

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248493

การทดสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของเชื้อที่เลี้ยง โมโนโนโตจีนในเนื้อไก่ปรุงสุก

นางสาวเสาวลักษณ์ อรรถนิเวศ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวแพทยศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาสัตวแพทยศาสตรมหาบัณฑิต

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b000254021

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ



248493

การทวนสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่ออัตรา
การเจริญเติบโตของลิสทีเรีย โมโนไซโตจีนเนสในเนื้อไก่ปรุงสุก



นางสาวเสาวลักษณ์ อรรคนิวาส

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต ภาควิชาสัตวแพทยศาสตรบัณฑิต

คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



5 0 7 5 5 6 4 4 3 1

VALIDATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR COMBINED EFFECT OF
TEMPERATURE AND SODIUM CHLORIDE CONCENTRATION ON THE GROWTH
RATE OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* IN COOKED CHICKEN MEAT

Miss Saowalak Akkhanivad

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Veterinary Public Health

Department of Veterinary Public Health

Faculty of Veterinary Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การทวนสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับผลของอุณหภูมิ
และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่ออัตราการเจริญเติบโตของลิสเทอ
เรีย โมโนไซโตจีเนส ในเนื้อไก่ปรุงสุก

โดย

นางสาวเสาวลักษณ์ อรรคนิวาส

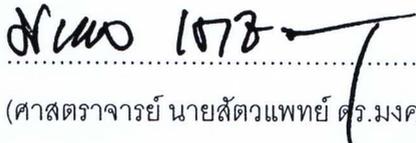
สาขาวิชา

สัตวแพทยศาสตรบัณฑิต

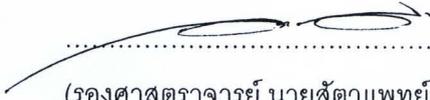
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ

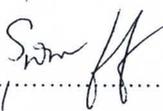
คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

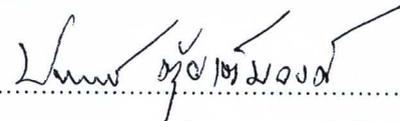
 คณบดีคณะสัตวแพทยศาสตร์
(ศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.มงคล เตชะกำพูน)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

 ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.อลงกร อมรศิลป์)

 อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ)

 กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.รุ่งทิพย์ ชวนชื่น)

 กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประเวทย์ ตัญเต็มวงศ์)

เสาวลักษณ์ อรรถนิवास : การทวนสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ต่ออัตราการเจริญเติบโตของลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนสในเนื้อไก่ปรุงสุก (VALIDATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR COMBINED EFFECT OF TEMPERATURE AND SODIUM CHLORIDE CONCENTRATION ON THE GROWTH RATE OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* IN COOKED CHICKEN MEAT)

อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผศ.ดร. ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ, 108 หน้า

248493

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทวนสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายอัตราการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุก ที่สร้างจากข้อมูลการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุก โดยมีปัจจัยกระทบจากอุณหภูมิ (5-25 องศาเซลเซียส) ร่วมกับความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ (2-10% w/w) ซึ่งสร้างเส้นโค้งความสัมพันธ์ และหาอัตราการเจริญจำเพาะของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุกของแต่ละคู่ปัจจัย ตามสมการของ Gompertz พบว่า อุณหภูมิร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ มีอิทธิพลต่ออัตราการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุก อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) ซึ่งมีค่า R square อยู่ระหว่าง 0.885 ถึง 0.967 และค่า root mean square error (RMSE) อยู่ระหว่าง 0.02 ถึง 0.04 บ่งชี้ว่าค่าพารามิเตอร์ของสมการ Gompertz สามารถอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ และปัจจัยกระทบได้อย่างเหมาะสม จากสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ และปัจจัยกระทบทั้งสองสามารถนำมาประเมินหาค่าระดับอุณหภูมิต่ำสุด (T_{min}) และปริมาณน้ำใช้ได้ต่ำสุด ($a_{w_{min}}$) ที่ *Listeria monocytogenes* สามารถเจริญได้ในเนื้อไก่ปรุงสุก เท่ากับ -0.7 องศาเซลเซียส (272.4 องศาเคลวิน) และ 0.902 ตามลำดับ และค่าสัมประสิทธิ์ถดถอยของสมการความสัมพันธ์ คือ 0.061 เมื่อนำไปสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์ เพื่อใช้ทำนายอัตราการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุก ตามแบบจำลอง square root model ของ McMeekin et al. (1987) ได้เป็น $\sqrt{r} = 0.061\sqrt{a_w - 0.902}(T - 272.4)$ จากนั้นนำไปทวนสอบความใช้ได้ของแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับใช้ทำนายอัตราการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่ปรุงสุก โดยเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการทำนายกับค่าที่ได้จากการทดลอง พบว่า มีค่า RMSE เท่ากับ 0.02 ค่า Accuracy factor เท่ากับ 1.47 และค่า Bias factor เท่ากับ 0.93 ซึ่งทั้งสองค่าหลังมีค่าเข้าใกล้ 1 แสดงว่าแบบจำลองคณิตศาสตร์ที่ได้มีความเหมาะสม สามารถใช้ทำนายอัตราการเจริญของ *Listeria monocytogenes* ในเนื้อไก่สุก ที่อุณหภูมิระหว่าง 5 ถึง 25 องศาเซลเซียส และปริมาณน้ำใช้ได้ระหว่าง 0.947 ถึง 0.979

ภาควิชา สัตวแพทยศาสตรณัฐ

ลายมือชื่อนิสิต



สาขาวิชา สัตวแพทยศาสตรณัฐ

ลายมือชื่ออ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก



ปีการศึกษา 2553

5075564431 : MAJOR VETERINARY PUBLIC HEALTH

KEYWORDS :Mathematical model/ *Listeria monocytogenes*/ sodium chloride concentration/ temperature/ water activity/ Gompertz equation/ growth rate

SAOWALAK AKKHANIWAD : VALIDATION OF MATHEMATICAL MODEL FOR COMBINED EFFECT OF TEMPERATURE AND SODIUM CHLORIDE CONCENTRATION ON THE GROWTH RATE OF *LISTERIA MONOCYTOGENES* IN COOKED CHICKEN MEAT.THESIS ADVISOR: SUPHACHAI NUANUALSUWAN, Ph.D., 108 pp. **248493**

The objective of this study was to validate a mathematical model that predicted the growth of *Listeria monocytogenes* in cooked chicken meat. In this study, the growth response of *Listeria monocytogenes* in cooked chicken meat was affected by temperature (5-25 °C) and sodium chloride (NaCl) concentration (2-10% w/w). Growth curves were fitted using the modified Gompertz equation to evaluate specific growth rates (r). The combination of temperature and NaCl concentration has a significant effect on the growth rates of *Listeria monocytogenes* (p < 0.05). The growth relationship could be described by the Gompertz parameter, with the coefficients of determination (R square) of 0.885 - 0.967 and root mean square error (RMSE) of 0.02 - 0.04. The estimated minimum temperature (T_{min}) and minimum water activity (a_{wmin}) on the growth of *Listeria monocytogenes* were -0.7 °C (or 272.4 K) and 0.902, respectively. In addition the specific regression coefficient was 0.061. The mathematical model was generated in this study under different temperatures and NaCl concentrations according to the square root model (McMeekin. 1987) as following $\sqrt{r} = 0.061\sqrt{a_w - 0.902}(T - 272.4)$. The model was validated by RMSE (0.02), Bias factor (0.93) and Accuracy factor (1.47). So the results indicated that the mathematical model was suitable for predicting the growth rate of *Listeria monocytogenes* in cooked chicken meat for the temperature range between 5 and 25 °C and water activity range between 0.947 and 0.979.

Department : Veterinary Public Health

Student's Signature

Field of Study : Veterinary Public Health

Advisor's Signature

Academic Year : 2010

Dev A
J. Nuanualsuwan

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีทุกประการ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร.ศุภชัย เนื่อนवलสุวรรณ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้กรุณาให้ความรู้ คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความช่วยเหลือในด้านการศึกษา การทำวิจัย และตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด จนสำเร็จด้วยดี ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ นายสัตวแพทย์ ดร. อลงกร อมรศิลป์ ประธานคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ สัตวแพทย์หญิง ดร.รุ่งทิพย์ ชวนชื่น คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. ประเวทย์ ต้อยเต็มวงศ์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทวิชาความรู้อันมีค่าด้วยความเมตตาแก่ผู้วิจัยเสมอมา

ขอขอบพระคุณนายสัตวแพทย์ เกษม ตระกูลเลิศวิไล และนายสัตวแพทย์ ดร. วิษณุ วรรณแสง ผู้บังคับบัญชา สายงานวิชาการ วิเคราะห์ วิจัย ที่สนับสนุน และให้โอกาสสำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้ พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในหลาย ๆ เรื่อง ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุขที่อำนวยความสะดวกในเรื่องเอกสารต่าง ๆ ให้ดำเนินไปได้ด้วยดี และขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ และน้อง ๆ นิสิตปริญญาโท-เอก ในภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้เสมอมา

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดา พี่สาว และน้องชาย ขอขอบคุณพี่ๆ และน้องๆ ของหน่วยงานวิชาการ-วิเคราะห์ วิจัย ที่ให้ความช่วยเหลือ และดูแลให้มีกำลังใจ กำลังใจสนับสนุนในการศึกษาในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
2.1 ความสำคัญ และความเป็นมาของ <i>Listeria monocytogenes</i>	7
2.2 โรคลิเทอริโอซิส (Listeriosis)	10
2.3 การปนเปื้อนของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในอาหาร.....	14
2.4 วิธีสำหรับการวัดการเจริญของจุลินทรีย์.....	20
2.5 การสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายการเจริญของจุลินทรีย์..	23
แบบจำลองระดับปฐมภูมิ	24
แบบจำลองระดับทุติยภูมิ	25
แบบจำลองระดับตติยภูมิ	26
2.6 ปัจจัยที่มีผลต่อการสร้างแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับทำนายการเจริญ ...	30
2.7 การประยุกต์ใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในอุตสาหกรรมผลิตอาหาร	34
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	
3.1 การสำรวจหา <i>Listeria monocytogenes</i> จากเนื้อไก่ดิบ สำหรับใช้เป็นตัวแทน	
ในการทดสอบ	35
3.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่อการเจริญของ	
<i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก	40
3.3 การทวนสอบแบบจำลองผลของอุณหภูมิ ต่ออัตราการเจริญของ	
<i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก	41

	หน้า
3.4 การทวนสอบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้ได้ และค่าสัมประสิทธิ์ ถดถอยของสมการที่ได้จากส่วนที่ 3	42
3.5 การสร้างแบบจำลองผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่ออัตรา การเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก	42
3.6 การทวนสอบแบบจำลองผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่ออัตราการเจริญ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก	43
บทที่ 4 ผลการดำเนินการวิจัย	
4.1 การสำรวจหา <i>Listeria monocytogenes</i> จากเนื้อไก่ดิบ	44
4.2 การศึกษาผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์ ต่ออัตราการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก.....	46
- ค่าปริมาณน้ำใช้ได้ ในเนื้อไก่ดิบ หลังเติมเกลือโซเดียมคลอไรด์	46
- วิเคราะห์ความเหมาะสมข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i>	48
- อัตราการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก ของแต่ละคู่ปัจจัยการทดสอบ	53
4.3 การทวนสอบแบบจำลองผลของอุณหภูมิต่ออัตราการเจริญในรูป \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก	54
4.4 การทวนสอบความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณน้ำใช้ได้ และค่าสัมประสิทธิ์ ถดถอยของสมการ $\sqrt{r} = b(T - T_{\min})$ ในรูป b^2	58
- สมการความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้ได้ และ b^2	58
- แบบจำลองคณิตศาสตร์ผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์.....	59
4.5 การทวนสอบความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราการเจริญ และปริมาณน้ำใช้ได้ ความสัมพันธ์ระหว่าง \sqrt{r} และ $\sqrt{a_w}$	60
4.6 ทวนสอบแบบจำลองผลของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์	64
บทที่ 5 อภิปรายผล สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ	66

	หน้า
รายการอ้างอิง	72
ภาคผนวก	86
ภาคผนวก ก	87
ภาคผนวก ข	94
ภาคผนวก ค	105
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	108

สารบัญดาราง

ตารางที่		หน้า
1	คุณสมบัติทางเคมีของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ <i>Listeria spp.</i>	7
2	อัตราการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 15 องศาเซลเซียส ในสภาวะที่ไม่มีปัจจัยกระทบต่อการเจริญของจุลินทรีย์	8
3	สภาวะที่ <i>Listeria monocytogenes</i> เจริญและอยู่รอดได้	9
4	การระบาดของโรค Listeriosis ในผู้บริโภค	13
5	รายงานอุบัติการณ์การปนเปื้อนของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในอาหาร	15
6	รายละเอียดของเขตจำกัดการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ที่ขึ้นอยู่กับปัจจัยกระทบต่างๆ	19
7	ผลการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของ suspected colony ของ <i>Listeria monocytogenes</i>	45
8	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ตามสมการของ Gompertz ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	48
9	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ตามสมการของ Gompertz ที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	49
10	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ตามสมการของ Gompertz ที่อุณหภูมิ 15 องศาเซลเซียส ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	50
11	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ตามสมการของ Gompertz ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	51
12	การวิเคราะห์ความเหมาะสมของข้อมูลการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ตามสมการของ Gompertz ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ร่วมกับเกลือโซเดียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ	52

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	อัตราการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก โดยมีปัจจัย กระทบของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์	54
14	ค่าสัมประสิทธิ์ถดถอย (b) ของสมการความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก ของแต่ละความเข้มข้นเกลือ โซเดียมคลอไรด์	57
15	ค่า RMSE ของสมการความสัมพันธ์ระหว่าง \sqrt{r} และ $\sqrt{a_w}$ ของ <i>Listeria</i> <i>monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก แต่ละอุณหภูมิ	63
16	ผลการทวนสอบแบบจำลองคณิตศาสตร์สำหรับการทำนายการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุก ในแต่ละสภาวะ	65

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	กระบวนการบุกรุกเข้าสู่เซลล์เจ้าบ้านของ <i>Listeria monocytogenes</i>	12
2	Typical growth curve ของจุลินทรีย์ เปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์ กับเวลา	21
3	แสดงความสัมพันธ์การพัฒนาระบบจำลองคณิตศาสตร์การทำนายการเจริญของจุลินทรีย์	24
4	แสดงวิธีการทดสอบ CAMP test ของ <i>Listeria monocytogenes</i>	39
5	ลักษณะโคโลนีของ <i>Listeria monocytogenes</i> บนอาหาร oxford agar.....	44
6	ลักษณะโคโลนีของ <i>Listeria monocytogenes</i> บนอาหาร ALOA agar.....	45
7	ลักษณะการแสดงผลการทดสอบ CAMP test ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ..	46
8	แสดงค่าปริมาณน้ำใช้ได้ ในเนื้อไก่ปรุงสุก หลังเติมเกลือ โซเดียมคลอไรด์ที่ร้อยละความเข้มข้นต่างๆ	47
9	อัตราการเจริญของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุกของแต่ละคู่ปัจจัยของอุณหภูมิ และเกลือโซเดียมคลอไรด์	53
10	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุกที่ร้อยละความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 2	55
11	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุกที่ร้อยละความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 4	55
12	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุกที่ร้อยละความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 6	56
13	ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิ และ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> ในเนื้อไก่ปรุงสุกที่ร้อยละความเข้มข้นเกลือโซเดียมคลอไรด์ เท่ากับ 8	56
14	ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณน้ำใช้ได้ และ b^2 ของสมการ $\sqrt{r} = b(T - T_{\min})$	58
15	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ $\sqrt{a_w}$ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	60

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
16	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ $\sqrt{a_w}$ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	61
17	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ $\sqrt{a_w}$ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	61
18	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ $\sqrt{a_w}$ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	62
19	ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญ \sqrt{r} ของ <i>Listeria monocytogenes</i> และ $\sqrt{a_w}$ ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส	62