สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงกระบวนการผลิต และการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวด้วยสารไคโตซาน

Process improvement and storage of semi dried Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*) using chitosan

นายธงชัย พุฒทองศิริ

นายวราวุฒิ ครูส่ง

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555

คณะอุตสาหกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
TX
612
.F5
ธ1171

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 131070
วัน,เดือน,ปี 22 พ.ค. 2557

b.1760922
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวด้วยสารไคโตซาน
แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 204,600 บาท
ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ตุลาคม 2554 ถึง 30 กันยายน 2555
หัวหน้าโครงการ นายธงชัย พุฒทองศิริ คณะอุตสาหกรรมเกษตร
ผู้ร่วมโครงการวิจัย นายวราวุฒิ ครูส่ง คณะอุตสาหกรรมเกษตร

บทคัดย่อ

ปลาสลิดสดจากจังหวัดสมุทรปราการ พบว่ามีปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา *Coliform* และ *Salmonellae* แต่ไม่พบ *B. cereus* และ *S. aureus* แล้วศึกษาการล้างปลาสลิดด้วยน้ำเปล่า น้ำส้มสายชู 1% และสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0.5, 1 และ 2% ด้วยการแช่นาน 5 นาที พบว่าสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% สามารถลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ โดยปริมาณเชื้อจุลินทรียทั้งหมด และ *Coliform* ลดลงเหลือ 5.8 log cfu/g และ 43 MPN/g ตามลำดับ และไม่พบ *Salmonella* spp. หลังจากการล้าง แสดงให้เห็นว่าสารละลายไคโตซานมีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในปลาสลิดได้ จากนั้นศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมระหว่างเกลือ สารละลายไคโตซาน และน้ำแข็ง ในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว โดยใช้การวางแผนการทดลองแบบ Mixture design ซึ่งมีส่วนผสมของเกลือ สารละลายไคโตซานเข้มข้น 1% และน้ำแข็ง พบว่าปลาสลิดที่หมักในส่วนผสมที่มีเกลือ 5% สารละลายไคโตซาน 10% และน้ำแข็ง 85% ตามลำดับ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ในระหว่างการหมักได้ และปลาสลิดแดดเดียวที่ได้เป็นที่ยอมรับของผู้ชิม และการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการขนส่งปลาสลิดแดดเดียว โดยแบ่งการศึกษาเป็น 2 ส่วน คือ การเตรียมกระดาษเคลือบไคโตซานเพื่อใช้ห่อปลาสลิดระหว่างการขนส่ง และสภาวะการขนส่งที่เหมาะสม พบว่า กระดาษเคลือบด้วยสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และสภาวะการเก็บและขนส่งปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม คือ การห่อปลาสลิดแดดเดียวด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2% บรรจุถุงโพลีโพรไพลีนแช่ในน้ำแข็ง ซึ่งทำให้ปลาสลิดแดดเดียวมีการสูญเสียน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) ปริมาณด่างที่ระเหยได้ (TVB-N) และปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด ต่ำกว่าทุกสภาวะ

คำสำคัญ : ปลาสลิด ไคโตซาน การผลิต การเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: Process improvement and storage of semi dried Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*) using chitosan

Researcher: Tongchai Puttongsiri and Warawut Krusong

Faculty: of Agro-Industry **Department:** -

ABSTRACT

The initial number of microorganisms in fresh Sepat-Siam was presented that total plate count yeast and mold, coliform bacteria and *Salmonella* spp. There were no *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus*, and *Escherichia coli*. The washing procedure of fresh fish was designed by immersing fresh fish in fresh water (control), 1% (v/v) vinegar and 1% (v/v) vinegar with chitosan at concentrations of 0.5, 1 and 2% (w/v) for 5 minutes. The most reduction in the number of microorganisms was observed when 1% (w/v) chitosan was applied. The number of total plate count and coliform bacteria were reduced to 5.8 log cfu/g and 43 MPN/g, respectively. As well as there was no *Salmonella* spp. under this condition. These results showed that chitosan is able to apply as an effective reagent to reduce the initial microorganisms in fresh Sepat-Siam. The optimized formulation for production of semi-dried fish was studied using mixture design experiments. It showed that the proportion of mixture with salt, 1% of chitosan and ice were 5%, 10% and 85% respectively, could be reduce the amount of microorganism during fermentation. Semi-dried fish from that formulation was acceptable from panelists. The optimum conditions for storage and transportation of semi-dried fish were studied divided into two parts: first, the preparation of chitosan-coated paper used for wrapping semi-dried fish during transportation and second, appropriated transportation condition. It was found that coated paper with 2.0% of chitosan inhibited growth of *E. coli*. The suitable storage and transportation conditions for semi-dried fish were wrapped with coated paper by 2% of chitosan packed in polypropylene bags and stored in ice. These condition showed lower weight loss, pH, total volatile base nitrogen (TVB-N) and the amount of microorganisms than other conditions.

Keywords: Sepat-Siam; Chitosan; Production, Storage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องจากได้รับการอนุเคราะห์และสนับสนุนจากหลายฝ่ายตลอดมา ทางผู้วิจัยขอขอบคุณนักวิทยาศาสตร์ และเจ้าหน้าที่ของคณะอุตสาหกรรมเกษตรทุกท่านที่ให้คำปรึกษาด้านวิธีการวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ ให้บริการอุปกรณ์และเครื่องมือตลอดการทำวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

นายธงชัย พุฒทองศิริ

นายวราวุฒิ ครูส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 ปลาสลิด 3
2.2 ปลาสลิดแดดเดียว และการผลิต 4
2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาระหว่างการเก็บ 5
2.4 การให้ความเย็นกับสัตว์น 8
2.5 ไคตินและไคโตซาน 11
2.6 บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้บรรจุอาหาร 13
2.7 การบรรจุปลาสลิดแดดเดียวเพื่อการขนส่ง 14
บทที่ 3 วัตถุดิบและวิธีการทดลอง 15
3.1 วัตถุดิบ 15
3.2. เครื่องมือและอุปกรณ์ 15
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์ 15
3.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์ 16
3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์ 16
3.6 วิธีการทดลอง 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการวิจัย 20

4.1 ปริมาณเริ่มต้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในปลาสลิด 20

4.2 ศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว 20

4.3 ส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว 24

4.4 การเตรียมกระดาษเคลือบฟิล์มไคโตซานสำหรับห่อปลาสลิด 29

4.5 ผลของสภาวะในการขนส่งและเก็บปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม 30

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 36

5.1 สรุปผลการวิจัย 36

5.2 ข้อเสนอแนะ 36

เอกสารอ้างอิง 38

ภาคผนวก 42

ภาคผนวก ก 43

ภาคผนวก ข 44

ภาคผนวก ค 47

ภาคผนวก ง 52

ภาคผนวก จ 54

ภาคผนวก ฉ 55

ประวัตินักวิจัย 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3.1 สัดส่วนส่วนผสมในการหมักปลาสลิด โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design 18
4.1 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในปลาสลิดสด 21
4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวสด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน 26
4.3 ผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวสด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน 27
4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวทอด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน แล้วนำมาทอดที่อุณหภูมิ 180°C นาน 8 นาที 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 ปลาสลิด 3
2.2 โครงสร้างของไคติน 11
2.3 โครงสร้างของไคโตซาน 13
4.1 ผลของการล้างปลาสลิดด้วยสารละลายต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด 21
4.2 ผลของการล้างปลาสลิดด้วยสารละลายต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณ Coliform 21
4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ 23
4.4 ปริมาณ Coliform ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ 23
4.5 ปริมาณ ยีสต์และรา ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ 24
4.6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในปลาสลิด เมื่อหมักโดยใช้สัดส่วนของส่วนผสมที่ต่างกัน 25
4.7 ปริมาณ ยีสต์และราในปลาสลิด เมื่อหมักโดยใช้สัดส่วนของส่วนผสมที่ต่างกัน 25
4.8 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของกระดาษห่อปลาสลิด 29
4.9 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของสารละลายไคโตซานเมื่อใช้กระดาษกรอง 30
4.10 การสูญเสียน้ำหนักของปลาสลิดแดดเดียวที่ห่อด้วยกระดาษธรรมดาและกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน เมื่อเก็บในระยะเวลาต่าง ๆ 31
4.11 ผลของการเก็บปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษธรรมดากับกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานบรรจุถุง PP และ PE ร่วมกับการใช้น้ำแข็ง 32
4.12 ผลของการเก็บปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษธรรมดากับห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานบรรจุถุง PP และ PE ร่วมกับการใช้เจลให้ความเย็น 32
4.13 การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บที่สภาวะต่างกัน 33
4.14 การเปลี่ยนแปลง TVB-N ของปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บรักษาที่สภาวะต่างกัน 34
4.15 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บที่สภาวะต่างกัน 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปลาสลิดหรือปลาใบไม้ เป็นปลาน้ำจืด ซึ่งเป็นปลาพื้นบ้านของประเทศไทย มีแหล่งกำเนิดอยู่ในที่ลุ่มภาคกลาง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* Regan และนิยมเลี้ยงกันมากบริเวณภาคกลาง ส่วนที่พบในประเทศเพื่อนบ้าน เช่น กัมพูชา เวียดนาม มาเลเซีย อินโดนีเซีย อินเดียว ปากีสถาน ศรีลังกา และฟิลิปปินส์ นั้น เป็นพันธุ์ปลาที่ส่งไปจากเมืองไทย ในอดีตตอนกำยานจังหวัดสุพรรณบุรีเคยเป็นที่เลื่องลือว่าเป็นแหล่งที่มีปลาสลิดชุกชุมและเนื้อมีรสชาติดียิ่งนัก ปัจจุบันมีการเลี้ยงกันในเขตจังหวัดสมุทรปราการและฉะเชิงเทรา

ปลาสลิดแดดเดียว เป็นของขึ้นชื่อของจังหวัดสุพรรณบุรี ในแต่ละวันมีการผลิต และส่งขายไปยังจังหวัดต่าง ๆ หลายตัน อย่างไรก็ตามในระหว่างการขนส่ง หรือการเก็บปลาสลิดแดดเดียว ถ้าใช้สภาวะที่ไม่เหมาะสม มักทำให้ปลาสลิดเกิดกลิ่นเหม็นซึ่งเป็นสิ่งที่ผู้บริโภคไม่ต้องการ กลิ่นที่เกิดขึ้นน่าจะเกิดเนื่องจากการเจริญของจุลินทรีย์ เนื่องจากปลาสลิดแดดเดียวมีความชื้นสูงถ้าเก็บในสภาวะที่ไม่เหมาะสม เชื้อจุลินทรีย์จึงเจริญได้อย่างรวดเร็ว ปัจจุบันผู้ประกอบการในจังหวัดสุพรรณบุรีใช้การเก็บในกล่องโฟมและใส่น้ำแข็งระหว่างการขนส่ง การปรับปรุงกระบวนการผลิตและการเก็บ โดยการลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นตั้งแต่การเตรียม การหมักเกลือ และการป้องกันการปนเปื้อนระหว่างการทำแห้ง การใช้บรรจุภัณฑ์ และสภาวะการบรรจุที่เหมาะสม น่าจะเป็นแนวทางการผลิตที่สามารถช่วยยืดอายุการเก็บปลาสลิดแดดเดียวให้นานขึ้น ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อผู้ผลิต และได้ปลาสลิดที่มีคุณภาพตามความต้องการของผู้บริโภคด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาปริมาณของจุลินทรีย์ในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

1.2.2 เพื่อศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

1.2.3 เพื่อศึกษาปริมาณส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

1.2.4 เพื่อศึกษาสภาวะในการขนส่งและเก็บปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

เป็นการศึกษาปริมาณจุลินทรีย์ในปลาสลิดสดก่อนผลิตเป็นปลาสลิดแดดเดียว และพัฒนากระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียวตั้งแต่ขั้นตอนการล้าง การหมัก การทำแห้ง ตลอดจนการปรับปรุงกระบวนการเก็บและการขนส่ง โดยการใช้ไคโตซานเป็นสารยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการขนส่ง โดยศึกษาถึงอุณหภูมิ ปริมาณสารไคโตซาน วิธีการบรรจุ วัสดุที่ใช้บรรจุ และระยะเวลาในการขนส่งที่ทำให้ปลาสลิดที่ได้มีคุณภาพดีมีการเปลี่ยนแปลงด้านกลิ่น หรือเกิดการเน่าเสียน้อยที่สุด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงการวิจัย

เกษตรกรผู้ผลิตปลาสลิดแดดเดียว สามารถใช้เป็นข้อมูลในการผลิต เก็บรักษา บรรจุและการขนส่งให้เหมาะสม เพื่อให้ปลาสลิดแดดเดียวมีคุณภาพเป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปลาสลิด

ปลาสลิดเป็นปลาน้ำจืดชนิดหนึ่ง มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Trichogaster pectoralis* ในวงศ์ปลากัด ปลากระดี่ (Osphronemidae) มีรูปร่างคล้ายปลากระดี่หม้อ (*T. trichopterus*) ซึ่งเป็นปลาในสกุลเดียวกัน แต่มีลำตัวที่หนาและยาวกว่า หัวโต ครีบหลังในตัวผู้มีส่วนปลายยื่นยาวเช่นเดียวกับครีบก้น ครีบอกใหญ่ ตาโต ปากเล็กอยู่สุดปลายจะงอยปาก ครีบหางเว้าตื้นปลายมน ตัวมีสีเขียวมะกอกหรือสีน้ำตาลคล้ำ มีแถบยาวตามลำตัวตั้งแต่ข้างแก้มจนถึงกลางลำตัวสีดำ และมีแถบเฉียงสีคล้ำตลอดแนวลำตัวด้านข้างและหัว ครีบมีสีคล้ำ ขนาดโดยเฉลี่ย 10-16 เซนติเมตร พบขนาดใหญ่สุดถึง 25 เซนติเมตร นับเป็นปลาในสกุล Trichogaster ที่ใหญ่ที่สุด มีถิ่นอาศัยในแหล่งน้ำนิ่งที่มีพืชน้ำและหญ้ารกริมตลิ่งของภาคกลาง ภาคอีสานและภาคใต้ของประเทศไทย นอกจากนี้ยังพบในประเทศรอบข้าง ปลาสลิด นิยมแปรรูปเป็นปลาแห้งหรือปลาเค็มที่รู้จักกันดี โดยเกษตรกรจะเลี้ยงในบ่อดิน โดยฟันหญ้าให้เป็นปุ๋ยและเกิดแพลงก์ตอนเพื่อเป็นอาหารปลา

ภาพที่ 2.1 ปลาสลิด

ที่มา : กองส่งเสริมการประมง (2554)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ปลาสลิดแดดเดียว และการผลิต

2.2.1 ปลาสลิดแดดเดียว

ปลาสลิดแดดเดียว หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากปลาสลิดสดทั้งตัวหรือที่ได้ตัดแต่งแล้ว ล้างให้สะอาด คลุกกับเกลือหรือแช่ในน้ำเกลือ แล้วทำให้แห้งโดยการใช้ความร้อนจากแสงอาทิตย์หรือจากแหล่งพลังงานอื่น (มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก.–ธ.ก.ส., 2552)

ปลาสลิดเป็นปลาที่มีลำตัวแบนเหมาะในการทำปลาเค็มกว่าปลาชนิดอื่นๆ และมีการถนอมอาหารเพื่อให้ปลาสลิดสามารถเก็บไว้บริโภคได้เป็นเวลานานมากขึ้น ช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทุกชนิด ไม่เน่าเสียในระหว่างการเก็บโดยหมักเกลือไว้ 1 คืน แล้วนำมาล้างเกลือออกแล้วจึงนำไปตากแห้งกลางแดด ถ้าตากไว้ 1 วัน ก็เรียกว่า ปลาสลิดแดดเดียว เพื่อให้แห้งพอหมาด ๆ เหมาะสำหรับทอดให้กรอบกำลังดี เนื้อปลาก็ไม่แข็งกระด้างเกิน

2.2.2 คุณลักษณะที่ต้องการของปลาสลิดแดดเดียว(มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก.– ธ.ก.ส., 2552)

-ลักษณะทั่วไป

ในภาชนะบรรจุเดียวกันต้องมีขนาดใกล้เคียงกัน ลำตัวหรือผิวหนังต้องไม่แตกหรือฉีกขาด

-กลิ่น

ต้องมีกลิ่นที่ดีตามธรรมชาติของปลาสลิดแดดเดียว ปราศจากกลิ่นอื่นที่ไม่พึงประสงค์ เช่น กลิ่นอับ กลิ่นหืน กลิ่นเน่า

-รส

ต้องมีรสที่ดีตามธรรมชาติของส่วนประกอบที่ใช้

-ลักษณะเนื้อ

ต้องแน่น ไม่แข็งกระด้าง หรือนิ่มเละ

-สิ่งแปลกปลอม

ต้องไม่พบสิ่งแปลกปลอมที่ไม่ใช่ส่วนประกอบที่ใช้ เช่น เส้นผม ขนสัตว์ ดิน ทราย กรวด ชิ้นส่วนหรือสิ่งปฏิกูลจากมนุษย์หรือสัตว์

-วัตถุเจือปนอาหาร

ห้ามใช้สีสังเคราะห์ทุกชนิด

-ความชื้น

ต้องไม่เกินร้อยละ 65 โดยน้ำหนัก

-จุลินทรีย์

- จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดต้องไม่เกิน 1×10^{6} โคโลนีต่อตัวอย่าง1กรัม
- สตาฟิโลค็อกคัสออเรียสต้องไม่พบในตัวอย่าง 0.01 กรัม
- เอสเชอริเชียโคไลโดยวิธีเอ็มพีเอ็นต้องน้อยกว่า 3 ต่อตัวอย่าง 1 กรัม
- ยีสต์และราต้องไม่เกิน 200 โคโลนีต่อตัวอย่าง 1 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ขั้นตอนการผลิตปลาสลิดแดดเดียวประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. นำปลาสลิดเทใส่น้ำแข็งเพื่อล้างทำความสะอาดและแช่ปลาระหว่างการขอดเกล็ด
2. นำปลามาขอดเกล็ด ตัดหัวปลา และควักไส้
3. คัดขนาด
4. หมักเกลือไว้ 1 คืน
5. ตากปลาสลิดต้องคลี่ครีบให้ห่างจากกันเพื่อให้ตัวปลาสวย
6. อบปลาสลิดโดยใช้เครื่อง Tray Dryer ที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง
7. ผึ่งลมให้แห้งและวางเก็บไว้ในกระด้ง หรือวางซ้อนกันบนตะแกรงตากปลา

การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวมีความสำคัญต่อคุณภาพปลาสลิดแดดเดียวที่รสชาติดีนั้น ไม่ควรมีรสเค็มเกินไป และต้องมีความชื้นไม่เกินร้อยละ 65 การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวมีความสำคัญต่อคุณภาพของปลา ปลาสลิดแดดเดียวที่รสชาติดีนั้น ถ้ามีความชื้นน้อยเกินไป แม้จะทำให้เก็บได้นานขึ้น แต่จะทำให้มีลักษณะแข็งเมื่อทอด และถ้าความชื้นสูงเกินไป ปลาจะเน่าหรือมีกลิ่นไม่ดี

2.3 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของเนื้อปลาในระหว่างการเก็บรักษา

ปลาเป็นอาหารที่เน่าเสียได้เร็วมาก การเน่าเสียเกิดจากการสลายตัวของโปรตีนด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (autolysis) การรวมตัวกับออกซิเจนของไขมัน ทำให้เกิดกลิ่นหืน และการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527, Dalgaard, *et al*., 1993,Pieriovanni and Fava, 1993) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องถนอมปลาโดยเร็วหลังจากจับปลาได้ภายหลังจากปลาตายใหม่ ๆ จะเกิดการเกร็งตัวของกล้ามเนื้อ (rigor mortis) ระยะนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากเป็นระยะที่ยังไม่เกิดการสลายตัวของโปรตีนและสารประกอบไนโตรเจนโดยเอนไซม์ของปลาเอง และจุลินทรีย์ยังไม่สามารถใช้เนื้อปลาเป็นอาหารได้ ดังนั้นถ้าเรายืดช่วงระยะนี้ให้ยาวออกไป จะทำให้ปลามีอายุการเก็บนานขึ้น และอายุการเก็บรักษาจะเพิ่มมากขึ้น ถ้าปลาไม่มีการสูญเสียกำลังมากในขณะถูกจับ และการขนส่งปลาทำด้วยความระมัดระวัง (สุมาลี เหลืองสกุล, 2527, Farber, 1991, Fraser and Sumar, 1998) และหลังจากผ่านระยะการเกร็งตัวแล้วเอนไซม์ที่มีอยู่ภายในตัวปลาและเอนไซม์ที่อยู่ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ย่อยสลายองค์ประกอบของเนื้อปลาและผลิตสารประกอบที่ระเหยได้ (volatile compound) ซึ่งก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่า นอกจากนี้การย่อยสลายโปรตีนในสภาวะที่ไร้ออกซิเจน (putrefaciens) ได้ผลิตภัณฑ์เป็นสารประกอบที่ระเหยและก่อให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าได้เช่นกัน เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ (hydrogen sulphide), เมทิลเมอแคปแทน(methylmercaptan), อินโดล (indole), เอมีน (amine) และแอมโมเนีย (ammonia) ซึ่งการเน่าเสียแบบนี้มักมีสาเหตุจาก *Clostridium spp*. หลายชนิด และ แบคทีเรียที่ต้องการอากาศในการเจริญเล็กน้อย (facultative bacteria) เช่น *Pseudomonas spp*., *Alcaligenas* และ *Proteus* บางชนิด (Fraser and Sumar, 1998, Gray, Hoover, and Mur, 1983, Manzano-mazorra, *et. al*, 2000)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาหลังการจับและหลังจากปลาตาย ขึ้นกับความเข้มข้นของสารประกอบและผลิตภัณฑ์จากกระบวนการเมทาโบลิซึม ปฏิกิริยาของเอนไซม์ที่มีอยู่ในตัวปลา (endogenous enzymes) การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และสภาวะหลังจากการจับปลา โดยปกติการเน่าเสียของปลาเราจะสังเกตเห็นการสูญเสียกลิ่นรสที่แสดงถึงความสด (fresh fish flavor) เช่น รสหวาน (sweet) รสชาติคล้ายสาหร่าย (seaweedy) หลังจากนั้นกลิ่นเหม็นเน่าและรสที่ผิดปกติ

2.3.1 การเกิดกลิ่นไม่ดีในปลา (Off-odor in fish)

การเปลี่ยนแปลงทางคุณภาพที่เกิดขึ้นภายหลังการจับมี 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนแรก ปลาสดภายหลังการจับจะมีกลิ่นของปลาสดเฉพาะ

ขั้นตอนที่สอง ปลาจะเริ่มเกิดการสูญเสียกลิ่นและรสชาติ

ขั้นตอนที่สาม ปลาเริ่มเกิดกลิ่นที่ไม่ดี ได้แก่ กลิ่นเปรี้ยว กลิ่นแอมโมเนีย

ขั้นตอนที่สี่ ปลามีกลิ่นที่ไม่ดีจนถึงระดับที่ไม่สามารถยอมรับได้ และสภาพปลาเกิดการเสื่อมเสีย (Huss, 1988)

สาเหตุการเกิดกลิ่นรสที่ไม่ดีในปลา เกิดจากการเจริญของจุลินทรีย์ ปลาที่อยู่ในสภาพสดจะมีกลิ่นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิสูงกว่า $0^{\circ}C$ ทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดี โดยกลิ่นจะแรงขึ้นจนเหม็นเนื่องจากจุลินทรีย์ปล่อยเอนไซม์ไปย่อยสารประกอบในตัวปลาให้เกิดเป็นสารระเหยที่เป็นกรด amine และ carbonyl นอกจากนั้นการเกิดกลิ่นรสในปลา อาจเกิดจากปัจจัยทางธรรมชาติ เช่น การเกิดกลิ่นเหม็นอับ (musty) กลิ่นโคลน (muddy) (Martin *et al*., 1987) กลิ่นโคลนเกิดจากสารประกอบจีออสมิน (geosmin) หรือ trans-1, 10-dimethyl-trans-9-decalol, $C_{12}H_{20}O$ (Lovell and Broce., 1985) และ 2-methylisoboniol หรือ 1,2,7,7-tetramethylexo-bicyclo(22.1)heptan-2-ol, $C_{11}H_{20}O$ (Martin *et al*., 1987)

จุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุหลักของการเน่าเสียของปลาเป็นแบคทีเรียประเภทแกรมลบ ได้แก่ *Pseudomonas, Achromobacter* และ *Vibrio* พบว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นเพียงร้อยละ 10 สามารถทำให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีขึ้นในปลาได้ แบคทีเรีย *Pseudomonas* และ *Lactobacilli* เป็นแบคทีเรียหลักที่มักพบภายหลังที่มีการปนเปื้อนขึ้นในปลาจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในปลา และสามารถเจริญเติบโตในสภาวะที่มีอากาศจะเปลี่ยนคาร์โบไฮเดรตให้เป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ทำให้ผิวของปลามีลักษณะเป็นคราบเมือกเกิดขึ้นส่วนแบคทีเรียที่ไม่ใช้อากาศได้แก่ *Escherishia coli*, *Alteromonase* จะสร้างเอนไซม์ trimethylamine-N-oxide reductase ไปรีดิวซ์สารประกอบประเภท TMAO เป็นสาร TMA นอกจากนี้ยังย่อยสลายโปรตีนและกรดอะมิโนทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเน่าและก่อให้เกิดกลิ่นที่ไม่ดีเกิดขึ้นของสารประกอบอื่น ๆ ได้แก่ H_2S, CH_3SH และ $(CH_3)_2S$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 จุลินทรีย์ที่พบในปลาสลิด

<u>สตาฟิโลค็อคคัส ออเรียส</u> *(Staphylococcus aureus)*

เป็นแบคทีเรียแกรมบวกรูปทรงกลม ไม่เคลื่อนที่ ไม่สร้างสปอร์ จะอยู่ติดกันเป็นกลุ่มคล้ายพวงองุ่น อาจพบเป็นเดี่ยว ๆ เป็นคู่ เป็นกลุ่ม หรือเป็นสายสั้น ๆ ลักษณะ colony บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่เป็นวุ้นคือ กลม ขอบเรียบ นูนเล็กน้อย มีสีเหลืองทอง เจริญเติบโตที่อุณหภูมิ 10-40°C แต่อุณหภูมิที่พอเหมาะคือ 37 °C เจริญในสภาวะที่มี หรือไม่มีออกซิเจนก็ได้ มีชีวิตอยู่ในสภาวะที่ pH เป็นกรดหรือด่างความชื้นต่ำๆ ได้ ให้ผลการทดสอบ catalase และ coagulase เป็นบวก ferment คาร์โบไฮเดรตหลายชนิดได้กรดแล็คติกแต่ไม่ได้ก๊าซ สามารถอยู่ในอากาศที่แห้งแล้งได้นานเป็นเดือนสามารถเจริญเติบโตในน้ำมูก บนผิวหนัง และอาหารหลายๆ ชนิด การใช้ความร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C ในเวลา 60 นาที สามารถทำลายเชื้อ *S. aureus* ได้ เชื้อนี้ยังทนต่อยาฆ่าเชื้อ และดื้อต่อยาปฏิชีวนะหลายชนิด

ยีสต์ (Yeast)

จุลินทรีย์ที่มีขนาดใหญ่กว่าแบคทีเรีย เซลล์มีรูปร่างหลายลักณะ เช่น กลม รี เป็นต้น ส่วนใหญ่เพิ่มจำนวนโดยการแตกหน่อ ยีสต์เจริญได้ดีในอาหารที่มีน้ำตาลสูง เช่น น้ำผลไม้ แยม ผลไม้แช่อิ่มหรือแห้ง รวมทั้งอาหารที่มีปริมาณเกลือมาก เช่น ผักดอง แฮม เบคอน และเนื้อเค็ม สปอร์ของยีสต์ไม่ทนความร้อนเหมือนกับสปอร์ของแบคทีเรีย นอกจากนี้ ยีสต์ยังมีเอนไซม์ที่ย่อยสลายกรดอินทรีย์ต่างๆที่ใช้ในการถนอมอาหาร เช่น กรดแล็กติก กรดแอซีติกได้ ทำให้กรดมีความเข้มข้นลดลง ทำให้อาหารมีสภาวะเหมาะสมต่อการเจริญของแบคทีเรียได้

อาหารที่เกิดการเน่าเสียจากยีสต์มักเกิดกลิ่นหมัก เมือก หรือฝ้าบริเวณผิวหน้า รวมทั้งเกิดความขุ่นและแก๊สได้ ตัวอย่างยีสต์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย เช่น Saccharomyces, Pichia, Torulopsis เป็นต้น

รา (Mold)

จุลินทรีย์ที่พบอยู่ทั่วไป มีรูปร่างลักษณะ และสีต่างๆกัน ราเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้ผัก ผลไม้และอาหารแห้ง ผลิตภัณฑ์ขนมอบ เกิดการเน่าเสีย มีสี กลิ่น ที่ผิดปกติ และราบางชนิดเช่น Aspergillus flavus ยังสามารถสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินขึ้นในอาหารได้ โดยทั่วไปราเจริญได้ช้ากว่าแบคทีเรียและยีสต์ แต่เมื่อราเจริญได้สักระยะหนึ่ง ก็จะเจริญได้อย่างรวดเร็ว ราสามารถทนต่อสภาวะที่ไม่เหมาะสมได้ดี เช่น มีความชื้นน้อย ความเป็นกรด จึงเป็นปัญหาในโรงงานอุตสาหกรรมอาหารมาก ตัวอย่างราที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร เช่น Aspergillus, Penicillium, Rhizopus เป็นต้น

2.3.2 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพทางกายภาพ

ลักษณะการเน่าเสียทางกายภาพของเนื้อปลาที่สามารถสังเกตเห็นได้ คือ เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีผิวและเนื้อปลา เป็นผลมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทั้งแบบที่เกิดโดยเอนไซม์ (enzymatic oxidation) และแบบที่เกิดโดยไม่มีเอนไซม์เกี่ยวข้อง (non enzymatic oxidation) พบว่า สีเหลือง ส้ม แดง หรือ ไม่มีสีของปลาและสัตว์น้ำ เกิดจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบคาร์โรที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอยส์ (carotenoids) ซึ่งมีในผิวหนัง และสีของปลาเนื้อขาว (white fish) อาจเปลี่ยนเป็นสีครีมหรือสีเทา เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแบบที่เกิดโดยเอนไซม์ของรงควัตถุฮีม (heme pigment) ส่วนกล้ามเนื้อแดง (dark red muscle) จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และพบว่าเนื้อปลาสดจะใสแต่ปลาที่เน่าเสียแล้วเนื้อจะขุ่น บางครั้งการเกิดการเปลี่ยนสีของเนื้อปลา มีสาเหตุจากการเจริญของจุลินทรีย์ เช่น อาจมีเหลืองออกเขียว ที่เกิดจากการเจริญของ *Pseudomonas fluorescens*, สีเหลืองจาก *Micrococcus* สีแดงหรือชมพูจาก *Sarcina*, *Micrococcus* และ *Bacillus* หรือจะเกิดจากราหรือยีสต์บางชนิด (Potter and Hotchkis, 1995) การเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัส (texture) ของปลา เกิดโดยสูญเสียการสปริงตัว (springiness) และความนิ่มจะเพิ่มขึ้น ปลาเน่าจะมีลักษณะเนื้อยุ่ย (paste-like texture) ซึ่งในระยะแรกของการเก็บรักษาความนิ่มของเนื้อสัมผัสเกิดจากการย่อยของกล้ามเนื้อและการอ่อนตัวของเนื้อเยื่อเกี่ยวพัน (connective tissue) และการเกิดการแยกตัวของเส้นใยกล้ามเนื้อ (myofibril) ในระยะหลังเกิดจาก 7 เอนไซม์โปรทีเอสในตัวปลาและเอนไซม์ประเภทเดียวกันนี้จากแบคทีเรีย (endogenous and bacterial proteinase) จนทำให้เกิดการเน่าเสีย (กนกอร, 2538) การเปลี่ยนแปลงกลิ่นรสของเนื้อปลาสด พบว่า กลิ่นของเนื้อปลาสดเกิดจากสารประกอบคาร์บอนิล (carbonyl compounds) และแอลกอฮอล์ ซึ่งประกอบด้วย hexanal, 1-octan-3-ol, 1,5-octadien-3-ol และ 2,5 –octadien-1-ol และกลิ่นผิดปกติ (offensive odors) ซึ่งแสดงว่าการเกิดเน่าเสียเกิดจากการย่อยและแตกตัวของกรดอะมิโน cysteine และ methionine ได้สารประกอบ mercaptan, trimethylsulfide และ H_2S กลิ่นเหม็นเน่าเกิดจากสารประกอบ indol, putrescine,cadaverine และ diamines อื่น ๆ จากการย่อยกรดอะมิโนของแบคทีเรีย (Potter and Hotchkis, 1995)

2.4 การให้ความเย็นกับสัตว์น้ำ

สัตว์น้ำสามารถเน่าเสียได้ง่ายเนื่องจากมีสารอาหารสูง ความชื้นสูง และมีค่าความเป็นกรดด่างค่อนข้างเป็นกลาง การเน่าเสียเกิดจากกิจกรรมของจุลินทรีย์ เอนไซม์ตลอดจนปฏิกิริยาทางเคมี อุณหภูมิเป็นปัจจัยสำคัญในการกำหนดการเจริญของจุลินทรีย์

การลดอุณหภูมิสามารถลดกิจกรรมของเอนไซม์ทั้งในสัตว์น้ำและเอนไซม์จากจุลินทรีย์ซึ่งเป็นสาเหตุของการเน่าเสีย เนื่องจาก psychrophile และ psychrotroph สามารถเจริญที่อุณหภูมิแช่เย็น ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีอื่นร่วมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการชะลอการเน่าเสีย

เนื่องจากอุณหภูมิมีความสำคัญต่อการเน่าเสียโดยมีผลต่อจุลินทรีย์รวมทั้งเอนไซม์จากสัตว์น้ำและจุลินทรีย์ ดังนั้นการควบคุมการเน่าเสียสามารถกระทำได้โดยการควบคุมอุณหภูมิของสัตว์ให้ต่ำคือประมาณ 0 ถึง -1°C โดยวัสดุที่ใช้ในการทำความเย็นประกอบด้วยน้ำแข็ง ส่วนผสมของน้ำแข็งและน้ำเย็น อย่างไรก็ตามการเก็บรักษาในน้ำแข็งเพียงลดกิจกรรมจุลินทรีย์ แต่ไม่มีผลยับยั้งการเน่าเสียของจุลินทรีย์ การเพิ่มอุณหภูมิ 1 หรือ 2°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาสัตว์น้ำ

การใช้น้ำแข็งในการเก็บรักษาสัตว์น้ำมีมานานแล้ว ทั้งนี้เนื่องจากน้ำแข็งมีข้อดีหลายประการดังนี้

2.4.1.1) น้ำแข็งสามารถลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำ

น้ำแข็งสามารถลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำให้ได้ประมาณ $0^{\circ}C$ มีผลให้การเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคต่ำลง ส่งผลให้อัตราการเน่าเสียและลดอัตราความเสี่ยง (Safety risk) นอกจากนี้อุณหภูมิที่ลดลงมีผลลดปฏิกิริยาของเอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ดังนั้นการลดอุณหภูมิของสัตว์น้ำ ควรกระทำทันทีภายหลังสัตว์ตายโดยเฉพาะช่วงเกร็งตัว (rigor mortis)

2.4.1.2) น้ำแข็งสามารถให้ความชื้นกับสัตว์น้ำ

น้ำแข็งที่ละลายสามารถป้องกันการแห้งหรือสูญเสียน้ำของผิวสัตว์น้ำ (surface dehydration) และการลดการสูญเสียน้ำหนักของสัตว์น้ำ น้ำที่เกิดจากการละลายมีผลเพิ่มการถ่ายเทความร้อนระหว่างสัตว์น้ำและผิวหน้าของน้ำแข็ง ทั้งนี้เนื่องจากน้ำสามารถนำความร้อนได้ดีกว่าอากาศ ดังนั้นการใช้น้ำผสมน้ำแข็งจึงมักใช้เพื่อเพิ่มอัตราให้ความเย็น เช่น การใช้น้ำทะเลผสมน้ำแข็ง (chilled sea water; SW)

2.4.1.3) น้ำแข็งมีสมบัติทางกายภาพที่ดีหลายประการ

1) น้ำแข็งมีประสิทธิภาพในการทำเย็นสูง (cooling capacity)

ความร้อนแฝงของน้ำแข็งมีค่าประมาณ 80 กิโลแคลลอรีต่อกิโลกรัม การลดอุณหภูมิของสัตว์ 1 กิโลกรัม อาศัยน้ำแข็งปริมาณเล็กน้อย เช่น การลดอุณหภูมิของปลา 1 กิโลกรัม ที่อุณหภูมิ $25^{\circ}C$ ใช้น้ำแข็งประมาณ 0.25 กิโลกรัม เพื่อลดอุณหภูมิให้มีค่าเท่ากับ $0^{\circ}C$ ในทางปฏิบัติจริงจำเป็นต้องใช้น้ำแข็งปริมาณสูงกว่าที่คำนวณไว้ เพื่อชดเชยการสูญเสียความร้อน (thermal loss) การใช้ภาชนะบรรจุที่มีฉนวน (insulated container) จึงมีผลป้องกัน thermal loss โดยเฉพาะในเขตร้อน

2) การละลายของน้ำแข็งก่อให้เกิดระบบการควบคุมในตัวเอง

การละลายเป็นการเปลี่ยนสภาพจากน้ำแข็งเป็นน้ำ และจะเกิดที่อุณหภูมิคงที่ คือ $0^{\circ}C$ นอกจากนี้น้ำแข็งที่ละลายสามารถแพร่กระจายอย่างทั่วถึงบนผิวของสัตว์น้ำ ซึ่งต่างจากการให้ความเย็นในระบบทางกล (mechanical refrigeration system) เช่น การใช้อากาศเย็น ซึ่งบางครั้งการกระจายความร้อนอาจไม่ทั่วถึง โดยเฉพาะการให้ความเย็นกับสัตว์น้ำปริมาณมาก โดยน้ำแข็งที่ใช้ให้ความเย็นสามารถผลิตได้หลายรูปแบบ ได้แก่

1) น้ำแข็งเกล็ด (flake)

2) น้ำแข็งแผ่น (plate)

3) น้ำแข็งก้อน (block)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) น้ำแข็งหลอด (tube)

5) น้ำแข็งบด (crushed block)

น้ำแข็งแต่ละชนิดมีสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน ในขณะที่น้ำแข็งละลาย จะมีน้ำบางส่วนอยู่บนผิวหน้าของน้ำแข็ง ถ้าน้ำแข็งมีพื้นที่ผิวต่อน้ำหนักมากจะมีน้ำบนผิวของน้ำแข็งมากขึ้น ที่อุณหภูมิ 27°C น้ำบนผิวหน้าของน้ำแข็งเกล็ดมีร้อยละ 12-16 ของน้ำหนักทั้งหมด ส่วนน้ำบนผิวของน้ำแข็งบดมีร้อยละ 10-14 ของน้ำหนักทั้งหมด เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องมีการให้ความเย็นกับน้ำแข็ง (sub-cooling) อย่างไรก็ตามจะไม่พบปัญหานี้ในเขตร้อน โดยทั่วไปน้ำแข็งที่เปียกมีประสิทธิภาพการให้ความเย็นที่แตกต่างจากน้ำแข็งที่แห้งหรือน้ำแข็งที่ผ่านการให้ความเย็น โดยทั่วไปน้ำแข็งเกล็ดสามารถใช้ได้ง่าย มีความสม่ำเสมอและไม่มีผลทำให้สัตว์น้ำมีบาดแผลและสามารถให้ความเย็นกับสัตว์น้ำได้อย่างรวดเร็วกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น อย่างไรก็ตามน้ำแข็งเกล็ดมีปริมาตรมากกว่าน้ำแข็งชนิดอื่น ในกรณีที่ให้ความสามารถในการทำเย็น (cooling capacity) เท่ากันและถ้าน้ำแข็งละลายจะมีลักษณะเปียกความสามารถในการทำเย็นจะลดลงมากกว่าน้ำแข็งชนิดอื่นๆ เนื่องจากมีพื้นที่ผิว/น้ำหนักมากกว่าน้ำแข็งชนิดอื่นๆ

สำหรับน้ำแข็งบดอาจมีผลให้สัตว์น้ำบอบช้ำหรือมีบาดแผลได้ เนื่องจากมีเหลี่ยมและคม เนื่องจากน้ำแข็งบดประกอบด้วยขนาดแตกต่างกันส่วนที่มีขนาดเล็กจะละลายบนผิวหน้าของสัตว์น้ำ ส่วนน้ำแข็งขนาดใหญ่สามารถอยู่ได้นานกว่า และสามารถชดเชยกับ Thermal loss

น้ำแข็งก้อนต้องการเนื้อที่ในการขนส่งน้อยและละลายช้า ส่วนน้ำแข็งหลอดและน้ำแข็งบดมีความเหมาะสมในการใช้สำหรับการผลิตน้ำทะเลเย็น

2.4.2 เจลเก็บความเย็น

เจลเก็บความเย็น ในการขนส่งสินค้าใช้ทดแทนน้ำแข็ง เนื่องจากสามารถเก็บความเย็นนานกว่าน้ำแข็งธรรมดาถึง 3 เท่า ใช้รักษาความเย็นของ อาหาร เครื่องดื่ม หรือเบเกอรี่ โดยไม่ละลายเป็นน้ำให้เฉอะแฉะ ปลอดภัยสำหรับอาหาร ปราศจากสารเคมี สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ น้ำหนักเบา และสามารถใช้ประคบเวลามีไข้ หรือมีอาการบวมช้ำได้ โดยนำเจลเก็บความเย็น แช่ในช่องแช่แข็งของตู้เย็นจนของเหลวข้างในแข็ง จะช่วยเก็บความเย็น และรักษาอุณหภูมิของอาหารขณะเดินทาง เมื่อน้ำเจลหมดความเย็นแล้ว ให้นำกลับไปแช่ในช่องแข็ง เพื่อนำมาใช้ในคราวต่อไป

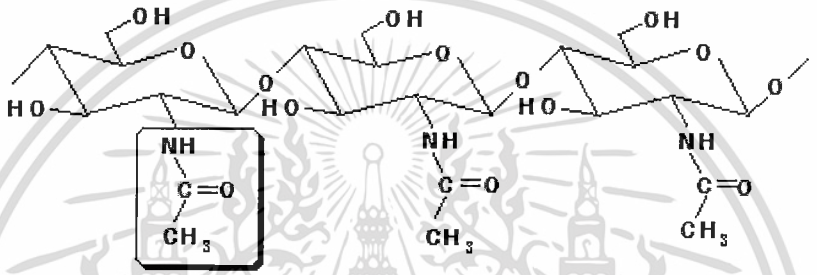
ภายในประกอบไปด้วยเส้นใยผ้าสองชั้น ด้วยการเชื่อมโยงโมเลกุลพิเศษระหว่างโพลีอคริเลต โพลีแอลกอฮอล์ โคโพลีเมอร์ สารให้ความเย็นซึ่งถูกเชื่อมต่อกันด้วยสูตรลับพิเศษทางการค้านอกจากนี้ดิวตี้พลาสติกอย่างหนาสองชั้นภายในบรรจุเทคโนโลยีการทำรอยปรุด้านเดียวยังถูกเพิ่มเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผลิตภัณฑ์ของสามารถทนทานต่อทุกสภาพภูมิอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไคตินและไคโตซาน

2.5.1 ไคติน

ไคติน (chitin) เป็นโพลิเมอร์สายยาวที่ประกอบด้วยน้ำตาลหน่วยย่อย คือ N-acetyl-D-glucosamine มาเรียงต่อกัน (ภาพที่ 2.2) เป็นองค์ประกอบในโครงสร้างของสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น เปลือกหอย ปู กุ้ง เปลือกของแมลง ผนังเซลล์ของสาหร่าย ยีสต์ และเห็ดราก็พบว่ามีไคตินเป็นองค์ประกอบด้วยเช่นกัน และมีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายกับเซลลูโลสมากเพียงแต่แตกต่างกันในส่วนของหมู่ OH ที่ตำแหน่ง C2 ในโมเลกุลของไคตินจะเป็นหมู่ acety lamino แทน ไคตินที่ได้จากแต่ละแหล่งมีโครงสร้าง และสมบัติแตกต่างกันโดยแบ่งตามลักษณะการเรียงตัวของโพลีเมอร์ได้เป็น 3 กลุ่ม คือ



โครงสร้างทางเคมีของไคติน

ภาพที่ 2.2 โครงสร้างของไคติน

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ. (2544)

แบบอัลฟา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะสวนทางกัน มีความแข็งแรงสูง ได้แก่ ไคตินจากเปลือกกุ้ง และกระดองปู

แบบเบตา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในทิศทางเดียวกัน จึงจับกันได้ไม่ค่อยแข็งแรงมีความไวต่อปฏิกิริยาเคมีมากกว่าแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากแกนปลาหมึก

แบบแกมมา มีการเรียงตัวของสายโซ่โมเลกุลในลักษณะที่ไม่แน่นอน (สวนทางกันสลับทิศทางเดียวกัน) มีความแข็งแรงรองจากแบบอัลฟา ได้แก่ ไคตินจากเห็ด รา และพืชชั้นต่ำ

ไคตินสามารถเป็นฟิล์มที่ยืดหยุ่นและเหนียว ละลายง่ายใน ซัลเฟต กรดหรือด่าง เกาะติดได้ดีกับเส้นใย ฟิล์ม มีความคงตัวดีในสารละลายในกรด

ฟิล์ม คือ เจลบาง ๆ ที่มีปริมาณน้ำน้อยกว่าเจลอื่น ๆ การทำฟิล์มใช้วิธีเดียวกันกับทำเจล แต่ต้องค่อย ๆ ระเหยน้ำออกจากสารละลายไคโตซานบริสุทธิ์ เส้นใยก็เป็นฟิล์มที่มีปริมาณน้ำน้อยมาก ทำได้โดยตกตะกอนกับ counter ion ไคโตซานสามารถจับเป็นสารประกอบเชิงซ้อน กับ โลหะบางชนิด ถึงแม้ว่ากลไกยังไม่เข้าใจสมบูรณ์ แต่มีข้อมูลแสดงว่าไคโตซานสามารถจับเป็นสารประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชิงซ้อนได้โดยทั่วไป ไคโตซานสามารถจับ Hg, Cd, Pb, Zn, Ni, Cr, Cu, Fe, Mg, Ag, Au และ Pt ได้ในช่วง 0.5-5.0 meq/g ของไคโตซาน

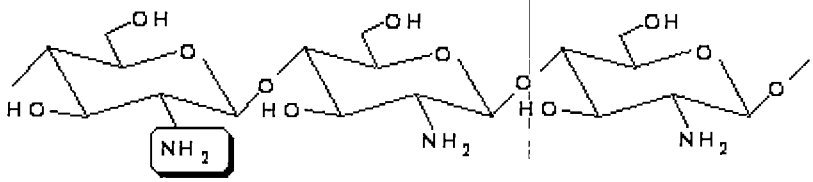
2.5.2 ไคโตซาน

ไคโตซาน (poly-β-1,4-linked glucosamine) คือสารที่ได้จากการดึงหมู่อะซิติล (acetyl) ของไคตินออก ซึ่งเป็นองค์ประกอบหลักในโครงสร้างภายนอกของสัตว์น้ำที่มีเปลือกหุ้มตัว (crustaceans) เช่น ปู ล็อบสเตอร์ กุ้งน้ำจืด และกุ้งน้ำเค็ม น้ำหนักโมเลกุลสูง ไม่ละลายน้ำ มีสมบัติเป็นโพลีแซคคาไรด์ที่มีประจุบวก (cationic polysaccharide) เนื่องจากมีหมู่ $-NH_2$ ที่ตำแหน่งคาร์บอนตำแหน่งที่สอง (ภาพที่ 2.3) ทำให้ไคโตซานสามารถละลายได้ในสารละลายกรดได้แก่ สารละลายกรดอินทรีย์ต่าง ๆ กรดไฮโดรคลอริกเจือจาง กรดไนตริกเจือจาง และประจุบวก (NH_4^+) บนโครงสร้างไคโตซาน สามารถเกิดปฏิกิริยากับประจุลบของสารประกอบอินทรีย์ เช่น protein, anionic polysaccharide, nucleic acid ทำให้ได้ประจุไฟฟ้าที่เป็นกลางอีกทั้งยังเป็นแหล่งอุดมไปด้วยโพลิเมอร์ชีวภาพ โครงสร้างทางเคมีของไคโตซานแสดงดังภาพที่ (Tripathi *et al.* 2010)

ไคโตซานสามารถทำหน้าที่เป็นตัวสร้างตะกอนและตัวตกตะกอน โดยตัวสร้างตะกอนจะกระตุ้นให้เศษของเสียที่แขวนลอย ในน้ำเกิดการรวมกันเป็นกลุ่มก้อนใหญ่ขึ้น และเมื่อใหญ่มากพอก็ จะตกเป็นตะกอนลงมา ส่วนตัวตกตะกอนจะทำงานคล้าย ๆกัน คือ จะไปจับกับสารแขวนลอยในน้ำ แล้วตกตะกอนลงมา ไคโตซานจะทำหน้าที่ทั้งสองแบบได้ดีเนื่องจากมีหมู่อะมิโน ที่สามารถแตกตัว ให้ประจุบวกมาก จึงทำให้พวกประจุลบอย่างโปรตีน สีย้อม กรดไขมันอิสระ คอเลสเทอรอล (ในร่างกาย) เข้ามาเกาะกับประจุบวกของไคโตซาน ส่วนโลหะหนักซึ่งเป็นประจุบวกอยู่แล้วจะจับกับอิเล็กตรอน จากไนโตรเจนในหมู่อะมิโนของไคโตซานทำให้เกิดพันธะเคมีที่เรียกว่า พันธะเชิงซ้อน ขึ้นมาและ จาก การทดลองพบว่าหมู่อะมิโนในไคโตซาน จะสามารถจับกับโลหะหนักในน้ำได้ดีกว่า หมู่อะซิทิลของไคติน

จากการศึกษาคุณสมบัติของไคโตซาน พบว่าไคโตซานมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย ยีสต์ และรา ในอาหารและมีการศึกษาการใช้ไคโตซานในการลดจำนวน coliforms, Aeromonas spp. and Vibrio spp ในหอยนางรม และเนื้อปลาซึ่งมีผลทำให้อายุการเก็บของผลิตภัณฑ์นานขึ้น (Chen *et al.,* 1998; Tsai *et al.,* 2002). อีกทั้งไคโตซานยังมีคุณสมบัติในการทำฟิล์มถนอมอาหารที่สามารถรับประทานได้ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์เคลือบกับกระดาษที่ใช้ห่อปลาสลิด โดยทำให้กระดาษมีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของน้ำและก๊าซต่างๆ รวมไปถึงความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยไม่มีอันตรายต่อผู้บริโภค ย่อยสลายได้ และไม่ก่อให้เกิดมลภาวะต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



โครงสร้างทางเคมีของไคโตซาน

ภาพที่ 2.3 โครงสร้างของไคโตซาน

ที่มา : ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (2544)

ไคโตซานสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้

อุตสาหกรรมอาหาร ไคโตซานมีสมบัติในการต่อต้านจุลินทรีย์และเชื้อราบางชนิด โดยมีกลไกคือ ไคโตซานมีประจุบวกสามารถจับกับเซลล์เมมเบรนของจุลินทรีย์ที่มีประจุลบได้ ทำให้เกิดการรั่วไหลของโปรตีนและสารอื่นของเซลล์ ในหลายประเทศได้ขึ้นทะเบียนไคตินและไคโตซานให้เป็นสารที่ใช้เติม ในอาหารได้ โดยนำไปใช้เป็นสารกัดบูด สารช่วยรักษากลิ่น รส และสารให้ความข้นหนืด ใช้เป็นสาร เคลือบอาหาร ผัก และผลไม้ เพื่อรักษาความสดหรือผลิตในรูปฟิล์มที่รับประทานได้ (edible film) สำหรับบรรจุอาหาร มีรายงานการศึกษาวิจัยมากมายที่แสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพดังกล่าวนี้ (No และคณะ, 2007)

อุตสาหกรรมการเกษตร เนื่องจากไคโตซานมีคุณสมบัติเป็นสารก่อฟิล์ม และเจลใสไม่มีสี ไม่มีกลิ่น สามารถนำมาฉีดพ่นเคลือบผิวเพื่อรักษาอายุของผลผลิตทางการเกษตร และมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อราและแบคทีเรียบางชนิดที่ก่อโรคแก่พืชได้ด้วย (อัธยา กังสุวรรณ และคณะ 2538)

2.6 บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่นิยมใช้บรรจุอาหาร

2.6.1 ฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (PE)

เป็นพลาสติกที่มีการใช้กันในปริมาณมากที่สุด และกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นผลิตผลสด ผลิตภัณฑ์อาหาร และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมต่าง ๆ คุณสมบัติโดยทั่วไปมีความเหนียวสูง ทนทานต่อสารเคมีจำพวกกรด-ด่าง สามารถกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี แต่กันการซึมผ่านของก๊าซและไขมันต่ำ มีความปลอดภัยและสามารถใช้กับอาหารและยาได้ สามารถนำไปใช้เป็นถุงบรรจุอาหาร หรือบรรจุสินค้าหนักๆ นอกจากนี้ยังสามารถนำไปใช้ร่วมกับวัสดุอื่นๆ เช่น อะลูมิเนียม ในลักษณะการรีดร่วม หรือการประกบ เพื่อเสริมคุณสมบัติการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ฟิล์มพลาสติกชนิดโพลีโพรพิลีน (PP)

เป็นพลาสติกที่มีโครงสร้างเช่นเดียวกับโพลีเอทิลีน ดังนั้นจึงมีคุณสมบัติใกล้เคียงกัน ที่รู้จักกันมี 2 ชนิดคือ Oriented polypropylene (OPP) ผลิตโดยวิธีเป่าทำให้โมเลกุลจัดเรียงตัวกันทั้งสองทิศทาง และ Cast polypropylene (CPP) ผลิตโดยกรรมวิธีการหล่อ คุณสมบัติโดยทั่วไปมีความทนทานต่อสารเคมีได้ดี กันการซึมผ่านไอน้ำ ฟิล์มชนิด CPP สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้ที่อุณหภูมิ 135-150 °C ส่วนฟิล์มชนิด OPP ไม่สามารถปิดผนึกด้วยความร้อนได้เนื่องจาก เกิดการหดตัวของฟิล์ม การใช้งานสามารถนำ ไปบรรจุอาหารสำเร็จรูป เช่น ขนมปัง ลูกกวาด เป็นต้น ใช้ร่วมกับวัสดุอื่น เช่น พลาสติกต่างชนิด กระดาษ อลูมิเนียม ในลักษณะการประกบ หรือ การรีดร่วม เพื่อเสริมคุณสมบัติการใช้งาน (Parry, 1993, Farber, 1991, Gould, 1995)

2.7 การบรรจุปลาสลิดแดดเดียวเพื่อการขนส่ง

การบรรจุปลาสลิดแดดเดียวในบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บกลิ่นและปราศจากการ ปนเปื้อนของแมลงวันและจุลินทรีย์ จะช่วยรักษาคุณภาพและยืดอายุการเก็บรักษา รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ปลาสลิดเค็มแดดเดียวด้วย ซึ่งการบรรจุโดยทั่วไปผู้ประกอบการจะบรรจุลงถุงพลาสติกชนิดโพลีโพรไพลีน (Polypropylene, PP) หรือชนิด โพลีเอทิลีน (Polyethylene, PE) และอาจมีการใช้กระดาษสีน้ำตาลห่อปลาด้วย เพื่อดูดซับความชื้นและน้ำมันรวมไปถึงป้องกันครีบทิ่มกับถุงพลาสติกทำให้ฉีกขาด (Tripathi *et al*., 2008)

การขนส่งปลาสลิดเค็มแดดเดียวในปัจจุบันหลังจากบรรจุลงบรรจุภัณฑ์ที่เหมาะสมแล้ว จะแช่เก็บในกล่องโฟมและใส่น้ำแข็งระหว่างการขนส่ง ซึ่งเป็นการเก็บรักษาอาหารด้วยความเย็นโดยการใช้น้ำแข็งสามารถลดอุณหภูมิได้อย่างรวดเร็ว อาจมีการเติมสารผสมอาทิเช่น เกลือ ผสมกับน้ำแข็ง ทำให้จุดเยือกแข็งของน้ำลดลง มีผลให้การเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรคลดต่ำลง เพื่อให้อายุการเก็บรักษาปลาสลิดนานขึ้น แต่เมื่อน้ำแข็งละลายจะมีน้ำบางส่วนอยู่บนผิวหน้าของน้ำแข็งทำให้เกิดการปนเปื้อนต่อปลาสลิดได้ง่าย เนื่องจากผิวของปลาจะสัมผัสกับน้ำโดยตรงจึงทำให้ปลาเสียเนื้อสัมผัส รสชาติ หากการขนส่งเป็นเวลานานปลาจะถูกแช่อยู่ในน้ำแข็งที่ละลายซึ่งมีเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค และเป็นสาเหตุของการเน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วัตถุดิบและวิธีการทดลอง

3.1 วัตถุดิบ

3.1.1. ปลาสลิดที่ใช้สำหรับศึกษาตลอดการวิจัย ซื้อมาจากอำเภอบางบ่อ จังหวัดสมุทรปราการ มีขนาดเฉลี่ย 10-13 ตัวต่อกิโลกรัม ขอดเกล็ด ตัดหัว ควักไส้ ล้างน้ำสะอาด แช่น้ำแข็งในกล่องโฟมขณะขนส่ง

3.1.2 ไคโตซาน (DD 96.5% MW, 248 kDa), Muew biosafe CO., LTD.		Thailand
3.1.3 น้ำส้มสายชูหมักเข้มข้นร้อยละ 10	บริษัท แอกโกรนิก้า จำกัด	ประเทศไทย
3.1.4 น้ำกลั่น		
3.1.5 เกลือที่ใช้สำหรับการหมักปลาสลิด		

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์

3.2.1 ถังสำหรับหมักปลาสลิด

3.2.2 กะละมังขนาดใหญ่

3.2.3 กระชอน

3.2.4 ตะกร้าพลาสติก

3.2.5 บีกเกอร์พลาสติกขนาด 1000 มิลลิลิตร

3.2.6 ถุงพลาสติกโพลีโพรพิลีน (polypropylene, PP) ขนาด 10×17 เซนติเมตร

3.2.7 เครื่องปิดผนึกถุง

3.2.8 กล่องโฟมเก็บรักษาปลาสลิดในห้องเย็น

3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.3.1 ตู้เขี่ยเชื้อ	Astec Microflow	England
3.3.2 เครื่องวิเคราะห์ความชื้น	Mettler Toledo รุ่น HR73	USA.
3.3.3 เครื่องวัดความเป็นกรดด่าง (pH meter)	Suntex รุ่น SP-701	Taiwan
3.3.4 ตู้บ่มเชื้อ 35-37 °C	Memmert	Germany
3.3.5 ตู้บ่มเชื้อ 44.5 °C	Heraeus	Germany
3.3.6 ตู้อบลมร้อน	Memmert	Germany
3.3.7 เครื่องชั่ง 2 ตำแหน่ง	Ohaus	USA.
3.3.8 เครื่องนึ่งฆ่าเชื้อ (Autoclave)	Tomy รุ่น SS-325	Japan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 Water bath	Memmert	Germany
3.3.10 Vortex Mixer	Wiggen Hauser	Germany
3.3.11 ไมโครเวฟ	Samsung	Korea
3.3.12 เครื่องตีปั่น	Interscience	Germany
3.3.13 เครื่องกวน	IKA รุ่น C-Mg HS7	Germany

3.3.14 เครื่องแก้ว ที่จำเป็นในการวิเคราะห์

3.3.15 ห้องชิมและอุปกรณ์สำหรับทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส

3.4 สารเคมีที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.4.1 โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	Scharlau	Spain
3.4.2 Hydrogen phosphate trihydrate	Carlo Erba	France
3.4.3 Glycerol	Carlo Erba	France
3.4.4 NaOH	Merck KGaA	Germany
3.4.5 Alcohol 95%	กรมสรรพสามิต	Thailand
3.4.6 โพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	Merck KGaA	Germany
3.4.7 Potassium tellurite	Merck KGaA	Germany

3.5 อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการวิเคราะห์

3.5.1 Plate Count Agar	Kemmar	RCI Labscan	Thailand
3.5.2 Baired – Parker medium	Kemmar	RCI Labscan	Thailand
3.5.3 Lauryl sulfate tryptose broth	Kemmar	RCI Labscan	Thailand
3.5.4 EC broth		Scharlau	Spain
3.5.5 Dichloran Glycerol (DG18)-Agar		Merck KGaA	Germany
3.5.6 EMB-agar		Merck KGaA	Germany
3.5.7 Potassium dihydrogen phosphate		Merck KGaA	Germany
3.5.8 Meat Peptone	Criterion	Hardy Diagnostics USA.	
3.5.9 D+Glucose monohydrate (Dextose)		SP Science	Thailand
3.5.10 Hydrogen phosphate trihydrate		Carlo Erba	France
3.5.11 Tryptone (Indole)		Merck KGaA	Germany
3.5.12 Simmon citrate	Kemmar	RCI Labscan	Thailand

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.6 วิธีการทดลอง

3.6.1 ศึกษาปริมาณเริ่มต้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในปลาสลิด

ทำการทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ของปลาสลิดสดก่อนทำการผลิต โดยตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ ดังนี้

3.6.1.1 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (total plate count) (AOAC, 2000)

3.6.1.2 สตาฟิโลค็อกคัส ออเรียส (AOAC, 2000)

3.6.1.3 เอสเชอริเชีย โคไล โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (AOAC, 2000)

3.6.1.4 บาซีรัส ซีเรียส (AOAC, 2000)

3.6.1.5 ซัลโมเนลล่า (AOAC, 2000)

3.6.1.6 โคลิฟอร์ม โดยวิธีเอ็มพีเอ็น (AOAC, 2000)

3.6.1.7 ยีสต์และรา (AOAC, 2000)

3.6.2 ศึกษาการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

นำปลาเตรียมโดยการตัดหัว และควักไส้เสร็จแล้ว มาทดลองลดปริมาณจุลินทรีย์ เริ่มต้นด้วยการล้างน้ำเย็น เปรียบเทียบกับการล้างน้ำเย็นที่ผสมด้วยสารละลายไคโตซาน และล้างด้วยน้ำเย็นที่ผสมน้ำส้มสายชู โดยศึกษาความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน และน้ำส้มสายชู แล้วนำปลาที่ได้ไปตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ ตามข้อ 3.6.1.1-3.6.1.3 ก่อนนำปลาที่ได้ไปหมักเกลือตามสูตรที่เกษตรกรใช้ เพื่อผลิตเป็นปลาสลิดแดดเดียว จากนั้นนำปลาสลิดที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพด้วย

13.2.1 เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)

13.2.2 ทดสอบด้านประสาทสัมผัส ในด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส รสชาติ และการยอมรับโดยรวม โดยใช้การให้คะแนน 7 ระดับ

เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้สารไคโตซาน และน้ำส้มสายชู ที่มีต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ และเนื้อสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียว โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD ในด้านเนื้อสัมผัส สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสวางการทดลองแบบ Randomized completely block design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวนและตรวจสอบความแตกต่าง หาค่าเฉลี่ยใช้วิธี Duncan's new multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

3.6.3 เพื่อศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

ปรับปรุงสูตรการหมักเกลือโดยการปรับสัดส่วนของเกลือ สารละลายไคโตซานเข้มข้น 1% และน้ำแข็ง โดยการใช้การทดลองแบบ mixture design ได้สัดส่วนที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1 จากนั้นหมักไว้ 1 คืน จากนั้นล้างน้ำสะอาดก่อนทำแห้งเพื่อป้องกันการเกิดคราบขาวบนผิวปลาเนื่องจากเกลือ นำไปอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
131070

ให้ปลามีความชื้นร้อยละ 65 นำตัวอย่างที่ได้มาทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา เนื้อสัมผัส และการทดสอบทางประสาทสัมผัส

เพื่อหาสัดส่วนในการหมักที่เหมาะสม และสามารถลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นของปลาสลิดแดดเดียวก่อนเก็บรักษาได้

ตาราง 3.1 สัดส่วนส่วนผสมในการหมักปลาสลิด โดยวางแผนการทดลองแบบ Mixture design

สัดส่วนที่	ส่วนผสม		
	สารละลายไคโตซานเข้มข้น 1% (%)	เกลือ (%)	น้ำแข็ง (%)
1	10.40	6.00	83.60
2	10.00	5.00	85.00
3	20.00	4.00	76.00
4	18.14	5.86	76.00
5	10.00	4.00	86.00
6	15.06	4.00	80.94
7	17.04	4.42	78.55
8	12.79	4.00	83.21
9	12.92	6.00	81.08
10	14.90	6.00	79.10
11	16.80	5.86	77.34
12	10.00	5.00	85.00

3.6.4 ศึกษาการเตรียมกระดาษเคลือบฟิล์มไคโตซาน

เตรียมสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 0.5 1 และ 2% ละลายในกรดอะซิติก 1% แล้วเติม Tween 80 เข้มข้น 0.5% ละลายโดยตั้งบนเครื่อง hot plate stirrer ที่อุณหภูมิ 60°C นาน 8 ชม. จากนั้นเติม Oleic acid เข้มข้น 1% แล้วนำมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วย Homogenizer แล้วกรองเพื่อแยกส่วนที่ไม่ละลายออก นำสารละลายไคโตซานที่ได้มาเคลือบลงบนกระดาษโดยใช้วิธีการทา นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 40 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำกระดาษที่ได้มาทดสอบด้าน

- ความสามารถการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar diffusion test

นำผลการทดลองที่ได้มาเปรียบเทียบการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ เพื่อคัดเลือกความเข้มข้นของไคโตซานที่เหมาะสมในการเคลือบบนกระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.5 ศึกษาสภาวะในการขนส่งและเก็บปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม

นำกระดาษธรรมดาและกระดาษที่เคลือบด้วยฟิล์มไคโตซานที่ความเข้มข้นที่เหมาะสมจากข้อ 3.6.4 มาห่อปลาสลิด แล้ว บรรจุในถุง PP และ PE เก็บรักษาโดยการบรรจุในกล่องโฟมที่ใช้น้ำแข็ง และเจลที่ให้ความเย็น โดยใช้สภาวะการเก็บปลาสลิดแดดเดียวใส่กล่องโฟมที่สภาวะต่าง ๆ ดังนี้

- ห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับน้ำแข็ง
- ห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับน้ำแข็ง
- ห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับเจลให้ความเย็น
- ห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับเจลให้ความเย็น
- ห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน บรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับน้ำแข็ง
- ห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน บรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับน้ำแข็ง
- ห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน บรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับเจลให้ความเย็น
- ห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับเจลให้ความเย็น

ตรวจวัดคุณภาพทุก 2 ชั่วโมง เป็นเวลา 10 ชั่วโมง โดยตรวจสอบคุณภาพด้าน

- ปริมาณรวมของด่างที่ระเหยได้ (TVB-N) โดยวิธีคอนเวย์
-ค่า pH ด้วยเครื่องพีเอชมิเตอร์
- การสูญเสียน้ำหนัก
- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) (A.O.A.C, 1990)

เพื่อหาสภาวะและระยะเวลาที่เหมาะสมในการขนส่งและเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียว โดยเปรียบเทียบปริมาณของด่างที่ระเหยได้ การสูญเสียน้ำหนักและการเจริญของจุลินทรีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ปริมาณเริ่มต้นของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในปลาสลิด

ทำการทดสอบคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ของปลาสลิดสดที่ผ่านการตัดหัวและควักไส้ก่อนทำการผลิตเป็นปลาสลิดแดดเดียว จากแหล่งผลิตปลาสลิดแดดเดียวในจังหวัดสมุทรปราการ โดยตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ดังนี้ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) *Staphylococcus aureus,* และ *E. coli* ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ชนิดและปริมาณจุลินทรีย์ที่พบในปลาสลิดสด

ชนิดของจุลินทรีย์	ปริมาณจุลินทรีย์
จุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)	6.4 log cfu/g
ยีสต์และรา	น้อยกว่า 30 cfu/g
Bacillus cereus	ไม่พบ
Staphylococcus aureus	ไม่พบ
Coliform	110 MPN/g.
E. coli	ไม่พบ
Salmonellae	พบ

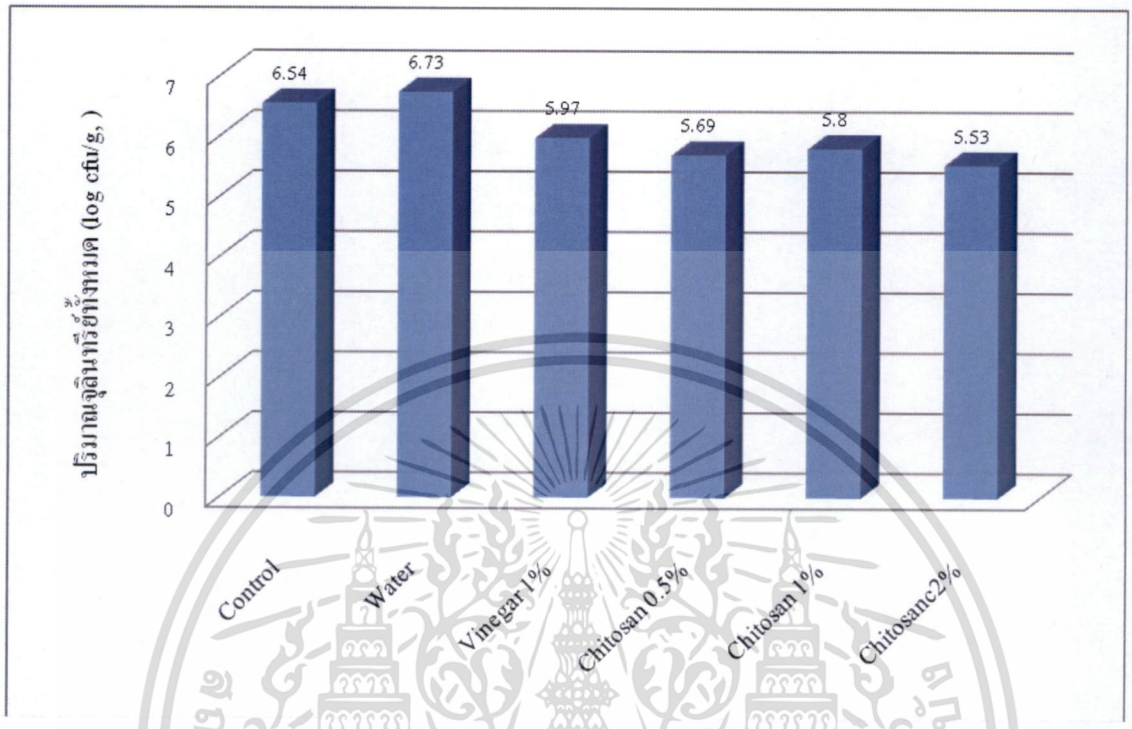
จากการวิเคราะห์จุลินทรีย์เริ่มต้นในปลาสลิดสดที่ทำการตัดหัว และควักไส้ ก่อนนำมาผลิตเป็นปลาสลิดแดดเดียว พบว่า ตรวจพบจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา Coliform และ *Salmonellae* แต่ไม่พบ *B. cereus*, *S. aureus* และ *E coli* ซึ่งมีปริมาณเชื้อทั้งหมดในปลาสลิดสดมี 6.4 log cfu/g ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอาหารสดที่ไม่ควรพบเชื้อจุลินทรีย์เกิน $1x10^6$ cfu/g เล็กน้อย และปริมาณยีสต์และรา มีน้อยกว่า 30 cfu/g จะเห็นว่าในปลาสลิดสดมีปริมาณยีสต์และราน้อยมาก

4.2 การลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นในกระบวนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

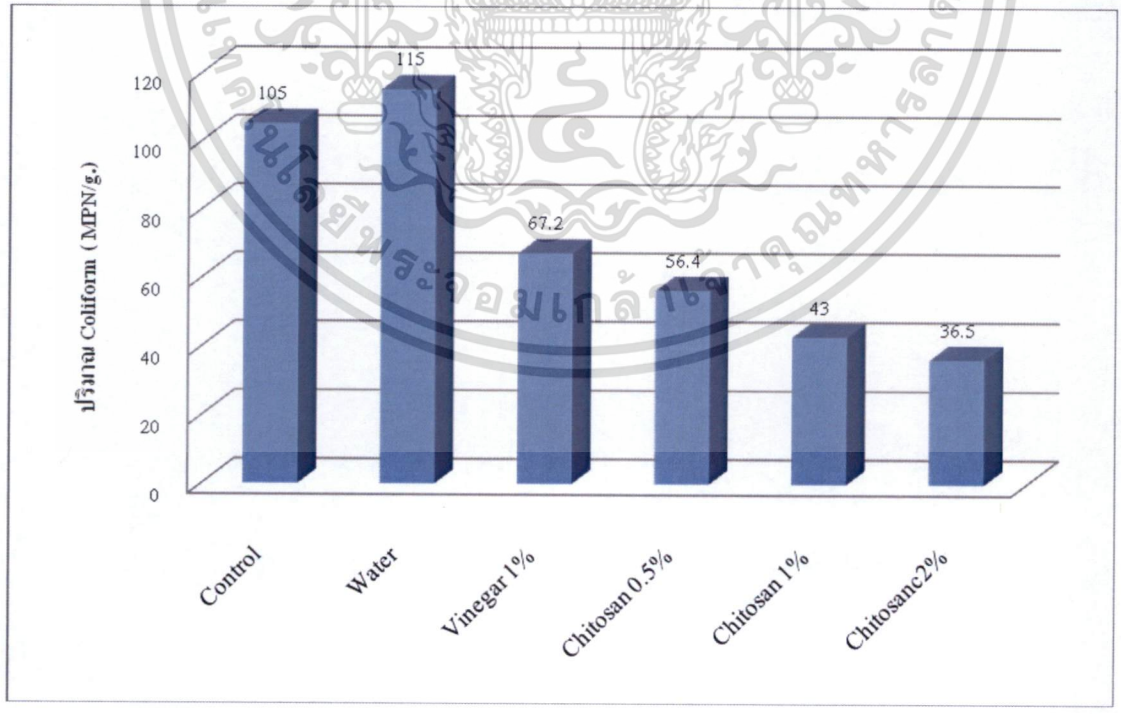
นำปลาเตรียมโดยการตัดหัว และควักไส้เสร็จแล้ว มาทดลองลดปริมาณจุลินทรีย์ เริ่มต้นด้วยการล้างน้ำเย็น เปรียบเทียบกับการล้างน้ำเย็นที่ผสมด้วยสารละลายไคโตซาน และล้างด้วยน้ำเย็นที่ผสมน้ำส้มสายชู 1% โดยศึกษาความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน 0.5 1 และ 2% และน้ำส้มสายชู 1% แล้วนำปลาที่ได้ไปตรวจสอบด้านจุลินทรีย์ พบว่าในตัวอย่างปลาสลิดตรวจไม่พบ *B. cereus*, *S. aureus* และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Salmonellae ส่วนปริมาณยีสต์และรา ตรวจพบปริมาณน้อยกว่า 30 cfu/g ในทุกกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบในส่วนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณ Coliform แสดงดังภาพที่ 4.1 และ 4.2



ภาพที่ 4.1 ผลของการล้างปลาสลิดด้วยสารละลายต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด



ภาพที่ 4.2 ผลของการล้างปลาสลิดด้วยสารละลายต่าง ๆ ต่อการลดปริมาณ Coliform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

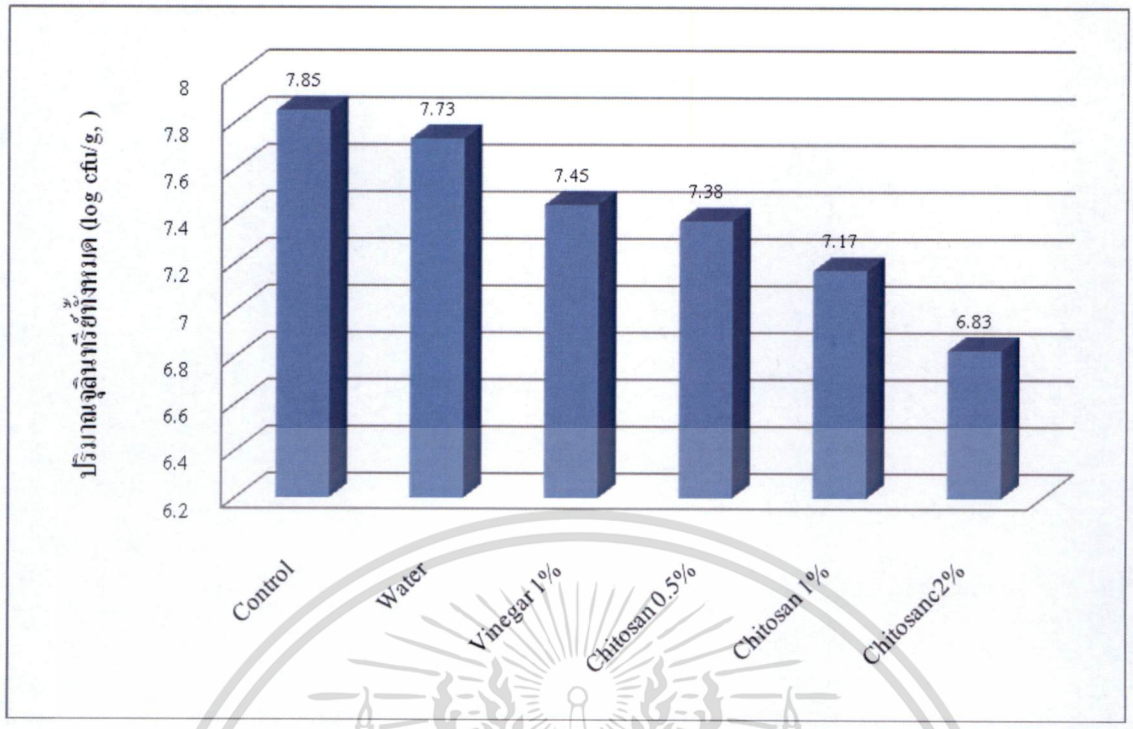
จากภาพที่ 4.1 พบว่าปลาสลิดสดที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการล้าง (Control) มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 6.54 log cfu/g แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปลาสลิดสดที่ล้างด้วยน้ำเปล่า (Water) พบว่าไม่มีความแตกต่างกันโดยมีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าเท่ากับ 6.73 log cfu/g และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปลาสลิดสดที่ล้างด้วยน้ำส้มสายชู 1 % พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 5.97log cfu/g ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Oliveira and Brito (1996) การใช้สารละลายกรดแลกติกร่วมกับสารละลายกรดอะซิติกความเข้มข้น 2% (v/v) สามารถลดจำนวนเชื้อ *S. aureus* บนเนื้อกระบือได้ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับปลาสลิดสดที่ล้างด้วยสารละลายไคโตซาน 0.5 1 และ 2% พบว่าปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ตรวจวิเคราะห์ได้มีค่าลดลง โดยมีค่าเท่ากับ 5.69, 5.80 และ 5.53 log cfu/g ตามลำดับ แสดงว่าสารละลายไคโตซานสามารถใช้ลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ และพบว่าความสามารถในการลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดของสารละลายไคโตซานจะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของสารละลายไคโตซาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าไคโตซานเมื่อใช้เป็นสารเคลือบ สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดลงได้ (Rhim *et al*., 2006)

ผลของสารละลายต่อการลดปริมาณ Coliform แสดงดังภาพที่ 4.2 พบว่าการใช้สารละลายสามารถลดปริมาณ Coliform ในปลาสลิดสดได้โดยพบว่า เมื่อใช้สารละลายไคโตซานเข้มข้นมากขึ้นทำให้ปริมาณ Coliform ลดลงได้มากขึ้นเช่นกัน

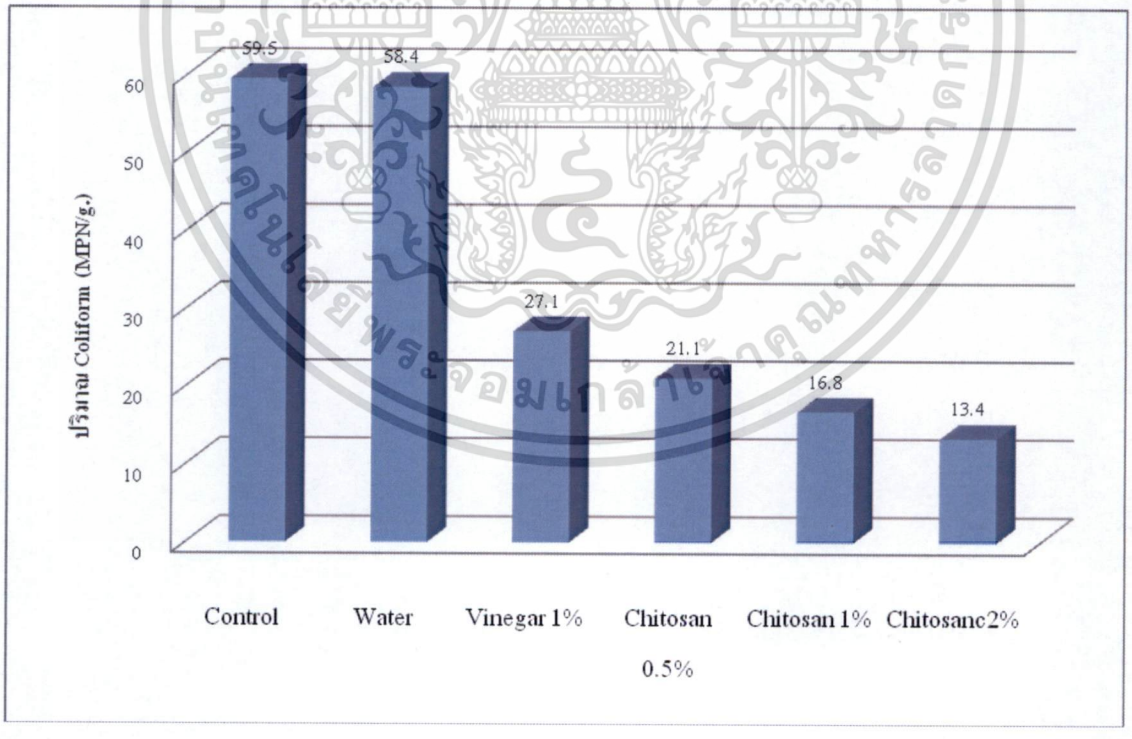
หลังจากนั้นนำปลาที่ได้ไปหมักเกลือตามสูตรที่เกษตรกรใช้ จากนั้นหมักไว้ 1 คืน เพื่อผลิตเป็นปลาสลิดแดดเดียว จากนั้นนำปลาสลิดที่ได้ไปตรวจสอบคุณภาพ เพื่อเปรียบเทียบผลของการใช้สารไคโตซาน และน้ำส้มสายชู ที่มีต่อการลดปริมาณจุลินทรีย์ แสดงดังภาพที่ 4.3 ถึง 4.5

พบว่า การใช้สารละลายไคโตซานล้างปลาสลิดก่อนนำไปหมักเป็นปลาสลิดแดดเดียวมีผลทำให้ปลาสลิดแดดเดียวที่ผลิตจากปลาสลิดที่ล้างด้วยสารละลายไคโตซานทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และ Coliform ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผลิตได้ลดลง และไม่พบเชื้อ *E. coli* และ *Salmonellae* ในตัวอย่าง ซึ่งจากผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าการใช้สารละลายไคโตซานในการผลิตปลาสลิดแดดเดียวสามารถทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีความเสี่ยงในการทำให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษ และอาจช่วยยืดอายุการเก็บปลาสลิดแดดเดียวให้นานขึ้นได้เนื่องจากปลาสลิดแดดเดียวที่ผลิตโดยการนำมาล้างด้วยสารละลายไคโตซานสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ลงได้ และความเข้มข้นที่เหมาะสมคือ 1% เนื่องจากมีผลในการลดปริมาณจุลินทรีย์ในปลาสลิดได้ไม่ต่างจาก 2%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

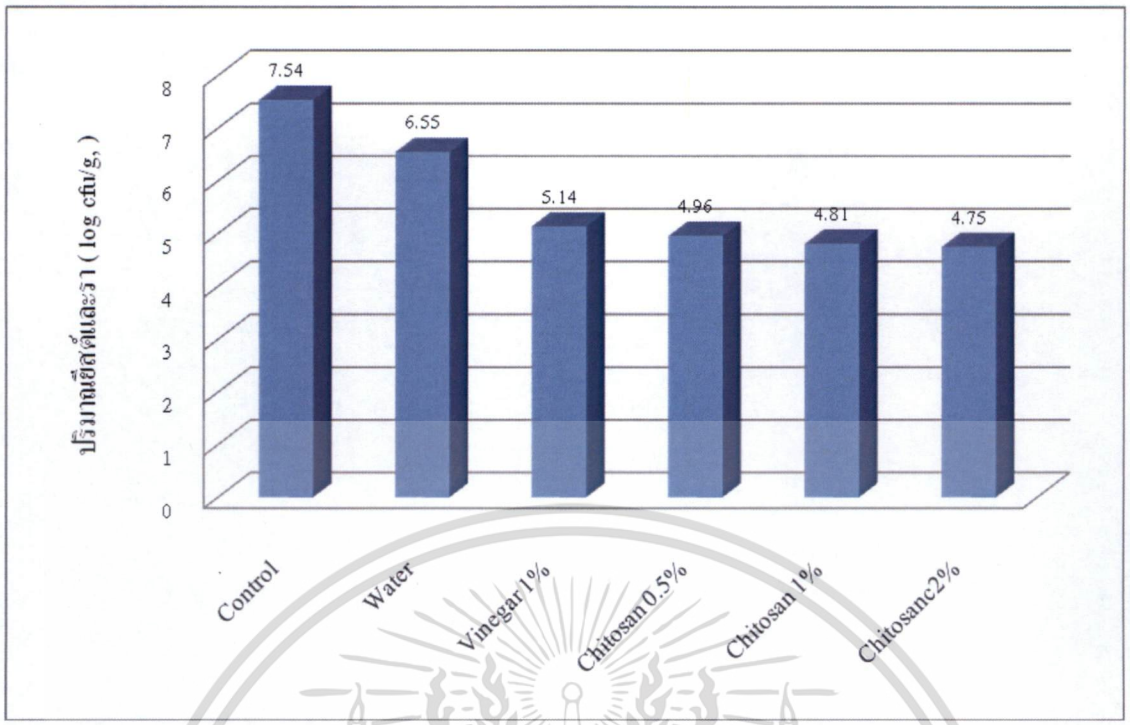


ภาพที่ 4.3 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ



ภาพที่ 4.4 ปริมาณ Coliform ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



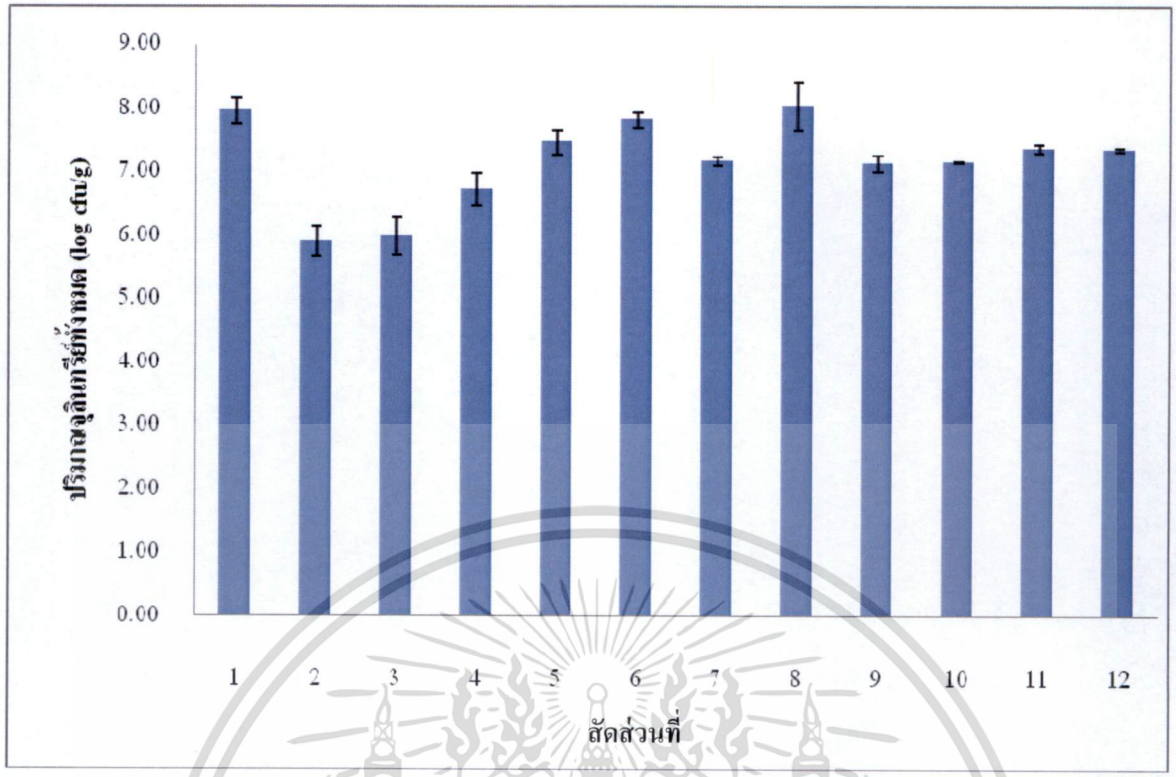
ภาพที่ 4.5 ปริมาณ ยีสต์และรา ในปลาสลิดแดดเดียวที่ผ่านการล้างด้วยน้ำ น้ำส้มสายชู และสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ

4.3 ส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว

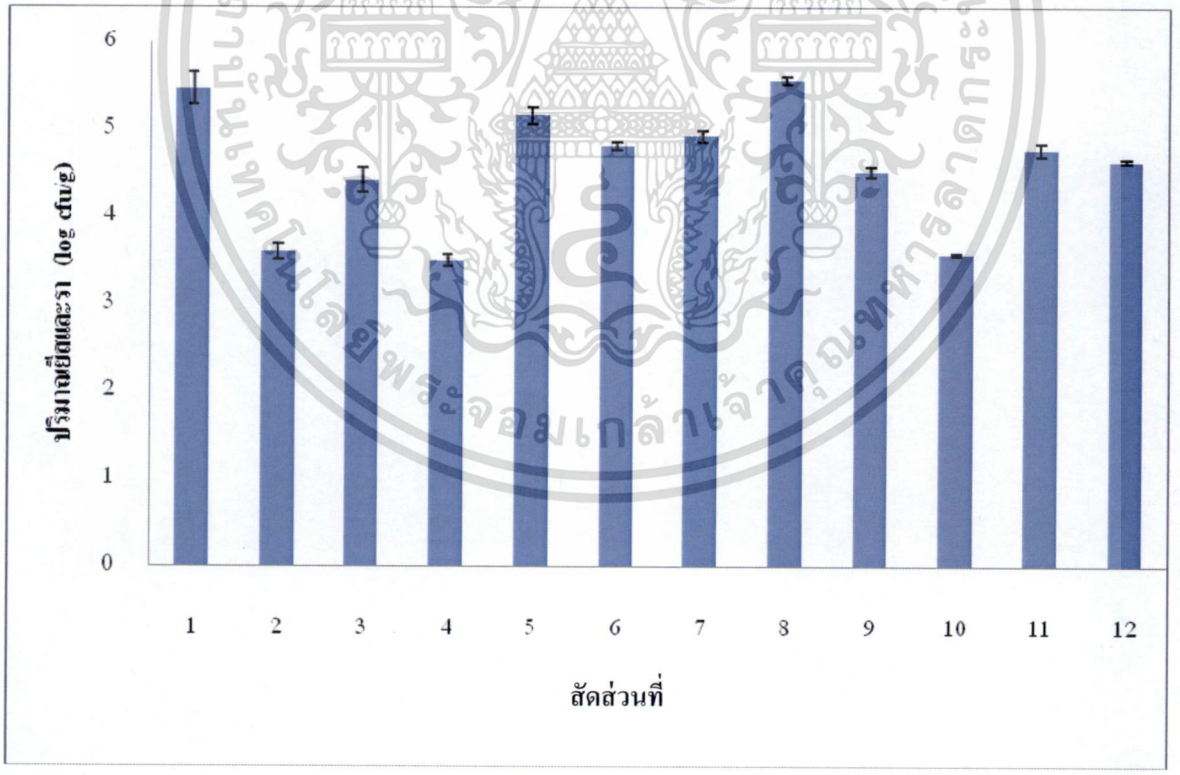
จากการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการหมักปลาสลิดแดดเดียว โดยใช้การทดลองแบบ Mixture design ส่วนผสมที่ใช้แสดงดังตารางที่ 3.1 จากนั้นหมักทิ้งไว้ 1 คืน ที่อุณหภูมิ 4°C จากนั้นนำไปทำแห้ง แล้วนำตัวอย่างที่ได้มาวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา, *S. aureus*, Coliform, *E. coli* และ *Salmonellae* และทดสอบคุณภาพด้านการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส และเนื้อสัมผัส ของปลาสลิดแดดเดียว เพื่อหาสัดส่วนในการหมักปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม โดยคัดเลือกจากสูตรที่ทำให้มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดในตัวอย่างปลาสลิดที่ผ่านการหมักแล้วน้อยที่สุดเพื่อนำมาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส และเนื้อสัมผัสต่อไป

จากการวิเคราะห์พบว่าไม่ตรวจพบ Coliform, *S. aureus* และ *Salmonellae* ทุกกลุ่มตัวอย่างเปรียบเทียบ ในส่วนของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณยีสต์และรา แสดงดังภาพที่ 4.6 และ 4.7 ซึ่งปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดของสูตรการหมักจะอยู่ในช่วง 5.92-8.04 log cfu/g ส่วนปริมาณยีสต์และรา 3.50-5.57 log cfu/g ตามลำดับ จากผลที่ได้สามารถเลือกสูตรที่นำไปศึกษาคุณภาพด้านประสาทสัมผัสและเนื้อสัมผัสต่อไป จำนวน 5 สัดส่วน ซึ่งได้แก่ สัดส่วน 2 3 4 9 และ 10 โดยนำปลาสลิดมาทดสอบทางประสาทสัมผัส ทั้งแบบก่อนและหลังทอด และวัดเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของปลาสลิดสดได้ผลดังตารางที่ 4.2 ถึง 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด เมื่อหมักโดยใช้สัดส่วนของส่วนผสมที่ต่างกัน



ภาพที่ 4.7 ปริมาณ ยีสต์และราในปลาสลิด เมื่อหมักโดยใช้สัดส่วนของส่วนผสมที่ต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวสดที่หมักด้วยเกลือกับสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ที่สัดส่วนต่างกัน พบว่า

ด้านลักษณะปรากฏ ของปลาสลิดแดดเดียวสดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน เนื่องจากปริมาณของเกลือและสารละลายไคโตซานที่ใช้ในการหมักไม่ทำให้ลักษณะภายนอกของปลาสลิดแดดเดียวเปลี่ยนแปลง จึงทำให้ไม่มีความแตกต่างกัน

ด้านกลิ่น ของปลาสลิดแดดเดียวสดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน พบ ความชอบด้านกลิ่นของปลาสลิดแดดเดียวที่ใช้ปริมาณเกลือ 5-6% ร่วมกับสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ปริมาณ 10-18.41% ต่อน้ำหนักปลา ให้กลิ่นเป็นที่ยอมรับไม่ต่างกัน แต่ต่างจากปลาสลิดแดดเดียวที่ใช้เกลือ 4% เกิดจากการใช้ปริมาณเกลือที่สูงสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อได้ นอกจากนั้นยังเกิดจากปริมาณไคโตซานและน้ำแข็งที่ใช้ในการหมักด้วย

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวสด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน

ปริมาณเกลือ (%)	ปริมาณไคโตซานเข้มข้น 1% (%)	ปริมาณน้ำแข็ง (%)	ลักษณะปรากฏ^{ns}	กลิ่น
5.00	10.00	85.00	3.57 ± 1.00	3.43 ± 1.17^{ab}
4.00	20.00	76.00	3.47 ± 1.11	3.13 ± 1.36^{b}
5.86	18.14	76.00	3.67 ± 0.88	3.60 ± 0.93^{ab}
6.00	12.92	81.08	3.50 ± 0.97	3.90 ± 0.92^{a}
6.00	14.90	79.10	3.63 ± 0.76	3.40 ± 1.10^{ab}

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.3 แสดงผลการทดสอบเนื้อสัมผัสด้านความแข็งของปลาสลิดแดดเดียวสดที่หมักด้วย ที่สัดส่วนต่างกัน พบว่า

ความแข็งของปลาสลิดแดดเดียวสด มีผลเกิดจากปริมาณเกลือที่ใช้ โดยเมื่อใช้เกลือเข้มข้นสูงขึ้นทำให้ปลาสลิดแดดเดียวที่ได้มีความแข็งเพิ่มขึ้น อาจเกิดจากการใช้เกลือเข้มข้นมาก ทำให้เกิดการดึงน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเนื้อปลาออกมาได้มาก มีผลทำให้น้ำในเนื้อปลามีปริมาณน้อยลงเมื่อนำไปอบแห้งทำให้เนื้อปลามีความแข็งมากขึ้น

จากนั้นนำตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวสดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน ไปทอดที่อุณหภูมิ 180°C นาน 8 นาที แล้วนำปลาสลิดแดดเดียวทอดที่ได้ไปทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสในด้านของสี กลิ่น รสชาติและการยอมรับ

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบทางด้านเนื้อสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวสด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน

ปริมาณเกลือ(%)	ปริมาณไคโตซานเข้มข้น 1% (%)	ปริมาณน้ำแข็ง (%)	ค่าความแข็ง (g.f)
5.00	10.00	85.00	179.51±13.57[b]
4.00	20.00	76.00	168.54±22.49[b]
5.86	18.14	76.00	179.51±14.34[b]
6.00	12.92	81.08	299.99±27.34[a]
6.00	14.90	79.10	287.71±34.24[a]

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

จากตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวทอดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน แล้วนำมาทอดที่อุณหภูมิ 180°C นาน 8 นาที พบว่า

ด้านสี ของปลาสลิดแดดเดียวทอดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่าไม่มีความแตกต่างกัน โดยมีสีตามธรรมชาติของปลาสลิดแดดเดียวทอด

ด้านกลิ่น ของปลาสลิดแดดเดียวทอดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสูตรที่ใช้ปริมาณเกลือ 5% ร่วมกับ สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ปริมาณ 10% ต่อน้ำหนักปลา ให้กลิ่นเป็นที่ยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีกลิ่นที่หอมตามธรรมชาติของปลาสลิดแดดเดียวทอด ปราศจากกลิ่นของน้ำส้มสายชูที่เป็นส่วนประกอบของสารละลายไคโตซานที่ใช้ในการหมักซึ่งเป็นกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านรสชาติ ของปลาสลิดแดดเดียวทอดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกัน พบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสัดส่วนที่ใช้ปริมาณเกลือ 5% ร่วมกับสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ปริมาณ 10% ต่อน้ำหนักปลา ให้รสชาติเป็นที่ยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีรสชาติที่ดีตามธรรมชาติของปลาสลิดแดดเดียวทอด ไม่เค็มเกินไป และไม่มีรสเปรี้ยวจากน้ำส้มสายชูที่เป็นส่วนประกอบของสารละลายไคโตซานที่ใช้ในการหมัก

ด้านการยอมรับ ของปลาสลิดแดดเดียวทอดที่หมักโดยใช้สัดส่วนต่างกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันพบว่ามีความแตกต่างกัน โดยสัดส่วนที่ใช้ปริมาณเกลือ 5% ร่วมกับ สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ปริมาณ 10% ต่อน้ำหนักปลา ได้รับการยอมรับมากที่สุด เนื่องจากมีกลิ่นและรสชาติดีที่สุดและมีสีที่น่ารับประทาน

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของปลาสลิดแดดเดียวทอด เมื่อหมักโดยใช้เกลือร่วมกับสารละลายไคโตซานในสัดส่วนที่ต่างกัน แล้วนำมาทอดที่อุณหภูมิ 180°C นาน 8 นาที

ปริมาณเกลือ (%):	ปริมาณไคโตซาน เข้มข้น 1% (%)	ปริมาณน้ำแข็ง (%)	สี[ns]	กลิ่น	รสชาติ	การยอมรับ
5.00	10.00	85.00	4.10 ± 0.70	4.29 ± 0.72[a]	4.24 ± 0.89[a]	4.14 ± 0.73[a]
4.00	20.00	76.00	3.95 ± 0.74	3.90 ± 0.62[ab]	3.81 ± 0.75[ab]	3.76 ± 0.70[ab]
5.86	18.14	76.00	3.81 ± 0.81	3.71 ± 0.90[c]	3.10 ± 1.00[c]	3.43 ± 0.87[b]
6.00	12.92	81.08	4.00 ± 0.84	3.95 ± 1.02[ab]	3.38 ± 0.97[bc]	3.29 ± 0.90[b]
6.00	14.90	79.10	3.90 ± 0.89	4.10 ± 0.83[ab]	3.00 ± 1.22[c]	3.52 ± 1.03[b]

หมายเหตุ ตัวอักษรกำกับต่างกันในแนวตั้งเดียวกัน แสดงว่ามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

ns หมายถึงไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($P \leq 0.05$)

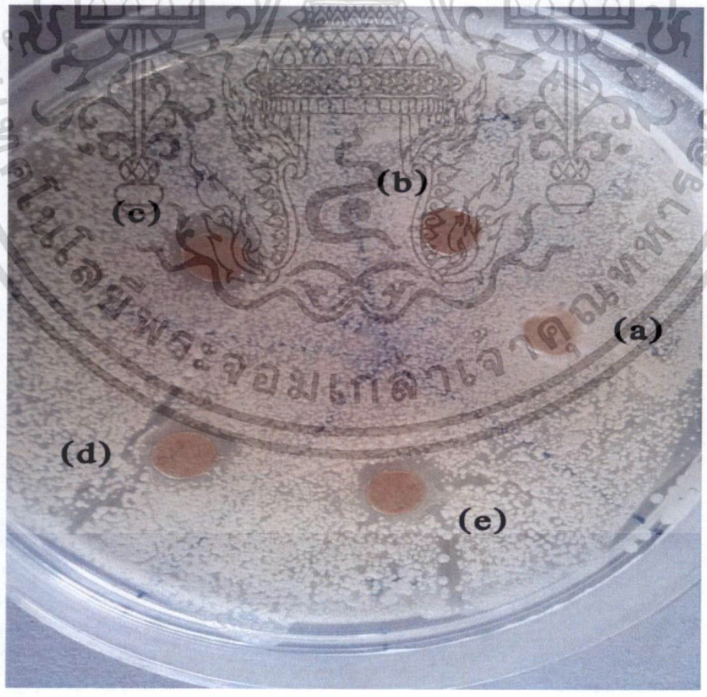
จากผลการศึกษาส่วนผสมที่เหมาะสมในการผลิตปลาสลิดแดดเดียว ที่ปรับปรุงสัดส่วนการหมักเกลือของปลาสลิดแดดเดียวโดยการปรับสัดส่วนของเกลือกับสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ที่สัดส่วนต่างกัน แล้วนำตัวอย่างปลาสลิดแดดเดียวที่ได้มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสและเนื้อสัมผัสด้านความแข็ง สรุปได้ว่าสัดส่วนการหมักที่เหมาะสมมากที่สุดคือ สัดส่วนที่ใช้ปริมาณเกลือ 5% ร่วมกับสารละลายไคโตซาน 1% ปริมาณ 10% ต่อน้ำหนักปลา เนื่องจากปลาสลิดแดดเดียวสดที่ได้จากสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมักนี้จะมีลักษณะปรากฏที่ดีไม่แตกต่างจากสัดส่วนอื่น ๆ มีเนื้อสัมผัสที่พอดีไม่แข็งจนเกินไปและไม่นิ่มเละ และมีกลิ่นที่ไม่แตกต่างกับสัดส่วนที่ให้กลิ่นที่ดีที่สุดของปลาสลิดแดดเดียวสด และเมื่อนำมาทอดแล้วมีสีที่น่ารับประทาน มีกลิ่นและรสชาติดีที่สุด และได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคมากที่สุด

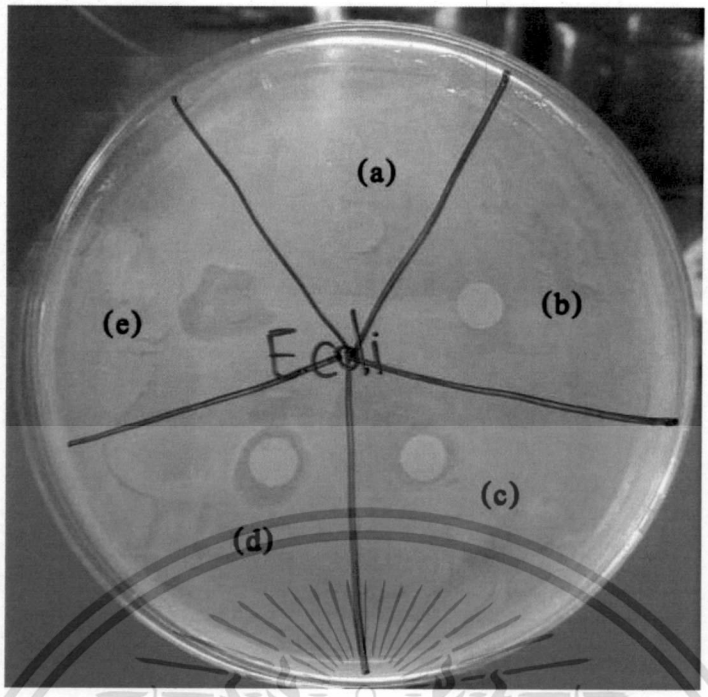
4.4 การเตรียมกระดาษเคลือบฟิล์มไคโตซานสำหรับห่อปลาสลิด

จากการเคลือบกระดาษด้วยสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 0.5 1.0 และ 2.0% ตามลำดับ โดยการเตรียมทำตามภาคผนวก จ จากนั้นนำกระดาษที่ได้มาวิเคราะห์ความสามารถการยับยั้งจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar diffusion test พบว่ากระดาษที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานทุกความเข้มข้นมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ทำให้มีเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณ clear zone เท่ากับ 8.25 8.70 และ 9.23 มิลลิเมตร ตามลำดับเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับกระดาษที่ไม่ได้เคลือบสารละลายไคโตซานและกระดาษเคลือบสารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 1% ไม่พบบริเวณ clear zone (ภาพที่ 4.8) สอดคล้องกับการทดลองหยดสารละลายไคโตซานลงบนกระดาษกรอง เกิดบริเวณ clear zone ตรงตำแหน่งที่หยดสารละลายไคโตซาน (ภาพที่ 4.9) แสดงว่า สารละลายไคโตซานมีคุณสมบัติยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารละลายไคโตซานทำให้ความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์เพิ่มขึ้นด้วย



ภาพที่ 4.8 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของกระดาษห่อปลาสลิด (a) กระดาษธรรมดา (b) กระดาษเคลือบสารละลายน้ำส้มสายชู 1% (c) กระดาษเคลือบไคโตซาน 0.5% (d) กระดาษเคลือบไคโตซาน 1.0% และ (e) กระดาษเคลือบไคโตซาน 2.0%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.9 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* ของสารละลายไคโตซานเมื่อใช้กระดาษกรอง
(a) control (b) สารละลายน้ำส้มสายชู 1% (c) สารละลายไคโตซาน 0.5%
(d) สารละลายไคโตซาน 1.0% และ (e) สารละลายไคโตซาน 2.0%

4.5 ผลของสภาวะในการขนส่งและเก็บปลาสลิดแดดเดียวที่เหมาะสม

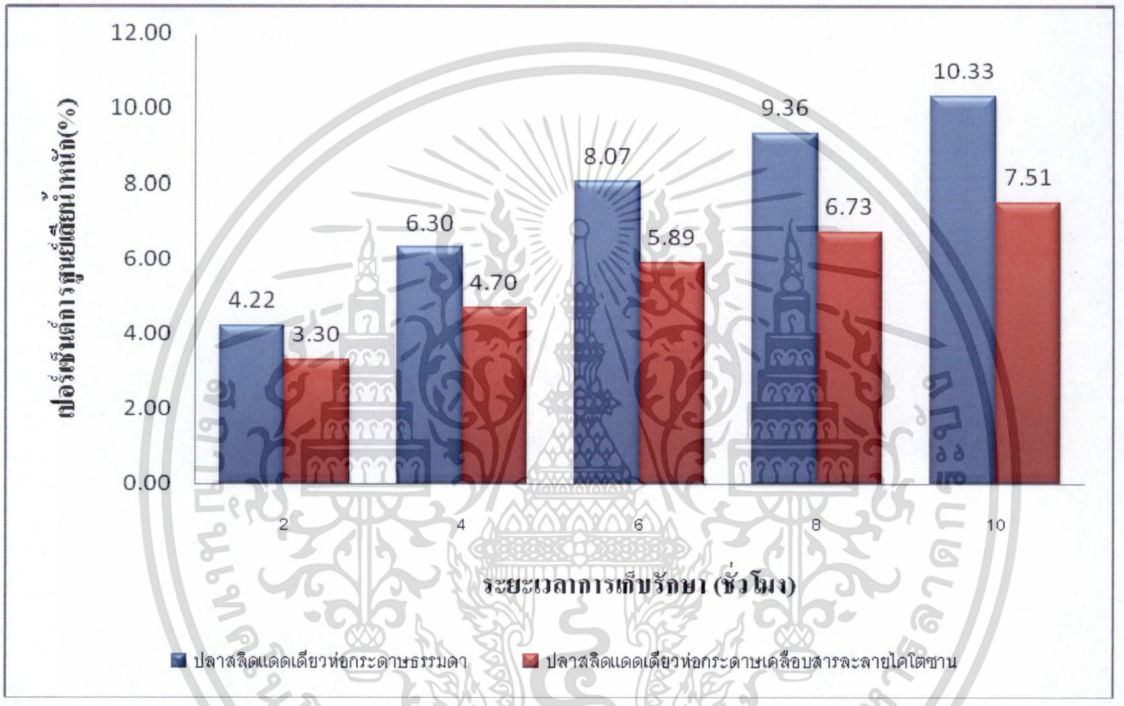
การศึกษาสภาวะในการขนส่ง และการเก็บปลาสลิดแดดเดียว มีการวัดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาสลิดแดดเดียว ในด้านเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก ค่าความเป็นกรดด่าง ปริมาณรวมของด่างที่ระเหยได้ (TVB-N) และวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) โดยเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวใส่กล่องโฟมที่สภาวะต่าง ๆ ดังข้อที่ 3.6.5 ได้ผลดังนี้

การสูญเสียน้ำหนัก

ภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ การสูญเสียน้ำหนักของเนื้อปลา เกิดเนื่องจากการเยิ้มของน้ำและน้ำเมือกซึ่งเป็นผลจากการเจริญและกิจกรรมของจุลินทรีย์ รวมทั้งการย่อยสลายองค์ประกอบในส่วนที่เป็นโปรตีน ด้วยเอนไซม์ที่มีอยู่ในเนื้อปลา การสูญเสียน้ำหนักของปลาสลิดแดดเดียวห่อด้วยกระดาษธรรมดาและกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานที่สภาวะบรรยากาศปกติ (ภาพที่ 4.10) มีการเปลี่ยนแปลงมากที่ระยะเวลาเริ่มต้น และเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงลดลงหนักจากระยะเวลาการเก็บนานขึ้น โดยการเปรียบเทียบการสูญเสียน้ำหนักของปลาสลิดแดดเดียวที่ห่อด้วยกระดาษธรรมดาค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยที่ระยะเวลาการเก็บ 10 ชั่วโมงเท่ากับ 10.33% และกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักเฉลี่ยที่ระยะเวลาการเก็บ 10 ชั่วโมงเท่ากับ 7.51% แสดงว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

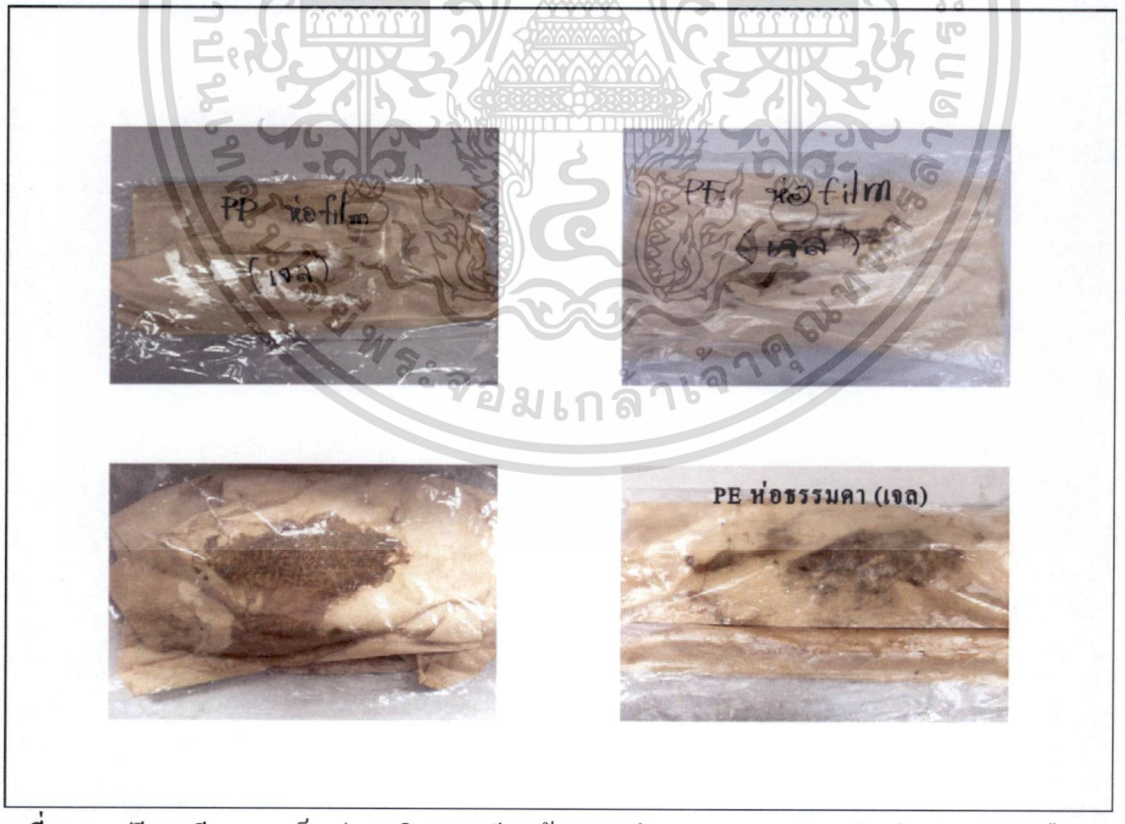
กระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานมีประสิทธิภาพป้องกันการสูญเสียน้ำหนักของปลาสลิดแดดเดียวมากกว่าการห่อด้วยกระดาษธรรมดา เนื่องจากในสารละลายไคโตซานมีส่วนผสมของ Oleic acid มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของน้ำ ดังภาพที่ 4.11 เมื่อเปรียบเทียบการเก็บรักษาโดยใช้น้ำแข็ง ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบการเก็บรักษาโดยใช้เจลให้ความเย็น พบการซึมผ่านของน้ำในการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวที่ห่อด้วยกระดาษธรรมดาตั้งแต่ ระยะเวลาการเก็บรักษาที่ชั่วโมงที่ 2 แต่ไม่พบการซึมผ่านของน้ำในการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวที่ห่อด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานในระยะเวลาการเก็บรักษาเท่ากัน



ภาพที่ 4.10 การสูญเสียน้ำหนักของปลาสลิดแดดเดียวที่ห่อด้วยกระดาษธรรมดาและกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน เมื่อเก็บในระยะเวลาต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.11 เปรียบเทียบการเก็บปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษธรรมดากับกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานบรรจุถุง PP และ PE ร่วมกับการใช้น้ำแข็ง

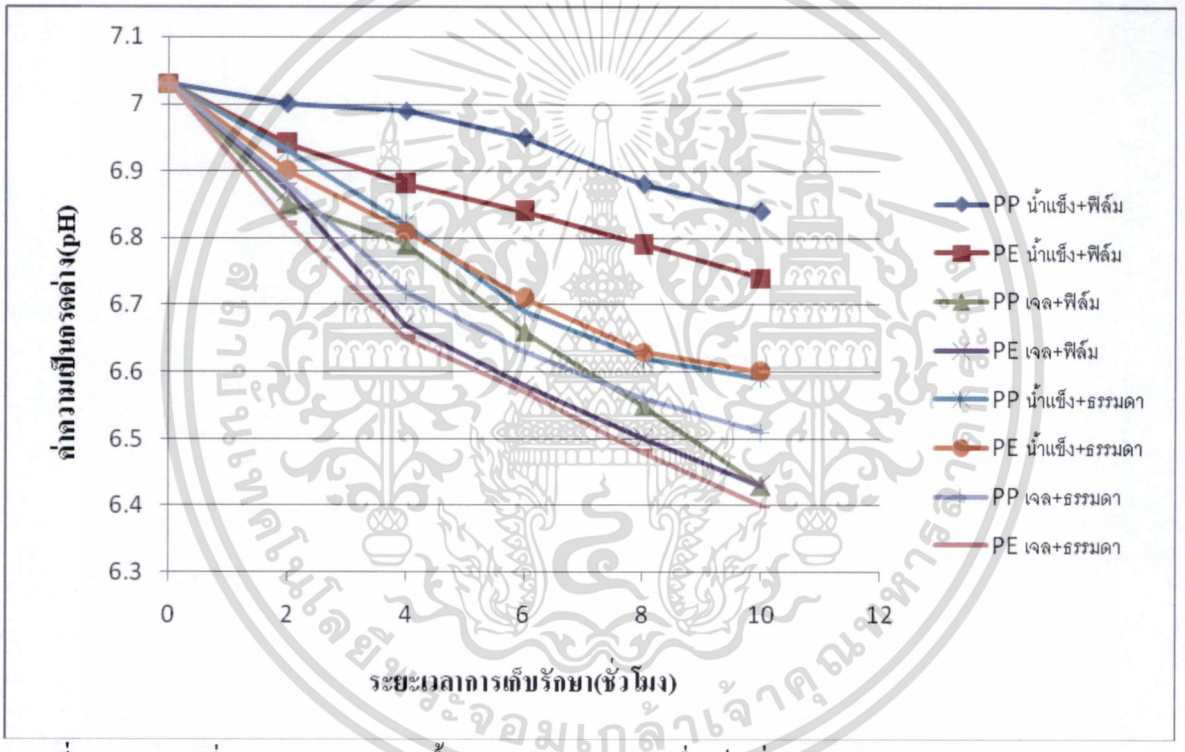


ภาพที่ 4.12 เปรียบเทียบการเก็บปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษธรรมดากับห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานบรรจุถุง PP และ PE ร่วมกับการใช้เจลให้ความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความเป็นกรดด่าง (pH)

ค่าความเป็นกรดด่าง โดยทั่วไปของปลาจะมีลักษณะเป็นกลางหรือด่างอ่อนๆ และจะมีฤทธิ์เป็นกรดเมื่อปลาเริ่มเน่าเปื่อย จากการทดลองดังภาพที่ 4.13 พบว่าค่าpH ของปลาสลิดแดดเดียวมีแนวโน้มลดลงเรื่อยๆ เมื่อเก็บในระยะเวลาที่นานขึ้น การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับเจลให้ความเย็น ค่าความเป็นกรดด่างลดลงมากที่สุด pH เท่ากับ 6.4 ที่ชั่วโมงการเก็บรักษาที่ 10 และค่าความเป็นกรดด่าง ของการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวด้วยการห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0% บรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับน้ำแข็งมีการเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุดเท่ากับ 6.84 ที่ชั่วโมงการเก็บรักษาที่ 10 เนื่องจากเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น จะเกิดปฏิกิริยาการแยกสลายของเอนไซม์ และเกิดการสร้างกรดของจุลินทรีย์บางชนิด



ภาพที่ 4.13 การเปลี่ยนแปลง pH ของเนื้อปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บที่สภาวะต่างกัน

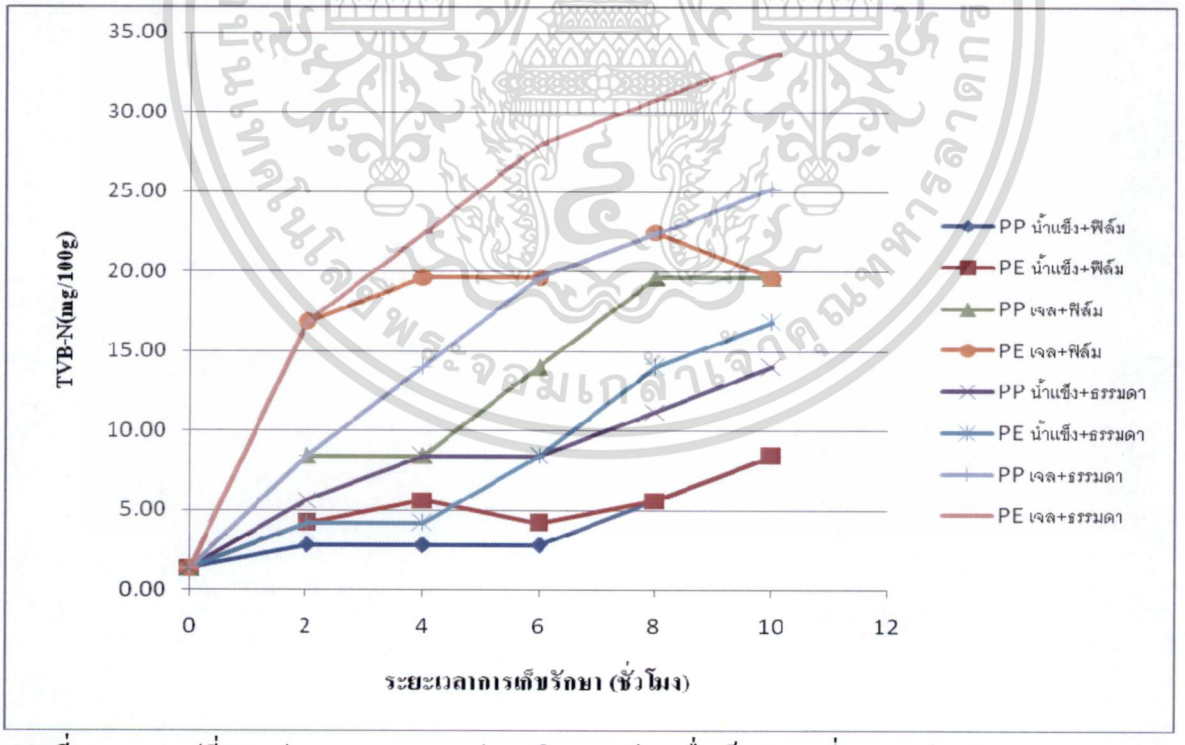
ปริมาณรวมของด่างที่ระเหยได้ (TVB-N)

ผลการเปลี่ยนแปลงค่า TVB-N ในระหว่างการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวที่สภาวะต่างๆ ดังภาพที่ 4.14 พบว่าค่า TVB-N มีแนมโน้มเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา มีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 1.40 TVB-N mg/100g ตัวอย่าง เมื่อเวลาการเก็บรักษานานขึ้นปลาเริ่มเน่าเสียจากจุลินทรีย์ ทำให้สารประกอบไนโตรเจนของโปรตีนในเนื้อปลาเกิดการแตกตัวมากขึ้นส่งผลให้ TVB-N มีค่าเพิ่มขึ้น เปรียบเทียบการใช้เจลทำความเย็นกับการใช้น้ำแข็งให้ความเย็นกับปลาสลิดแดดเดียวในการระหว่างการเก็บ พบว่า TVB-N ของการใช้เจลทำความเย็นทั้งการห่อด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

% และห่อด้วยกระดาษธรรมดา มีค่าสูงกว่าการใช้น้ำแข็งทั้งการห่อด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0 % และห่อด้วยกระดาษธรรมดา โดย TVB-N ของการเก็บปลาสลิดแดดเดียวห่อกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับเจลให้ความเย็นที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 ชั่วโมง มีค่าสูงสุดเท่ากับ 33.60 TVB-N mg/100g ตัวอย่าง และการใช้ถุงPP มีคุณสมบัติในการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวดีกว่าการใช้ถุง PE ทั้งการใช้เจลทำความเย็นและน้ำแข็งให้ความเย็น จากผลการทดทองที่เกิดขึ้นสามารถวิเคราะห์ได้ว่าเจลทำความเย็นที่ใช้มีความเย็นไม่เพียงพอต่อการเก็บรักษา จึงทำให้คุณภาพของปลาสลิดด้อยกว่าการใช้น้ำแข็ง

Aitken (1988) กล่าวว่า ปลาสดมากมี TVB-N น้อยกว่า 20 N mg/100g ตัวอย่าง และ TVB-N ไม่มากกว่า 30 N mg/100g ตัวอย่าง ถือว่าเป็นปลาที่ยังไม่เน่าเสีย การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวสภาวะที่เหมาะสมในการขนส่ง คือ การห่อปลาสลิดแดดเดียวด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0% ร่วมกับน้ำแข็งมีค่า TVB-N เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อย โดยที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 ชั่วโมง TVB-N ของการบรรจุถุงPP และ PE มีค่าเท่ากัน คือ 8.40 TVB-N mg/100g ตัวอย่าง แต่การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวด้วยการใช้เจลให้ความเย็นบรรจุถุง PP พบว่าปลาเกิดการเสื่อมเสียไม่เหมาะสมต่อการบริโภคที่ระยะเวลาเก็บตั้งแต่ 8 ชั่ว และไม่พบการเสื่อมเสียคุณภาพปลาสลิดแดดเดียวในการเก็บรักษาที่สภาวะอื่นๆ

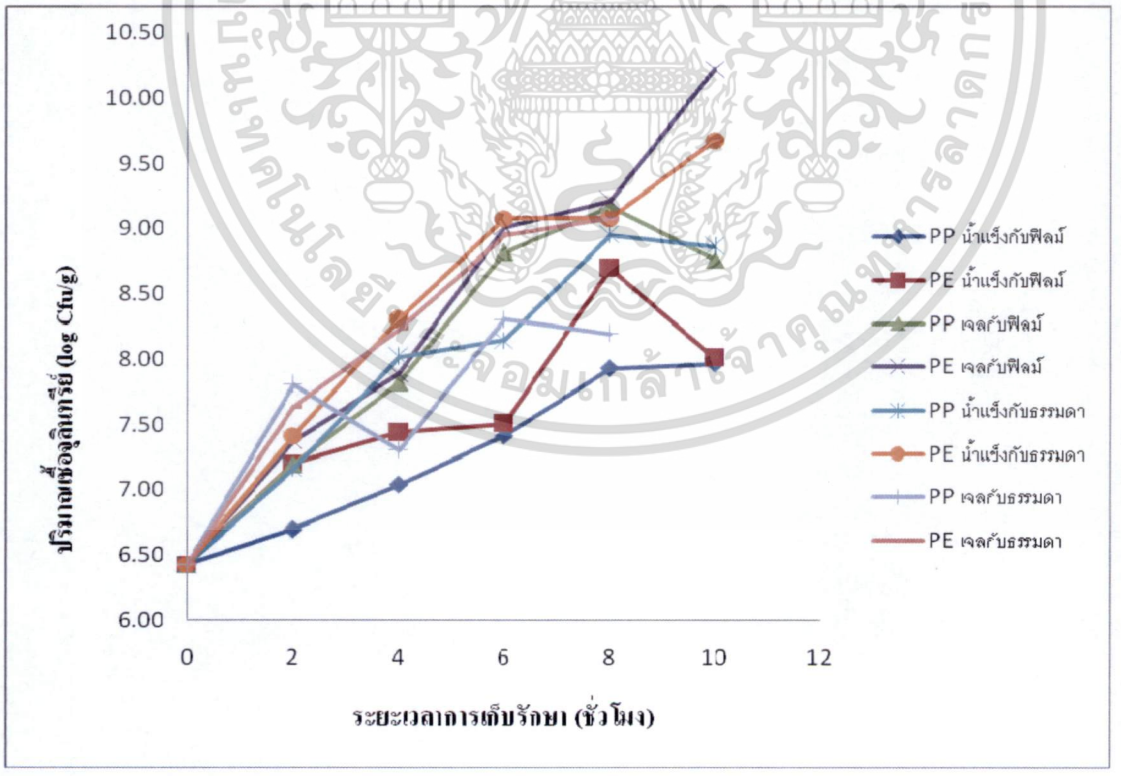


ภาพที่ 4.14 การเปลี่ยนแปลง TVB-N ของปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บรักษาที่สภาวะต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count)

จากภาพที่ 4.15 เปรียบเทียบการให้ความเย็นด้วยเจลให้ความเย็นและน้ำแข็งระหว่างการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวในระหว่างการขนส่ง พบว่าการใช้น้ำแข็งให้ความเย็นมีประสิทธิภาพดีกว่าการใช้เจลให้ความเย็นในชะลอการเจริญเติบโตของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 10 ชั่วโมง ที่สภาวะการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวโดยการห่อด้วยกระดาษธรรมดาบรรจุใส่ถุง PE ร่วมกับเจลให้ความเย็นพบการเจริญของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 9.08 log cfu/g ที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 8 ชั่วโมง พบว่าความสามารถในการชะลอการเจริญเติบโตของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดน้อยที่สุด แต่ที่สภาวะการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวโดยการห่อด้วยกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0% บรรจุใส่ถุง PP ร่วมกับน้ำแข็งพบการเจริญของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดเท่ากับ 7.96 log cfu/g แสดงว่าการใช้กระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานร่วมกับการใช้น้ำแข็งมีประสิทธิภาพในการเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวเพื่อยืดอายุในระหว่างการขนส่ง สอดคล้องกับ Tripathi *et al.* (2010) รายงานว่าไคโตซานมีความสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ และสุมาลี เหลืองสกุล (2527) รายงานว่าอุณหภูมิมีผลต่อการเจริญ อุณหภูมิมีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ โดยการใช้อุณหภูมิต่ำ สามารถชะลอการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ได้ ทั้งนี้ปริมาณจุลินทรีย์เริ่มต้นทั้งหมดของปลาสลิดแดดเดียวขึ้นอยู่กับคุณภาพของปลาสด กระบวนการผลิต เครื่องมือ เครื่องใช้และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการผลิตด้วย



ภาพที่ 4.15 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ของปลาสลิดแดดเดียวเมื่อเก็บที่สภาวะต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ปลาสลิดสด พบ จุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา และโคลิฟอร์ม แต่ไม่พบสตาฟิโลค็อคคัสออเรียส (*S. aureus*) *E. coli* และ

5.1.2 สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2% ให้ผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์ดีที่สุดแต่ก็ไม่แตกต่างจากสารละลายไคโตซาน 1% จึงเลือกใช้สารละลายไคโตซาน 1% มาใช้ในการล้างและปรับปรุงสัดส่วนการผลิตปลาสลิดแดดเดียว เนื่องจากประหยัดต้นทุน

5.1.3 สัดส่วนการหมักที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตปลาสลิดแดดเดียวคือ สัดส่วนที่ใช้ปริมาณเกลือ 5% ร่วมกับ สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 1% ปริมาณ 10% ต่อน้ำหนักปลา

5.1.4 สารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 2.0% มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อได้ดีที่สุดและมีความหนืดมากที่สุด เหมาะสมกับการเคลือบบนกระดาษ

5.1.5 ความสามารถในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ด้วยวิธี Agar diffusion test พบว่ากระดาษที่เคลือบด้วยสารละลายไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 2.0% มีความสามารถในการยับยั้งเชื้อแบคทีเรีย *E-coli* ได้ดีที่สุด

5.1.6 การเก็บรักษาปลาสลิดแดดเดียวห่อกระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 2.0% ร่วมการใช้น้ำแข็งให้ความเย็นดีกว่าทุกสภาวะการเก็บรักษา เปรียบเทียบกับการห่อด้วยกระดาษธรรมดา พบว่า กระดาษเคลือบสารละลายไคโตซานมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณรวมของด่างที่ระเหยได้ (TVB-N) น้อยกว่าการเก็บในสภาวะอื่น

5.1.7 การให้ความเย็นด้วยน้ำแข็งมีประสิทธิภาพในการให้ความเย็นดีกว่าเจล ตลอดระยะเวลาการเก็บ

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปลาสลิดสด ควรนำไส้ออกจากตัวปลาสลิดให้หมดก่อน เนื่องจากมีจุลินทรีย์จำนวนมากอยู่ในลำไส้ปลา ทำให้ปลาสลิดเน่าเร็ว

5.2.2 ควรเลือกใช้ปลาสลิดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน เนื่องจากในการทำปลาสลิดแดดเดียว ปลาสลิดที่มีขนาดใหญ่ความชื้นก็จะลดช้ากว่าปลาสลิดที่มีขนาดเล็กทำให้ความชื้นของปลาแตกต่างกัน

5.2.3 ในขั้นตอนการคลุกเกลือและสารละลายไคโตซาน ควรคลุกเคล้าให้เข้ากันให้ดี เพื่อให้ตัวปลาสลิดได้รับเกลือและสารละลายไคโตซานในปริมาณเท่า ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 การผลิตปลาสลิดแดดเดียว ต้องควบคุมกระบวนการผลิตให้ดี เพื่อไม่ให้จุลินทรีย์เริ่มต้นมีจำนวนมากขึ้นจะทำให้ปลาสลิดแดดเดียวที่ได้เกิดการเสื่อมเสียง่าย

5.2.5 การใช้เจลให้ความเย็นแทนน้ำแข็ง สามารถใช้ได้ แต่ต้องศึกษาปริมาณของเจลให้ความเย็นที่เหมาะสมต่อจำนวนปลาสลิดแดดเดียว เพื่อให้ความเย็นเพียงพอต่อการเก็บรักษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

กนกอร อินทราพิเชฐ. 2538. เอกสารประกอบคำสอน วิชา 305 271 การเปลี่ยนแปลงของวัสดุชีวภาพหลังการเก็บเกี่ยว. พิมพ์ครั้งที่ 1. สาขาเทคโนโลยีอาหาร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา

กองสุขาภิบาล กระทรวงสาธารณสุข. 2537. คู่มือวิชาการอนามัยอาหาร. โรงพิมพ์องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึก, กรุงเทพฯ.

งานเอกสารคำแนะนำ กองส่งเสริมการประมง 2554. การเพาะเลี้ยงพันธุ์ปลาสลิด, กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ. เข้าถึงได้จาก http://www.bestfish4u.com/bestfish-information-salid.php (5 พฤษภาคม 2555).

งามทิพย์ ภู่วโรดม. 2550. การบรรจุอาหาร: เอส.พี.เอ็ม. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ คณะอุตสาหกรรมเกษตรมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2543. วิทยาศาสตร์การอาหารของไขมันและน้ำมัน. คณะอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. หน้า : 35-134.

นิรนาม. 2542. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม: การผลิตไคติน-ไคโตซาน. วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 10 ฉบับที่ 118. หน้า 37-40.

นิรนาม. 2544. บทพิสูจน์ไคโตซาน ที่ยังต้องหาข้อสรุป. วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 12 ฉบับที่ 137. หน้า 47-50.

นิรนาม. 2544. เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม: จะทราบได้อย่างไรว่าไคโตซานที่ใช้ "บริสุทธิ์". วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 12 ฉบับที่ 140. หน้า 46.

นิรนาม. 2544. โต๊ะวิชาการ : ไคโตซาน. วารสารสัตว์น้ำ ปีที่ 12 ฉบับที่ 141. หน้า 47-50.

พูนทรัพย์ วิชัยพงษ์. 2548. สาระน่ารู้ ไคติน-ไคโตซาน. โครงการวิทยาศาสตร์ชีวภาพ

มาตรฐานผลิตภัณฑ์ มก. – ธ.ก.ส. 2552. ปลาสลิดแดดเดียว. หน้าที่ 73-78. สำนักงานบริการวิชาการ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

รุ่งนภา พงศ์สวัสดิ์มานิต. 2550. การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุทธวัฒน์ เบจกุล. 2554 . เคมีและคุณภาพสัตว์น้ำ. พิพม์ครั้งที่ 2 สำนักพิมพ์ โอเดียนสโตร์,กรุงเทพฯ.

สุมาลี เหลืองสกุล. 2527. จุลชีววิทยาทางอาหาร. โรงพิมพ์ชัยเจริญ, กรุงเทพฯ

อัธยา กังสุวรรณ และคณะ. 2536. การสกัดไคโตซานจากเปลือกสัตว์น้ำ. รายงานการสัมมนาวิชาการประจำปี 2536. กรมประมง. หน้า 726-730.

อัธยา กังสุวรรณ และคณะ. 2538. การใช้ไคโตซานถนอมอาหาร. รายงานประจำปี 2537-2538 สถาบันวิจัยและพัฒนาอุตสาหกรรมสัตว์น้ำ กรมประมง. หน้า 46-47.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อภิญญา จันทรวัฒนะ. 2544. หลักปฏิบัติการทางจุลชีววิทยา, คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ วิทยาเขตปราจีนบุรี, ปราจีนบุรี. เข้าถึงได้จาก http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/1.php (5 พฤษภาคม 2555)

Adam, M. R. and Moss, M. O. 2000. Methods for the Microbiological Examination of Foods In Food Microbiology. 2nd ed. Cambridge CB4 0WF : The Royal Society of Chemistry.

Aitken, A. 1988. TVB- a quality index. INFOFISH 3(88): 43.

AOAC, 1990. Official method of analysis of the association of official analytical chemists. 15th ed. Arlington, VA.

APHA. 2001. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 4th ed. Washington, DC : American Pubic Health Association.

Ashie, A., Smith, P., and Simpson, K. 1996. Spoilage and shelf-life extension of fresh fish and shellfish. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 36 (2): 87-121.

Chitin and Chitosan Biosorbents for Radionuclides and Heavy Metal. Advances in Chitin Science Vol.II, **Proceeding of the 7th International Conference on Chitin Chitosan and Euchis,** 97. 1997: 858-863.

Dalgaard, P., Gram, L., and Huss, H.H. 1993. Spoilage and shelf-life of cod fillets packed in vacuum or modified atmosphere. Int. J. Food Microbiol. 28 (4): 21-29.

Farber, J.M. 1991. Microbiological aspects of modified atmosphere packaging technology review. J. Food. Prot. 54 (3), 58-70.

Fletcher G.C, D.N. Scott, R.J. Seelye , G. Summers and M.G. Hogg-Stec . 1988. Retail shelf life of fillets from fresh orange roughy. Fish Processing Bulletin. New Zealand Department of Scientific and Industrial Research, New Zealand.

Food Network Solution Co., Ltd.. 2010. การเสื่อมเสียของอาหาร, กรุงเทพ. เข้าถึงได้จาก http://www.foodnetworksolution.com/vocab/word/1232 (5 พฤษภาคม 2555).

Forsythe, S. J. and Hayes, P. R. 1998. Food Spoilage In Food Hygiene and HACCP. 3rd ed. Maryland : Aspen Publishers, Inc..

Fraser, O.P., and Sumar S. 1998. Compositon changes and spoilage fish (part II) microbiological induced deterioration. Nutr. Food Sci. 6 (3): 325-329.

Gray, R.J.H., Hoover, D.G. and Mur, A.M. (1983). Attenuation of microbial growth on modified atmosphere-packaged fish. J. Food. Prot. 46 (9): 600-613.

Huss, H.H. 1988. Quality and quality changes in fresh fish. FAO Fisheries Report. No. 29.FAO. Rome, Italy.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Jones N.R. 1965. The Technology of Fish Utilization. Fishing News (Book) Ltd, England.

Kumar, M. N. V. R.,Muzzarelli, R. A. A., Muzzarelli, C.,Sashiwa, H., and Domb, A. J. 2004. Chitosan chemistry and pharmaceutical perspectives. Chemical reviews, 104, 6017-6084

Lee, CH., Park, HJ., and Lee, DS. 2004. Influence of antimicrobial packaging on kinetics of spoilage microbial growth in milk and orange juice. J. Food Eng. 65: 527-531

Lertsutthiwong, P. 2002. Chitosan as a dry strength agent for paper. Appita Journal. 55(3): 208-212.

Maezaki Y., Tsuji K. and Nakagawa Y. 1993. Hypocholesterolemic effect of chitosan in adult males. Biosc. Biotech. Biochem. 57(9): 1439-1444.

Manzano-mazorra, M.A., Aguilar, R.P., Rojas, E.I., and Sanchez, M.E. 2000. Postmortem changes in black skipjack muscle during storage in ice. J. Food. Sci. 65 (5):774-779.

Martin, J.F., C.P. McCoy, W. Greenleaf, and L.W. Bennett.1987. Analysis of 2-methylisoboniol in water, mud and channel catfish (*Icatlurus punctatus*) from commercial culture pounds in Mississippi. J. Fish. Aqua.Sci. 45: 909-912.

Mitra Images. 2011. antibiotic disc. Available : http://images.mitrasites.com/wallpaper/antibiotic-disc.html (accessed 5 May 2012)

No, H.K., Meyers, S.P., Prinyawiwatkul, W. and XU, Z. 2007. Applications of chitosan for improvement of quality and shelf life of foods : a review. J. Food Science, 72 (5), R87-R100.

Ojagh, S.M, Rezaei, M., Razavi, S.H. and Hosseini, S.M.H. 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. Food Chem. 120, 193–198

Oliveira, M. and D. Brito. 1996. Lactic acid effect on the decontamination of sheep meat (lamb) packed in vacuum. Vet. Tecnica. 6 : 30 - 33.

Parry, R.T. 1993. Principles and Applications of Modified Atmosphere Packaging of Foods. Glasgow: Blackie.

Potter, N.N., and Hotchkis, J.H. 1995. Food Science. New York: Chapman & Hall.

Rhim, J.W. Hong, S.I. Park H.M. and Perry K.W. 2006. Preparation and Characterization of Chitosan Based Nanocomposite Films with Antimicrobial Activity. J. Agric. Food Chem. 54, 5814-5822

Shahidi F., Arachchi J.K.V. and Jeon Y-J. 1999. Food applications of chitin and chitosans. Trends in Food Sciences and Technology; 10: 37-51.

Sikorski, Z.E., Kolakowska, A. and Burt, J.R. 1990. Postharvest biochemistry and microbial changes. In :Seafood : resources, nutritional composition, and preservation. Z.E. Sikorski (ed). CRC Press, Inc. Florida. USA. p. 55-75.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Souza Bartolomeu W.S., Cerqueira M.A., Ruiz H.A. , Martins J.T., Casariego Alicia , Teixeira J.A. and Vicente A.A. 2010. Effect of Chotosan-Based Coatings on the Shelf Life of Salmon (*Salmo salar*). **J. Agric. food chem,** 58, 11456-11462

Tripathi, S., Mehrotra, G. K., and Dutta, P. K. 2008. Chitosan based antimicrobial films for food packaging applications. E-Polymers, 093, 1–7.

Tripathi, S., Mehrotra, G. K., and Dutta, P. K. 2009. Physicochemical and bioactivity of crosslinked chitosan–PVA film for food packaging applications. International Journal of Biological Macromolecule, 45, 372–376.

Tripathi S., Mehrotra G.K. and Dutta P.K. 2010. "Preparation and physicochemical evaluation of chitosan/poly(vinyl alcohol)/pectin ternary film for food-packaging applications" Carbohydrate Polymers. 79, 711–716.

Villarreal, B, and Pozo, R. 1990. Chemical composition and ice spoilage of albacore (*Thunnus alalunge*). J. Food Sci. 55 (4): 678-682.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การเตรียมสารละลายไคโตซาน

เตรียมน้ำส้มสายชู 1 % จากน้ำส้มสายชูกลั่น 5 %

นำไคโตซานมาละลายในน้ำส้มสายชู 1 % ที่เตรียมไว้

แบ่งใส่บีกเกอร์ กวนให้ความร้อนทิ้งไว้ 1 คืน

จากสูตร

$$C_1V_1 = C_2V_2$$

C_1 : ความเข้มข้น (%) ของน้ำส้มสายชู

V_1 : ปริมาตรของน้ำส้มสายชู

C_2 : ความเข้มข้น (%) ของน้ำส้มสายชูที่ต้องการเตรียม

V_2 : ปริมาตรของน้ำส้มสายชูที่ต้องการเตรียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในการทดลองและวิธีการเตรียม

1. Baird-Parker Agar Base

1.1 เตรียม BP สำเร็จรูป 63 กรัม ผสมน้ำกลั่น 950 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันแล้วต้มจนวุ้นละลาย เท สารละลายที่ได้ลงในฟลาสก์ 500 มิลลิลิตร ให้ได้ฟลาสก์ละ 225 มิลลิลิตร ปิดจุกแล้วเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

1.2 สารละลาย 1% Potassium tellurite

Potassium tellurite	1 g
น้ำกลั่น	100 ml

ละลาย Potassium tellurite ในน้ำกลั่น กรองผ่านแผ่นกรองปลอดเชื้อ เก็บใน ขวดปลอดเชื้อที่ปิดสนิท เก็บในตู้เย็น 4°C

1.3 Egg yolk – tellurite emulsion

ล้างไข่ไก่ให้สะอาด แช่ไข่ไก่ไว้ใน 0.1 % $HgCl_2$ เป็นเวลาประมาณ 1 นาที จากนั้นนำไปแช่ใน alcohol 70 % เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ตอกไข่ไก่และทำการแยกไข่ขาวโดยเทคนิคปลอดเชื้อ แยกไข่แดงใส่ลงในขวดปราศจากเชื้อที่มีขีดบอกปริมาตร ผสมไข่แดงและน้ำเกลือ 0.85 % (normal saline) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ผสมในอัตรส่วนน้ำเกลือ 0.85 % 7 ส่วน กับไข่แดง 3 ส่วน จากนั้นนำ Egg yolk emulsion ที่ได้จำนวน 50 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย 1 % Potassium tellurite ที่กรองปลอดเชื้อแล้ว 10 มิลลิลิตร ปิดฝาเก็บในตู้เย็นอุณหภูมิ 4°C

1.4 การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

แบ่งอาหาร Baird-Parker base medium มา 95 มิลลิลิตร (อุณหภูมิประมาณ 45-50°C) เติม Egg yolk – tellurite emulsion ปริมาตร 5 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันระวังฟองอากาศ แล้วเทใส่ลงในจานเพาะเชื้อที่ปราศจากเชื้อ

2. Brain Heart Infusion (BHI) Broth

เตรียม BHI สำเร็จรูป 37 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิลิตร ละลายส่วนผสมทั้งหมด ถ่ายอาหารเลี้ยงเชื้อใส่ในหลอดหรือขวด ปิดจุกให้สนิท จากนั้นเข้า autoclave 121°C เป็นเวลา 15 นาที

3. Dichloran Glycerol (DG18) Agar

เตรียม DG18 สำเร็จรูป 31.6 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วต้มจนวุ้นละลาย เติม glycerol 220 กรัม ลงในอาหารเพื่อลดค่า Aw ผสมให้เข้ากัน แบ่งใส่ฟลาสก์ นำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave 121°C เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. EC Broth

เตรียม EC Broth สำเร็จรูป 37 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1 ลิตร ดูดสารละลายที่ได้ใส่ในหลอดทดลองขนาด 16×150 mm ปริมาตรหลอดละ 8 มิลลิลิตร พร้อมทั้งใส่หลอดดักก๊าซ (durham tube) ขนาด 10×75 mm ปิดจุกแล้วฆ่าเชื้อใน autoclave 121°C เป็นเวลา 15 นาที

5. Indole Medium(Tryptone broth)

เตรียม Indole Medium สำเร็จรูป 15 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร คนให้เข้ากัน ดูดสารละลายที่ได้ลงในหลอดทดลองขนาด 13×100 mm ปิดจุกเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

6. Lauryl Tryptose Broth (LSTB)

เตรียม LSTB สำเร็จรูป 35.6 กรัม ผสมน้ำกลั่น 1 ลิตร คนให้ส่วนผสมละลาย จากนั้น แบ่งใส่หลอดทดลองหลอดละ 9 มิลลิลิตร พร้อมทั้งใส่หลอดดักก๊าซ (durham tube) ปิดจุกหลอดแล้วนำไปเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave 121°C เป็นเวลา 15 นาที

7. MR-VP Broth

Buffered peptone	7 g	Glucose	5 g
K_2HPO4	5 g	น้ำกลั่น	1 L

ละลายส่วนผสมทั้งหมดในน้ำ 800 มิลลิลิตร โดยการให้ความร้อนอ่อนๆ ปล่อยให้เย็น เติมน้ำให้ครบ 1 ลิตร ปรับพีเอชให้ได้ประมาณ 6.9 ± 2 เข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 °C เป็นเวลา 15 นาที

8. Plate count agar

เตรียม Plate count agar สำเร็จรูป 23.5 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 1 ลิตร แล้วต้มจนวุ้นละลาย จากนั้นเทใส่ขวด M ครึ่งขวด ปิดฝาโดยการคลายเกลียว นำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

9. Simmon Citrate Agar

เตรียม Simmon Citrate Agar สำเร็จรูป 24.3 กรัม ผสมในน้ำกลั่น 1000 มิลลิตร นำไปต้มให้ละลาย โดยกวนตลอดเวลา ถ่ายใส่หลอดทดลองขนาด 13×100 mm ปริมาตรประมาณ 1 ใน 3 ของความยาวหลอด ปิดจุกเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที หลังจากนั้นให้ทำการเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดให้เกิดผิว slant ก่อนที่อาหารเลี้ยงเชื้อจะแข็ง โดยที่ให้มีผิวหน้า slant ยาวประมาณ 4-5 ซม. และมี butt ยาวประมาณ 2-3 ซม.

10. น้ำยาเจือจาง ที่ใช้ในการทดลองและวิธีการเตรียม

10.1 การเตรียมสารละลายสต็อก

ละลายโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 34 กรัมในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร ปรับพีเอชให้ได้ 7.2 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N และปรับปริมาตร เป็น 1 ลิตร และนำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที เก็บในตู้เย็น

10.2 การเตรียม Dilution blank

ตวงสารละลายสต็อก 1.25 มิลลิลิตรและปรับปริมาตรเป็น 1 ลิตรด้วยน้ำกลั่น ตวงใส่ขวดปริมาตร 450 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 50 กรัม) หรือ ตวงใส่ขวดปริมาตร 225 มิลลิลิตร (สำหรับเจือจางตัวอย่าง 25 กรัม) และดูด 9 มิลลิลิตร ใส่หลอดทดลองขนาด 16×150 mm. นำเข้าฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121°C เป็นเวลา 15 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ตัวอย่างปลาสลิด

1. การเตรียมตัวอย่าง

ปลาสลิดที่ต้องการตรวจหาเชื้อ

สุ่มตัวอย่างปลาสลิด 25 กรัม

นำตัวอย่างลงใน Phosphate buffer 225 ml. (10^{-1})

เขียนฉลาก : ชื่อ หมายเลข ข้อมูลตัวอย่าง และวันที่ทำการทดลอง

ทำ dilution 10^{-2} , ... 10^{-7} ตรวจปริมาณ

Total Plate Count (10^{-2} , ...10^{-7})

Yeast & Mold (10^{-1} ,... 10^{-4})

Staphylococcus aureus. (10^{-1} , ... 10^{-4})

E.coli (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3})

2. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total Plate Count) ในตัวอย่างปลาสลิด

นำ 10^{-1} จากข้อ 1 มาทำ 9 fold dilution ด้วย Phosphate buffer 9 ml./tube

(10^{-1} , ... 10^{-7})

ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างที่ถูกเจือจางเป็น 10^{-1} ถึง 10^{-7} ลง plate พลาสติกที่เตรียมไว้

ทำการ pour plate โดยการเท Plate count agar ลงไป แล้วหมุน plate ในทิศทางที่เป็นรูปเลข 8 เพื่อให้ตัวอย่างกระจายไปทั่ว plate แล้วปล่อยให้อาหารแห้งประมาณ 15 นาที แล้วคว่ำ plate บ่มที่อุณหภูมิ 35-37°C นาน 24 ชั่วโมง

นับจำนวน Colony ที่มีลักษณะเฉพาะ (30-300 Colony)

(Colony มีสีขาวขุ่น)

คำนวณและรายงานผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การตรวจวิเคราะห์ปริมาณยีสต์และรา (Yeast and Mold) ในตัวอย่างปลาสลิด

นำ 10^{-1} จากข้อ 1 มาทำ 9 fold dilution ด้วย Phosphate buffer 9 ml./tube

(10^{-1} , ... 10^{-4})

ใช้ไมโครปิเปตดูดตัวอย่างที่ถูกเจือจางเป็น 10^{-1} ถึง 10^{-4} ลง plate พลาสติกที่เตรียมไว้

แล้วทำการ pour plate โดยการเท DG18 ลงไป แล้วหมุน plate ในทิศทางที่เป็นรูปเลข 8 เพื่อให้ตัวอย่างกระจายไปทั่ว plate แล้วปล่อยให้อาหารแห้งประมาณ 15 นาที แล้วคว่ำ plate อุณหภูมิ 35-37 °C นาน 24 ชั่วโมง

นับจำนวน Colony ที่มีลักษณะเฉพาะ (30-300 Colony)

(Colony มีสีขาว และจุดดำๆเป็นรา)

คำนวณและรายงานผล

4. การตรวจวิเคราะห์ *Staphylococcus aureus.* ในตัวอย่างปลาสลิด

นำ 10^{-1} จากข้อ 1 มาทำ 9 fold dilution ด้วย Phosphate buffer 9 ml./tube

(10^{-1} , ... 10^{-4})

Spread บน BAIRD-PARKER agar + Tellurite Egg York Emulsion

บ่ม 37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

นับจำนวน Colony ที่มีลักษณะเฉพาะ (30-300 Colony)

(Colony มีสีดำ)

ทดสอบ enzyme coagulase (3-5 Colony)

โดยเขี่ยเชื้อที่มี Colony ดังกล่าว ลงใน BHI broth (5 ml.) บ่ม 37°C เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

ถ่ายเชื้อจาก BHI broth 0.5 ml. ลงในหลอดปลอดเชื้อ

เติม rabbit plasma 0.5 ml. บ่ม 37°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตการณ์แข็งตัวของ rabbit plasma ถ้าแข็งตัวแสดงว่าสร้าง coagulase positive

คำนวณและรายงานผล

5. การตรวจวิเคราะห์ *Escherichia coli* ในตัวอย่างปลาสลิด ด้วยวิธี MPN

นำ 10^{-1} จากข้อ 1 มาทำ 9 fold dilution ด้วย Phosphate buffer 9 ml./tube (10^{-2},10^{-3})

ถ่ายเชื้อแต่ละระดับความเจือจางลงในหลอด LST broth (9 ml.)

หลอดละ 1 ml. ทำการเพาะเชื้อระดับความเจือจางละ 3 หลอด

บ่ม 35-37°C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

สังเกตการณ์เกิด gas ใน Durham tube

ถ่ายเชื้อจาก LST broth ทั้งหมดที่มี gas หลอดละ 0.1 ml. ลงใน EC broth หลอดต่อหลอด

บ่ม 44.5-45.5 °C เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

สังเกตการณ์เกิดก๊าซในหลอด Durham tube ใน EC broth

ถ่ายเพาะเชื้อหลอดที่มีก๊าซใน Durham tube 1 loop streak บน EMB agar

บ่ม 37°C เป็นเวลา 20-24 ชั่วโมง

สังเกตลักษณะ colony แห้ง สีดำ หรือมี metallic sheen

ทำการทดสอบ colony ที่สงสัยโดยทำ IMViC test

โดยใช้ MR-VP broth, Simmons citrate agar และ Tryptone broth (Indole test)

MR-VP : positive เปลี่ยนเป็นสีแดง

Simmons citrate : มี bacteria ขึ้น เปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

Tryptone : มีสีแดงที่ผิวของ Medium (red ring)

นำผลที่ได้มาหาค่า MPN (Most Probable Number) จากตารางดัชนีค่า MPN

ค่าที่ได้ถือเป็น *Escherichia coli* มีหน่วยเป็น MPN *E.coli*/กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 การทดสอบ IMViC test

IMViC Test เป็นการทดสอบ 4 ชนิดด้วยกันคือ

I = Indole Test

M = Methyl Red Test (MR Test)

V = Voges – Proskauer Test (VP Test)

C = Citrate Test

เลือกโคโลนีที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* บน EMB agar ซึ่งกลางโคโลนีมีสีเข้มคล้ำอาจมีเงาโลหะหรือไม่มีก็ได้ ในกรณีที่ไม่ปรากฏลักษณะโคโลนีดังกล่าวให้เลือกโคโลนีที่มีลักษณะใกล้เคียงที่สุด 2 โคโลนี นำโคโลนีที่สงสัยไปทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี โดยใช้ 1 ชุดทดสอบต่อ 1 โคโลนี ดังนี้

5.1.1 การทดสอบ Indole ถ่ายเชื้อที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* ลงใน Tryptone broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง หลังจากนั้นเติม Kovac 3-4 หยด สังเกตการณ์เปลี่ยนสีที่ผิวของ Medium

<u>การแปลผล</u>

ผลบวก : มีสีแดงที่ผิวของ Medium อาหาร Tryptone broth (Red Ring)

ผลลบ สีเหมือน Kovac'Reagent คือสีเหลือง

5.1.2 การทดสอบ Methyl red และ Voges-Prokauer ถ่ายเชื้อที่สงสัยว่าเป็น *E.coli* ลงในอาหาร MR-VP broth บ่มที่อุณหภูมิ 35-37 °C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง และแบ่งเชื้อเป็นสองส่วนใส่ในหลอดทดลองที่ปลอดเชื้อ สังเกตการเปลี่ยนสีที่ผิวของ Medium ทันทีหลังหยด Indicator

- ทดสอบ MR โดยเติมสารละลาย Methyl red 2-3 หยด ลงในสารละลายเชื้อ ผลบวกจะให้สีแดง ผลลบจะให้สีเหลือง

<u>การแปลผล</u>

ผลบวก : Medium เปลี่ยนเป็นสีแดง

ผลลบ : Medium มีสีเหลือง

- ทดสอบ VP ถ่ายเชื้อ 1 มิลลิลิตร. ลงในหลอดปลอดเชื้อ หรือแผ่นกระเบื้อง เติมสารละลาย 5% *α*-Naphtol ปริมาตร 0.6 มิลลิลิตร. เขย่า และเติมสารละลาย 40% KOH ปริมาตร 0.2 มล. ผสมแล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง อ่านผลหลังจาก 4 ชั่วโมง ถ้าต้องการให้เกิดปฏิกิริยาเร็วขึ้นให้เติมผลึกของครีเอทีนเล็กน้อย

<u>การแปลผล</u>

ผลบวก : Medium เปลี่ยนเป็นสีชมพูแดง

ผลลบ : Medium ไม่เปลี่ยนสี (สีเหลือง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การทดสอบ Citrate เขี่ยเชื้อลงบนผิวหน้าอาหาร Simmons citrate agar บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35-37°C เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของ Medium และการเติบโตของแบคทีเรีย

<u>การแปลผล</u>

ผลบวก : มีแบคทีเรียขึ้นและ Medium เปลี่ยนเป็นสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

ผลลบ : ไม่มีแบคทีเรียขึ้นและ Medium ไม่เปลี่ยนสี (สีเขียว)

อ่านผลลักษณะทางชีวเคมี ดังนี้

	IMViC			
	Indole	**MR**	**VP**	**Citrate**
	+	+	-	-
หรือ	-	+	-	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์ทางเคมี

การหาค่าปริมาณด่างที่ระเหยได้ (TVB-N) โดยวิธีคอนเวย์

สารเคมี

1. Mixed indicator : ละลาย bromocresol green 0.01 กรัม และ methyl red 0.02 กรัม ด้วย ethanol แล้วปรับจนได้ปริมาตร 10 มิลลิตร
2. Inner ring solution : ละลาย Boric acid 10 กรัมใน Ethanol 200 มิลลิตร แล้วเติม Mixed indicator 10 มิลลิตร (จากข้อ 1) ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น
3. 0.02 N HCl
4. Saturated K_2CO_3 solution : ละลาย K_2CO_3 60 กรัม ด้วย น้ำกลั่น 50 มิลลิตร แล้วต้มประมาณ 10 นาที จากนั้นทำให้เย็นแล้วกรองผ่านกระดาษกรอง
5. 4% TCA : ละลาย trichloroacetic acid (CCl_3COOH; TCA) 40 กรัม ในน้ำกลั่น ปรับปริมาตรให้ได้ 1 ลิตร
6. Grease หรือ Vasaline

เครื่องมือ

1. จานคอนเวย์ (Conway unit)
2. Volumetric pipette
3. Micro burette
4. โกร่งบด (Mortar & Pestle)
5. กระดาษกรอง (Filter paper No.41)
6. กรวยกรอง (Funnel)

การเตรียมตัวอย่าง

ชั่งตัวอย่าง 2 กรัม บดผสมกับ 4% TCA 8 มิลลิตร ในโกร่งบด บดให้ทั่ว ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที แล้วกรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 41 (หรือเหวี่ยงแยกที่ 3000 rpm เป็นเวลา 10 นาที) ปรับปริมาตรให้ได้ 10 มิลลิตร เก็บแช่เย็นเพื่อรอวิเคราะห์ (ควรปิดผนึกให้แน่น) หากจำเป็นสามารถเก็บไว้ที่ 20 °C

วิธีการ

1. ทา grease หรือ vasaline ที่ขอบฝาจานคอนเวย์
2. ดูดสารละลายตัวอย่าง 1 มิลลิตร ใส่ลงในชั้นนอกของจานคอนเวย์
3. ดูด Inner ring solution 1 มิลลิตร ใส่ลงในวงชั้นในของจานคอนเวย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ดูด Saturated K_2CO_3 solution 1 มิลลิตร ใส่ลงในชั้นนอกของจานคอนเวย์ แต่ให้อยู่คนละตำแหน่งกับสารละลายตัวอย่างตามข้อ 2 โดยให้ระวังอย่าให้เกิดการผสมกันของสารละลายทั้งสอง
5. ปิดฝาจานคอนเวย์ให้สนิท
6. เอียงหรือหมุนจานคอนเวย์ เบาๆเพื่อให้ Potassium carbonate C_2CO_3 ผสมกับสารละลายตัวอย่าง โดยต้องระวังไม่ให้เกิดการผสมกันกับ Indicator ในวงชั้นในของ จานคอนเวย์เป็นอันขาด
7. นำไปบ่มที่ 37 °C เป็นเวลา 45-60 นาที หรือทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 3 ชั่วโมง
8. เปิดฝาจานคอนเวย์ แล้วไตรเตรทสารในวงชั้นใน ด้วยสารละลายมาตรฐาน 0.02 N HCl จนกระทั่งสีเขียวจางหายไป จดปริมาตร HCl ที่ใช้ไป เพื่อการคำนวณ
9. ทำ blank โดยใช้ 4% TCA จำนวน 1 มิลลิตร แทนสารสกัดจาก ตัวอย่าง แล้วดำเนินการตามวิธีการตั้งแต่ข้อ 1-8

<u>การคำนวณ TVB-N</u>

$$\text{TVB-N (มิลลิกรัมไนโตรเจน/100 กรัมตัวอย่าง)} = \frac{(N)(14)(A-B)(100)}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}}$$

เมื่อ N = Normality ของ HCl ที่ใช้ไตรเตรท

A = มิลลิตร HCl ที่ใช้ไตรเตรทตัวอย่าง

B = มิลลิตร HCl ที่ใช้ไตรเตรท blank

V = ปริมาตรรวมของตัวอย่างและ TCA ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง

การวัดความเป็นกรดด่าง (Benjakul *et al.*,1997)

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดพีเอช
2. บีกเกอร์ขนาด 50 มิลลิลิตร
3. กระบอกตวงขนาด 50 มิลลิลิตร

วิธีการ

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ใส่ในภาชนะบรรจุ 50 มิลลิลิตร แล้วเติมน้ำกลั่น 50 มิลลิลิตร โฮโมจิไนส์เป็นเวลา 2 นาที
2. วัดวามเป็นกรดด่างด้วยเครื่องวัดพีเอช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

การเตรียมกระดาษเคลือบไคโตซาน

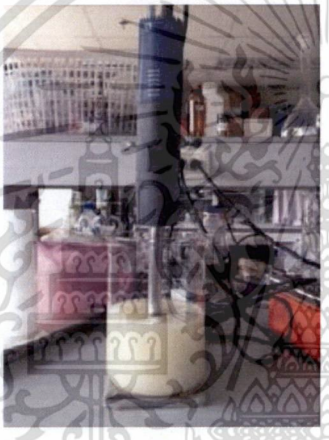
เตรียมกระดาษสำหรับห่อปลาสลิดตัดให้มีขนาดเท่า ๆ กัน

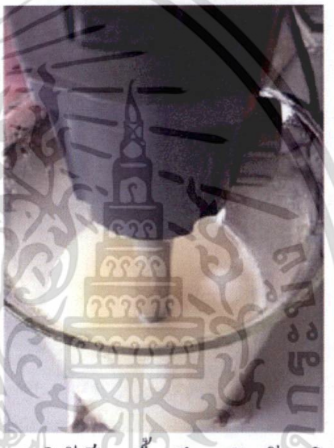
↓

นำสารละลายไคโตซานที่ได้มาเคลือบลงบนกระดาษโดยใช้วิธีการทา (ในปริมาณเท่า ๆ กัน)

↓

นำเข้าตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง





เติม Tween และ Oleic acid ลงในสารละลายไคโตซานทำให้เป็นเนื้อเดียวกันด้วยโฮโมจิไนเซอร์

อบกระดาษด้วยตู้อบลมร้อน กระดาษเคลือบสารละลายไคโตซาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

1 แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสปลาแดดเดียวสด

ชื่อ.....วันที่.....

ตัวอย่าง ปลาสลิดแดดเดียวสด

คำชี้แจง : ทดสอบตัวอย่างทีละตัวอย่างจากซ้ายไปขวาให้คะแนนการยอมรับด้านกลิ่นปลาแดดเดียวสด

1 = ไม่ยอมรับ 2 = ยอมรับได้บ้าง 3 = ยอมรับได้ปานกลาง 4 = ยอมรับได้ดี 5 = ยอมรับได้ดีมาก

คุณลักษณะ				
กลิ่นปลาสลิดแดดเดียว				
ลักษณะปรากฏ				

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 แบบทดสอบทางด้านประสาทสัมผัสปลาแดดเดียวทอด

ชื่อ.....**วันที่**.....

ตัวอย่าง ปลาสลิดแดดเดียวทอด

คำชี้แจง : ทดสอบตัวอย่างทีละตัวอย่างจากซ้ายไปขวาให้คะแนนการยอมรับในแต่ละคุณลักษณะ

คำอธิบายคะแนนการยอมรับ

1 = ไม่ยอมรับ

2 = ยอมรับได้บ้าง

3 = ยอมรับได้ปานกลาง

4 = ยอมรับได้ดี

5 = ยอมรับได้ดีมาก

สี					
กลิ่น					
รสชาติ					
การยอมรับโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายธงชัย พุฒทองศิริ

เพศ ☑ ชาย ☐หญิง วันเดือนปีเกิด 12 พฤศจิกายน 2517 อายุ 38 ปี

สถานภาพ ☑ โสด ☐ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ.	อุตสาหกรรมเกษตร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542
วท.ม.	วิทยาศาสตร์การอาหาร	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2546
Ph.D.	Food science	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang	2553

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

Food preservation

Chitin and Chitosan

Fruit and vegetable

Coating and film

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ปี พ.ศ.	ทุนการศึกษาและทุนวิจัย	สถาบันที่ให้
2548	ทุนพัฒนาบุคลากร	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา
2550	ทุนแลกเปลี่ยนนักศึกษา	สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

Puttongsiri, T and Haruenkit, R. 2010. Formulation of Chitosan-Oleic Acid Coating for Kiew Wan Tangerine by Response Surface Methodology. Kasetsart J. (Nat. Sci.) 44(3): 462 – 470

Puttongsiri, T and Haruenkit, R. 2010. Changes in Ascorbic Acid, Total Polyphenolic Acids and Antioxidant Activity in Juice Extracted from Coated Kiew Wan Tangerine During Storage at 4, 12 and 20°C Kasetsart J. (Nat. Sci.) 44(2) : 280 – 289

โสรยา เกิดพิบูลย์ **ธงชัย พุฒทองศิริ** และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2554. ผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสมบัติเชิงกายภาพและลักษณะการไหลของโจ๊กผสมฟักทองกึ่งสำเร็จรูป. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร. 42(2) (พิเศษ):445-448.

ธงชัย พุฒทองศิริ กาญจนา ช้างสุวรรณ์ คันธารัตน์ สาทอง และ ณัฐธิดา สระภู. 2554. การยืดอายุการเก็บเต้าหู้นมสดโดยใช้ไคโตซาน. วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร. 5 (2). 139-152

การเสนอผลงานวิชาการ

โสรยา เกิดพิบูลย์ **ธงชัย พุฒทองศิริ** และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา. 2554. ผลของอุณหภูมิอบแห้งที่มีต่อสมบัติเชิงกายภาพและลักษณะการไหลของโจ๊กผสมฟักทองกึ่งสำเร็จรูป. นำเสนอผลงาน งานประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนครั้งที่ 5. วันที่ 21-22 กรกฎาคม 2554. มหาวิทยาลัยหอการค้าไทย ดินแดง กรุงเทพมหานคร.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ธงชัย พุฒทองศิริ ณัฏฐิกา ชูสกุล และ ดวงรัตน์ สกุลวิไลงาม. 2555. มันฝรั่งบดสำเร็จรูป. นำเสนอผลงานงานประชุมวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนครั้งที่ 6. วันที่ 26-27 กรกฎาคม 2555. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร.

Noijaiboon, D and **Puttongsiri, T**. 2012. "Iodine Supplement in Dried Salted Sepat Siam (*Trichogaster pectoralis*)," *The 14th FOOD INNOVATION ASIA CONFERENCE 2012*. BITEC Bangna, Bangkok, Thailand. 14th -15th June 2012

Puttongsiri, T, Choosakul, N and Sakulwilaingam, D. 2012 Moisture Content and Physical Properties of Instant Mashed Potato. Oral presentation *In* Proceedings of 2012 International Conference on Nutrition and Food Sciences (ICNFS 2012) Singapore, 23th -24th July, 2012.

Kerdpiboon, S. **Puttongsiri, T**., Devahastin, S. 2012. "Physical property and sensory acceptance of Hange rice porridge," *International Conference on Food and Applied Bioscience: The 3rd Agro-Industry Conference, Chiang Mai University*, Chiang Mai, Thailand. 6th-7th February, 2012.

Puttongsiri, T., Kerdpiboon, S., Vichitraka, A. 2012. "Shelf life extension of semi dried Sepat-Siam (*Trichogaster pectoralis*) using of Chitosan," *International Conference on Food and Applied Bioscience: The 3rd Agro-Industry Conference, Chiang Mai University*, Chiang Mai, Thailand. 6th-7th February, 2012.

Puttongsiri, T. and Huangrak, K. 2003. Herbal Noodle. The 5th Agro-Industrial Conference THAIFEX & THAIMEX 2003. Bitec Center, Bangkok. 30th-31st May 2003. pp. 274-281.

Puttongsiri, T. and Huangrak, K. 2003. Preservation of Fresh Rice Noodle Using Hurdle Technology. The 5th Agro-Industrial Conference THAIFEX & THAIMEX 2003. Bitec Center, Bangkok. 30th-31st May 2003. pp. 500-507.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายวราวุฒิ ครูส่ง

เพศ ☑ ชาย ☐ หญิง วันเดือนปีเกิด.....อายุ.....ปี

สถานภาพ ☐ โสด ☑ สมรส

ตำแหน่งปัจจุบัน รองศาสตราจารย์ คณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วท.บ	ชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2525
วท.ม.	จุลชีววิทยา	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์	2528
Ph.D.	Food Science เทคโนโลยีชีวภาพ	University of the Philippines at Los Banos	2533

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

- การพัฒนากระบวนการหมักและผลิตภัณฑ์อาหารจากการหมัก (Process Development of Industrial Fermentation and Food Fermentation)
- จุลชีววิทยาในกระบวนการแปรรูปอาหาร (Microbiology in Food Processing)
- ความปลอดภัยอาหารและ HACCPในอุตสาหกรรมอาหาร (Food Safety and HACCP in Food Industry)
- การประกันคุณภาพผลิตภัณฑ์อาหาร (Food Quality Assurance)
- การยืดอายุการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์อาหาร (Prolonged Shelf-life of Food Products)

รางวัลด้านวิชาการ/ด้านวิจัย/งานสร้างสรรค์ (ด้านศิลปะ หรืออื่นๆ) ที่ได้รับ

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทุนการศึกษาและทุนวิจัยที่เคยได้รับ

ทุนวิจัย

1. ผลของออกซิเจนต่อการเพิ่มอัตราการสร้างกรดอะซิติกจากแบคทีเรีย *Acetobacter aceti* WK ในระบบหมุนวน น้ำหมัก (ปี พ.ศ. 2551)

2. การคัดเลือกสายพันธุ์เชื้อรา *Rhizopus oligosporus* เพื่อใช้ในการผลิตเทมเป้จากถั่วเหลืองอินทรีย์สำหรับเป็น วัตถุดิบอาหารสุขภาพ (ปี พ.ศ. 2551)

3. การยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Botrytis cinerea* บนผิวของสตรอเบอร์รี่สดด้วยน้ำส้มสายชูหมัก (ปี พ.ศ. 2551-52)

4. การเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างกรดในกระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักในถังหมักขนาด 600 ลิตร (ปี พ.ศ. 2551-52)

5. น้ำส้มสายชูหมักจากผลพลอยได้ของกระบวนการผลิตน้ำผักและผลไม้: กากแครอท (ปี พ.ศ. 2552-53)

6. การผลิตวุ้นเซลลูโลสสีแดงโดยอาศัยการหมักด้วยเชื้อรา *Monascus purpureus* ในน้ำลวกข้าวโพดฝักอ่อน (ปี พ.ศ. 2552-53)

7. การเพิ่มประสิทธิภาพการย่อยข้าวด้วยโคจิข้าวของเชื้อรา *Amylomyces* spp. DK (ปี พ.ศ. 2552-53)

8. การพัฒนากระบวนการผลิตน้ำส้มสายชูหมักจากเศษเหลือใช้จากกระบวนการผลิตมะเขือเทศเข้มข้น (ปี พ.ศ. 2552-53)

9. การเพิ่มประสิทธิภาพการสร้างกรดอะซิติกของ *Acetobacter aceti* WK ที่ตรึงเซลล์ด้วยใยบวบในถังหมักแบบยกอากาศ (ปี พ.ศ. 2552-53)

10. การพัฒนาหัวเชื้อ *Acetobacter aceti* สป5 ให้มีประสิทธิภาพการสร้างกรด 10-12% ในถังหมักน้ำส้มสายชู High Speed Agitation ขนาด 600 ลิตร (ปี พ.ศ. 2552-53)

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

Krusong, W., A. Vichitraka and S. Pornpakdeewattana. 2007. Luffa Sponge as Supporting Material of *Acetobacter aceti* WK for Corn Vinegar Production in Semi – continuous Process. KMITL Sci. J. (Accepted on 9 August 2007).

Ahmed, S.C., **W. Krusong** and S. Wannarangsri. 2006. Effect of Lactic Acid Bacteria and Some Bacterial Contamination on Non-sterile Yeast Cell Production.KMITL Sci.J. 6 : 662 - 669.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tantratian, S., S. Pathanaargsorn, **W. Krusong** and K. Suksriwong. 2006. Conditions for Preparation of Carboxymethyl Cellulose from Bacterial Cellulose. Laos Journal on Applied Science. Vol1(1) special issue 380-385.

Tantratian, S., P. Tammarate, **W. Krusong**, P. Bhattarakosol and A. Phunsri. 2005.Effect of Dissolved Oxygen on Cellulose Production by *Acetobacter* sp. J.Sci.Res.Chula.Univ. 30 (2) : 179 – 186.

การเสนอผลงานวิชาการ

Jindaprasert, A. and **W. Krusong.** 2007. Bacterial Cellulose Production by Immobilized *Acetobacter xylinum* DK Cells in Agar Gel in Static Cultivation.Proceedings of ICEAST. Research Center for Communications and Information Technology. King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, 21 – 23 November 2007. The Swissotel Le Concorde, Bangkok, Thailand. A_G5-2.

Kudkaew, N. and **W. Krusong.** 2007. Effect of Acetic Acid on *Salmonella* Anatum Reduction *in vitro* and in fresh Pork Quality. Proceedings of the 9th Agro-Industrial Conference. Food Innovation Asia 2007 : "Q" Food for Good Life. BITEC, Bangkok, 14 – 15 June 2007, P3-07-NC.

Krusong, W., R. Haruenkit and S. Tum. 2007. Extending Shelf-life of Dried Yellow Strip Trivally Fish Stored at Ambient Temperature by Vinegar. International Conference on Integration of Science & Technology for Sustainable Development, Bangkok, Thailand. 26 – 27 April 2007, pp. 173 – 176.

Meesap, K., S. Boonyakitsombut and **W. Krusong.** 2007. Effect of Trace Elements on Methane Production from Swine Waste. Proceeding of 6th National Environment Conference, Amarin Lagoon Hotel, Phitsanulok, 7 – 9 March 2007, P07-07.

Khayangarnnavee, K., Y. Suraphanthapisit, A. Swetwiwathana and **W. Krusong.** 2006. Hurdle Technology Application for Thai Style Acidified Salad Dressing. The 8th Agro-Industrial Conference : Food Innovation. 15-16 June 2006. BITEC Bangna, Bangkok, P1_10.

Pornpukdiwattana, S., **W. Krusong,** A. Swetwiathana, A. Vichitraka and S. Tantratian. 2006. Prolonged Shelf-life of Chicken Meat by Using Vinegar. The 8th Agro-Industrial Conference : Food Innovation. 15-16 June 2006. BITEC Bangna, Bangkok,P5_03.

Ahmed, S.C., **W. Krusong** and S. Wannarangsri. 2006. Evaluation of Bacterial Communities and Screening for Antimicrobial Activity of LAB in Raw Sugarcane Juice. The 8th Agro-Industrial Conference : Food Innovation. 15-16 June 2006. BITEC Bangna, Bangkok,P5_05.

ผลงานสิทธิบัตร/สิ่งประดิษฐ์/งานสร้างสรรค์ (ศิลปะ หรือ อื่นๆ)

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้