

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่ใช้ น้ำส้มสายชูในการยืดอายุการเก็บรักษา (Development of Prolong Shelf-life of Dried Yellowstrip Trevally Fish Product by using Vinegar)

วีณา กอบเจริญธรรม อรอนงค์ อติศัยการดี และ วรารุณี ครุสง
โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในการศึกษาเบื้องต้นพบว่า น้ำส้มสายชูให้ผลในการยับยั้งแบคทีเรียที่ก่อโรคได้ โดยที่ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูในการยับยั้งเชื้อ *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* และ *Vibrio sp.* เท่ากับ 2%, 1.6% และ 1.0% ตามลำดับ ในกระบวนการผลิตปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งโดยใช้น้ำส้มสายชูยืดอายุการเก็บรักษานั้นได้ทำการทดลองหาความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการผลิตปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งแช่ในสารละลายน้ำส้มสายชู และใช้ในการจุ่มปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งก่อนนำไปตากแห้งอีกครั้ง จากนั้นนำไปเก็บที่อุณหภูมิห้อง และ 4°C แล้วทำการตรวจผลการเก็บรักษาโดยการตรวจนับเชื้อทางจุลินทรีย์ พบว่าผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งโดยการแช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูในระดับความเข้มข้นที่ต่ำกว่า 1% ไม่เหมาะสมต่อการผลิตเนื่องจากไม่สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียบนปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งได้ทั้งที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C ส่วนปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูก่อนนำตากแห้งอีกครั้ง พบว่า สารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมควรใช้ที่ระดับความเข้มข้น 1.1% โดยใช้ระยะเวลาในการจุ่มเท่ากับ 15 นาที ก่อนที่จะนำไปตากแห้งอีกครั้ง และควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง ระยะเวลาการเก็บรักษานาน 60 วัน สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส โดยวิธี Ratio Profile สูตรที่ให้ผลการยอมรับดีที่สุด คือ ปลา 80% น้ำตาล 20 % เกลือ 0.3% และพริก 2.1 %

คำสำคัญ : ปลาข้างเหลือง น้ำส้มสายชู การทำแห้ง ผลิตภัณฑ์ปลา

1. บทนำ

ปลาข้างเหลือง (Yellowstripe trevally) เป็นปลาที่มีคุณค่าทางเศรษฐกิจชนิดหนึ่ง มีการนำมาบริโภคสดหรือทำเค็ม พบในธรรมชาติมีการแพร่กระจายอยู่ทั่วไปตลอดทั้ง 2 ฟันของทะเลไทย และน่านน้ำข้างเคียง (ลิขิต, 2527) ซึ่งสามารถเพิ่มมูลค่าของปลาได้โดยการทำแห้ง และในปัจจุบันผู้บริโภคส่วนใหญ่ต้องการอาหารสำเร็จรูปที่มีคุณค่าทางโภชนาการและเสื่อมเสียได้ยาก ดังนั้นอาหารแห้งจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจเนื่องจากสามารถยืดอายุการเก็บรักษาและผลิตภัณฑ์ยังคงคุณภาพไว้ได้

การทำแห้งเป็นการลดการเสื่อมเสียจากจุลินทรีย์ เนื่องจากมีค่า a_w ต่ำ (<http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/Chapt04.html>, 4/28/2003.) รวมถึงการลดปฏิกิริยาเคมีต่างๆ น้ำหนักและปริมาตร

ของผลิตภัณฑ์ ง่ายต่อการเก็บรักษา การขนส่ง และให้ผู้บริโภคใช้ผลิตภัณฑ์ได้สะดวกขึ้น (อุไรวรรณ, 2534) จุดประสงค์ของการทำแห้งนั้นเพื่อเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ให้คงเดิมมากที่สุด

การปรับ pH ในอาหารให้ไม่เหมาะสมกับการเจริญของจุลินทรีย์ โดยถาลด pH ให้ต่ำกว่า 4 สามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่เป็น pathogen ได้ (Jay, 2000) การลด pH สามารถทำได้โดยการเติมกรด กรดที่เติมลงไปในอาหาร เช่น กรดอะซิติก กรดซิตริก กรดแลคติก กรดซอร์บิก กรดเบนโซอิก กรดฟอสฟอริก และเมธิลและโพธิลเอสเทอร์ของกรดไฮดรอกซีเบนโซอิก (Eifert และคณะ, 1997)

ในการศึกษานี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ปลาแห้งที่ผ่านการตากแดดเพียง 1 วัน (ประมาณ 6 ชั่วโมง) และไม่สามารถตากแดดต่อได้เนื่องจากฝนตก เกิด

ปัญหาการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ และสูญเสียวัตถุดิบหลักเพื่อใช้ในการผลิตปลาข้างเหลืองแห้ง ในการทดลอง ได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ 2 ชนิด ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่แช่ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งในสารละลายน้ำส้มสายชูระหว่างการเก็บรักษา และผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูแล้วนำไปทำแห้งอีกครั้ง

2. อุปกรณ์และวิธีการทดลอง

2.1 อุปกรณ์และอาหารเลี้ยงเชื้อ

อาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้คือ Plate Count Agar (PCA) Tryptone Soy Broth (TSB) Potato Dextrose Agar (PDA) และ TCBS Agar ใช้อาหารสำเร็จรูปของบริษัท Merck จำกัด

2.2 การทดลองเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

ทดสอบการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายในอาหารได้ โดยใช้เชื้อแบคทีเรียบริสุทธิ์ในการทดลอง 3 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus*, *E. coli* และ *Vibrio* sp. ซึ่งเชืวดังกล่าวเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรค และไม่สามารถเจริญได้ที่ pH ต่ำกว่า 4 (Jay, 2000) ทั้งนี้ในกรณีเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* นำมาเชื่อมมาจาก TSA Slant ที่เป็น stock เชื่อมมาใส่ในอาหาร TSB ซึ่งเป็น Starter จากนั้นนำไปเขย่าที่ความเร็ว 100 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง และนำเชื้อจาก Starter มาเจือจางจนได้ค่าเชื้อเริ่มต้นที่ต้องการ โดยการ Spread plate ในอาหาร TSA ส่วนเชื้อ *Vibrio* sp. ทำเช่นเดียวกัน แต่ใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ TCBS Agar Slant แทน TSA Slant และใช้ peptone 0.1 % ผสมกับเกลือ 3 % แทน TSB ทำการเจือจางให้เหมาะสมแล้วจึงใส่ลงในหลอดทดลองที่มีสารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้นต่างๆ ผสมกับอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมกับเชื้อแต่ละชนิด บ่ม 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 37°C ทำการตรวจสอบการเจริญของเชื้อโดยใช้วิธี Total Plate Count และทำการวัด pH และหาค่าความขุ่นโดยใช้เครื่อง spectrophotometer วัดค่า OD ที่ 625 nm (Alexander และคณะ, 2001) สำหรับเชื้อ *S. aureus* และ *E. coli* ในขณะที่เชื้อ

Vibrio sp. ที่ 600nm. (http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/mhe-dme/compendium/volume_3/e_mflp41b_10.html. 4/28/2003)

2.4 การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบจากโรงงาน

สุ่มเก็บตัวอย่างปลาข้างเหลืองสดและกึ่งแห้งจากโรงงานมาทำการตรวจสอบทางด้านจุลินทรีย์ โดยใช้วิธี Total Plate Count และตรวจหา *Vibrio* sp. ทำการตรวจนับปริมาณเชื้อของผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง (บรรจุใน Vacuum Pack) จากโรงงาน ทุก 2 เดือนเป็นเวลา 6 เดือน เมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อใช้เปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ทดลอง โดยทำการตรวจสอบทางจุลินทรีย์โดยใช้วิธี Total Plate Count ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA สำหรับเชื้อแบคทีเรียโดยทั่วไป, TCBS agar สำหรับเชื้อ *Vibrio* sp. และ PDA สำหรับเชื้อยีสต์และรา (Vanderzant, 1992)

2.5 ความเข้มข้นของสารละลาย น้ำส้มสายชูที่เหมาะสมเพื่อใช้แช่ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้ง

สุ่มปลาข้างเหลืองที่ตากแห้งแล้วมาใส่ในขวดที่บรรจุน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 0.5, 0.6, 0.7 และ 0.8% โดยนำแต่ละความเข้มข้นไปทำการตรวจหาจุลินทรีย์และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง และที่อุณหภูมิ 4°C ทำการตรวจสอบทางจุลินทรีย์ เป็นเวลา 6 เดือน การตรวจสอบทางจุลินทรีย์ใช้วิธี Total Plate Count บนอาหาร PCA และตรวจหา *Vibrio* sp. บนอาหาร TCBS Agar (Vanderzant, 1992) ลักษณะของปลาข้างเหลืองชนิดนี้แสดงในภาพที่ 1 (ก)

2.6 ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมในการแช่ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งก่อนนำไปตากแห้งอีกครั้ง

สุ่มปลาข้างเหลืองที่ตากแดดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง จุ่มลงในภาชนะที่บรรจุสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้น 0.7, 0.9, 1.1 และ 1.3% โดยทำการเปรียบเทียบระยะเวลาในการจุ่มระหว่าง 15 นาที และ 30 นาที ก่อนนำปลากลับไปตากแดดอีกครั้งจนแห้ง บรรจุในถุง Sterilized ที่เตรียมไว้และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ 4°C ทำการตรวจนับ

ปริมาณเชื้อแบคทีเรียเป็นเวลา 6 เดือน โดยการใช้การตรวจนับเชื้อแบคทีเรีย เช่นเดียวกับข้อ 2.5 ลักษณะของปลาข้างเหลืองนี้แสดงในภาพที่ 1 (ข)



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะของผลิตภัณฑ์ 2 ชนิดที่ทำการทดลอง (ก) แบบแช่ (ข) แบบจุ่ม

2.7 การทดลองทางด้านประสาทสัมผัส

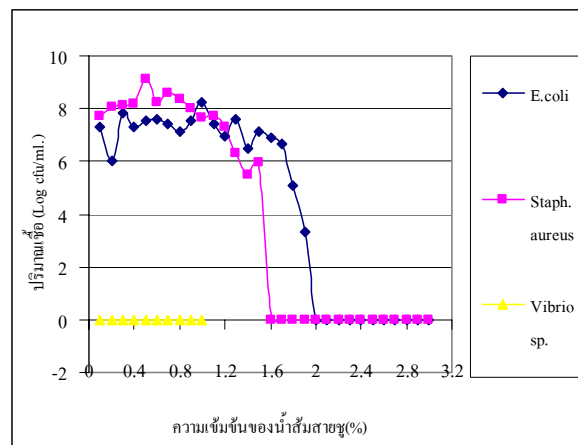
ทำการทดลองด้านประสาทสัมผัส โดยนำปลาที่ผ่านการยับยั้งเชื้อโดยใช้สารละลายน้ำส้มสายชูมาปรุงรสโดยทอดปลาในน้ำมันจนกรอบและทำการปรุงรสโดยใช้น้ำตาลทรายที่เปอร์เซ็นต์ที่แตกต่างกันมาเคี่ยวจนเหนียวปรุงด้วยพริกป่นและเกลือ (ทำการหาสูตรอาหารประเภทปลาที่ขายตามท้องตลาดเพื่อเป็นสูตรมาตรฐาน ; ประกอบด้วย ปลา 80%, น้ำตาล 20%, เกลือ 0.3% และ พริกป่น 0.7%) นำไปทดสอบกับผู้ชิมโดยใช้ Ratio Profile (ชมพูนุท , 2546)

3. ผลการทดลองและวิจารณ์

3.1 การทดลองเพื่อสนับสนุนสมมติฐาน

จากภาพที่ 2 พบว่า เชื้อ *E. coli* ถูกยับยั้งได้ด้วยความเข้มข้นของน้ำส้มสายชู 2% ในขณะที่เชื้อ *S. aureus* และ *Vibrio sp.* ถูกยับยั้งที่ 1.6 % และ 1.0 % ตามลำดับ เมื่อสังเกตจากผลค่าการดูดกลืนแสงในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิด TSB ที่ใช้เลี้ยงเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* พบว่า *E. coli* มีค่าการดูดกลืนแสงเป็น 0.000 ที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชู 1.3% และ *S. aureus* ที่ 2.9% แต่สำหรับเชื้อ *Vibrio sp.* แล้วมีค่าการดูดกลืนแสงในช่วง 0.001-0.002 ที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูระหว่าง 0.1-1.0 % (pH อยู่ในช่วง 4.47-

3.51) Koo และคณะ (2000) พบว่าที่ pH 4.0 สามารถลดปริมาณเชื้อ *Vibrio vulnificus* A-9 ได้ 3 logs ภายในเวลา 1.5 ชั่วโมง ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองที่ได้



ภาพที่ 2 แสดงผลปริมาณเชื้อ (Log cfu/ml.) 3 ชนิดที่ถูกยับยั้งโดยสารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้นต่างๆ

ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลส่วนใหญ่มักพบเชื้อจุลินทรีย์ชนิด *Vibrio sp.* ซึ่งเป็นเชื้อมาตรฐานชนิดหนึ่งที่ต้องทำการตรวจนับด้วย ดังนั้นจึงเลือกความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีผลในการยับยั้งเชื้อ *Vibrio sp.* มาทำการทดสอบกับตัวอย่างปลาข้างเหลืองกึ่งแห้ง เลือกความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่ 0.5% (pH 3.74) ขึ้นไปเพราะว่าถ้าใช้ความเข้มข้นที่ต่ำเกินไป อาจเกิดปัญหาการเสื่อมเสียเนื่องจากปริมาณปลาที่จุ่มลงไปอาจทำให้ค่า pH ของสารละลายน้ำส้มสายชูเปลี่ยนแปลงไปทำให้มีผลต่อการยับยั้งเชื้อ ถ้าเลือกใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูมากกว่า 1.5% เกิดผลกระทบต่อกลิ่นของน้ำส้มสายชูที่รุนแรง และไม่ใช่ว่าผลดีต่อการยอมรับผลิตภัณฑ์

3.2 การตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในวัตถุดิบจากโรงงาน

จากการตรวจสอบด้วยวิธี Total Plate Count ในอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA และ TCBS agar พบว่า ทั้งในปลาข้างเหลืองสดและที่ตากแห้ง (ตากแดดเป็น

เวลา 6 ชั่วโมง) ยังคงพบเชื้อแบคทีเรียปนเปื้อนในปริมาณสูง และเชื้อที่ปนเปื้อนส่วนใหญ่เป็นเชื้อแบคทีเรีย *Vibrio* sp. ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผล Viable Plate Count (Log cfu/g.) ของเชื้อแบคทีเรียที่เจริญบน PCA และ TCBS Agar

ชนิดของปลาที่ตรวจสอบ	Viable Plate Count log (Log cfu/g.) บนอาหารเลี้ยงเชื้อ 2 ชนิด	
	PCA*	TCBS agar**
ปลาสด	6.872	7.041
ปลาแห้ง	6.591	5.792

* ใช้ในการหาปริมาณแบคทีเรียทั่วไป

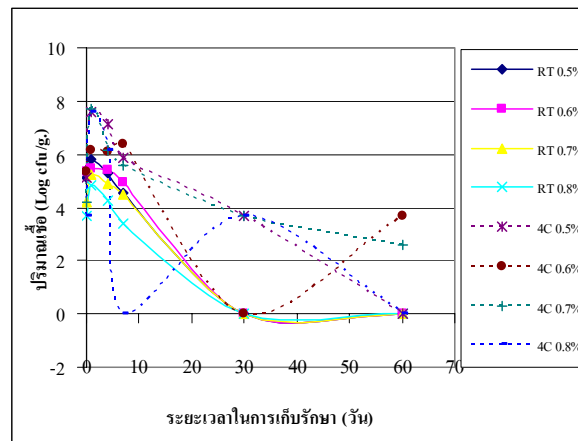
** ใช้ในการหาแบคทีเรียในกลุ่ม *Vibrio* sp.

3.3 ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการผลิตปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งในสารละลายน้ำส้มสายชู

จากภาพที่ 3 แสดงการเปลี่ยนแปลงของเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ปริมาณของเชื้อ *Vibrio* sp. มีเพิ่มขึ้นในระยะแรก จากนั้นภายในช่วงระยะ 30 วัน ปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. กลับลดลงอย่างเร็วตามเมื่อเปรียบเทียบทั้งสองสภาพของการเก็บรักษาพบว่าในสภาพการเก็บที่อุณหภูมิ 4°C มีปริมาณของเชื้อ *Vibrio* sp. เหลือรอดมากกว่าที่อุณหภูมิห้อง ทั้งนี้เนื่องจากเชื้อ *Vibrio* sp. เป็นเชื้อในกลุ่ม **Psychrophile** ที่ชอบเจริญในที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากตามปกติเชื้อนี้สามารถเจริญได้ดีในอาหารทะเลซึ่งมีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า 20°C (สุมาลี, 2535)

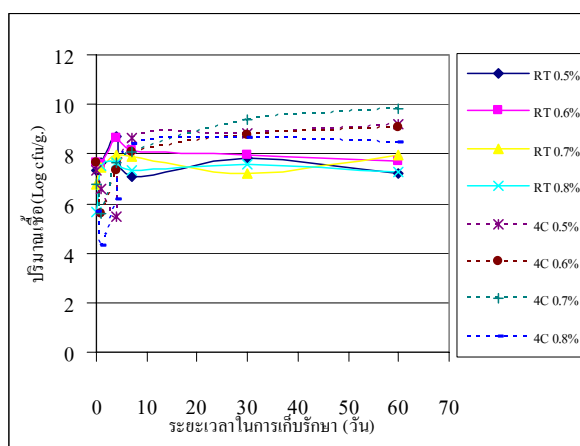
ในกรณีผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูที่ความเข้มข้นต่างๆ ซึ่งเก็บที่อุณหภูมิห้องและ 4°C (ดังภาพที่ 4) พบว่าปริมาณของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก โดยที่ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดจะลดลงในช่วงแรกจากนั้นกลับเพิ่มสูงขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณแบคทีเรียเริ่มต้นในผลิตภัณฑ์ปลาแห้ง

อยู่ในระดับที่สูง อีกทั้งระดับความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่ใช้อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำด้วย



ภาพที่ 3 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูที่ความเข้มข้นต่างๆ และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูเป็นเวลาเพียง 1 เดือน ทั้งในสภาพอุณหภูมิห้องและ 4°C ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพที่ไม่สามารถยอมรับได้ เช่น การเกิดตะกอน ก้นขวด เกิดเมือก และ กลิ่นเหม็น จึงสรุปได้ว่าวิธีการแช่ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งในสารละลายน้ำส้มสายชูที่ระดับความเข้มข้นที่ศึกษานี้ไม่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตต่อไป อนึ่งถ้ามีการผลิตในลักษณะนี้อีกควรเลือกใช้ระดับความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูในระดับที่สูงถึง 3–4 % เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับปลาข้างเหลืองกึ่งแห้ง รวมถึงมีการเติมสารปรุงแต่งรสชาติอื่นๆ เช่น รสหวาน รสเค็ม หรือสมุนไพร โดยการเลือกใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูดังกล่าวทำให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะคล้ายผลิตภัณฑ์ Marinade ที่จำหน่ายอยู่ในตลาดรวมยุโรปและในแอฟริกา เช่น ผลิตภัณฑ์ของบริษัท Lutong Pinoy ซึ่งผลิตผลิตภัณฑ์ Dried Herring in Oil & Vinegar. (<http://www.asiamex.com/tayabus/dried-herinoi.html>. 4/28/2003.)



ภาพที่ 4 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่แช่ในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆ และนำไปเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

3.4 ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมที่ใช้การจุ่มปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งก่อนนำไปตากแห้งอีกครั้ง

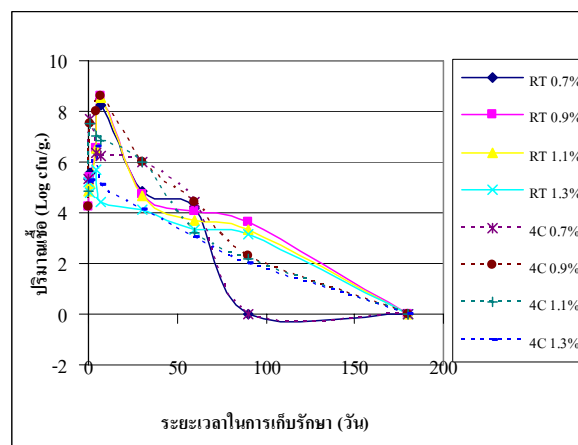
จากตารางที่ 2 พบปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมีแนวโน้มลดลง ปริมาณยีสต์และราที่ทดสอบใน PDA พบว่ามีปริมาณลดลงจนถึงเดือนที่ 2 และเพิ่มขึ้นในเดือนที่ 4 ซึ่งจะพบเชื้อราในปริมาณมากกว่า ส่วนการตรวจสอบ *Vibrio* sp. โดยใช้ TCBS Agar พบว่าปริมาณเชื้อเริ่มต้นมีปริมาณที่สูงและลดลงเมื่อระยะเวลาผ่านไป

ตารางที่ 2 ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ปลาแห้งบรรจุถุง พลาสติกแบบ Vacuum Pack ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์จากโรงงาน

Log (Cfu/ml.)	ชนิดของอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ตรวจสอบ		
เวลา	PCA	PDA	TCBS Agar
เชื้อเริ่มต้น	6.374	6.031	6.884
เชื้อที่ 2 เดือน	5.053	3.924	4.047
เชื้อที่ 4 เดือน	5.279	4.055	4.556
เชื้อที่ 6 เดือน	4.215	4.421	1.536

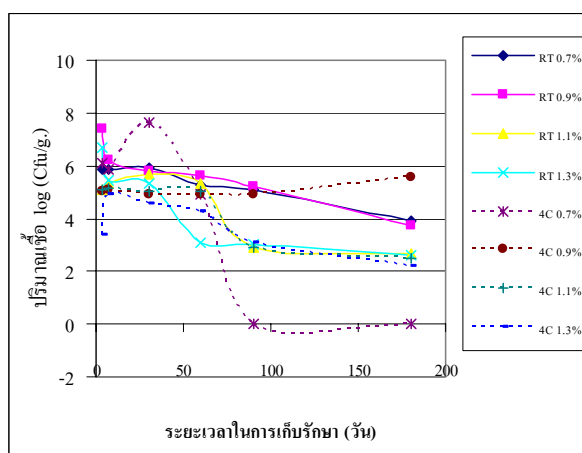
สำหรับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ดังแสดงในภาพที่ 5 พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณ

เชื้อนี้ในช่วง 7 วันแรก จากนั้นการลดลง เมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาเปรียบเทียบกับปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์ปลาแห้งบรรจุในถุง Vacuum pack จากโรงงาน (ดังตารางที่ 2)พบว่า ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่สามารถยับยั้งเชื้อ *Vibrio* sp. ให้ต่ำกว่าปริมาณเชื้อของผลิตภัณฑ์จากโรงงาน ที่ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่ 0.9% ขึ้นไปทั้งในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและที่อุณหภูมิ 4°C



ภาพที่ 5 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปตากแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

ภาพที่ 6 แสดงผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ในผลิตภัณฑ์ที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปตากแห้งและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและ 4°C พบว่าผลการยับยั้งของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดมีอัตราการลดลงน้อยกว่าที่พบในกรณีของเชื้อ *Vibrio* sp. อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบผลการของเชื้อกับผลิตภัณฑ์ของโรงงาน (ตารางที่ 2) พบว่าต้องใช้ความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูที่ 1.3% เท่านั้น

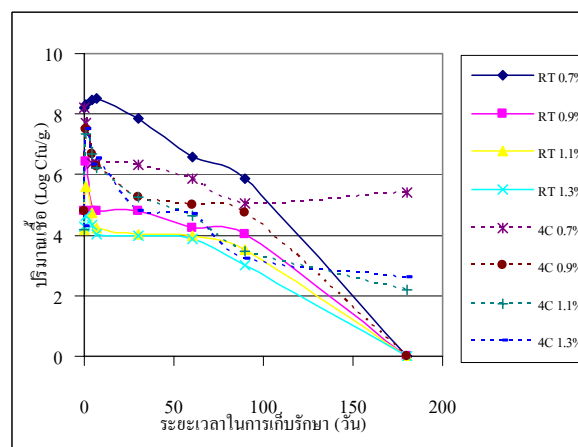


ภาพที่ 6 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 15 นาที ก่อนนำไปตากแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

การเปลี่ยนแปลงของปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. (ดังแสดงในภาพที่ 7) ในช่วงการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ที่จุ่มสารละลายน้ำส้มสายชูเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปตากแห้ง พบว่ามีการเพิ่มขึ้นของปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. นี้ในช่วง 7 วันแรก โดยเฉพาะในกรณีการใช้สารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้น 0.7% ในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเชื้อ *Vibrio* sp. มีแนวโน้มลดลงเมื่อความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูสูงขึ้น ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มใกล้เคียงกับ Benja – arpom และคณะ (2001) ซึ่งรายงานว่าปลาฉลามหูสั้น (Dogfish fillets) ที่ผ่านการจุ่มลงในกรดอะซิติกที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 2 นาที พบว่า มีจำนวนแบคทีเรียทั้งหมด (Cfu/g.) ลดลงเมื่อความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูเพิ่มขึ้น และใน whiting (ปลาปรงรส), dressed butterfish และ Squid mantles ก็มีผลปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดเหมือนกับในปลาฉลามหูสั้น และจากการทดลองยังพบอีกว่าปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในสภาพการเก็บรักษาไว้ที่ 4°C มีปริมาณที่สูงกว่าที่พบในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจุ่มปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งระหว่าง 15 นาที และ 30 นาที (ภาพที่ 5 และ ภาพที่ 7) พบว่า ปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ที่พบไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นระยะเวลาในการจุ่มสารละลายน้ำส้มสายชู ต่อผลการยับยั้งเชื้อ *Vibrio* sp. เท่ากับ 15 นาที เป็นสภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้

ภาพที่ 8 แสดงผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรีย ในผลิตภัณฑ์ที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปตากแห้งและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องและ 4°C พบว่าการยับยั้งของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดนั้นมีอัตราการลดลงน้อยกว่าที่พบในกรณีของเชื้อ *Vibrio* sp. เช่นเดียวกับที่พบในภาพที่ 6 อย่างไรก็ตามสามารถสังเกตปริมาณการลดลงของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดในระหว่างการเก็บรักษาทั้ง 2 สภาพด้วย

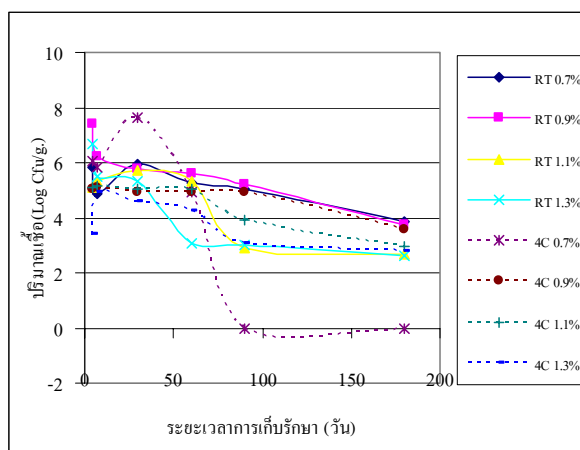


ภาพที่ 7 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อ *Vibrio* sp. ในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆ เป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปตากแห้งและเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

เมื่อเปรียบเทียบผลของระยะเวลาในการจุ่มปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งระหว่าง 15 นาที และ 30 นาที (ภาพที่ 6 และ 8) พบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดที่พบ

ในช่วงระยะเวลาการเก็บรักษาไม่แตกต่างกันมากนัก ดังนั้นระยะเวลาในการจุ่มสายละลายน้ำส้มสายชูต่อผลการยับยั้งเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดเท่ากับ 15 นาที เป็นสภาพที่สามารถนำไปใช้งานได้

อย่างไรก็ตามจากผลการศึกษาที่ได้รับจากกระบวนการนำปลาข้างเหลืองตากแห้งมาจุ่ม (Dipping Process) ลงในสารละลายน้ำส้มสายชูจะเกิดผลการยับยั้งต่อเชื้อ *Vibrio* sp. และ ปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด สรุปได้ว่า ระยะเวลาในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์สามารถเพิ่มขึ้นได้ ถ้าลดปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ปนเปื้อนอยู่ที่ตัวปลา (ที่ผ่านการแล่มาแล้ว) เนื่องจากสังเกตพบว่า ปริมาณเชื้อแบคทีเรียเริ่มต้นทั้งในกรณีของเชื้อ *Vibrio* sp. และกรณีของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์ที่สูง



ภาพที่ 8 ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด ในผลิตภัณฑ์ปลาข้างเหลืองที่จุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูที่มีความเข้มข้นต่างๆเป็นเวลา 30 นาที ก่อนนำไปตากแห้ง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (RT) และที่อุณหภูมิ 4°C (4C)

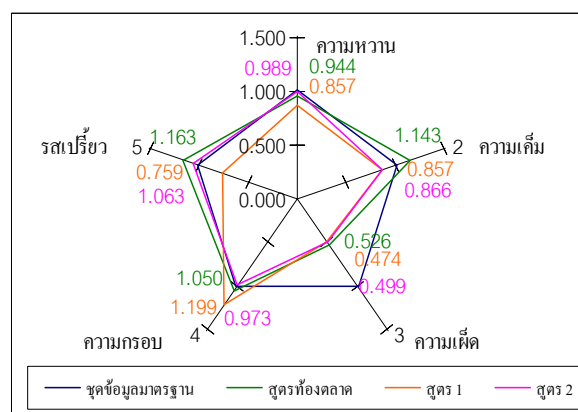
ในขณะเดียวกันพบว่าถ้าความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มสายชูเพิ่มขึ้น ปริมาณเชื้อเริ่มต้นของทั้ง *Vibrio* sp. และเชื้อแบคทีเรียทั้งหมดลดลงอย่างเห็นได้ชัด แต่การลดลงดังกล่าวยังไม่สามารถทำให้เกิดการยับยั้งที่สมบูรณ์จึงทำให้สามารถพบการเพิ่ม

และการลดของเชื้อในผลิตภัณฑ์อีกดังในผลการทดลองในภาพที่ 5 - 8

จากผลการทดลองที่ได้สามารถสรุปได้ว่าสารละลายน้ำส้มสายชูที่เหมาะสมควรใช้ที่ระดับความเข้มข้น 1.1% โดยใช้ระยะเวลาในการจุ่มเท่ากับ 15 นาที ก่อนนำไปตากแห้งอีกครั้ง และควรเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้อง โดยถ้าใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่า (1.3%) ทำให้ปลาข้างเหลืองแห้งเกิดสีคล้ำมากเมื่อเก็บไว้นาน และถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำกว่า (เช่น 0.7 และ 0.9%) ทำให้มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียสูง เนื่องจากถ้าใช้ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูต่ำเกินไป เมื่อนำไปใช้กับปลาในปริมาณมากๆ อาจทำให้ผลการยับยั้งเชื้อลดลง เนื่องจากจะทำให้ pH ของน้ำส้มสายชูเปลี่ยนแปลง จนส่งผลทำให้การยับยั้งเชื้อไม่ดี ดังนั้นจึงนำความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูดังกล่าวมาใช้ในการทำการทดลองทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคต่อไป

3.5 ผลการทดลองทางประสาทสัมผัส

ขั้นตอนการแก้ไขรสชาติของปลาที่มีความเปรี้ยว จากการรวมวิธีการแช่น้ำส้มสายชู ดังแสดงในภาพที่ 9 โดยอาศัย น้ำตาล และเกลือที่ได้จากสูตรตามท้องตลาดให้ผลเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค แต่ระดับความเผ็ดที่ได้ยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคในเชิงที่น้อยเกินไป ทั้งนี้ความเผ็ดขึ้นอยู่กับความชอบของผู้บริโภคเป็นสำคัญ



ภาพที่ 9 กราฟไพอะแมงมุมแสดงค่าที่ได้จากการทดสอบ Ratio Profile

4. สรุปผลการทดลอง

ในผลิตภัณฑ์แบบแช่ พบว่าในระยะเวลาเพียง 1 เดือน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะคุณภาพที่ไม่สามารถยอมรับได้ เช่น การเกิดตะกอนกันขวด เกิดเมือก และ กลิ่นเหม็น จึงสรุปได้ว่าวิธีการแช่ปลาข้างเหลืองกึ่งแห้งในสารละลายน้ำส้มสายชูที่ระดับความเข้มข้นที่ศึกษานี้ไม่เหมาะสมที่ใช้ในการผลิตต่อไป ส่วนในผลิตภัณฑ์แบบจุ่มในสารละลายน้ำส้มสายชูควรใช้ที่ระดับความเข้มข้น 1.1% เนื่องจากถ้าใช้ความเข้มข้นที่สูงกว่า (1.3%) ทำให้ปลาข้างเหลืองแห้งเกิดสีคล้ำเมื่อเก็บไว้นาน และถ้าใช้ความเข้มข้นต่ำกว่า เช่น 0.7 และ 0.9% อาจทำให้มีปริมาณเชื้อแบคทีเรียสูง เนื่องจากถ้าใช้ความเข้มข้นของน้ำส้มสายชูต่ำเกินไป เมื่อมีปลาในปริมาณมากๆ อาจทำให้ผลการยับยั้งเชื้อลดลง เพราะ pH ของน้ำส้มสายชูอาจเปลี่ยนแปลง จนมีผลทำให้การยับยั้งเชื้อได้ไม่ดี ใช้ระยะเวลาการจุ่มเท่ากับ 15 นาที เพราะไม่มีความแตกต่างทางด้านปริมาณเชื้อต่อระยะเวลาในการจุ่ม และควรเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง เพราะสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C มีปริมาณเชื้อสูงกว่า ที่พบในสภาพการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส สูตรที่ให้ผลการยอมรับที่ดีที่สุดประกอบด้วย ปลา 80% น้ำตาล 20 % เกลือ 0.3% และพริก 2.1 %

กิตติกรรมประกาศ

คณะวิจัยขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงการงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี (IRPUS) ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยนี้ นอกจากนี้ยังขอขอบพระคุณทางบริษัทอันดามันฟิช จำกัด ที่ให้การสนับสนุนวัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา

เอกสารอ้างอิง

ชมพูนุท สีห์โสภณ . 2546 . เอกสารประกอบการบรรยายวิชาการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ,ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

- ลิขิต หนูเพชร . 2527. การแพร่กระจายความถี่ขนาดความยาวและอายุการเจริญเติบโตของปลาข้างเหลือง (*Caranx leptolepsis Valenciennes* , 1833) ที่จับโดยเครื่องมืออวนล้อมซั้งในอ่าวไทย . รายงานวิชาการฉบับที่ 47 , ฝ่ายปลาผิวน้ำ กองประมงทะเล กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.
- สุมาลี เหลืองสกุล . 2535 . จุลชีววิทยาทางอาหาร , ชัยเจริญ กรุงเทพฯ . หน้า 157 – 163.
- อุไรวรรณ ปตาวรานนท์. 2534. ผลของสารดูดความชื้นที่มีผลต่อ Water Activity และคุณภาพของผลิตภัณฑ์เนื้อกึ่งแห้ง. **วิทยานิพนธ์** วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 152 หน้า.
- Alexander M.C., Yong – Hwan Kim, S. Tahk, T. Hong, P. Weis, A.J. Waring and T. Ganz. 2001. "Calcitermin, a Novel Antimicrobial Peptide Isolated from Human Airway Secretions". *FEBS Letters* 504 (2001):5-10. Available at <http://www1.elsevier.com/febs/163/19/20/00025139.pdf>. 22/03/2004.
- Benja-arpom, Y. S., Einarsson and S. M., Comstantinides. 2001. "Extending Shelf Life of Seafood with Acetic Acid." Department of Food Science and Nutrition Food Center , University of Rhode Island West Kingston , RI , 02892. Available at <http://www.blackwell.synergy.com/links/doi/10.1046/j.1472765x.2001.00847.x/abs> /;jsessionid=ip3V7.fHIYJY6. 28/04/2003.
- Eifert, J.D., R. H., Cameron, D. Pierson, S. E. Duncan and W.N. Eigel. 1997. "Acetic, Lactic, and Hydrochloric Acid Effects on *Staphylococcus aureus* 196E Growth

Based on a predictive model". **J. Food Science**, 62 : 174 -178.

Jay, J.M. 1996 . Modern Food Microbiology
Fifth Edition, International Thomson
Publishing ,USA ; P.17 – 19, 38 – 48 ,53 –
61 and 18 – 129.

Koo, J., A. DePAOLA and M.L Douglas .2001.
"Impact of Acid on Survival of *Vibrio*
vulnificus and *Vibrio vulnificus* Phage". **J.**
Food Protection , 63 : 1049-1052

VanderZant, C. and D.F. Splittstoesser. 1992.
Compendium of Methods for the
Microbiological Examination of Foods. 3th ed.
Edwards Brothers, Ann Arbor MI.

"Dried Fish and Fishery." 2003. [Online].
Available at [http://www.seafood.ucdavis.edu](http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/Chapt04.html)
/haccp/compendium/Chapt04.html.28/04/2003.

"Lutong Pinoy Dried Herring in Oil and
Vinegar ." 2003. [Online]. Available at
[http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/](http://www.seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/Chapt04.html)
compendium/Chapt04.html .28/04/2003.

"*Vibrio* sp. At 600 nm." 2003. [Online].
Available at [http://www.hc-sc.gc.ca/food-](http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/mh-dm/mhe-dme/compendium/volume_3/e_mflp)
aliment/mh-dm/mhe-dme/compendium/
volume_3/e_mflp. 28/04/2003.