# การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจุลชีววิทยาของกุ้งส้มปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช ที่ใช้ *Lactobacillus pentosus* L35 เป็นกล้าเชื้อในการหมัก

# Study of Chemical and Microbiological Composition of Kung-Som from Pak Phanang, Nakhon Si Thammarat Using *Lactobacillus pentosus* L35 as a Fermentation Starter

**มณฑกานต์ ทองสม**[1,2*]
Montakarn Thongsom[1,2*]

**บทคัดย่อ**

กุ้งส้มจากปากพนังเป็นอาหารพื้นเมืองที่ได้รับความนิยมในการบริโภคและยังมีประโยชน์ต่อสุขภาพ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและจุลชีววิทยาของกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมและสูตรที่มีการใช้ *Lactobacillus pentosus* L35 เป็นในกล้าเชื้อในการหมัก จากศึกษาพบว่า *L. pentosus* L35 เป็นแบคทีเรียแลกติกที่มีการเจริญเติบโตคงที่ประมาณชั่วโมงที่ 24 ผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมและสูตรที่มีการใช้ *L. pentosus* L35 เป็นกล้าเชื้อมีปริมาณโปรตีน เถ้า ไขมัน เกลือ กรด-ด่าง และกรดทั้งหมดแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ขณะที่ปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) การติดตามจำนวนจุลินทรีย์ในระหว่างหมักพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มสูงขึ้นในวันที่ 5 ของการหมัก และลดลงในวันสุดท้ายของการหมัก (10 วัน) จำนวนยีสต์และราทั้งหมดมีการเพิ่มขึ้นเล็กน้อย ในขณะที่จำนวนแบคทีเรียแลกติกเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงวันที่ 10 ผลการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของกุ้งส้มพบว่าจำนวนแบคทีเรียก่อโรค (*Salmonella* sp. *Staphylococcus aureus Bacillus cereus Clostridium perfringens* และ *Escherichia coli*) ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม

**คำสำคัญ:** กุ้งส้ม แบคทีเรียแลกติก การหมัก

[1] สาขาวิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช
[2] หน่วยวิจัยและบริการนวัตกรรมอาหารเพื่อชุมชน
[*] Corresponding author e-mail: montakarn2008@hotmail.com

**Received: 31 January 2020, Revised: 1 June 2020, Accepted: 2 June 2020**

**Abstract**

Kung-Som from Pak Phanang is a local food that is popular for consumption and for its health benefits. The objective of this research was to study the chemical and microbiological compositions of the formula of traditional Kung-som and the formula of Kung-som produced by using *Lactobacillus pentosus* L35 as a fermentation starter. The results showed that *L. pentosus* L35, or lactic acid bacteria, had a stable growth for about 24 hours. The chemical compositions of traditional Kung-Som and Kung-Som produced by *L. pentosus* L35 as a starter were found significant differences ($p > 0.05$) in protein, ash, fat, salt, pH and total acid whereas the moisture was not. Microbial counts during fermentation were found that the total viable count increased at day 5 and decreased at the end of fermentation time (10 days). Total yeast and fungi slightly increased while lactic acid bacteria continually increased until day 10. The microbiological quality of results of Kung-Som showed that the numbers of pathogenic bacteria (*Salmonella* sp., *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens* and *Escherichia coli*) did not exceed the Thai community product standard criteria for Kung-Som.

**Keywords:** Kung-Som, lactic acid bacteria, fermentation

**บทนำ**

กุ้งส้ม หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำกุ้งน้ำจืด หรือกุ้งน้ำเค็ม ขนาดเล็กถึงขนาดปานกลาง มาล้างให้ สะอาดโดยอาจใช้ทั้งตัวหรือตัดหัวออก หมักกับเกลือ อาจเติมส่วนผสมอื่น เช่น ข้าวเจ้าสุก ข้าวเหนียวนึ่ง กระเทียมบด น้ำตาล น้ำแป้งสุก จนมีรสเปรี้ยว (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2548)

กุ้งส้มเป็นอาหารหมักพื้นเมืองของภาคใต้นิยมบริโภคในแถบที่มีพื้นที่ติดกับทะเล ได้แก่ จังหวัดนครศรีธรรมราช พัทลุง ตรัง สงขลา และสตูล กุ้งส้มเป็นการแปรรูปและยืดอายุการเก็บรักษา กุ้งทะเลขนาดเล็กโดยการหมักตามธรรมชาติ อาศัยเชื้อจุลินทรีย์ประจำถิ่นจากวัตถุดิบ เครื่องมือ และอุปกรณ์ที่เคยใช้ในการหมัก การผลิตกุ้งส้มในแต่ละพื้นที่จะมีส่วนผสมที่แตกต่างกัน เช่น ใช้น้ำตาลโตนดหรือน้ำตาลจากแทนน้ำตาลทราย หรือใช้กะปิแทนเกลือ ใช้น้ำซาวข้าว น้ำแป้งสุก หรือใส่ข้าวคั่วร่วมด้วย เป็นต้น โดยจะหมักในสภาวะที่ปิดสนิท และใช้ระยะเวลาในการหมักแตกต่างกัน ตั้งแต่หนึ่งสัปดาห์ถึงหนึ่งเดือน ขึ้นอยู่กับขนาดหรือสายพันธุ์ของกุ้งและอัตราส่วนของเครื่องปรุงรส โดยเฉพาะน้ำตาล หากกุ้งมีขนาดใหญ่จะใช้ระยะเวลาในการหมักนานขึ้น กุ้งส้มที่หมักสมบูรณ์จน สามารถรับประทานแบบดิบ ๆ ได้ตัวกุ้งจะมีสีส้มสวยงาม น้ำจะสีส้มค่อนข้างใส ไม่มีตะกอน มีกลิ่นหอม ของกรดและมีรสชาติเปรี้ยว มีค่า pH น้อยกว่า 4.6 (นันธิดา, 2560) สำหรับในจังหวัดนครศรีธรรมราช กุ้งส้มเป็นอาหารหมักที่ได้รับความนิยมมักพบมีการจำหน่ายในตลาดต่าง ๆ ซึ่งการผลิตกุ้งส้มมักพบใน

พื้นที่ติดทะเล เช่น อำเภอปากพนัง เชียรใหญ่ และหัวไทร ซึ่งงานวิจัยในครั้งนี้ทำการศึกษาในพื้นที่ปากพนังจะใช้กุ้งแตะซึ่งเป็นกุ้งน้ำกร่อย น้ำผึ้งจาก เกลือ หมักเป็นระยะเวลา 7-10 วัน หลังจากนั้นจึงเติมน้ำแป้งข้าวเจ้า เป็นการสิ้นสุดการกระบวนการผลิตกุ้งส้ม

อาหารหมักดองเป็นการถนอมอาหารที่อาศัยกิจกรรมของจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญคือแบคทีเรียแลกติก (lactic acid bacteria) เป็นจุลินทรีย์ที่มีความสำคัญและได้รับการยอมรับว่าเป็นแบคทีเรียที่มีความปลอดภัย (generally recognized as safe bacteria; GRAS status) นิยมใช้ในการหมักและถนอมอาหาร ทำให้อาหารมีความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลงในระหว่างการหมัก นอกจากนี้ยังสามารถสร้างสารแบคเทอริโอซินซึ่งมีคุณสมบัติในการยับยั้งแบคทีเรียก่อโรค และป้องกันการเน่าเสียของอาหารได้อีกด้วย การหมักสามารถเกิดขึ้นได้โดยแบคทีเรียแลกติกที่มีอยู่ในวัตถุดิบ หรืออาจเติมแบคทีเรียแลกติกในรูปเชื้อตั้งต้น (starter culture) ลงในอาหารภายใต้สภาวะควบคุม นอกจากนี้แบคทีเรียแลกติกยังมีคุณสมบัติเป็นโพรไบโอติก (Mishra and Prasad, 2005) ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์ต่อร่างกายของมนุษย์หรือสัตว์ที่มีจุลินทรีย์กลุ่มนี้อาศัยอยู่ โดยจะไปช่วยปรับสมดุลของจุลินทรีย์ในลำไส้ ปรับสมดุลการตอบสนองต่อภูมิคุ้มกัน ป้องกันหรือลดระดับการเกิดสารก่อมะเร็ง ลดภาวะภูมิแพ้และการอักเสบรุนแรง ลดคอเลสเตอรอลในเลือดเป็นต้น โดยคุณลักษณะที่สำคัญของโพรไบโอติกคือ สามารถนำมาเสริมในผลิตภัณฑ์อาหารได้อย่างปลอดภัย และเกิดประโยชน์ต่อสุขภาพ ซึ่งปัจจุบันผลิตภัณฑ์อาหารเพื่อสุขภาพที่มีส่วนผสมของโพรไบโอติกได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง

จากประโยชน์ของแบคทีเรียแลกติกทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจในการนำ *L. pentosus* L35 ที่คัดแยกได้จากกุ้งส้ม และได้ทดสอบคุณสมบัติการเป็นโพรไบโอติก ความสามารถในการลดระดับคอเลสเตอรอล (*in vitro*) (มณฑกานต์, 2560) มาใช้เป็นกล้าเชื้อในการผลิตกุ้งส้ม เป็นการช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับสินค้าในท้องถิ่น เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และสามารถนำกล้าเชื้อไปประยุกต์ใช้ได้ในกลุ่มอาหารหมักชนิดอื่น ๆ ได้อีกด้วย ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาองค์ประกอบทางเคมี และจุลชีววิทยาของกุ้งส้มที่ใช้ *L. pentosus* L35 เป็นกล้าเชื้อในการผลิต

**วิธีดำเนินการวิจัย**

**1. การศึกษาการเจริญเติบโตของ *L. pentosus* L35**

*L. pentosus* L35 ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้คัดแยกได้จากกุ้งส้ม ผ่านตรวจสอบชนิดของแบคทีเรียแลกติกโดยวิธีการชีวโมเลกุล โดยวิธี 16s rDNA การศึกษาการเจริญของ *L. pentosus* L35 (มณฑกานต์, 2560) โดยการเตรียมเชื้อเริ่มต้น *L. pentosus* L35 ในอาหารเหลว de man, rogosa and sharpe (MRS) ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 1.5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำมาวัดความขุ่นด้วยเครื่อง spectrophotometer ที่ความยาวคลื่นแสง 660 นาโนเมตร ทำให้เจือจางให้มีค่า optical density (O.D.) เท่ากับ 0.5 เพื่อใช้เป็น inoculums แล้วจึงถ่ายเชื้อร้อยละ 1 ลงในอาหารเหลว MRS ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 1.5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส สุ่มเก็บตัวอย่างทุก 3 ชั่วโมงเป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อนับจำนวนแบคทีเรียแลกติก $\log_{10}$CFU/มิลลิลิตร โดยวิธีการ pour plate บนอาหาร MRS

**2. การผลิตกุ้งส้ม**

2.1 การผลิตกุ้งส้มแบบดั้งเดิม

นำกุ้งแตะที่มีขนาดเล็กถึงปานกลางจากตลาดน้ำร้อยปี อำเภอปากพนัง จังหวัดนครศรีธรรมราช โดยใช้อัตราส่วนของกุ้ง 1 กิโลกรัม เกลือ 75 กรัม และน้ำตาลจาก 300 กรัม ผสมให้เข้ากันนำไปหมักในไห (ไหมีขนาดเส้นรอบวง 65 เซนติเมตร) ปิดด้วยผ้าขาวบาง ทำการพลิกกุ้งให้เข้ากับส่วนผสมทุกวันเป็นเวลา 7 วัน จากนั้นเติมน้ำข้าวต้มสุก (ข้าวสาร 50 กรัม ต่อน้ำ 5 ลิตร) ลงไปในไห 750 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันจนจมตัวกุ้ง หมักต่อจนครบ 10 วัน

2.2 การผลิตกุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35

การเตรียม *L. pentosus* L35 เป็นหัวเชื้อในการผลิตกุ้งส้ม (ดัดแปลงจาก ชุตินุช และไวกูณฐ์, 2556) โดยการเพาะเลี้ยงเชื้อในอาหารเหลว MRS ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่เติมโซเดียมคลอไรด์ 1.5 เปอร์เซ็นต์ บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส 24 ชั่วโมง จากนั้นนำไปปั่นเหวี่ยงที่ความเร็ว 10,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที ล้างเซลล์ด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 2 ครั้ง นำเซลล์ที่ปั่นเหวี่ยงได้มาทำการเจือจางด้วยสารละลายโซเดียมคลอไรด์ 0.85 เปอร์เซ็นต์ ให้มีจำนวนเซลล์เริ่มต้นประมาณ $10^8$ CFU/มิลลิลิตร นำเซลล์ *L. pentosus* L35 ไปผสมกับกุ้งที่เตรียมโดยใช้กระบวนการเดียวกับข้อ 2.1 ในอัตราส่วนร้อยละ 10 เก็บตัวอย่างกุ้งส้มเพื่อตรวจวิเคราะห์ตามเวลาที่กำหนด

**3. การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้ม**

เก็บตัวอย่างกุ้งส้ม ในวันที่เริ่มต้นและวันที่ 10 เพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี ได้แก่ การหาปริมาณความชื้น เถ้า โปรตีน ไขมัน ปริมาณเกลือ ความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณกรดทั้งหมด โดยวิธีการของ AOAC (2016)

**4. การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของกุ้งส้ม**

เก็บตัวอย่างกุ้งส้ม ในวันที่เริ่มต้นและวันที่ 10 เพื่อติดตามการเปลี่ยนแปลงจำนวนจุลินทรีย์ และวิเคราะห์คุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ตรวจนับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์ราทั้งหมด แบคทีเรียแลกติก โดยวิธีการ spread plate บนอาหาร PCA PDA และ MRS ตามลำดับ และตรวจนับจำนวนแบคทีเรียก่อโรค *Salmonella* sp. *S. aureus B. cereus C. perfringens* และ *E. coli* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนหมายเลข 1032/2548 โดยใช้วิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์อาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ (2558)

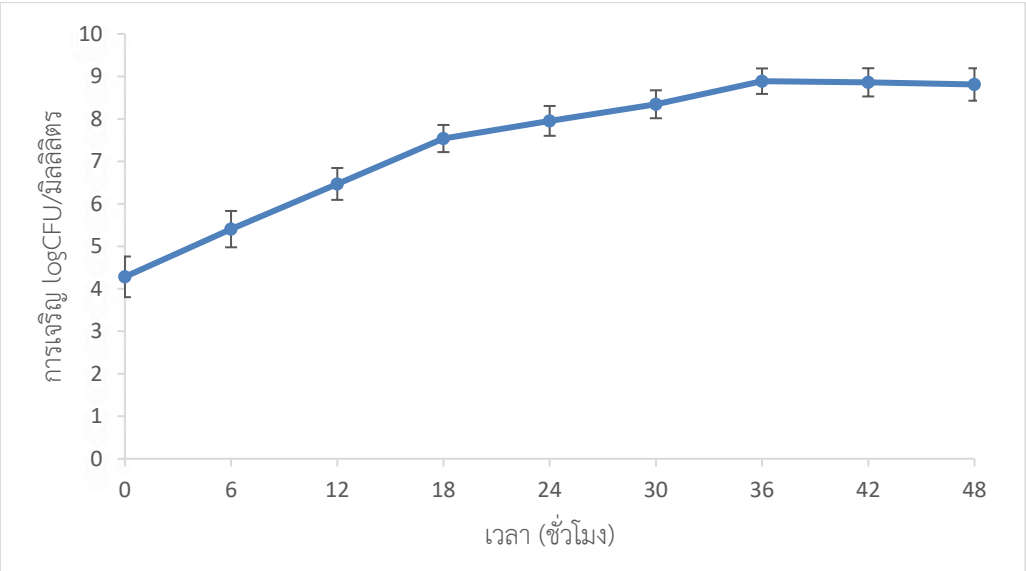
**5. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ**

ในการทดลองจะทำการหาค่าต่าง ๆ จำนวน 3 ซ้ำ นำผลที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย วิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Mean ± S.D.) และนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ความแปรปรวน (analysis of variance, ANOVA) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new multiple range test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยใช้โปรแกรม SPSS version 16

**ผลการทดลอง**

**1. การเจริญเติบโตของ *L. pentosus* L35**

จากผลการทดลองพบว่า *L. pentosus* L35 ที่เวลาเริ่มต้นมีค่า Log10CFU/มิลลิลิตร เท่ากับ 4.28 และมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น พบมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่เวลา 36 ชั่วโมง มีค่า $log_{10}$CFU/มิลลิลิตร เท่ากับ 8.88 (ภาพที่ 1)




**ภาพที่ 1** การเจริญเติบโตของ *L. pentosus* L35 ในระเวลา 48 ชั่วโมง

**2. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของกุ้งส้ม**

การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมและสูตรที่มีการใช้ *L. pentosus* L35 เป็นหัวเชื้อ พบว่าในวันในเริ่มต้นของการหมักกุ้งส้มที่หมักโดยใช้สูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อมีปริมาณความชื้น (65.5±0.25 และ 65.23±0.15) โปรตีน (15.02±0.04 และ15.7±0.06) เถ้า (8.41±0.03 และ 8.39±0.04) ไขมัน (0.50±0.02 และ 0.54±0.03) เกลือ (5.60±0.03 และ 5.63±0.01) กรด-ด่าง (7.70±0.05 และ 7.73±0.01) และกรดทั้งหมด (0.80±0.01 และ 0.80±0.02) ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักในวันที่ 10 พบว่ากุ้งส้มที่หมักโดยใช้สูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อมีปริมาณโปรตีน (11.61±0.08 และ 10.01±0.05) เถ้า (3.09±0.03 และ 3.51±0.04) ไขมัน (0.20±0.01 และ 0.10±0.01) เกลือ (2.80±0.02 และ 3.09±0.17) กรด-ด่าง (5.32±0.06 และ 4.53±0.02) และกรดทั้งหมด (1.30±0.02 และ 1.80±0.02) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่ปริมาณความชื้นของกุ้งส้มที่หมักโดยใช้สูตรดั้งเดิมและสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ (82.00±0.50 และ 81.07±0.31) ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p < 0.05$) (ตารางที่ 1)

**ตารางที่ 1** คุณภาพทางเคมีของกุ้งส้มที่หมักโดยใช้สูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ

| องค์ประกอบทางเคมี | กุ้งส้มสูตรดั้งเดิม | | กุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 0 | วันที่ 10 | วันที่ 0 | วันที่ 10 |
| ความชื้น (% wet basis) | 65.5±0.25$^{b}$ | 82.00±0.50$^{a}$ | 65.23±0.15$^{b}$ | 81.07±0.31$^{a}$ |
| โปรตีน (% wet basis) | 15.02±0.04$^{a}$ | 11.61±0.08$^{b}$ | 15.7±0.06$^{a}$ | 10.01±0.05$^{c}$ |
| เถ้า (% wet basis) | 8.41±0.03$^{a}$ | 3.09±0.03$^{c}$ | 8.39±0.04$^{a}$ | 3.51±0.04$^{b}$ |
| ไขมัน (% wet basis) | 0.50±0.02$^{a}$ | 0.20±0.01$^{b}$ | 0.54±0.03$^{a}$ | 0.10±0.01$^{c}$ |
| ปริมาณเกลือ (% NaCl) | 5.60±0.03$^{a}$ | 2.80±0.02$^{c}$ | 5.63±0.01$^{a}$ | 3.09±0.17$^{b}$ |
| กรด-ด่าง (pH) | 7.70±0.05$^{a}$ | 5.32±0.06$^{b}$ | 7.73±0.01$^{a}$ | 4.53±0.02$^{c}$ |
| ปริมาณกรดทั้งหมด (% as lactic acid) | 0.80±0.01$^{c}$ | 1.30±0.02$^{b}$ | 0.80±0.02$^{c}$ | 1.80±0.02$^{a}$ |

หมายเหตุ: อักษรที่แตกต่างกันในแถวเดียวกันแสดงความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

**3. การวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของกุ้งส้ม**

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของกุ้งส้มที่ทำการหมักด้วยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุ้งส้มที่หมักด้วยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อในวันเริ่มต้นของการหมักมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด 3.20±0.03 และ 4.33±0.04 $\log_{10}$CFU/กรัม ตามลำดับ จำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดมีการเพิ่มจำนวนมากขึ้นในวันที่ 5 ของการหมัก (8.40±0.02 และ 7.40±0.06 $\log_{10}$CFU/กรัม) และในวันที่ 10 ของการหมักพบว่าจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดลดต่ำลง (5.22±0.01 และ 7.01±0.05 $\log_{10}$CFU/กรัม) สำหรับการติดตามจำนวนแบคทีเรียแลกติกตลอดการหมักพบว่าในวันเริ่มต้นของการหมักกุ้งส้มด้วยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อมีจำนวนแบคทีเรียแลกติก 4.10±0.03 และ 5.45±0.06 $\log_{10}$CFU/กรัม ตามลำดับ และในช่วงวันที่ 5 และ 10 ของการหมักจำนวนของแบคทีเรียแลกติกมีการเพิ่มจำนวนอย่างต่อเนื่อง โดยในวันที่ 10 ของการหมักจำนวนของแบคทีเรียแลกติกเพิ่มขึ้นเป็น 8.28±0.03 และ 9.96±0.05 $\log_{10}$CFU/กรัม ตามลำดับ จำนวนยีสต์ ราทั้งหมดในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมและสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อพบว่ามีจำนวนยีสต์ รา 1.15±0.03 และ 1.08±0.04 $\log_{10}$CFU/กรัม ตามลำดับ และเมื่อหมักต่อไปพบว่าจำนวนยีสต์ ราเพิ่มขึ้นโดยในวันที่ 10 ของการหมักมีจำนวนยีสต์ รา 4.70±0.01 และ 2.40±0.03 $\log_{10}$CFU/กรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** จำนวนจุลินทรีย์ เชื้อรา และแบคทีเรียแลกติกทั้งหมดในกุ้งส้มที่หมักโดยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ

| กุ้งส้ม | วัน | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด ($log_{10}$CFU/กรัม) | จำนวนยีสต์ ราทั้งหมด ($log_{10}$CFU/กรัม) | จำนวนแบคทีเรียแลกติกทั้งหมด ($log_{10}$CFU/กรัม) |
|---|---|---|---|---|
| สูตรดั้งเดิม | 0 | 3.20±0.03 | 1.15±0.03 | 4.10±0.03 |
| | 5 | 8.40±0.02 | 2.65±0.02 | 6.33±0.01 |
| | 10 | 5.22±0.01 | 4.70±0.01 | 2.28±0.03 |
| สูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ | 0 | 4.33±0.04 | 1.08±0.04 | 5.45±0.06 |
| | 5 | 7.40±0.06 | 1.52±0.02 | 7.40±0.09 |
| | 10 | 7.01±0.05 | 2.40±0.03 | 9.96±0.05 |

จากการตรวจนับจำนวนแบคทีเรียก่อโรค 5 ชนิด ได้แก่ *Salmonella* sp. *S. aureus B. cereus C. perfringens* และ *E. coli* ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กุ้งส้ม 1032/2548 ในกุ้งส้มที่หมักด้วยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่เติมกล้าเชื้อไม่พบ *Salmonella* sp. *S. aureus* และ *C. perfringens* ตลอดกระบวนการหมักกุ้งส้ม มีการตรวจพบ *B. cereus* และ *E. coli* แต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม (ตารางที่ 3)

**ตารางที่ 3** จำนวนแบคทีเรียก่อโรคในกุ้งส้มที่หมักโดยใช้สูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ

| กุ้งส้ม | วันในการหมัก | ชนิดแบคทีเรีย | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | *Salmonella* sp. | *S. aureus* | *B. cereus* | *C. perfringens* | *E. coli* |
| กุ้งส้มสูตรดั้งเดิม | 0 | ไม่พบ | ไม่พบ | < 3 โคโลนี/กรัม | ไม่พบ | < 3 โคโลนี/กรัม |
| | 5 | | | | | |
| | 10 | | | | | |
| กุ้งส้มที่เติมหัวเชื้อ | 0 | ไม่พบ | ไม่พบ | < 3 โคโลนี/กรัม | ไม่พบ | < 3 โคโลนี/กรัม |
| | 5 | | | | | |
| | 10 | | | | | |

**อภิปรายผลการวิจัย**

การทดลองในครั้งนี้ได้ใช้ *L. pentosus* L35 ที่คัดแยกได้จากกุ้งส้มที่เก็บตัวอย่างในจังหวัดนครศรีธรรมราช *L. pentosus* L35 เป็นแบคทีเรียแลกติก มี pH ที่เหมาะสมในการเจริญเติบโต 5.5-6.2 ต้องการออกซิเจนในการเจริญเติบโตน้อย (microaerophilic) จัดอยู่ในกลุ่ม facultative heterofermentative lactobacilli มักพบในผลิตภัณฑ์นม ผลิตภัณฑ์ธัญพืช ผลิตภัณฑ์เนื้อ ปลา ไวน์ น้ำผลไม้ ผักดอง และบริเวณเนื้อเยื่อในท่อทางเดินอาหาร และช่องคลอดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยน้ำนม (วิลาวัณย์, 2536) จากการศึกษาพบว่า *L. pentosus* L35 มีการเจริญเติบโตได้ดีที่สุดที่ระยะเวลา 36 ชั่วโมง จากการศึกษาของ Saraniya and Jeevaratnam (2014) พบว่า *L. pentosus*

SJ65 ที่คัดแยกได้จากแพนเค้กอินเดียมีการเจริญเติบโตสูงสุดที่ระยะเวลา 48 ชั่วโมง และสามารถผลิต แบคเทอริโอซินได้ปริมาณสูงสุดที่เวลา 36 ชั่วโมง นอกจากนี้ธนากร (2554) ได้ศึกษาการเจริญของ *L. plantarum* และ *L. pentosus* ที่คัดแยกได้จากหน่อไม้ดองพบว่ามีการเจริญระยะคงที่ที่เวลา 18 ชั่วโมง

จากการศึกษาของ Dangkhaw (2013) ทำการเก็บตัวอย่ากุ้งส้มที่จำหน่ายในท้องตลาดจำนวน 55 ตัวอย่าง เพื่อคัดแยกแบคทีเรียแลกติกและสามารถระบุสายพันธุ์ของแบคทีเรียแลกติกได้เป็น *Enterococcus hirae* K34 *L. pentosus* K39 และ *L. pentosus* K50 จากศึกษาของ Phithakpol *et al.* (1995) พบว่า *L. plantarum Pediococcus halophilus Bacillus* sp. *Micrococcus* sp. *Streptococcus epidermidis S. feacalis Saccharomyces* sp. *Candida* sp. และ *Pichia* sp. ซึ่งคัดแยกได้จากกุ้งส้ม ปลาส้ม เป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการผลิตกุ้งส้มและปลาส้ม

กระบวนการผลิตกุ้งส้มต้องอาศัยวัตถุดิบที่สำคัญคือ กุ้ง เกลือ น้ำตาลจาก และน้ำแป้ง โดยแบคทีเรียแลกติกมีบทบาทในกระบวนการหมักเปลี่ยนน้ำตาลให้เป็นกรดแลกติก ในสภาพที่มีอากาศเล็กน้อย แบคทีเรียเกือบทุกนิดต้องการอาหารที่มีเกลือเจือปนเล็กน้อย เกลือมีคุณสมบัติในการคัดแยกชนิดของจุลินทรีย์ แบคทีเรียแลกติกสามารถปรับสภาพให้ทนต่อสภาวะความเข้มของเกลือได้ และช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรค น้ำตาลจากและน้ำแป้งเป็นแหล่งคาร์บอนและแหล่งพลังงานให้แก่แบคทีเรียแลกติก การศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้มที่ผ่านกระบวนการหมักด้วยสูตรดั้งเดิม และกุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 เมื่อสิ้นสุดการทดลองในวันที่ 10 พบว่ากุ้งส้มทั้งสองสูตรมีความชื้นไม่แตกต่างกัน โดยกุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อมีปริมาณของเถ้า เกลือและความเป็นกรดรวมสูงกว่ากุ้งส้มที่หมักด้วยสูตรดั้งเดิม กุ้งส้มที่หมักโดยการเติมหัวเชื้อมีปริมาณโปรตีน ไขมัน กรด-ด่าง ต่ำกว่ากุ้งส้มที่หมักด้วยสูตรดั้งเดิม กุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 มีปริมาณเถ้า (ร้อยละ 3.51±0.04) สูงกว่ากุ้งส้มสูตรดั้งเดิม (ร้อยละ 3.09±0.03) สอดคล้องกับการศึกษาของชุตินุช และไวกูณฐ์, (2556) พบว่ากุ้งส้มที่ผลิตโดยใช้เชื้อบริสุทธิ์ *L. plantarum* (ปริมาณเถ้าร้อยละ 6.08) *Pediococcus* sp. (ปริมาณเถ้าร้อยละ 5.42) มีปริมาณเถ้ามากกว่ากุ้งส้มที่ผลิตโดยวิธีดั้งเดิม (ปริมาณเถ้าร้อยละ 2.94) ปริมาณเถ้าแสดงถึงองค์ประกอบของสารอนินทรีย์ที่หลงเหลืออยู่จากการเผาไหม้ หรือปริมาณแร่ธาตุในอาหาร พบปริมาณเกลือในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 ร้อยละ 2.80±0.02 และ 3.09±0.17 ตามลำดับ ซึ่งใกล้เคียงกับผลการสำรวจของวารุณี และคณะ (2527) พบว่ากุ้งส้มที่จำหน่ายในจังหวัดสงขลา ปัตตานี และตรังมีปริมาณเกลือร้อยละ 3.06 3.46 และ 3.14 ตามลำดับ เกลือเป็นสิ่งสำคัญในการถนอมอาหารทำให้ค่า Water activity ของอาหารลดลง นอกจากนี้เกลือยังเป็นสารที่มีค่าแรงดันออสโมติกสูง เมื่อใส่ลงในอาหารจะทำให้น้ำในอาหาร และน้ำในเซลล์จุลินทรีย์ถูกดึงออกมาทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้เนื่องจากเซลล์จุลินทรีย์เหี่ยว (plasmolysis) และที่สำคัญเกลือยังมีสมบัติในการคัดเลือกจุลินทรีย์โดยเฉพาะแบคทีเรียแลกติกสามารถเจริญเติบโตได้ในสภาวะที่มีความเข้มข้นของเกลือสูงแต่แบคทีเรียบางชนิดไม่สามารถทนได้ก็จะตายไป ในกระบวนการหมักกุ้งส้มโดยแบคทีเรียแลกติกมีการย่อยสลายโปรตีนในเนื้อกุ้ง น้ำในตัวกุ้งถูกดึงออกมาภายนอกจากอิทธิพลของเกลือ อีกทั้งยังมีการเติมน้ำแป้งในวันที่ 7 ของการหมักจึงมีผลให้ปริมาณเกลือในกุ้งส้มลดต่ำลงในวันที่ 10 ของการหมัก จากการศึกษาปริมาณโปรตีนพบว่าในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมมีปริมาณโปรตีน (ร้อยละ

11.61±0.08) ต่ำกว่าสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 (ร้อยละ10.01±0.05) ใกล้เคียงกับการศึกษาของวารุณี และคณะ (2557) พบว่ากุ้งส้มที่จำหน่ายในจังหวัดสงขลา ปัตตานี และตรัง มีปริมาณโปรตีนร้อยละ 8.34 11.25 และ 11.35 ตามลำดับ ในสัตว์น้ำกุ้ง-ปู จะมีปริมาณโปรตีน ร้อยละ 17-18 เมื่อเกิดการหมักโดยจุลินทรีย์เกิดการสลายตัวของโปรตีน และองค์ประกอบไนโตรเจนอื่น ๆ เนื่องจากกิจกรรมของแบคทีเรีย และเอนไซม์ในตัวกุ้งทำให้ปริมาณโปรตีนลดต่ำลง

จากการศึกษาพบว่ากุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (4.53±0.02) ต่ำกว่ากุ้งส้มสูตรดั้งเดิม (5.32±0.06) ความเป็นกรด-ด่างในกระบวนการหมักเกิดจากกิจกรรมของแบคทีเรียแลกติกที่อาจปะปนมากับวัตถุดิบ และจากหัวเชื้อที่เติมลงไปทำให้ค่ากรด-ด่างลดลง เช่นเดียวกับในผลิตภัณฑ์นมหมัก ผักและผลไม้ดอง ผลิตภัณฑ์เนื้อและอาหารทะเลหมัก เกิดการผลิตกรดอินทรีย์โดยเฉพาะกรดแลกติก (ปิ่นมณี, 2546) เกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนได้กำหนดให้กุ้งส้มมีค่าความเป็นกรด-ด่างไม่เกิน 4.6 ซึ่งค่ากรด-ด่างเป็นตัวบ่งชี้ความปลอดภัยสำหรับการบริโภค อาหารหมักที่มีค่ากรด-ด่างน้อยกว่า 4.6 จะสามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของการเน่าเสียในอาหารและจุลินทรีย์ก่อโรคได้ จากรายงานของสิรินดา และคณะ (2548) พบว่าค่า pH ที่ลดลงและปริมาณกรดทั้งหมดที่เพิ่มขึ้นในอาหารหมักขึ้นอยู่กับการเจริญของแบคทีเรียที่สร้างกรดในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังพบว่ากุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 มีค่าความเป็นกรดทั้งหมด (1.80±0.02) สูงกว่าความเป็นกรดทั้งหมดในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม (1.30±0.02) ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่ากรด-ด่าง มีความสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด สอดคล้องกับการศึกษาของผกาวดี (2559) ศึกษาผลของเกลือต่อการหมักกุ้งจ่อมที่เติมเกลือร้อยละ 5 7 และ 10 โดยหมักที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 วัน พบว่ามีปริมาณกรดทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องขณะที่ค่า pH ลดลงหลังจากการหมัก 5 วัน โดยกุ้งจ่อมที่เติมเกลือร้อยละ 5 มีปริมาณกรดทั้งหมดสูงสุด และมีค่า pH ลดลงมากที่สุด ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบโดยประมาณ (proximate analysis) ของตัวอย่างอาหารต้องมีการวิเคราะห์ปริมาณความชื้น ไขมัน โปรตีน และเถ้า สำหรับคาร์โบไฮเดรตทั้งหมดคือส่วนที่เหลือโดยผลต่าง (by difference) (นิธิยา, 2554) ซึ่งจากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยการศึกษาส่วนประกอบโดยรวมของกุ้งส้มพบว่าส่วนที่เหลือโดยผลต่างคือคาร์โบไฮเดรตเนื่องจากมีน้ำตาลจาก น้ำข้าวต้มสุกเป็นส่วนผสมในการผลิตกุ้งส้ม อีกทั้งเปลือกกุ้งเป็นคาร์โบไฮเดรตโมเลกุลใหญ่ (chitin) จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้มโดย Chaisri *et al.* (2557) พบว่ากุ้งส้มมีปริมาณคาร์โบไฮเดรตอยู่ในช่วง 9.60±0.21-13.16±0.17 ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีของกุ้งส้มในแต่ละท้องถิ่นจะมีความแตกต่างกันในเรื่องของกระบวนการผลิต วัตถุดิบและชนิดของจุลินทรีย์ในธรรมชาติที่มีบทบาทสำคัญในกระบวนการหมัก

การติดตามจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อพบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมมีจำนวนแบคทีเรีย (5.22±0.01 $\log_{10}$CFU/กรัม) มากกว่ากุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ (3.37±0.02 $\log_{10}$CFU/กรัม) สำหรับจำนวนแบคทีเรียแลกติกมีจำนวนเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทั้งในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม (8.28±0.03 $\log_{10}$CFU/กรัม) และกุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ (9.96±0.05 $\log_{10}$CFU/กรัม) และเมื่อศึกษาจำนวนยีสต์ ราทั้งหมดในกุ้งส้มสูตรดั้งเดิมมีปริมาณยีสต์ ราทั้งหมด (4.70±0.01 $\log_{10}$CFU/กรัม) สูงกว่ากุ้งส้มที่มีการเติมหัวเชื้อ (2.40±0.03 $\log_{10}$CFU/กรัม) จะเห็นได้ว่าจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กับจำนวนแบคทีเรียแลกติกโดยในระยะต้น

ของกระบวนการหมักกุ้งส้มจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด และแบคทีเรียแลกติกมีการเพิ่มจำนวนขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงระยะกลางของกระบวนการหมัก (วันที่ 5 ของการหมัก) หลังจากนั้นจำนวนของแบคทีเรียทั้งหมดมีการลดจำนวนลงอย่างชัดเจน ในทางกลับกันจำนวนของแบคทีเรียแลกติกยังคงมีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น และยังสัมพันธ์กับปริมาณกรดทั้งหมด และความเป็นกรด-ด่างอีกด้วย เนื่องจากในกระบวนการหมักเมื่อแบคทีเรียแลกติกเจริญเติบโตมีการผลิตกรดอินทรีย์ออกมาทำให้มีสภาวะเป็นกรดส่งผลให้สภาวะไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ชนิดอื่น ๆ ทำให้มีจำนวนจุลินทรีย์ลดลงสอดคล้องกับการศึกษาของจากการศึกษาของณัฐกฤตา และวนิดา (2559) พบว่าจำนวนแบคทีเรียแลกติกในระหว่างการหมักปลาส้มจะมีจำนวนเพิ่มขึ้น แต่จำนวนจุลินทรีย์ที่ทำให้อาหารเน่าเสีย (เช่น ยีสต์ และรา) และจุลินทรีย์ก่อโรคกลุ่มต่าง ๆ (*Salmonella* sp. *S. aureus* และ *E. coli*) กลับมีแนวโน้มที่ลดลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งปลาส้มที่มีการเติมกล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกลงไป

แบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหารที่มีบทบาทสำคัญตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม ได้แก่ *Salmonella* sp. *S. aureus B. cereus C. perfringens* และ *E. coli* จากการศึกษาพบว่าในการหมักกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มีการเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 ไม่พบ *Salmonella* sp. *S. aureus* และ *C. perfringens* มีการตรวจพบ *B. cereus* และ *E. coli* อยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของจันทิมา และฐาปนี (2560) พบการปนเปื้อนของ *B. cereus* และ *E. coli* ในตัวอย่างกุ้งส้มที่จำหน่ายในจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยยังอยู่ในระดับที่มีความปลอดภัยตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม และจากการศึกษาของพิทยา และรัชนี (2560) พบว่าปริมาณของเชื้อโพรไบโอติกที่เติมลงไปในส่วนผสมของปลาส้มมีผลต่อการลดลงของ *B. subtilis* โดยจะเห็นได้ว่าปลาส้มที่หมักโดยใช้เชื้อตามธรรมชาติมีจำนวนของ *B. subtilis* มากกว่า 3 $\log_{10}$CFU/กรัม ในขณะที่ปลาส้มที่หมักร่วมกับโพรไบโอติกทุกชุดการทดลองมีจำนวนของ *B. subtilis* น้อยกว่า 3 $\log_{10}$CFU/กรัม ซึ่งอัตราการลดลงของ *B. subtilis* มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ตามปริมาณเชื้อโพรไบโอติกที่เติมลงไป และการศึกษาของผกาวดี (2559) พบการปนเปื้อนของ *B. cereus* 2.0 CFU/กรัม และ *E. coli* น้อยกว่า 3.0 CFU/g ซึ่งการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียก่อโรคมาจากความเป็นกรดที่เพิ่มมากขึ้นและมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดต่ำลง กรดอินทรีย์สามารถแพร่ผ่านไปในเซลล์เมมเบรนของแบคทีเรียจะเกิดการแตกตัวทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในไซโตพลาสซึมลดลงมีผลไปรบกวนกระบวนการเมทาบอลิซึมของแบคทีเรีย นอกจากนี้ในระหว่างการหมักแบคทีเรียแลกติกยังสามารถสร้างแบคเทอริโอซินได้ซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรค *E. coli S. aureus B. cereus Vibrio parahaemolyticus* และ *Salmonella* spp. ได้ (Hwanhlem *et al*., 2010)

**สรุปผลการวิจัย**

จากการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีและคุณภาพทางจุลชีววิทยาของกุ้งส้มสูตรดั้งเดิม และสูตรที่ใช้ *L. pentosus* L35 เป็นหัวเชื้อพบว่ามีคุณภาพทางเคมีผ่านเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม การติดตามการเจริญของจุลินทรีย์ ยีสต์รา และแบคทีเรียแลกติก เมื่อสิ้นสุดกระบวนการหมักพบว่ากุ้งส้มที่เติมหัวเชื้อมีจำนวนแบคทีเรียแลกติกเพิ่มขึ้นมากกว่าสูตรดั้งเดิม ส่งผลให้แบคทีเรียทั้งหมด และยีสต์ราทั้งหมดลดจำนวนลง นอกจากนี้ยังพบว่ากุ้งส้มที่หมักด้วยสูตรดั้งเดิม และสูตรที่มี

การเติมหัวเชื้อ *L. pentosus* L35 มีความปลอดภัยจากแบคทีเรียก่อโรคตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนกุ้งส้ม

**กิตติกรรมประกาศ**

งานวิจัยนี้ได้รับงบประมาณสนับสนุนจากเงินอุดหนุนการวิจัยงบประมาณปี พ.ศ. 2560 มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช

**เอกสารอ้างอิง**

กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์. (2558). *วิธีมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์อาหาร.กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ กระทรวงสาธารณสุข*. สืบค้นเมื่อ 19 มกราคม 2562 จาก:http://bqsf.dmsc.moph.go.th/bqsfWeb/wp-content/uploads/2017/Publish/e-book/StandardMethodVolumeI.pdf.

จันทิมา คงผอม และฐาปนี จโนภาส. (2560*).* การตรวจวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาเบื้องต้นของกุ้งส้มในพื้นที่จังหวัดนครศรีธรรมราช. *รายงานการวิจัย.* มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

ชุตินุช สุจริต และไวกูณฐ์ ฤทธิรุฒม์. (2556). การผลิตกุ้งส้มบรรจุในภาชนะปิดที่ผ่านการแปรรูปด้วยความร้อน. *รายงานการวิจัย.* มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

ณัฐกฤตา ภู่ทับทิม และวนิดา แซ่จึง. (2559). การคัดเลือกแบคทีเรียแลกติกและใช้เป็นต้นเชื้อบริสุทธิ์ในการหมักปลาส้ม. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 24(6)(ฉบับพิเศษ), 952-967.

ธนากร บำรุงภักดี. (2554). *การแยกและจำแนกแบคทีเรียแลคติกจากหน่อไม้ดองเพื่อใช้เป็นเชื้อเริ่มต้นผสมในการ หมัก*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต. มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

นันธิดา แดงขาว. (2560). กุ้งส้มแบคทีเรียมีชีวิตพิชิตโรค. *วารสารวิทยาลัยดุสิตธานี*, 11(ฉบับพิเศษ), 356-373.

นิธิยา รัตนาปนนท์. (2554). *หลักการวิเคราะห์อาหาร.* กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

ปิ่นมณี ขวัญเมือง. (2546). แบคทีเรียกรดแลคติกในผลิตภัณฑ์อาหารหมักดอง. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 3(1), 62-69.

ผกาวดี เอี่ยมกำแพง. (2559). ผลของเกลือต่อการหมักและยอมรับผลิตภัณฑ์กุ้งจ่อม. *วารสารวิชาการพระจอมเกล้าพระนครเหนือ*, 26(1), 105-112.

พิทยา ใจคำ และรัชนี แก้วจินดา. (2560) การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของปลาส้มในระหว่างการหมักร่วมกับโพรไบโอติก *Lactobacillus casei* 01 ที่ระดับแตกต่างกัน. *วารสารวิจัยและพัฒนาวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์*, 12(3), 37-53.

มณฑกานต์ ทองสม. (2560). ประสิทธิภาพการลดคอเลสเตอรอลของแลกติกแอซิดแบคทีเรียที่คัดแยกได้จากอาหารหมักและการประยุกต์ใช้**.** *รายงานผลการวิจัย*. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช.

วารุณี วารัญญานนท์ บุญถม ธรรมจารีย์ บุหลัน พิทักษ์พล และสุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์ (2527). องค์ประกอบทางเคมีของอาหารหมักดองในประเทศไทย. ใน *รายงานการประชุมทางวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์* ครั้งที่ 2 (หน้า 53-76). กรุงเทพ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วิลาวัณย์ เจริญจิระตระกูล. (2536). *ผลิตภัณฑ์อาหารหมักจากจุลินทรีย์*. สงขลา: คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

รินดา ยุ่นฉลาด งามนิจ นนทโส พิกุลทอง ขอเพิ่มทรัพย์ และสุกานดา วิชิตพันธ์. (2548). การเปลี่ยนแปลงประชากรจุลินทรีย์และทางเคมีระหว่างกระบวนการหมักปลาส้มที่เป็นผลิตภัณฑ์ปลาหมักของไทย. *วารสารงานวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น*, 10(3), 188-198.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (2548). *มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชน กุ้งส้ม.* สืบค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2562 จาก: http://app.tisi.go.th/otop/pdf_file/tcps1032_48.pdf.

AOAC. (2016). *Official Methods of Analysis*. (20thed). USA: Association of Official Analytical Chemists.

Chaisri, S., Riebroy, S., Utaipattanacheep, A., Chulakarungka, S., Maungteuk, T. and Maneerat, S. (2557). Comparative Studies on Chemical Composition, Proteolysis and Chitin Characteristics of Commercial Kung-som and Kung-jom. In *the 52nd Kasetsart University Annual Conference* (pp. 472-479). Bangkok: Kasetsart University.

Dangkhaw, N. (2013). *Effect of Selected Autochthonous Starter Cultures on Microbial, Chemical and Sensory Characteristics of Kung-Som*. Master of science thesis. Prince of Songkla University, Songkla.

Hwanhlem, N., Watthanasakphuban, N., Riebroy, S., Benjakul, S., H-Kittikun, A., Maneerat, S. (2010). Probiotic lactic acid bacteria from *Kung-Som*: isolation, screening, inhibition of pathogenic bacteria. *International Journal of Food & Science Technology*, 45(3), 594-601.

Mishra, V. and Prasad, D. N. (2005). Application of *in vitro* method for selection of *Lactobacillus casei* strains as potential probiotics. *International Journal of Food Microbiology*, 103(1), 109-115.

Phithakpol, B., Varanyanond, W., Reungmaneepaitoon, S. and Wood, H. (1995). Plaa-som, Koong-som. In *Traditional fermented foods of Thailand*. (pp. 22-23). Bangkok: Kasetsart University.

Saraniya, A. and Jeevaratnam, K. (2014). Optimization of nutritional and non-nutritional factors involved for production of antimicrobial compounds from *Lactobacillus pentosus* SJ65 using response surface methodology. *Brazilian Journal of Microbiology*, 45(1), 81-88.