาบ(A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดอุปกรณ์สกัดไขมันด้วยวิธี Soxhlet
2. เครื่องชั่งไฟฟ้า 4 ตำแหน่ง
3. กระดาษกรองเบอร์ 4
4. ตู้อบไฟฟ้าที่ควบคุมอุณหภูมิได้

สารเคมี

1. ปิโตรเลียมอีเทอร์

วิธีการวิเคราะห์

1. บดและอบแห้งตัวอย่างให้ละเอียด และอบฟลาสค์ก้นกลมที่มีลูกแก้วเล็กๆ 3–4 ลูก หลอดบรรจุตัวอย่าง (Thimble) และกระดาษกรองที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 1–2 ชั่วโมง และจดบันทึกน้ำหนักของฟลาสค์ก้นกลมทุกขั้นตอน

2. ชั่งตัวอย่างที่อบแห้งและบดละเอียดแล้วประมาณ 3–5 กรัม บนกระดาษกรองที่ทำเครื่องหมายและอบแห้ง บันทึกน้ำหนักที่แน่นอนของตัวอย่างที่ใช้ แล้วห่อให้มิดชิด ใส่ลงในหลอดบรรจุตัวอย่าง

จากนั้นปิดด้วยสำลี หรือ Glass wool ที่ปราศจากไขมันเพื่อให้ตัวทำละลายกระจายสม่ำเสมอ แล้วใส่ลงในหลอดสกัด (Extraction tube) ของชุดอุปกรณ์ soxhlet

3. ใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์ จำนวน 150 ml หรือประมาณ 2 ใน 3 ลงฟลาสค์ก้นกลมและใส่ปิโตรเลียมอีเทอร์อีกประมาณ 50 ml ในหลอดสกัดของชุดอุปกรณ์ soxhlet

4. ต่อฟลาสค์ก้นกลมซึ่งนำไปวางบนเตาหลุมไฟฟ้า (Mantle heater) หลอดสกัด หลอดควบแน่น สายยางที่ต่อเพื่อนำน้ำเข้าและออกจากหลอดควบแน่น ใช้สำลีอุดปลายบนของหลอดควบแน่น เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวทำละลายซึ่งไม่ควบแน่นระเหยไป

5. เริ่มให้ความร้อน โดยควบคุมระดับความร้อนให้มีการควบแน่นตัวทำละลายที่อัตรา 2–3 หยดต่อวินาทีในฟลาสค์ก้นกลมที่ตัวทำละลายกำลังเดือด เป็นเวลา 6–8 ชั่วโมง ถ้าเป็นตัวอย่างที่มีน้ำมันสูงและมีลักษณะเป็นชิ้นหยาบ เช่น เมล็ดพืช มะพร้าวฝอยแห้ง หลังจากการสกัดได้ 6 ชั่วโมง ให้ปิดเครื่องนำทิมเบิลออกจากเครื่องสกัด อบเพื่อระเหยตัวทำละลายที่อุณหภูมิไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส จนแห้ง บดตัวอย่างให้ละเอียดแล้วเทใส่ทิมเบิล ล้างภาชนะที่ใช้บดด้วยปิโตรเลียมอีเทอร์จำนวนเล็กน้อย และเทลงในทิมเบิลนั้นด้วย สกัดตัวอย่างต่อไปโดยใช้ปิโตรเลียมอีเทอร์เติมจนครบเวลาที่ต้องการ

6. ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ออกจากฟลาสค์ก้นกลมให้เกือบหมด เก็บใส่ในขวดรองรับ

7. ระเหยปิโตรเลียมอีเทอร์ที่เหลือในเตาอบไฟฟ้าที่อุณหภูมิ 100–102 องศาเซลเซียส นานประมาณ 30 นาที ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก อบซ้ำนานครั้งละ 30 นาที จนกระทั่งได้น้ำหนักคงที่ ผลต่างของน้ำหนักสองครั้งติดต่อกัน ต่างกันไม่เกิน 1 มิลลิกรัม บันทึกน้ำหนักต่ำสุด

วิธีการคำนวณ

ร้อยละน้ำมันหรือไขมันของตัวอย่าง = $\frac{W_1 - W_2}{W} \times 100$

เมื่อ W = น้ำหนักตัวอย่างที่อบแห้ง (กรัม)

W_1 = น้ำหนักฟลาสค์และน้ำมันที่สกัดได้หลังจากระเหยตัวทำละลาย (กรัม)

W_2 = น้ำหนักฟลาสค์ที่อบแห้งแล้ว (กรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณโปรตีน (A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1.ชุดเครื่องมือวิเคราะห์ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ยี่ห้อ Buchi

2. Kjeeldahlflask

3. บิวเรตต์ขนาด 50 ml

4. กระดาษกรอง Whatmanเบอร์ 1

สารเคมี

1.กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (conc.H_2SO_4)

2. คอปเปอร์ซัลเฟต($CuSO_4.5H_2O$)

3. K_2SO_4 (or anhydrous Na_2SO_4)

4. สารละลายNaOHเข้มข้นร้อยละ 80

5. สารละลายกรดมาตรฐานกรดซัลฟิวริก (H_2SO_4) เข้มข้น 0.1 N

6. สารละลายอินดิเคเตอร์ผสมของ 0.02 g Methyl red และ 0.1 กรัม Bromocresol green ในเอทานอล100 ml

วิธีการวิเคราะห์

1. พับกระดาษกรองเป็นซองรูปซองจดหมาย ชั่งตัวอย่างลงในกระดาษกรองให้ได้น้ำหนักแน่นอน 0.5 ถึง 2 กรัม ไม่รวมน้ำหนักกระดาษ

2. ใส่ตัวอย่างที่เตรียมได้จากข้อ 1 ลงในหลอดย่อยโดยไม่ให้เปื้อนข้างหลอด และเติมตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งประกอบด้วยของผสมของ K_2SO_4 จำนวน 10 กรัม และ $CuSO_4.5H_2O$ จำนวน 0.5 กรัม และต้องทำไร้สิ่งตัวอย่าง (Blank)ควบคู่กับตัวอย่างทุกครั้ง

3. เติมกรด H_2SO_4 20 ml จะต้องทำในตู้ดูดควัน ปิดฝาหลอดย่อยแล้วยกใส่ในเครื่องย่อยซึ่งอยู่ในตู้ดูดควัน และต่อสายชุดจับไอกรด (Scrubber) กับฝาหลอดย่อย

4. เปิดสวิทซ์เครื่องย่อยและชุดจับไอกรด ระยะแรกใช้ไฟอ่อนๆจนหมดฟอง แล้วจึงปรับไฟแรงขึ้น ย่อยต่อไปจนได้สารละลายใส มีสีฟ้าอมเขียวหรือไม่มีสี ประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ระหว่างย่อยเขย่าเป็นครั้งคราว

5. ปิดสวิทซ์เครื่องย่อย ห้ามปิดสวิทซ์เครื่องจับไอกรดจนกว่าไอกรดจะหมด

6. ตั้งสารละลายในช่องว่างด้านหน้าเครื่องย่อยจนเย็น

7. ใส่ลูกแก้ว 2–3 เม็ด ลงในหลอดย่อยแล้วนำไปกลั่นในชุดกลั่น

8. เปิดสวิทซ์ชุดกลั่นและเปิดน้ำเข้าเครื่องควบแน่น ทำการอุ่นเครื่องกลั่น (Preheat) โดยต่อหลอดที่มีน้ำกลั่นอยู่ประมาณครึ่งหลอด กลั่นเป็นเวลา 2 นาที โดยใช้ฟลาสค์เปล่ารองรับ

9. ตรวจสอบปริมาณน้ำกลั่นและ NaOHที่ตั้งไว้ซึ่งควรเป็น 60–75 มิลลิลิตร หรือเติมเป็น 3 เท่าของกรด ก่อนเริ่มการกลั่นและเวลาที่ใช้ในการกลั่นประมาณ 3 นาที

10. ทำการกลั่นตัวอย่างโดยนำหลอดย่อยที่เตรียมจากข้อ 7 ต่อกับเครื่องกลั่นและนำฟลาสค์ที่บรรจุ 2% Boric acid ปริมาตร 60 มิลลิลิตร ซึ่งหยดอินดิเคเตอร์5–10 หยด สำหรับรองรับสิ่งที่กลั่นได้

11. กดปุ่ม Start เพื่อเริ่มการกลั่น โดยเครื่องกลั่นจะเติมน้ำกลั่นตามปริมาตรที่ตั้งไว้แล้วตามด้วยสารละลาย NaOHหลังเติมด่างสารละลายจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลหรือดำ

12. กดปุ่ม Start เครื่องจะทำการกลั่นเมื่อครบเวลาหรือปริมาตรของสารละลายในฟลาสค์เพิ่มขึ้นเป็น 100 มิลลิลิตร ให้นำไปไทเทรตกับ 0.1 N H_2SO_4จนสารละลายสีเขียวเปลี่ยนเป็นสีเทาบันทึกปริมาตร

13. ตั้งโหมด Aspiration เพื่อทำการกำจัดสารละลายด่างในหลอดย่อย

14. ก่อนกลั่นตัวอย่างต่อไปต้องล้างระบบก่อนทุกครั้ง โดยใส่หลอดที่มีน้ำกลั่นครึ่งหลอดและรองรับสิ่งที่กลั่นด้วยฟลาสค์ที่มีน้ำกลั่น ทำการกลั่น 1–2 ครั้ง

15. เมื่อกลั่นครบทุกตัวอย่างแล้ว ทำการล้างระบบก่อนปิดสวิทซ์และก๊อกน้ำ เช็ดทำความสะอาดเครื่องทั้งหมด

16. ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดและโปรตีนสามารถคำนวณได้จากสูตร

วิธีการคำนวณ

$$N(\%) = \frac{[V_1 - V_2] \times N \times 14 \times 10}{S}$$

เมื่อ N (%) = ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด(ร้อยละโดยน้ำหนักของไนโตรเจนต่อน้ำหนักตัวอย่าง)

V_1 = ปริมาตรกรดซัลฟิวริกที่ใช้ไทเทรตตัวอย่างอาหาร (ลิตร)

V_2 = ปริมาตรกรดซัลฟิวริกที่ใช้ในการไทเทรตสิ่งไร้ตัวอย่าง (ลิตร)

S =ปริมาณตัวอย่างที่ใช้ในการย่อย (กรัม)

$$\text{Protein}(\%) = \%N \times \text{conversion factor}$$

เมื่อ Protein (%) = ปริมาณโปรตีนหยาบ (ร้อยละโดยน้ำหนักของโปรตีนต่อน้ำหนักตัวอย่าง)

Conversion factor = เป็นค่าที่ใช้ในการเปลี่ยนปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดในอาหารเป็นปริมาณโปรตีนหยาบและขึ้นกับชนิดของอาหาร สำหรับตัวอย่างอาหารทั่วไปที่มีของผสมของโปรตีนหลายชนิดใช้ค่า 6.25

การวิเคราะห์ปริมาณคาร์โบไฮเดรต(A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 250มิลลิลิตร

2.ปิเปต ขนาด 10และ 50มิลลิลิตร

3. บิวเรตขนาด 50มิลลิลิตร

4. กระดาษกรองเบอร์ 1และ เบอร์ 4

สารเคมี

1. สารละลายเฟลิงA :ชั่งคอปเปอร์ซัลเฟต69.28กรัม ละลายในน้ำกลั่นแล้วเติมน้ำกลั่นลงไปจนปริมาตรครบ 1000มิลลิลิตร กรองผ่านกระดาษเบอร์ 4

2. สารละลายเฟลิง B :ชั่งโพแทสเซียมโซเดียมทาเทรตเตตราไฮเดรต346 กรัม และโซเดียมไฮดรอกไซด์ จำนวน 100 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 1000 มิลลิลิตร

3. สารละลายเดกซ์โทรส :ชั่งเดกซ์โทรสบริสุทธิ์ให้ได้น้ำหนักที่แน่นอน 3.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร

4. เมทิลีนบลู เข้มข้นร้อยละ 1 :ชั่งเมทิลีนบลู 1.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

5. สารละลายนิวทรัลเลดอะซิเตต เข้มข้นร้อยละ 10:ชั่งนิวทรัลเลดอะซิเตต50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 500 มิลลิลิตร

6. สารละลายโปแตสเซียมออกซาเลต เข้มข้นร้อยละ 10:ชั่งโปแตสเซียมออกซาเลต 50 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ เข้มข้นร้อยละ 10:ชั่งโซเดียมไฮดรอกไซด์ 10 กรัม ละลายในน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรให้ครบ 100 มิลลิลิตร

8. กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น

วิธีการวิเคราะห์

การหาค่ามาตรฐานของสารละลายเฟลิง

ก. การไทเทรตหาค่ามาตรฐานเบื้องต้น (Preliminary determination)

1. ปิเปตสารละลายเฟลิงเอ และ บี อย่างละ 5มิลลิลิตร ใส่รวมกันในขวดรูปชมพู่ ขนาด 250 มิลลิลิตร

2. เติมสารละลายเดกซ์โทรสจากบิวเรตลงไปประมาณ 15 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากัน

3. ต้มให้เดือดโดยเร็ว เมื่อเดือดได้ประมาณ 15 นาที เติมสารละลายเมทิลีนบลูลงไป 2–3 หยด ซึ่งควรจะเกิดสีน้ำเงินชัดเจน (ถ้าไม่เกิดสีน้ำแสดงว่าใช้เดกซ์โทรสหรือตัวอย่างมากเกินไปให้ทำให้โดยลดปริมาณของเดกซ์โทรสหรือตัวอย่างลง)

4. ไทเทรตจนสีน้ำเงินของเมทิลีนบลูเปลี่ยนไปเป็นสีแดงอิฐ (ณ จุดยุติ) ในระหว่างการไทเทรต ต้องให้สารละลายในขวดรูปชมพู่เดือด และควรเขย่าให้เข้ากันตลอดเวลา

5. บันทึกปริมาตรของสารละลายเดกซ์โทรสที่ใช้ในการไทเทรตตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงจุดยุติ

ข. การไทเทรตหาค่ามาตรฐานที่แน่นอน (Accurate determination)

1. ทำเช่นเดียวกับวิธีการไทเทรตเบื้องต้น แต่เติมสารละลายเดกซ์โทรสลงไปในขวดรูปชมพู่จนเกือบจะถึงจุดยุติ (ให้น้อยกว่าจุดยุติของการหาค่ามาตรฐานเบื้องต้น ประมาณ 1 มิลลิลิตร)

2. ตั้งไฟต้มให้เดือดโดยเร็ว ปล่อยให้เดือดสม่ำเสมอ 2 นาที

3. เติมสารละลายเมทิลีนบลูลงไป 2–5 หยด

4. ไทเทรตโดยเติมสารละลายเดกซ์โทรสครั้งละ 2–3 หยด จนกระทั่งถึงจุดยุติ การไทเทรตนี้ต้องให้เสร็จภายใน 1 นาที หลังจากเติมเมทิลีนบลูและต้องให้สารละลายในขวดรูปชมพู่เดือด และเขย่าให้เข้ากันตลอดเวลา

5. บันทึกปริมาตรของสารละลายเดกซ์โทรสที่ใช้ในการไทเทรต และคำนวณค่าแฟคเตอร์ของสารละลายเฟลิงได้จากสูตรคำนวณ ดังต่อไปนี้

วิธีการคำนวณ

แฟคเตอร์(F) = ปริมาตรของไตเตอร์(มิลลิลิตร) x น้ำหนักเดกซ์โทรส (กรัม) ใน 10 มิลลิลิตร

การวิเคราะห์หาปริมาณเยื่อใย (A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1.เครื่องสกัดเยื่อใย

2. เตาให้ความร้อนแบบสองหัว

3. เครื่องชั่ง

4. เตาเผา

5. ตู้อบไฟฟ้า

6. โถดูดความชื้น

7. Glass crucible สารเคมี

สารเคมี

1. กรดซัลฟูริก เข้มข้นร้อยละ 1.25

2. ด่างโซเดียมไฮดรอกไซด์ เ?'โมข้นร้อยละ 1.25

3. N-Octanol

4. อะซิโตน วิธีการ

วิธีการวิเคราะห์

1. บดตัวอย่างให้ละเอียด ให้ได้ขนาดประมาณ 1 มิลลิเมตร จากนี้นอบให้แห้งที่อุณหภูมิประมาณ 105 - 110 องศาเซลเซียส นาน 2-3 ชั่วโมง (ถ้าตัวอย่างมีไซมันเกินร้อยละ 5-10 ควรทำการสกัดไขมันออกก่อน)

2. นำ Glass crucible เผาที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส นาน 1 ชั่วโมง ทำให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งน้ำหนัก บันทึกผลไว้ ชั่งสารตัวอย่างประมาณ 1 กรัม แล้วใส่ลงใน Glass crucible

3. นำ Glass crucible ประกอบเข้ากับเครื่องสกัดไขมัน เปิดเครื่องสกัด พร้อมเป็นน้ำหล่อเย็น

4. เติมกรดซัลฟูริกร้อน หลอดละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นเติม N-Octanolเพื่อป้องกันการเกิดฟอง 3 หยด แล้วต้มนานประมาณ 30 นาที

5. เปิดสวิทซ์ เครื่องดูดสุญญากาศ แล้วเปิดวาล์ว เพื่อถ่ายกรดออกจากตัวอย่าง ล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร แล้วถ่ายออก

6. เติม โซเดียมไฮดรอกไซด์ หลอดละ 150 มิลลิลิตร จากนั้นเติม N-Octanolเพื่อป้องกันการเกิดฟอง 3 หยด แล้วต้มนานประมาณ 30 นาที

7. ถ่ายออกล้างด้วยน้ำร้อน 3 ครั้ง ๆ ละ 30 มิลลิลิตร แล้วล้างด้วยน้ำเย็น 1 ครั้ง

8. ล้างด้วยอะซิโตน 3 ครั้ง ๆ ละ 25 มิลลิลิตร

9. นำ Glass crucible ไปอบที่ 105 องศาเซลเซียส นาน 1-2 ชั่วโมง แล้วปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนัก นำไปคำนวณกับค่าน้ำหนักเริ่มต้น จะได้ไฟเบอร์ที่มีเถ้ารวมอยู่ด้วย

10. ถ้าต้องการทราบน้ำหนักเถ้า ให้นำไปเผาในเตาเผา ที่อุณหภูมิ 500 - 550 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น

11. นำมาชั่งน้ำหนัก เผาซ้ำอีกครั้ง ๆ ละประมาณ 30 นาที จนได้ผลต่างของน้ำหนักทั้งสองครั้งไม่เกิน 1-3 มิลลิกรัม

การคำนวณผล

$$\% \text{ Crude Fiber (ร้อยละ)} = \frac{(F1 - F2) \times 100}{F3}$$

F1 = น้ำหนัก Glass crucible + น้ำหนักตัวอย่างก่อนสกัด

F2 = น้ำหนัก Glass crucible + น้ำหนักตัวอย่างหลังสกัด

F3 = น้ำหนักสารตัวอย่าง

ปริมาณเยื่อใยในตัวอย่างอาหาร = น้ำหนักแห้งของกาก – น้ำหนักเถ้า

การวิเคราะห์หาปริมาณThiobarbituric acid number(A.O.A.C., 2000)

วัสดุและอุปกรณ์

1. ชุดกลั่น (ขวดรูปชมพู่, condenser, receiver)
2. ลูกแก้ว
3. เตาไฟฟ้า
4. ปิเปตต์
5. หลอดทดลอง
6. spctrophotometer

สารเคมี

1. Thiobarbituric acid reagent (TBA reagent) ชั่ง Thiobarbituric acid 1 กรัม ละลายใน NaOH 0.1 N ปริมาณ 75 มิลลิลิตร และปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นให้ได้ 100 มิลลิลิตร
2. HCl ความเข้มข้น 4 M

วิธีการวิเคราะห์

1. ชั่งตัวอย่างมา 10 กรัม ปั่นกับน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร ในเครื่องปั่น 1-5 นาที แล้วเทใส่ขวดสำหรับกลั่น(distillation flask) ล้างเครื่องปั่นด้วยน้ำกลั่นจำนวน 47.5 มิลลิลิตร
2. เติมสารละลายกรดเกลือความเข้มข้น 4 โมล่าร์ จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ pH 1.5 แล้วเติม anifoaming เล็กน้อยต่อเข้ากับชุดกลั่น
3. นำไปต้มโดยใช้ electric mantle กลั่นจนได้ของเหลว 50 มิลลิลิตร
4. ปิเปตของเหลวที่ได้มา 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดที่มีฝาปิด เติมสารละลาย TBA reagent5 มิลลิลิตรปิดฝา เขย่าแล้วนำไปต้มในน้ำเดือดเป็นเวลา35 นาที
5. ทำ blank พร้อมไปโดยใช้น้ำกลั่น 5 มิลลิลิตร แทนตัวอย่าง
6. หลังจากครบ 35 นาที แล้วนำไปทำเย็นภายใน 10 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 538 นาโนเมตร

TBA number = 7.8 × OD (มิลลิกรัม maloaldehydeต่อ กิโลกรัม)

การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระ (A_w)(A.O.A.C., 2000)

วิธีการวิเคราะห์

1. ก่อนใช้งานทำการ calibrate ตามวิธีการดังนี้

1.1 นำ salt standard (ความชื้นมาตรฐานมาใส่ measuring chamber ได้เริ่มต้นด้วย salt standardSAL-90 (90.1%ERH)

1.2 ปิดฝาครอบให้เรียบร้อย

1.3 หมุนปุ่มสีเหลืองตรงด้านหน้าไปยังหมายเลข 2

1.4 รอจนกว่าค่า A_wใกล้เคียงกับค่าsalt standard ที่ใส่ไป

1.5 กดปุ่ม enter จนกระทั่งข้อความบนจอหยุดกะพริบ

1.6 ทำการcalibrate หลายๆ ค่าในคราวเดียวกันเป็นลำดับ เริ่มจากคำนวณถึงค่าน้อยอย่างน้อยสองค่า ซึ่งสามารถครอบคลุมถึงค่า A_w ที่คาดว่าจะเป็นค่าA_w ของตัวอย่างที่ต้องการจะวัด

1.7 เครื่องจะทำการcalibrate จนเสร็จสิ้นกระบวนการ

1.8 เข้าโปรมแกรมวัดค่าA_w จากนั้นหมุนปุ่มสีเหลืองของเครื่อง Thermoconstanterไปที่ตำแหน่งที่ 1

2. นำตลับพลาสติกมาใส่สารตัวอย่างให้ได้ปริมาณ 80-90 เปอร์เซ็นต์ของความจุ

3. นำตลับตัวอย่างมาใส่ใน measuring chamber

4. ปิดฝา chamberโดยหมุนตามเข็มนาฬิกา และปิดฝาครอบ

5. รอจนกระทั่ง Relative Humidity ของอากาศที่วัดได้อยู่ในสภาวะที่สมดุลกับสารตัวอย่าง

6. จนบันทึกค่า

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางจุลินทรีย์

วิธีการทดสอบ Total plate count โดยใช้วิธีของ (FDA, 2001)

เครื่องมือและอุปกรณ์

Plastic Petri Dish ขนาด 90 มิลลิเมตร

Pipet + Pipet aids 1,5,10 มิลลิลิตร

Dilution Bottle ขนาด 250 มิลลิลิตร

Water Bath 45+1 องศาเซลเซียส

Incubator 35+1 องศาเซลเซียส

Colony counter

Dilution Tube ขนาด 20 x150 มิลลิลิตร

อาหารเลี้ยงเชื้อและน้ำยาสารเคมี

Peptone Diluent 90 + 1 มิลลิลิตร

Peptone Diluent 9 + 1 มิลลิลิตร

Plate Count Agar

วิธีการวิเคราะห์

1. ทาการปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจางที่ต้องการหาเชื้อมา 1 มิลลิลิตรใส่ใน plate โดยแต่ละความเจือจางทำ 2 plate

2. Pour Plate โดยเทอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA อุณหภูมิ 45+ 1 องศาเซลเซียสประมาณ 12-15 มิลลิลิตรผสมให้เข้ากันโดยการหมุน plate ขึ้น-ลง 5 ครั้งวนขวา-ซ้าย 5 ครั้งวนตามเข็ม-ทวนเข็มนาฬิกา 5 ครั้งเพื่อให้ตัวอย่างอาหารผสมเข้ากันกับอาหารเลี้ยงเชื้อ

3. ทิ้งให้เย็นจนอาหารเลี้ยงเชื้อแข็งคว่ำ plate นำไปบ่มในตู้บ่ม (Incubator) ที่อุณหภูมิ 35+ 1 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 48+ 2 ชั่วโมง

4. ทำการบันทึกผลหลังจากบ่มไว้ 48 + 2 ชั่วโมงแล้วนับโคโลนีของเชื้อที่อยู่ในช่วง 25-250 โคโลนีในแต่ละความเจือจางและบันทึกผลจำนวนโคโลนีที่นับได้ 63

วิธีทดสอบหาปริมาณยีสต์และราโดยใช้วิธีของ (FDA, 2001)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ตู้บ่มเชื้อ (Incubator) 25±1 องศาเซลเซียส
2. อ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Waterbath) 45±1 องศาเซลเซียส
3. เครื่องชั่งน้ำหนักทศนิยม 2 ตาแหน่ง
4. เครื่องตีตัวอย่าง (Stomacher)
5. ถุงใส่ตัวอย่าง (Stomatcher Bag)
6. เครื่องปั่นตัวอย่าง (Blender)
7. โถปั่นตัวอย่าง (Blender Jar)
8. ตะเกียงแก๊ส (Bunsen burner)
9. เครื่องนับเชื้อจุลินทรีย์
10. กล้องจุลทรรศน์
11. ปิเปตปลอดเชื้อขนาด 1, 5, 10 มิลลิลิตร
12. ขวดปลอดเชื้อขนาด 250, 500 มิลลิลิตร
13. หลอดทดลองปลอดเชื้อขนาด 20x150 มิลลิลิตร
14. จานอาหาร (Petridish) ปลอดเชื้อ
15. ช้อน
16. กรรไกร
17. มีด
18. แท่งแก้วงอ

อาหารเลี้ยงเชื้อและน้ำยาสารเคมี

Peptone diluent, 0.1%

Dichloran rose bengal Chloramphenicol (DRBC) agar

Dichloran 18% glycerol (DG 18) agar

วิธีกำรวิเครำะห์

1. เทอาหาร DRBC / DG18 ลงใน plate ประมาณ 15-20 มิลลิลิตรทิ้งให้แข็งตัว

2. สำหรับตัวอย่างอาหารทั่วไปต้องการหาปริมาณเชื้อยีสต์และราทำการปิเปตตัวอย่างแต่ละความเจือจางจากข้อ 6.2 ลงไปใน DRBC agar plate ละ 0.1 มิลลิลิตร duplicate plate แล้ว spread plate โดยใช้แท่งแก้วงอที่จุ่มแอลกอฮอล์และลนไฟก่อนใช้งานการ spread plate ต้อง spread ให้ตัวอย่างกระจายทั่ว plate จากนั้นนาไปบ่มในตู้บ่มเชื้ออุณหภูมิ 25+1 องศาเซลเซียสโดยวาง plate หงายและตั้งซ้อนกัน 3-5 plate เป็นเวลา 5 วันถ้าไม่มีเชื้อขึ้นให้บ่มต่ออีก 2 วัน

3. การบันทึกผลหลังจากบ่มครบ 5 หรือ 7 วันแล้วทำการนับโคโลนีของเชื้อที่อยู่ในช่วง10-150 โคโลนีในแต่ละความเจือจางจำนวนโคโลนีที่นับได้โดยแยกนับระหว่างโคโลนีของเชื้อยีสต์และรา

วิธีทดสอบหาปริมาณ *Clostridium botulinum* โดยใช้วิธีของ (BAM Online 2001, Chapter 21A)

การเตรียมตัวอย่าง

1. ชั่งตัวอย่างในภาชนะที่ปราศจากเชื้อ ประมาณ 25 กรัม

2. ใช้ Forceps และกรรไกร ที่ปราศจากเชื้อตัดอาหารเป็นชิ้นเล็ก ๆ

3. บดอาหารให้ละเอียดโดยใช้ที่บด (Motar) ปราศจากเชื้อ ถ้าอาหารแห้งมากควรใส่ 50% Glycerol broth (เก็บไว้ในตู้เย็น 4 °C) ในอัตราส่วน 1: 1 ควรวัดความเป็นกรดหรือด่างก่อนโดยปรับ pH ให้อยู่ 7.0

4. ถ่ายใส่ Sterile Microcentrifuge tube และ นำไปCentrifuge ที่ 12,000 rpm 4°C นาน 30นาที

5. แยกส่วนที่สอง (supernatant) ออกจากกากของอาหาร (pellet)และกรองด้วย Sterile 0.45 µm. Filter

6. นำsupernatant มาทำDirect Mouse Inoculation Test เพื่อทดสอบ Toxicity ถ้าให้ผลToxicity positive ให้ทำNeutralization Test ด้วยAnti-botulinum toxin รอดูผล 1-4วัน หรือนำไปทดสอบด้วยวิธี ELISA (ถ้ามีชุดทดสอบ)

7. นำส่วน pellet มาเพาะเชื้อ บนอาหารเลี้ยงเชื้อ Egg yolk agar(EY) incubate ที่ 35°C 48ชม. และตรวจสอบโคโลนีที่ให้ lipase positive ทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีถ้าให้ผลSuspected C. botulinumให้ทดสอบ Polymerase Chain Reaction(PCR) สำหรับC.botulinum type A,B ต่อไป และนำเชื้อที่ได้ไปทดสอบ Mouse Inoculation Test หาToxicity ถ้าให้ผลบวกทำ

Neutralization Test กับ Specific Anti-Botulinumtoxinต่อไปโดยนำเชื้อเลี้ยงใน Enrichment broth 5 วัน ก่อนนำไปทดสอบทำการ Diluted ที่ 1:10

8. แยก pellet ส่วนหนึ่งมาใส่ Enrichment broth เช่น Cooked Meat DextroseGlycerol(CMDG) Tryptone Peptone Glucose Yeast-extract (TPGY) สำหรับกลุ่ม Non-proteolyticให้เติม 0.5%Trypsin 1 ml. ลงไปTPGY broth (TPGYT)

9. นำEnrichment broth ไป incubateที่ 35 °Cนาน 5 วัน สำหรับกลุ่ม Proteolyticและ incubateที่ 25 °C นาน 5 วัน สำหรับกลุ่ม Non-Proteolytic

10. หลังจาก Incubate ครบตามเวลา นำ2 ml. ของ Enrichment broth ผสมกับ 2 ml. ของSterile(โดยใช้0.45 µm. Filter) Absolute Alcohol ในอัตราส่วน 1 : 1 เขย่าให้เข้ากันดีตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 1 ชม. ควรทำการเขย่าtube ทุก ๆ 15 นาที

11. นำ2 ml. ของ แต่ละ Enrichment broth จากข้อ 9 ใส่ใน Sterile Tube นำมา Heat ที่ 80 °C นาน 10 นาทีสำหรับกลุ่ม Non – Proteolyticไม่ควรทำวิธี Heat เนื่องจากเชื้อมีความไวต่อความร้อน

12. จากข้อ 10, 11 หลังจากที่ตั้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง และ Heat แล้ว ให้นำมาเพาะเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Egg yolk agar incubate ที่ 35oC 48 ชม. และตรวจสอบโคโลนีที่ให้ lipase positive เพาะเลี้ยงตอไปเพื่อทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีถ้าให้ผล SuspectedC. botulinumให้ทดสอบ Polymerase Chain Reaction(PCR) สำหรับ *C. botulinum* type A,B ต่อไป และนำเชื้อได้ไปทดสอบ Mouse Inoculation Test หา Toxicity ถ้าให้ผลบวกทำNeutralization Test กับ Specific Anti-Botulinumtoxinต่อไปโดยนำเชื้อเลี้ยงใน Enrichment broth 5 วัน ก่อนนำไปทดสอบทำการ Dilutedที่ 1:10

หมายเหตุ ถ้าตัวอย่างที่ Enrichment ไว้ นำมาทำโดยวิธี Alcohol และ Heat แล้วพบว่าเชื้อไม่ขึ้น ควรนำหลอด Enrichment มาทำซ้ำอีกครั้ง โดยวิธี Unheat

ภาคผนวก จ

การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร

ภาคผนวก จ
การทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในอาหาร

วันที่ทดสอบ9 มกราคม 2561
ตัวอย่าง ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุในรีทอร์ทเพาช์

วิธีการ

เตรียมตัวอย่างปลาทูต้ม (ดึงหัวปลาออก) และน้ำปรุง ชั่งน้ำหนักปลาทู 80-90 กรัม และน้ำปรุง 100 กรัม บรรจุในถุงรีทอร์ทเพาช์ชนิดทึบแสง (PET12/NY15/Al9/CPP80) แบบซองตั้ง ขนาด 120 x 170 x 35 มม.ปิดผนึกด้วยเครื่องซีลแบบสายพาน จากนั้นนำไปฆ่าเชื้อด้วยเครื่องฆ่าเชื้อระบบน้ำร้อนสเปรย์ HotWater Spray Retort (Model: RCS-60SPXTG; HISAKA, Japan)ที่อุณหภูมิ 121°ซความดัน 0.2 MPaนาน 30, 45 และ 60 นาที ตามลำดับ ระยะเวลา Come-up-time 14 นาที และระยะเวลาทำให้เย็นนาน 25 นาที ทดสอบการแทรกผ่านความร้อน โดยวัดอุณหภูมิตัวอย่างบริเวณกึ่งกลางถุงจำนวน 3 ซ้ำ ด้วยเทอร์โมคอปเปิลชนิด Type T เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ และโปรแกรม E-Val Pro นำข้อมูลที่ได้คำนวณค่า F_o ตามวิธีของ Ball's method กำหนดอุณหภูมิเริ่มต้นของตัวอย่าง (IT) ที่ 26°ซ

ผลการทดลอง

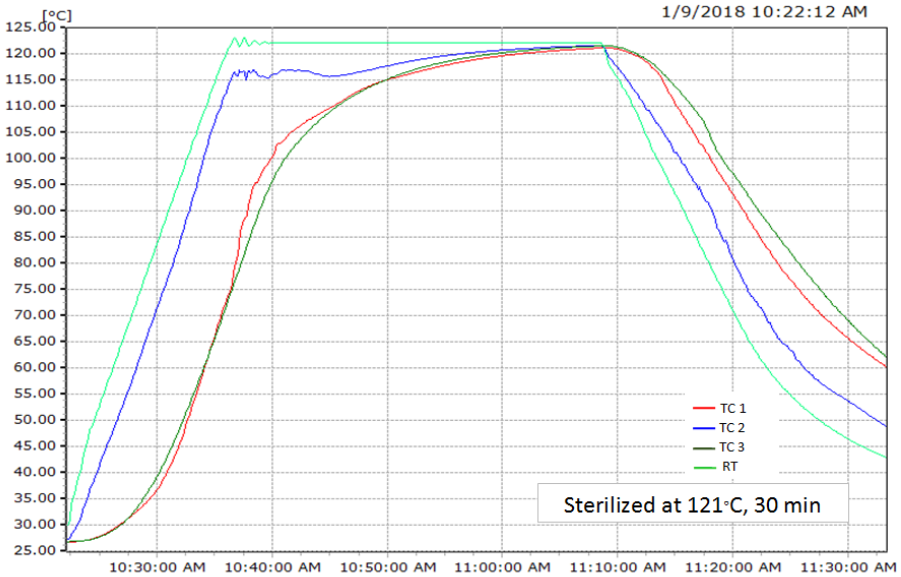
การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด ในระหว่างการฆ่าเชื้อที่ช่วงเวลาต่างกัน

ระยะเวลาที่ใช้ในการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121°ซ (นาที)	F_o (นาที)
30	4.64
45	17.25

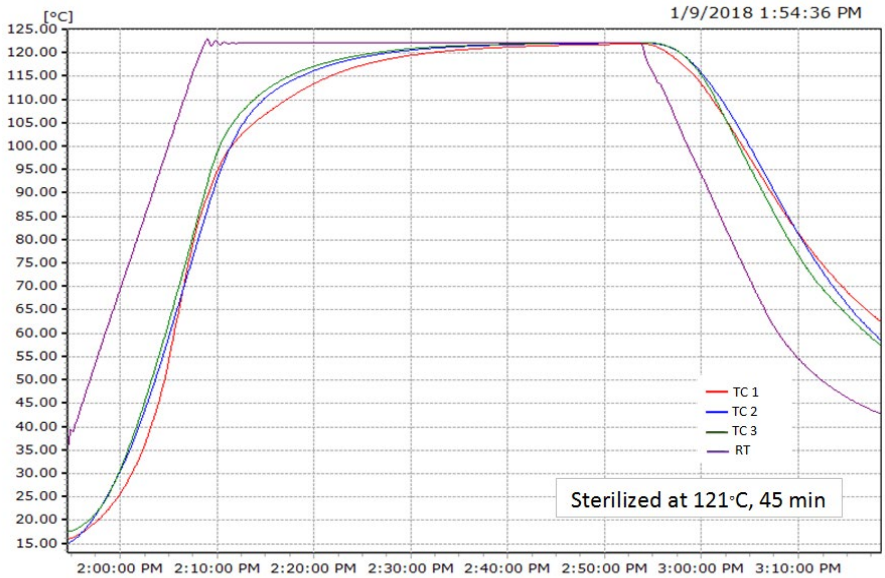
60	29.55

จากการทดสอบการแทรกผ่านความร้อนในตัวอย่างปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด ที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ระยะเวลาต่างๆ กัน เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อพบว่าการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30, 45 และ 60นาที ได้ค่า F_0 เท่ากับ4.46,17.25และ 29.55นาที ตามลำดับซึ่งเพียงพอต่อการทำลายสปอร์ของเชื้อจุลินทรีย์*C. botulinum*ที่สามารถสร้างสารพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยมีค่า F_0อย่างน้อย 3 นาทีและจุลินทรีย์กลุ่มที่ทนความร้อนสูง (Thermophile) ซึ่งมีค่า D-value ($D_{250}{}^{\circ}{}_{F}$=4.0-5.0 min) มากกว่า*Cl. botulinum*

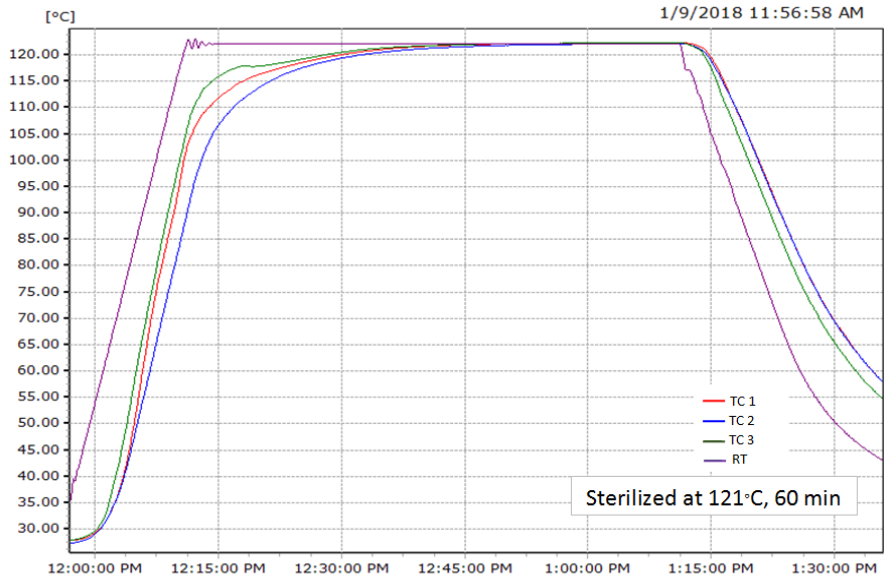
การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิในระหว่างการฆ่าเชื้อ



ภาพที่ 1 การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 30 นาที



ภาพที่ 2 การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 45 นาที



ภาพที่ 3 การฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที

ภาคผนวก ฉ

แบบสัมภาษณ์การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ(อ.เมือง อ.บ้านแหลมและ อ.ชะอำ) จ.เพชรบุรี

ภาคผนวก ฉ

แบบสัมภาษณ์การสำรวจปริมาณและผลผลิตปลาทู ณ ท่าเรือ(อ.เมือง อ.บ้านแหลมและ อ.ชะอำ) จ.เพชรบุรี

ข้อมูลทั่วไป

ชื่อผู้ตอบแบบสัมภาษณ์.....วันที่ให้สัมภาษณ์.....

ที่อยู่บ้านเลขที่.....หมู่..... ตำบล.....อำเภอ.....

จ. เพชรบุรี

ชื่อท่าขึ้นปลา.....ชื่อแพปลา.....

คำแนะนำ โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ☐ ให้ตรงกับคำตอบหรือกรอกข้อความในช่องว่างที่กำหนด

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของเกษตรกร

1. เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง

2. อายุ .....ปี

☐ 0-20 ปี ☐ 21-40 ปี ☐ 41-60 ปี ☐ 61 ปีขึ้นไป

3. การศึกษา

☐ ไม่ได้ศึกษา ☐ จบการศึกษาระดับประถมศึกษา

☐ จบการศึกษาระดับมัธยมศึกษา ☐ จบการศึกษาระดับอนุปริญญา, ปวส.

☐ อื่นๆ.....

3.1 อำเภอที่ให้สัมภาษณ์

☐ อำเภอเมือง ☐ อำเภอบ้านแหลม ☐ อำเภอชะอำ

ตอนที่ 2 ข้อมูลการผลิต

4. ชื่อเรือประมง

☐ มี ชื่อ..... ☐ ไม่มี

4.1 ความยาวเรือ.....เมตร

☐ 0-5 เมตร ☐ 5.1 เมตร – 10 เมตร ☐ 10.1 เมตร-15 เมตร

☐ 15.1 เมตร- 20 เมตร ☐ 20 เมตรขึ้นไป

5. เลขที่เรือประมง

☐ มี เลข..... ☐ ไม่มี

6. ประเภทเรือประมง

☐ อวนลากแผ่นตะเฆ่ ☐ อวนลากคู่

☐ อวนล้อมจับปลาโอ ☐ อวนลอยปลาอินทรี

☐ อวนล้อมซั้ง ☐ อวนดำ

☐ อวนล้อมจับปลากะตัก ☐ เรือบรรทุกสัตว์น้ำ

☐ อื่นๆ (ระบุ).....

7. แหล่งทำการประมง

☐ อ่าวไทย ☐ อันดามัน ☐ นอกน่านน้ำ

8. เครื่องมือที่ใช้ทำการประมง

☐ อวนลากแผ่นตะเฆ่ ☐ อวนลากคู่

☐ อวนล้อมจับปลาโอ ☐ อวนลอยปลาอินทรี

☐ อวนล้อมซั้ง ☐ อวนดำ

☐ อวนล้อมจับปลากะตัก ☐ เรือบรรทุกสัตว์น้ำ

☐ อื่นๆ (ระบุ) เช่นอวนติดตา ลอบหมึก เรือหาง.....

9. จำนวนวันที่ออกทำการประมง

☐ 1-7 วัน/เที่ยว ☐ 8-14 วัน/เที่ยว

☐ 15-21 วัน/เที่ยว ☐ อื่นๆ.....วัน/เที่ยว

10. เดือนที่ทำการประมง

☐ 1-3 เดือน ☐ 4-6 เดือน ☐ 7-9 เดือน ☐ 10-12 เดือน

10.1 รวมเดือนที่ทำการประมง .....เดือน/ปี

☐ 1 เดือน ☐ 2 เดือน ☐ 3 เดือน ☐ 4 เดือน

☐ 5 เดือน ☐ 6 เดือน ☐ 7 เดือน ☐ 8 เดือน

☐ 9 เดือน ☐ 10 เดือน ☐ 11 เดือน ☐ 12 เดือน

11. เดือนที่ทำการจับสัตว์น้ำได้ผลดีที่สุด

☐ เดือน ธ.ค.-ก.พ. ☐ เดือน มีค.-พ.ค. ☐ เดือน มิ.ย.-ส.ค.

☐ เดือน ก.ย.-พ.ย.

12. จำนวนเที่ยวที่จับ/เดือน

☐ 1 เที่ยว/ เดือน ☐ 2 เที่ยว/ เดือน ☐ 3 เที่ยว/ เดือน

☐ 4 เที่ยว/ เดือน ☐ มากกว่า 5 เที่ยว/เดือน

13. ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้/เที่ยว (กิโลกรัม/ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้/เที่ยว)

☐ น้อยกว่า 200 กิโลกรัม ☐ 200-300 กิโลกรัม ☐ 301-400 กิโลกรัม

☐ 401-500 กิโลกรัม ☐ มากกว่า 500 กิโลกรัม

14. ปริมาณสัตว์น้ำที่จับได้ทั้งปี (กิโลกรัม.....)

☐ น้อยกว่า 10,000 กิโลกรัม ☐ 10,001- 20,000 กิโลกรัม ☐ 20,001 - 30,000 กิโลกรัม

☐ 30,001 - 40,000 กิโลกรัม ☐ มากกว่า 40,001 กิโลกรัม

15. ค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน .....บาท/ครั้ง

☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001- 30,000 บาท ☐ 30,001 - 50,000 บาท

☐ 50,001 - 70,000 บาท ☐ มากกว่า 70,000 บาท

16. ต้นทุนการผลิต /ครั้ง..... บาท

☐ น้อยกว่า 10,000 บาท ☐ 10,001- 30,000 บาท ☐ 30,001 - 50,000 บาท

☐ 50,001 - 70,000 บาท ☐ มากกว่า 70,000 บาท

16.1 กำไรร้อยละ/ครั้ง

☐ น้อยกว่า 20 % ☐ 21-30 % ☐ 31-40 %

☐ 41-50 % ☐ มากกว่า 50 %

17. อัตราส่วนของชนิดสัตว์น้ำที่จับได้ (ให้สอบถามชนิดสัตว์น้ำทั้งหมดที่จับได้ในแต่ละเที่ยว ประมาณ 5 อันดับ)

ลำดับที่	ชนิดสัตว์น้ำ	ราคาเฉลี่ย บาท / กก.	ร้อยละของชนิดสัตว์น้ำ
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			

18. การปฏิบัติต่อสัตว์น้ำหลังจากจับได้

☐ มี โดย.....

☐ ไม่มี

ตอนที่ 3 การจำหน่าย

19. การจำหน่าย

☐ ขายปลีก ☐ ขายส่ง ☐ อื่นๆ เช่นส่งแพปลา .....

20. ลักษณะการซื้อ

☐ คัดขนาด ☐ เหมา

21. การจ่ายเงิน

☐ เงินสด ☐ เครดิต

ปัญหาที่พบ เช่น การผลิต การจำหน่าย นโยบายของรัฐบาล อื่นๆ

1.....

2.....

3.....

4.....

- ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ขอบคุณครับ

ภาคผนวก ช

เอกสารการเผยแพร่งานวิจัย

170

ที่ ศธ ๐๕๕๕.๓๕/ว๑๔๑

สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบุรี
๗๖๐๐๐

๙ พฤศจิกายน ๒๕๖๑

เรื่อง ตอบรับบทความวิจัย และเชิญร่วมนำเสนอผลงานวิจัยในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ "ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ ๕"

เรียน คุณผู้ช่วยศาสตราจารย์สุภัทรา กล่ำสกุล, รองศาสตราจารย์ ดร.บัญญัติ ศิริธนาวงศ์ และนายบัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย

ตามที่ท่านได้ส่งบทความวิจัย เรื่อง *"การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์"* เข้าร่วมนำเสนอในการประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ "ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ ๕" (5th Rajabhat University National and International Research & Academic Conference: RUNIRAC V) ในระหว่างวันที่ ๒ – ๕ ธันวาคม ๒๕๖๑ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี นั้น

สถาบันวิจัยฯ ได้รับบทความวิจัยดังกล่าวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว และบทความวิจัยของท่านได้นำเสนอใน *ภาคโปสเตอร์ (Poster Presentation) ระดับชาติ* ในการนี้ จึงขอเชิญท่านเข้าร่วมประชุมและนำเสนอบทความวิจัยดังกล่าว ทั้งนี้ ท่านสามารถดูตารางและลำดับการนำเสนอบทความวิจัยได้ที่เว็บไซต์ http://runirac2018.pbru.ac.th

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบ และขอขอบคุณเป็นอย่างสูงที่เข้าร่วมนำเสนอผลงานวิจัยในครั้งนี้

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์แสนประเสริฐ ปานเนียม)
ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี

ฝ่ายวิจัย
โทรศัพท์/โทรสาร ๐๓๒ – ๔๙๓๒๗๗
Research@gmail.pbru.ac.th

171

รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการ (PROCEEDING)
การประชุมวิชาการระดับชาติและนานาชาติ
"ราชภภัฏวิจัยครั้งที่ 5"

PBRU

DECEMBER 2-5, 2018

RUNIRAC V

Phetchaburi Rajabhat University

สหวิทยาการกับการสร้างสรรค์นวัตกรรมเพื่อขับเคลื่อน
งานวิจัยฐานรากสู่สากลในศตวรรษที่ ๒๑

172

RUNIRAC V

December 2-3, 2018 PBRU

Phetchaburi Rajabhat University

การประชุมวิชาการระดับนานาชาติ และระดับชาติ ราชภัฏวิจัย ครั้งที่ 5

173

การเปรียบเทียบวิธีการสกัดดีเอ็นเอกับตัวอย่างเลือดและเปลือกไข่นกต่อประสิทธิภาพการตรวจเพศนกด้วยปฏิกิริยาลูกโซ่พีซีอาร์
กรวิทย์ พึ่งแรง, สิรภพ บุญญาลงกรณ์, ดำรงศักดิ์ อาลัย, สกุณา พัฒนกุลอนันต์ และปรีดา เลิศวัชระสารกุล 128
การสำรวจความหลากหลายของสัตว์ในพื้นที่ป่าชุมชนบ้านถ้ำเสือ อำเภอแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี
สำรวย มะลิถอด, ทวิรัตน์ ก้อนเครือ และจารุวัฒน์ จันทร์มั่น 134
ผลของผักตบชวาแห้งเป็นวัสดุรองพื้นคอกต่อสมรรถภาพการผลิตไก่เนื้อ
สิริมาศ ทิมเพชร, สมิตรา ศรียุก, ณัฐพงษ์ ทองมาก และสำรวย มะลิถอด 139
การกำจัดลูกน้ำยุงลายด้วยฝักยี่โถ (*Nerium oleander* L.) ผสมปูนแดง
วรัฏฐา เหมทอง 144
การออกแบบไพรเมอร์เพื่อการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของหอยตลับ (*Meretrix meretrix*) ในภาคใต้ของประเทศไทย
จุฑามาศ ศุภพันธ์, วีระเกียรติ ทรัพย์มี, กาญจนา จันทวงค์ และพัชราภรณ์ รักษาอินทร์ 150
การพัฒนาแผ่นวัดสีเกลือทะเล
จุฑามาศ ทะแกล้วพันธุ์[1] จินตนา วิบูลย์ศิริกุล[2] และมนัญญา ปริยวิชญภักดี 156
การพัฒนาสูตรไอศกรีมตามธาตุเจ้าเรือน
อรอนงค์ ศรีพวาทกุล, นันทิยา ดอนเกิด, กัญญา รัชตชัยยศ และภัทรา จูลวรรณา 162

174

การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์

Shelf-life study of Sweet Boiled Mackerel in Sugar Palm Soup in Retort Pouch

สุภัทรา กล่ำสกุล[1] บัญญัติ ศิริธนาวงศ์[2] และบัณฑิตพงษ์ ศรีอำนวย[3]

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
สถานที่ทำงานคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถานที่ติดต่อ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โทรศัพท์ 032 493 270
อีเมล sklamsakul@hotmail.com

[2] สาขาวิชาเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สถานที่ทำงาน คณะเทคโนโลยีการเกษตร
สถานที่ติดต่อ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โทรศัพท์ 032 493 270 อีเมล bunyat4@gmail.com

[3] สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี สถานที่ทำงาน สถาบันวิจัยและส่งเสริมศิลปวัฒนธรรม
สถานที่ติดต่อ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี โทรศัพท์ 032 493 277 อีเมล bundidpong.s@hotmail.com

บทคัดย่อ

การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์ โดยผ่านการฆ่าเชื้อที่ 121 องศาเซลเซียส เวลาการฆ่าเชื้อนาน 45 นาที มีค่า F_0 เท่ากับ 17.25 นาที โดยศึกษาคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดพบว่ามีโปรตีนเท่ากับร้อยละ 9.45 ไขมันเท่ากับร้อยละ 2.74 เถ้าเท่ากับร้อยละ 1.42 เยื่อใย

1. ความเป็นมาและความสำคัญของงานวิจัย

ปลาทูเป็นผลผลิตทางการประมงชนิดที่สำคัญของจังหวัดเพชรบุรี เพชรบุรีเป็นแหล่งจับปลาทูที่สำคัญของอ่าวไทยตอนบน (เขต 2) ซึ่งมีปริมาณการจับปลาทู ร้อยละ 38 ซึ่งได้แก่จังหวัด เพชรบุรี สมุทรสาคร สมุทรสงคราม (จารุมาศ, 2542) ปลาทูเป็นอาหารโปรตีนที่มีคุณภาพสูง เป็นทรัพยากรที่ได้จากการจับจากธรรมชาติทั้งหมด ปลาทูเป็นหนึ่งในอาหารประจำชาติที่ทุกคนรับประทานเพราะมีรสชาติถูกปากทั้งในรูปปลาทูสด ปลาทูนึ่ง และปลาทูที่ผ่านการแปรรูป สารอาหารในเนื้อปลาทูประกอบด้วย โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส วิตามินบี1 วิตามินบี2 ไนอะซิน เหล็ก และแคลเซียม เป็นต้น (สำนักโภชนาการ, 2544)

spss version 19 ที่ระดับนัยสำคัญ P≤0.05 และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างตัวอย่างโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT)

5. สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

5.1 ศึกษาคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่บรรจุในรีทอร์ตเพาซ์

ตารางที่ 1 แสดงคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณ
โปรตีน (ร้อยละ)	9.45
ไขมัน (ร้อยละ)	2.74
เถ้า (ร้อยละ)	1.42
เยื่อใย (ร้อยละ)	0.00
ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด (ร้อยละ)	13.52
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด(กิโลแคลอรี่/100กรัม)	116.54
ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน (กิโลแคลอรี่/100 กรัม)	24.66

จากตารางที่ 1 การแสดงคุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าโปรตีนของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 9.45 ไขมันของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 2.74 เถ้าของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 1.42 เยื่อใยของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ ไม่พบปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 13.52 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับร้อยละ 116.54 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมันของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์เท่ากับ ร้อยละ 24.66 กิโลแคลอรี่/100 กรัม

5.2 การศึกษาอายุการเก็บรักษาปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์

5.2.1 คุณภาพทาง เคมี-กายภาพ

ตารางที่ 2 แสดงค่าสีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาการฆ่าเชื้อ เท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ค่าสี	ระยะเวลาในการเก็บรักษา (เดือน)			
	0	1	2	3
ค่าสีของน้ำปรุง				
$L^{*\,ns}$	25.20± 0.82	23.91± 0.75	23.36± 0.70	21.08± 0.48
$a^{*\,ns}$	16.58± 0.04	17.18± 0.05	17.68± 0. 08	18.04± 0.19
$b^{*\,ns}$	10.32± 0.4	9.74± 0.14	8.87± 0.23	8.64± 0.0
ค่าสีของเนื้อปลาทู				
$L^{*\,ns}$	26.58± 6.29	25.68± 9.78	24.54± 7.43	23.78± 2.98
$a^{*\,ns}$	15.20± 3.52	15.72± 0.78	16.36± 3.30	16.99± 1.36
$b^{*\,ns}$	9.10± 5.62	9.03± 4.33	8.98± 2.91	8.77± 2.74

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P≥0.05)

จากตารางที่ 2 ผลการวิเคราะห์การวัดค่าสีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่า ค่าสีของน้ำปรุงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลง แสดงว่าสีน้ำปรุงคล้ำลงหรือเข้มขึ้น ค่า a* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของน้ำปรุงมีความเป็นสีแดงมากขึ้น ค่า b* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของน้ำปรุงมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น จากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิในการเก็บรักษามีผลทำให้ผลิตภัณฑ์เกิดปฏิกิริยาสีน้ำตาลที่ไม่ใช้เอนไซม์ขึ้น (กวิดา, 2547) ปฏิกิริยาดังกล่าวทำให้สีของน้ำปรุงปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดเข้มขึ้น ในด้านค่าสีของเนื้อปลาทูมีความไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลงแสดงว่าสีของเนื้อปลาทูคล้ำลงหรือสีเข้มขึ้นค่า a* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีแดง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของเนื้อปลาทูมีความเป็นสีแดงมากขึ้น ค่า b* เป็นบวก แสดงถึงความเป็นสีเหลือง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น แสดงว่าสีของเนื้อปลาทูมีความเป็นสีเหลืองมากขึ้น ซึ่งในส่วนของเนื้อปลาทูในระหว่างกระบวนการให้ความร้อน เนื้อปลามีการดูดซึมน้ำปรุงเข้าไปภายในชิ้นส่วนของปลาทู ดังนั้นเมื่อน้ำปรุงมีสีเข้มขึ้นเนื้อปลาทูก็จะมีสีเข้มขึ้นเช่นกัน

ตารางที่ 3 แสดงคุณภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะเวลาในการเก็บรักษา	ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)			
	0	1	2	3
ความแข็ง (N) ^{ns}	200.64± 20.42	218.09± 15.51	228.56± 13.94	242.48± 10.86
TBA value (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) ^{ns}	0.92± 0.01	1.04± 0.01	1.13.± 0.02	1.21± 0.03
ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ^{ns}	0.98	0.98	0.98	0.98

หมายเหตุ : ^{ns} หมายถึง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05)

จากตารางที่ 3 พบว่าคุณภาพทางกายภาพของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลาเท่ากับ 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน ค่าความแข็งของเนื้อปลาทูต้มปลามีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น อยู่ในช่วง 200.64 ถึง 242.48 ซึ่งค่าไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) อาจเป็นเพราะระยะเวลาการเก็บรักษาไม่มีผลต่อค่าความแข็งของเนื้อปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดที่บรรจุรีทอร์ตเพาซ์

ค่า TBA (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุ รีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน มีปริมาณค่า TBA เท่ากับ 0.92, 1.04, 1.13 และ1.21 ตามลำดับ พบว่าจากการทดลอง พบว่า ปริมาณค่า TBA มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อย แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) เพราะเนื่องจากในปลาทูมีไขมันเป็นส่วนหนึ่งในองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อปลาทูโดยปกติแล้วไขมันจะเกิดปฏิกิริยาไลพิดออกซิเดชั่นส่งผลให้เกิดกลิ่นหืน โดยมีตัวเร่งปฏิกิริยา คือ ความร้อน แสง และออกซิเจน ซึ่งกลิ่นหืนนี้สามารถตรวจสอบได้จากการวัดค่า TBA (มิลลิกรัมมาโลแนลดีฮายด์/กิโลกรัม) (Hamilton, 1994)

ปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ (P>0.05) เพราะเนื่องจาก

ตารางที่ 4 แสดงปริมาณจุลินทรีย์ของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ชนิดของจุลินทรีย์	ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน			
	0	1	2	3
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 35 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Aerobic plate count (cfu/ml) ที่ 55 °C	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ	ไม่พบ
Clostridium botulinum (cfu/ml)	-	-	-	-
Thermophile anaerobe (cfu/2ml)	-	-	-	-
Flat sour thermophilic (cfu/2ml)	-	-	-	-

หมายเหตุ : - คือ Negative (ผลเป็นลบ)

จากตารางที่ 3 ผลการวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Aerobic plate count) ปริมาณคลอสติเดียมโบทูลินัม (*Clostridium botulinum)* ปริมาณจุลินทรีย์ที่ทนความร้อนสูง (Thermophile anaerobe) และปริมาณจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดรสเปรี้ยว (Flat sour thermophilic) ในปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที F_0 เท่ากับ 17.45 นาที เก็บรักษา 3 เดือน พบว่าไม่พบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวทั้งหมด เพราะอุณหภูมิที่ใช้ในการฆ่าเชื้อเพียงพอต่อการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ Frott and Lewis (1994) ค่า F_0 ของ ผลิตภัณฑ์จากปลาควรจะมีค่าอยู่ในช่วง 5 - 20 นาที สำหรับผลิตภัณฑ์ปลาในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ทเพาซ์โดยทั่วไปมีค่า F_0 อยู่ระหว่าง 5 - 10 นาที (Vazhiyil, 2005)และสอดคล้องกับงานวิจัยของพฤกษา (2559) ศึกษาผลของเวลาการให้ความร้อนในปลาทูต้มเค็มในบรรจุภัณฑ์รีทอร์ตเพาซ์ที่ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30, 40 และ 50 มีค่า F_0 เท่ากับ 7.7, 8.8 และ 12.1 นาทีตามลำดับ ผลการทดสอบทางด้านจุลินทรีย์ ไม่พบการเจริญของจุลินทรีย์ทั้งหมด(TPC)

5.2.3 การทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัส

ตารางที่ 5 แสดงคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ที่ผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ที่เวลา 45 นาที ระยะเวลาการเก็บรักษา 3 เดือน

ระยะเวลาการเก็บรักษา (เดือน)	คุณลักษณะทางประสาทสัมผัส				
	สี	กลิ่น(น้ำตาลโตนด)	รสชาติ	เนื้อสัมผัส	ความชอบโดยรวม
ตัวอย่างควบคุม	5.88 ± 1.00^{b}	6.08 ± 1.32^{b}	5.08 ± 0.71^{b}	5.24 ± 0.85^{b}	6.28 ± 0.75^{b}

ตัวอย่างควบคุม ในทุกๆคุณลักษณะ อาจเพราะปลาทูต้มหวานสูตรควบคุมไม่สามารถบริโภคทั้งก้างได้ เนื่องจากยังไม่ผานกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยความร้อนที่สูง แต่ปลาทูต้มหวานสูตรที่ทำการศึกษาสามารถบริโภคทั้งก้างได้เนื่องจากก้างนิ่มและคุณลักษณะเรื่องของสีและกลิ่นของน้ำตาลโตนดสูตรปลาทูต้มหวานสูตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อจะมีคะแนนสูงกว่าสูตรควบคุม

สรุป

1. คุณภาพทางเคมีของปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนดบรรจุรีทอร์ตเพาซ์ พบว่า โปรตีน เท่ากับ ร้อยละ 9.45 ไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 2.74 เถ้า เท่ากับ ร้อยละ 1.42 เยื่อใยไม่พบ ปริมาณคาร์โบไฮเดรตทั้งหมด เท่ากับ ร้อยละ 13.52 ปริมาณแคลอรี่ทั้งหมด ร้อยละ 116.54 กิโลแคลอรี่/100 กรัม และปริมาณแคลอรี่ทั้งหมดจากไขมัน เท่ากับ ร้อยละ 24.66 กิโลแคลอรี่/100 กรัม

2. การศึกษาอายุการเก็บรักษา 3 เดือน พบว่าค่าสีของน้ำปรุงมี ค่าความสว่าง (L*) มีแนวโน้มที่ลดลง ค่าสีแดง (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าสีเหลือง (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าสีของเนื้อปลาทู มีค่า (L*) มีแนวโน้มลดลง ค่า (a*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่า (b*) มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ค่าความแข็งของเนื้อปลาทูมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้น ค่า TBAและปริมาณน้ำอิสระ (A_w) ไม่มีความแตกต่างกัน ในทุกเดือน คุณภาพทางจุลินทรีย์ตรวจไม่พบจุลินทรีย์ทั้ง 5 ชนิดตลอดระยะการเก็บรักษา คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสสูตรที่ทำการศึกษามีคะแนนการยอมรับสูงกว่าสูตรควบคุมทุกคุณลักษณะตลอดระยะการเก็บรักษา

6. ข้อเสนอแนะและการนำไปใช้ประโยชน์

ผู้ประกอบการ และหน่วยงานราชการที่สนใจการแปรรูปผลิตภัณฑ์ปลาทูต้มหวานในน้ำตาลโตนด

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่สนับสนุนทุนวิจัยประจำปี 2561 มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี และผู้ให้การสนับสนุนทุกท่านที่ทำให้งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์