

## การประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณต่อเชื้อ *Salmonella* .ในเนื้อไก่ของไทย

Quantitative Risk Assessment of *Salmonella* spp. in Chicken Broiler Meat of Thailand

ประเวทย์ ตูย์เต็มวงศ์<sup>1</sup> อติศักดิ์ พงษ์พูลผลศักดิ์<sup>2</sup> มรรณี ตูย์เต็มวงศ์<sup>3</sup> สุทธิ นิยมพลี<sup>1</sup>

**P. Tuitemwong<sup>1</sup>, A. Pongpoolponsak<sup>2</sup>, K. Tuitemwong<sup>3</sup>, S. Shimplee<sup>1</sup>**

บทคัดย่อ

รายงานนี้เป็นการประเมินความเสี่ยงเชิงปริมาณ (QMRA) ต่อการเกิดโรคจากเชื้อซาลโมเนลลาเมื่อบริโภคเนื้อไก่ที่ผลิตในประเทศไทยเป็นครั้งแรก โดยใช้ข้อมูลของคนไทยจากแหล่งข้อมูลของราชการและที่สะสมในศูนย์ประเมินความเสี่ยงของอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เพื่อเป็นการศึกษาผลกระทบด้านสุขอนามัยต่อประชาชนชาวไทยที่บริโภคเนื้อไก่ พบว่าเนื้อไก่เป็นสาเหตุสำคัญอันหนึ่งของการเกิดโรคทางเดินอาหารและโลหิตเป็นพิษในประเทศไทย สายพันธุ์ที่เป็นสาเหตุหลักคือ *S.*

*Enteritidis* และ *S. Typhimurium* โดยทำให้เกิดโรคท้องร่วงมากถึง 4.5% ของจำนวนประชากรที่เกิดโรคท้องร่วงทั้งหมด การรับไก่ การเชือด การลวก การถอนขน ลวกไข่ การลดอุณหภูมิซาก และการตัดแบ่งซาก อาจทำให้เกิดการปนเปื้อนและเจริญของเชื้อได้ พบว่าการลวกไก่ อาจทำให้เกิดความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนของเชื้อมากกว่าขั้นตอนอื่นๆ ปริมาณเชื้อที่พบมากในไก่คือ 350-450 cfu. ระดับการปนเปื้อนอยู่ในช่วงร้อยละ 30-60 แบบจำลอง Exponential และ Beta-Poisson dose response models แสดงให้เห็นว่ามีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคสูงเมื่อวิเคราะห์จากปริมาณเชื้อในเนื้อไก่สดที่เก็บไว้ในตู้เย็นที่ 7°C เป็นเวลา 7 วัน (10cfu) มากกว่าข้อมูลการเจ็บป่วย (10<sup>10</sup> cfu) และจากสัตว์ทดลอง (10<sup>7</sup> cfu) หากรับประทานเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนในระดับประมาณ 400cfu ขึ้นไป จะมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคถึงร้อยละ 3.9 แต่หากมีการปรุงให้สุกเช่นการทอดจะทำให้ความเสี่ยงเข้าใกล้ศูนย์

### Abstract

The quantitative microbial risk assessment of *Salmonella* spp. in frozen broiler meat from processing plants in Thailand was investigated. This is to estimate the public health impact on local people from exposure to *Salmonella* in chicken meat using local data available as well as those available in our Risk Assessment Center KMUTT. It was found that all *Salmonella* spp. are the major cause of gastroenteritis and septicemia in Thailand. The most frequently involved are *S. Enteritidis* and *S. Typhimurium* with 1.2% of total diarrheal cases or 666,913.59 yearly. Receiving of live birds, slaughtering, evisceration, cooling and cutting up may enable *Salmonella* to grow. The sensitivity analysis shows that scalding give the highest risk for the meat to be contaminated. The estimated average of *Salmonella* in broilers is 350-450 cfu. The contamination level is in the range of 30-60%. Exponential and Beta-Poisson dose response models indicate that the risks estimated from contamination data (7 days at 7°C) (10cfu) is higher than those of the epidemiological (10<sup>10</sup>cfu) and animal model data (10<sup>7</sup>cfu). The estimated consumer risks of Thai people to become ill due to *Salmonella* are 3.9%, when consumed raw or contaminated chicken meat, and close to zero, when traditionally fully cooked.

<sup>1</sup>วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร, <sup>2</sup>ภาควิชาคณิตศาสตร์, คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าธนบุรี, <sup>3</sup>ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

<sup>1</sup>Food Science and Technology, <sup>2</sup>Dept. of Mathematics, Faculty of Science, King Mongkut's University of Technology Thonburi, <sup>3</sup>Dept. Microbiology, Science, Kasetsart University

### คำนำ

ประเทศไทยเป็นผู้ผลิตและส่งออกไก่สดแช่แข็งแช่เยือกแข็งรายใหญ่ของโลก ในปี พ.ศ.2543 พบว่ามี การส่งออกไก่สดแช่แข็งเป็นปริมาณ 332,000 ตัน คิดเป็นมูลค่าสูงถึง 27,000 ล้านบาท [กองวิชาการและ แผน รทส. 2544] และ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี เนื่องจากประเทศในทวีปยุโรป มีปัญหาโรคหวัด และ โรค ปาก และเท้าเปื่อยระบาด ทำให้ประชาชนหันมาบริโภคเนื้อไก่แทน ประเทศผู้นำเข้าที่สำคัญ ได้แก่ ญี่ปุ่น เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ และสิงคโปร์ ตามลำดับ [สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร 2543]

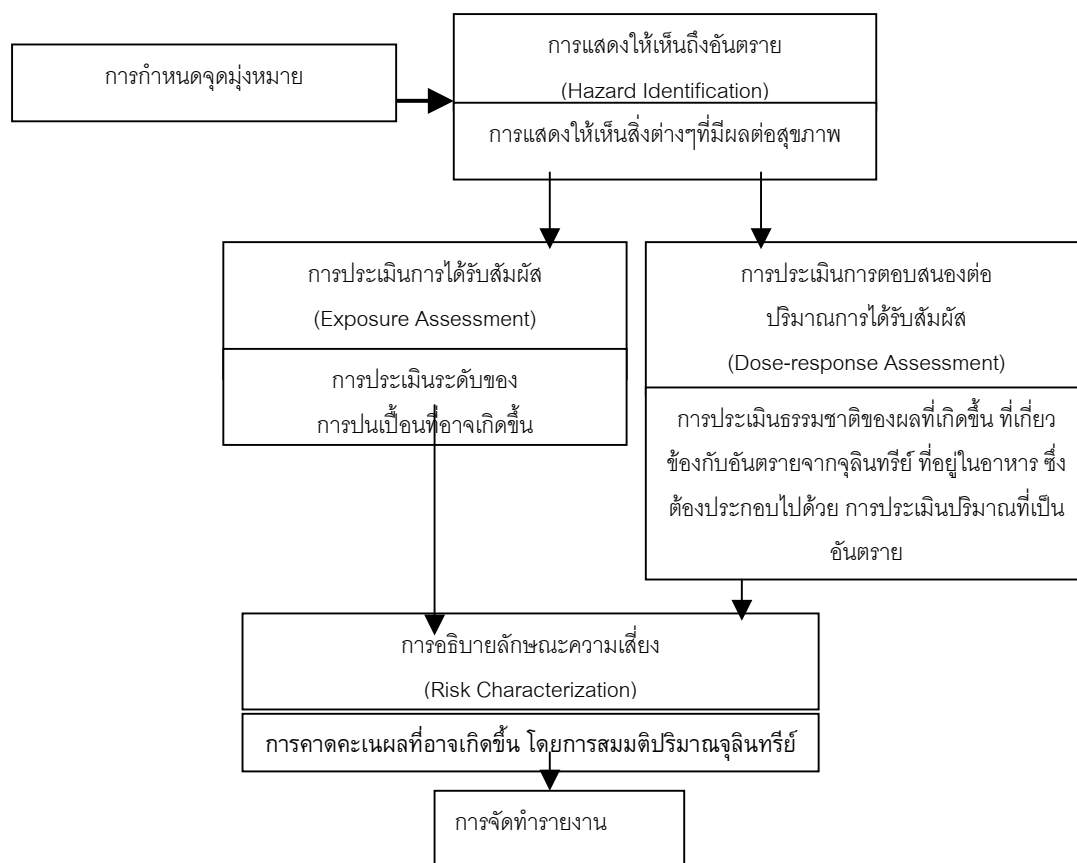
ปัญหาสำคัญของการส่งออกไก่สดแช่แข็งของไทยคือ การปนเปื้อนเชื้อโรค *Salmonella* spp. เนื่องจากเชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ ก่อให้เกิดโรคท้องร่วงอย่างแรงในคน มักพบปนเปื้อนอยู่เป็นจำนวนมาก ในสัตว์ปีกและผลิตภัณฑ์ ทำให้ประสบปัญหาถูกกักกันโดยประเทศผู้ซื้อ และถูกส่งกลับประเทศเป็น จำนวนมาก [อรุณ และคณะ 2536] และถูกกีดกันทางการค้าจากมาตรการสุขอนามัย เช่น สมุดปกขาว ด้านความปลอดภัยของอาหารของสหภาพยุโรป [สถาบันอาหาร 2545] ที่ ได้กำหนดเชื้อ *Salmonella* spp. เป็นเชื้อที่สามารถแพร่จากสัตว์สู่คนที่สำคัญ และได้กำหนดหลักเกณฑ์ในการควบคุมไว้ ผลิตภัณฑ์จาก สัตว์ที่ไม่ผ่านความร้อน ซึ่งจะส่งออกไปยังสหภาพยุโรปจะต้องปลอดเชื้อ *Salmonella* Typhimurium และ *Salmonella* Enteritidis และต้องมีรายงานผลการตรวจวิเคราะห์จากหน่วยงานที่รับผิดชอบแนบไป ด้วย

การประเมินความเสี่ยงเป็นวิธีการที่จำเพาะ และถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายในการประเมินความ เสี่ยงที่เกี่ยวข้องกับจุลินทรีย์ในอาหาร [Vose, 1998] อย่างแพร่หลายในหลายประเทศ ทั่วโลก [Klapwijk et al., 2000] เช่น สหภาพยุโรปมีการบังคับใช้ระบบการประเมินความเสี่ยงกับผู้ประกอบการแปรรูปอาหาร ทุกราย ประเทศออสเตรเลียกำหนดให้สินค้าอาหารที่นำเข้าประเทศ ต้องผ่านมาตรการการนำเข้า ซึ่งมีพื้นฐานของข้อตกลงอยู่บนการประเมินความเสี่ยง ที่สามารถพิสูจน์ได้โดยวิธีทางวิทยาศาสตร์ ประเทศ อังกฤษระบุว่าสินค้าเนื้อไก่แช่เย็น และแช่แข็งของไทย มีคุณภาพมาตรฐานสุขอนามัย และความปลอดภัย ต่ำกว่าเนื้อไก่ที่ผลิตในประเทศอังกฤษ [สถาบันอาหาร 2542] การนำการประเมินความเสี่ยงมาใช้สามารถ แก้ปัญหาการกีดกันทางการค้าดังกล่าวได้

การวิเคราะห์ความเสี่ยง ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบคือ การประเมินความเสี่ยง การจัดการ ความเสี่ยง และการสื่อสารข้อมูลความเสี่ยง [Kindred 1996] การประเมินเชิงปริมาณต่อความเสี่ยงด้านจุ ลินทรีย์ (Quantitative Microbiological Risk Assessment) เป็นการประยุกต์หลักการของการประเมิน ความเสี่ยง ในการประเมินผลที่ตามมาของการเจ็บป่วยเนื่องจากจุลินทรีย์ [Hass et al., 1999]

Hazard Identification เป็นการแสดงให้เห็นถึงความเป็นอันตราย ที่สามารถก่อให้เกิดผล กระทบต่อสุขภาพ Exposure Assessment เป็นการประเมินเชิงปริมาณ และ/หรือคุณภาพ ของความน่าจะเป็นที่จะบริโภคอันตรายที่ปนเปื้อนอยู่ในอาหาร หรือแหล่งอื่นที่มีความสัมพันธ์กัน เป็นการอธิบายวงจร การปนเปื้อนของอาหาร การแพร่กระจายของเชื้อ และการบริโภคอาหารนั้นๆ ส่วนHazard Characterization เป็นการประเมินเชิงคุณภาพ และ/หรือปริมาณของธรรมชาติของสิ่งที่อาจก่อให้เกิด

อันตรายที่มีอยู่ในอาหาร ซึ่งรวมทั้ง Dose-response Assessment และ exposure assessment องค์ประกอบของการประเมินเชิงปริมาณต่อความเสี่ยงแสดงไว้ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แบบแผนการประเมินความเสี่ยงของจุลินทรีย์ในอาหารที่ก่อให้เกิดโรค [Lammerding and Fazil, 2000]

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่ประเทศไทยต้องนำการประเมินความเสี่ยงมาใช้ เพื่อยกระดับคุณภาพของผลิตภัณฑ์ไก่แช่แข็งให้สูงขึ้น และพร้อมเผชิญหน้ากับการกีดกันทางการค้า โดยการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ ประเมินเชิงปริมาณต่อความเสี่ยงของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่อาจปนเปื้อนอยู่ในเนื้อไก่สด และไก่สดแช่แข็ง และมีผลต่อความปลอดภัยของผู้บริโภค และเพื่อเป็นการแนวทางลดความเสี่ยงที่เกิดขึ้น จากการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่สด และไก่สดแช่แข็ง ตลอดจนใช้เป็นข้อมูลในการบริหารความเสี่ยง รวมทั้งใช้เป็นแนวทางปฏิบัติต่อไป

#### อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

การศึกษานี้เป็นการรวบรวมข้อมูลทางระบาดวิทยาของเชื้อ *Salmonella* spp. การปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่สด และไก่สดแช่แข็งในประเทศไทย จำแนกอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่สด และไก่สดแช่แข็ง ประเมินการเจริญเติบโตของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ขั้นตอนต่างๆ ของกระบวนการผลิตไก่สดแช่แข็ง ประเมินปริมาณการตอบสนอง ต่อเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อน จนก่อให้เกิดโรคและมีผลต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยใช้แบบจำลองทาง

คณิตศาสตร์ ประมวลผลข้อมูลเชิงตัวเลข ถึงผลกระทบและความเสี่ยง ที่อาจเกิดจากการได้รับเชื้อ *Salmonella* spp. ที่ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อไก่สด และไก่สดแช่แข็ง (ตารางที่ 1-2) รวบรวมผลที่ได้จากการประเมินความเสี่ยง ลักษณะของความเสี่ยงและอันตรายที่อาจเกิดขึ้น

ตารางที่ 1 การคำนวณค่าและสูตรที่ใช้ในการประเมินความเสี่ยง

Process step	Parameter	Values	Formula
Receiving of birds	Growth	1.65 at 37C	$\log N/No = (\mu t)/2.303$
	Specific growth rate	1.55	$\mu = \frac{\mu_{max} [(T-T_{min})(T-T_{opt})^2]}{(T_{opt}-T_{min})[(T_{opt}-T_{min})(T-T_{opt})-(T_{opt}-T_{max})] (T_{opt}+T_{min}-2T)}$
Scalding	Destruction model		$\log N/No = -t/D$ (D value at 60C = 5.88)
Exponential Dose-response Model	ความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วย		$(P) = 1 - e^{-RN}$
Poisson Distribution	ความน่าจะเป็นในการได้รับเชื้อ อย่างน้อย 1 CFU/g		$R = -[\ln(1-P)]/N$
Exponential Dose-response Model	ความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วย		$P = 1 - \exp(-\lambda P)$
Beta-Poisson Dose-response Model	ความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วย		$P = 1 - (1 + \lambda/\beta)^{-\alpha}$
Risk Characterization	ความเสี่ยงของผู้บริโภค		$P = 1 - (1 + \lambda/579)^{-377}$
Risk Characterization	ความเสี่ยงของผู้บริโภคในการบริโภคเนื้อไก่ที่มีเชื้อ		$P = p \sum_{x=0}^{\infty} I(x) \times P(x)$
Sensitivity test	Step Characteristic		$SC = (\mu_k t_k) / \ln 10$

ตารางที่ 2 การประเมินการกระจายของข้อมูลต่างๆ

Parameters	Assumed	Remarks
Distribution of Salmonella in chickens	Binomial distribution	
Levels of contamination of Salmonella	Beta-distribution	
Dose-Response	Exponential Dose-Response Model	
Distribution of Salmonella in man	Poisson Distribution	

ตารางที่ 3. Epidemiology Data ของโรค Salmonellosis ในประเทศไทยรายงานตามอาการของโรค

Parameters	Number of Cases	Remarks
Acute diarrhea	666,913	
Dysentery	201.25	
Food poisoning	2,185.91	
Enteric Fever	148.10	
Pyrexia of unknown origin	973.88	
Total	670,422.13	

ประเมินตามวิธีของ เกรียงศักดิ์ สายธนู และ อรุณ บำรุงตระกูลนนท์ ใน นฤมล รัชตโกมุท, 2544

#### ผลการทดลอง

เชื้อ *Salmonella* spp. สามารถก่อให้เกิดโรคได้หลายอาการ (ตารางที่ 3) โดยเฉพาะกับผู้ป่วยที่มีภูมิคุ้มกันต่ำ ดังนั้นจึงควรมีการป้องกันและระมัดระวังต่อการบริโภคอาหารที่อาจปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. โดยซีโรวาร์ของเชื้อ *Salmonella* spp. ที่มักปนเปื้อนมากับเนื้อไก่แช่แข็งและเป็นสาเหตุสำคัญของการเจ็บป่วย ได้แก่ *Salmonella* Enteritidis และ *Salmonella* Typhimurium เชื้อทั้ง

สองมีกระบาดมากในฤดูฝน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม ถึงเดือน ตุลาคม ของทุกปี ในกระบวนการผลิตเนื้อไก่แช่แข็ง จะมีการลวกเพื่อช่วยในการถนอมขนไก่ ที่อุณหภูมิ  $60^{\circ}\text{C}$  ซึ่งสามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ระดับหนึ่ง แต่ไม่สามารถทำลายเชื้อโรคนี้ให้หมดไปได้ ซึ่งหากต้องการอาจต้องเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้น แต่อาจมีปัญหาด้านการผลิต ซึ่งมักไม่เลือกที่จะเพิ่มอุณหภูมิหรือเวลาในช่วงนี้เท่าใดนัก แต่ถ้าเพิ่มก็จะสามารถทำลายเชื้อได้มากขึ้น **ดังรูปที่ 2-3** การประเมินการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่พบว่ามีการปนเปื้อนส่วนใหญ่อยู่ในช่วงประมาณ 13-17 cfu/g และระดับการปนเปื้อนสูงสุดอยู่ที่ประมาณร้อยละ 39 ปริมาณการบริโภคเนื้อไก่ต่อสัปดาห์เท่ากับ 248-253 กรัม ปริมาณการบริโภคที่พบในสัดส่วนที่สูงที่สุดเท่ากับ 250 กรัมต่อสัปดาห์ ดังแสดงใน **รูปที่ 4-6**

การประเมินจำนวนผู้ป่วยอันเนื่องมาจากการได้รับเชื้อ *Salmonella* spp. ชนิดที่ไม่ใช่เชื้อไทฟอยด์ (non typhoidal) ในประเทศไทยอยู่ที่ประมาณ 670,422.13 ราย คิดเป็นร้อยละ 1.2 ของจำนวนประชากรทั้งหมด ผู้ป่วยที่มีอาการต่าง ๆ กันจากเชื้อ *Salmonella* แสดงในตารางที่ 3 การประเมินความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วย โดยอาศัยข้อมูลจากการเจ็บป่วยจริง การทดลองกับสัตว์ทดลอง และ จากการประเมินการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่ (รูปที่ 7-9) พบว่า ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. ที่สามารถก่อให้เกิดการเจ็บป่วยอยู่ที่  $10^{10}$ ,  $10^7$  และ 10 เซลล์

ความเสี่ยงของผู้บริโภคเนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. จะเพิ่มสูงขึ้นเมื่อเนื้อไก่มีการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ตั้งแต่ 350 เซลล์ ขึ้นไป และความเสี่ยงจะค่อนข้างคงที่เมื่อระดับของการปนเปื้อนอยู่ที่ 400 เซลล์ หรือมากกว่า โดยมีความเสี่ยงสูงสุดเท่ากับร้อยละ 3.9 (รูปที่ 10)

ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. เฉลี่ย ที่พบในกระบวนการผลิต เท่ากับ 18 เซลล์ ต่อไก่ 1 ตัว ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp. ภายหลังการลวกเพื่อถนอมขนที่อุณหภูมิ  $60^{\circ}\text{C}$  มีประมาณ 2-20 เซลล์/ไก่ 1 ตัว และปริมาณที่พบภายหลังกระบวนการผลิตไก่แช่แข็งเป็น 11 เซลล์ ต่อตัว โดยพบว่ามีแนวโน้มลดลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตที่มีการใช้คลอรีนเป็นสารทำลายเชื้อด้วย เช่น ในขั้นตอนการล้าง และ การลดอุณหภูมิ (chilling) เป็นต้น

อย่างไรก็ตาม จากการทดสอบ sensitivity test พบว่า ขั้นตอนการลวกมีผลต่อความเสี่ยงมากที่สุด รองลงมาคือขั้นตอนการควักไส้ การล้างซาก การถนอมขน และขั้นตอนการเชือด ตามลำดับ (รูปที่ 11) อย่างไรก็ตาม หากนำเนื้อไก่นี้ไปทำการทอด เพื่อปรุงเป็นอาหาร ที่อุณหภูมิ  $163^{\circ}\text{C}$  เป็นเวลานาน 10 นาที จะสามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* spp ได้หมด อย่างรวดเร็ว ทำให้ความเสี่ยงต่อการได้รับเชื้อของผู้บริโภคเมื่ออาหารผ่านการทอดแล้ว มีน้อยมาก

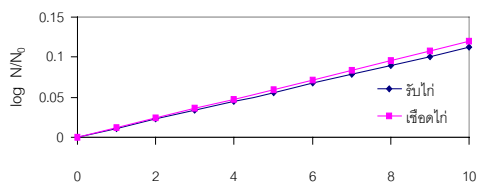
ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp ที่อาจปนเปื้อนอยู่ในเนื้อไก่ ที่ประมาณได้จากการประมาณค่าแบบเดี่ยว หรือ point estimation โดยถือว่าเนื้อไ้อย่างคงเก็บรักษาอยู่ที่อุณหภูมิ  $7^{\circ}\text{C}$  นานกว่า 7 วัน มีค่าเท่ากับ 1 เซลล์/กรัม หรือประมาณ 85 cfu/bird

การคาดคะเนปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp ในเนื้อไก่ ที่ผ่านการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ  $7^{\circ}\text{C}$  นาน 7 วัน โดยการประมาณค่าแบบช่วง หรือ interval estimation จะมีปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp

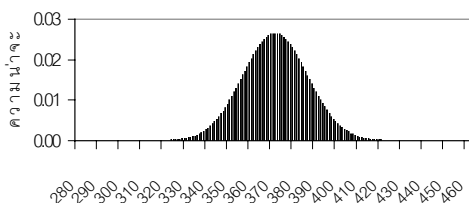
อยู่ในช่วง  $10^2$  -  $10^6$  cfu/bird หรือ 1-555 cfu/g แต่ปริมาณเชื้อ *Salmonella* spp ที่มีโอกาสพบได้ในเนื้อไก่มากที่สุดคือ  $10^3$  /bird หรือเท่ากับ 1 เซลล์ / g

ปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp ที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในเนื้อไก่ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 7 C เป็นเวลานาน 7 วัน ไม่สามารถก่อให้เกิดการเจ็บป่วยได้ เมื่อประเมินความน่าจะเป็นของการเจ็บป่วยด้วยการใช้ข้อมูลจากการเจ็บป่วย และ จากสัตว์ทดลอง แต่สามารถก่อให้เกิดการเจ็บป่วยได้เมื่อประเมินการปนเปื้อนของเชื้อ *Salmonella* spp ในเนื้อไก่ ดังนั้น ผู้บริโภคจึงอาจมีโอกาสเจ็บป่วยได้ หากบริโภคเนื้อไก่ที่ปรุงไม่สุกอย่างเพียงพอ โดยความเสี่ยงหากรับประทานเนื้อไก่ดิบจะสูงเท่ากับร้อยละ 3.9 แต่หากปรุงสุกแล้ว โอกาสได้รับเชื้อใกล้เคียงกับ 0

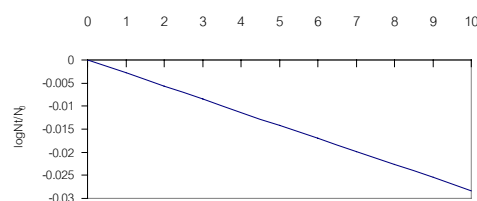
นาที่



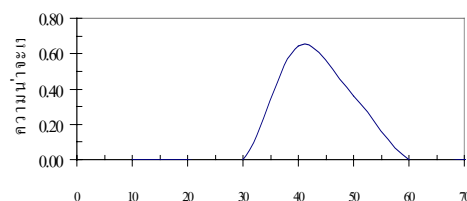
รูปที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณปริมาณเชื้อกับเวลาของการเจริญเติบโตของ *Salmonella* spp. ในขั้นตอนการรับ



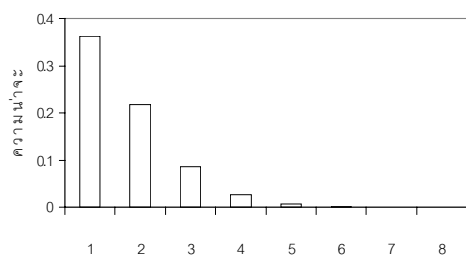
รูปที่ 4. ความน่าจะเป็นของการกระจายของเชื้อ *Salmonella* spp.



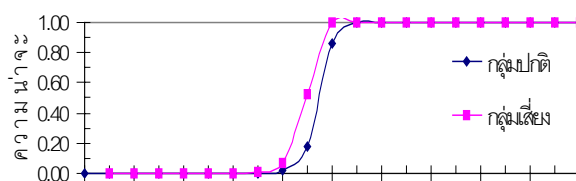
รูปที่ 3. การทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. ระหว่างการลวกเพื่อถนอม



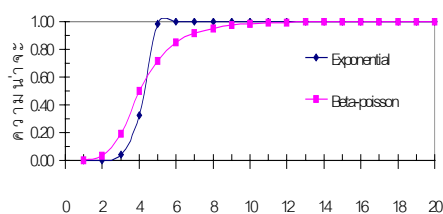
รูปที่ 5. ความน่าจะเป็นของการพบเชื้อ *Salmonella* spp. ในเนื้อไก่



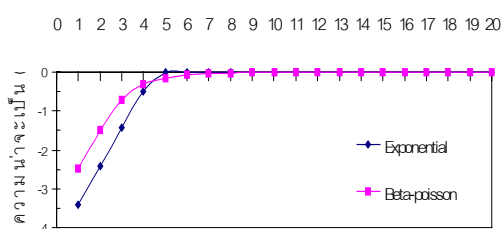
รูปที่ 6. อัตราการเกิดโรค Salmonellosis ต่อประชากร 100



รูปที่ 7. Exponential Dose Response Model ของคนไทยต่อ

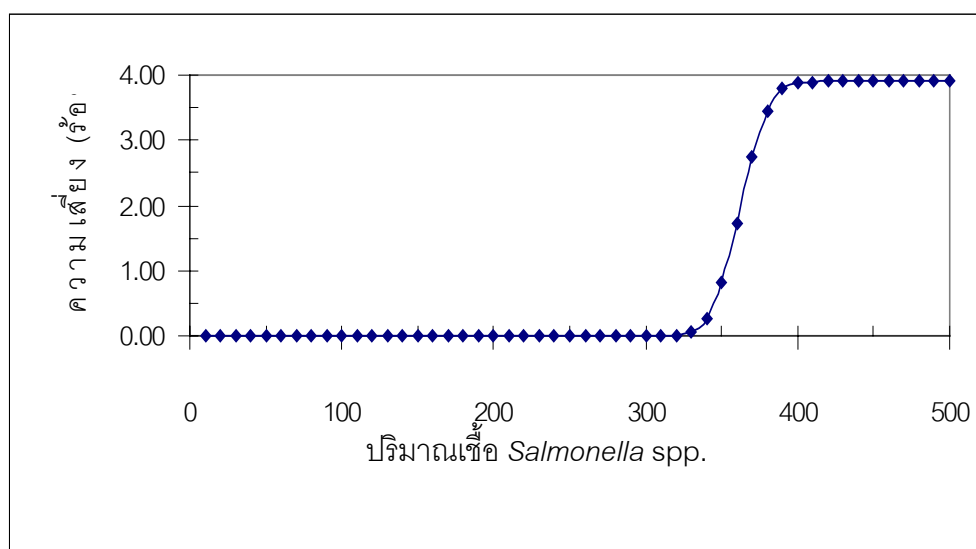


รูปที่ 8. Exponential และ Beta-Poisson Dose Response Models ประเมินจากข้อมูลจากสัตว์ทดลอง

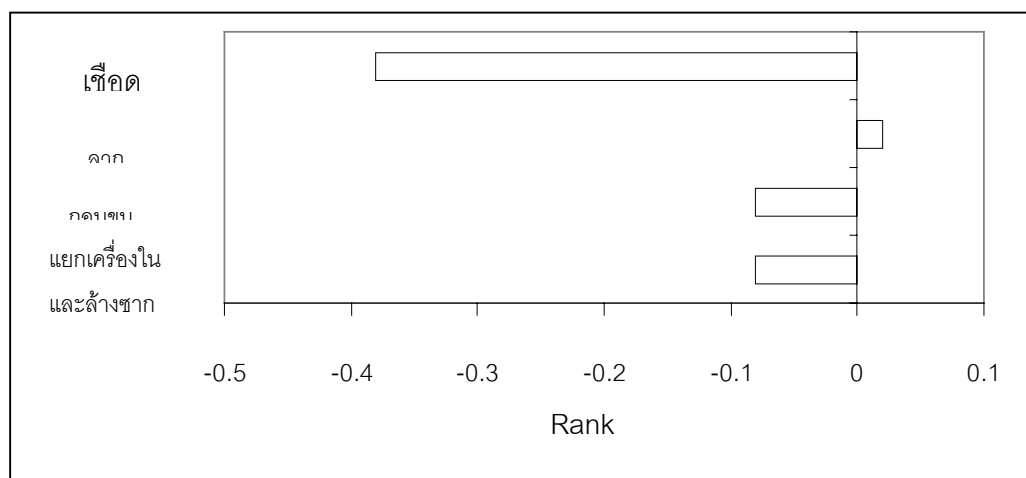


ปริมาณเชื้อ *Salmonella*

รูปที่ 9. Exponential และ Beta-Poisson Response Dose Models ประเมินจากการปนเปื้อน *Salmonella*



รูปที่ 10. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อกับความเสี่ยง (Risk Characterization)



รูปที่ 11. การวิเคราะห์ปัจจัยที่สัมพันธ์กับความเสี่ยงของกระบวนการผลิตไก่แช่แข็ง (Sensitivity Test)

#### เอกสารอ้างอิง

กองวิชาการและแผน ธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์การเกษตร, 2544, สถานการณ์การผลิตและการค้าสินค้าที่สำคัญของไทย ปี 2543, วารสารวิชาการปริทัศน์ 9(5): 7.

สถาบันอาหาร, 2544. ไก่เนื้อไทยรับอานิสงค์วับัว ไตรมาสแรกส่งออกเพิ่ม 30%, Food Industry News, วารสารสถาบันอาหาร 3(15): 12

สถาบันอาหาร, 2542. แวดวงอุตสาหกรรม เมื่อไก่ไทยถูกเชือดที่อังกฤษ. วารสารสมาคมอาหารแช่เยือกแข็งไทย. 7(4):7.

สถาบันอาหาร, 2545, สมุดปกขาวด้านความปลอดภัยอาหารของสหภาพยุโรป, online, available: <http://www.nfi.or.th>

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตรกระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2543. ไก่เนื้อ: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกไก่สดแช่แข็งปี 2539-2542 แยกรายประเทศ, เอกสารสถิติการเกษตร เลขที่ 7/2543, พฤษภาคม 2543, 213p.

อรุณ บ้างตระกูลนนท์ แพรวพกา ทองระอาด และมยุรา กุสุมภ์, 2536, การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในเนื้อไก่สดแช่แข็งเพื่อการส่งออก, อาหาร 3(4): 256-263.

นฤมล รัชตโกมุท 2544,

Haas, C.N., Rose, J.B. and Gerba, C.P., 1999, Quantitative Microbial Risk Assessment, John Wiley & Sons, New York, p. 9.

Kindred, T. P., 1996, "Risk Analysis and Its Application in FSIS", Journal of Food Protection, Supplement, pp. 24-30.

Klapwijk, P.M. Jouve, J.L. and Stringer, M.F. 2000. Microbiological risk assessment in Europe: the next decade. Int. J. Food Microbiology, 58(3):223-230.



Kotula, L.K. and Pandya, Y. 1995. Bacterial contamination of broiler chickens before scalding. J. Food Protection, 58(12):1326-1329.

Lammerding, A. M. and Fazil, A., 2000, "Hazard Identification and Exposure Assessment for Microbial Food Safety Risk Assessment", International Journal of Food Microbiology, Vol. 58, No. 3, pp. 147-157.

Lever, M.S. and Williams, A. 1996. Cross infection of chickens by airborne transmission of *Salmonella* Enteritidis PT4. J. Food Protection, 23(5):347-349.

Vose, D.J. 1998. The application of quantitative risk assessment to microbial food safety. J. Food Protection, 61(5): 640-648.