ปีที่ 68-71 เล่มที่ 1-2 มิถุนายน - ธันวาคม 2563

การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออก

Study of Factors Affecting *Salmonella* spp. Contamination in Exporting Broiler Farms

คชาภรณ์ เต็มยอด[1*] ยุพวัฒน์ ถึกงามดี[2]

Katchaporn Temyord [1*] Yupawat Thukngamdee[2]

Abstract

The study of factors affecting salmonella contamination in exporting broiler farms found the high prevalence of Salmonella contamination in husk at raising period (61.90%), pest found at preparation housing period (59.09%), pest found at raising period (58.62%), area in front of raising zone at raising period (43.33%) and area in front of raising zone at preparation housing period (21.88%). Of all 99 serovars found, the high prevalence serovars were *Salmonella* Agona (33.33%), *S.* Kedougou (19.19%) and *S.* Albany (14.14%). Correlation coefficient test showed strong correlation between salmonella contamination from husk at raising period and the contamination from other samples including house after cleaning and disinfection, husk after disinfection, area in front of raising zone at raising period and pest found at raising period ($r = 0.92, 0.92, 0.76$ and 0.72), $p < 0.05$ respectively. The effectiveness of cleaning and disinfection program especially for the housing, area in front of raising zone and the husk together with effectiveness pest control program is essential for control *Salmonella* spp. in broiler farm. From this study provides the information on factors associated *Salmonella* spp. contamination in broiler farm to private sectors and government body to set up the *Salmonella* spp. control measure in order to achieve the goal of National Salmonella Control Program in Poultry.

Keywords: *Salmonella* spp., broiler farms, cross - contamination, Correlation Coefficients, husk, pest

[1] สำนักพัฒนาระบบ และรับรองมาตรฐานสินค้าปศุสัตว์ กรมปศุสัตว์

[2] สำนักควบคุม ป้องกัน และบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์

[*] ผู้รับผิดชอบ โทรศัพท์ 02-653-4444 ต่อ 3152, e-mail: katchapornt@yahoo.com

[1] Bureau of Livestock Standard and Certification

[2] Bureau of Disease Control and Veterinary Services

* Corresponding author Tel. 02-653-4444 ext. 3152, e-mail: katchapornt@yahoo.com

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020

บทคัดย่อ

การศึกษาปัจจัยในระบบการเลี้ยงไก่ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกพบว่าปัจจัยที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับซีโรวาร์มากตามลำดับ คือ วัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยง 61.90% สัตว์พาหะนำเชื้อช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง 59.09% สัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง 58.62% บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง 43.33% และบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง 21.88% เชื้อซัลโมเนลล่า ที่ตรวจพบทั้งหมด 99 ตัวอย่าง จะพบ *Salmonella* Agona มากที่สุด คิดเป็น 33.33 % *S* . 19.19% และ *S.* Albany 14.14% ตามลำดับ การหาความสัมพันธ์ (Correlation coefficients) ของการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากปัจจัยอื่นในระบบการเลี้ยงไก่ พบว่ามีความสัมพันธ์ ระหว่างการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับการพบเชื้อซัลโมเนลล่าในโรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อกับวัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อกับบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยงและกับสัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง (r = 0.92, 0.92, 0.76 และ 0.72), $p < 0.05$ ตามลำดับ การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อในโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ปีก วัสดุปูรอง และบริเวณทางเข้าโรงเรือน รวมถึงการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อที่มีประสิทธิภาพมีความจำเป็นในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก การศึกษาในครั้งนี้ทำให้ทราบปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกเพื่อให้ผู้เกี่ยวข้องได้นำไปใช้เป็นแนวทางในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มให้บรรลุตามเป้าหมายของโปรแกรมการควบคุมและป้องกันเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์ปีกต่อไป

คำสำคัญ : ซัลโมเนลล่า, ฟาร์มไก่เนื้อ, การปนเปื้อน, ความสัมพันธ์, วัสดุปูรอง, สัตว์พาหะนำเชื้อ

บทนำ

ในปัจจุบันประเทศไทยผลิตไก่เนื้อปีละ 1,719 ล้านตัว เป็นผลผลิตเนื้อไก่ 2,908,000 ตันต่อปี คิดเป็นมูลค่า 153,788.84 ล้านบาท ประเทศไทยเป็นประเทศผู้ส่งออกเนื้อไก่สดแช่เย็นจนแข็งอันดับ 4 ของโลก มีมูลค่าการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เย็นจนแข็งและผลิตภัณฑ์อยู่ที่ 115,000 ล้านบาทต่อปี โดยมีการผลิตไก่เนื้อจำนวน 383.89 ล้านตัวต่อรุ่น จำนวน 5-6 รุ่นต่อปี เป็นการผลิตในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกจำนวน 4.33 ล้านตัวต่อวัน มีสัดส่วนเป็นการผลิตเพื่อการบริโภคภายในประเทศ 70% และเพื่อการส่งออก 30% โดยมีตลาดหลักในการส่งออก คือ สหภาพยุโรปและประเทศญี่ปุ่น ทั้งนี้สินค้าเนื้อสัตว์ปีกผลิตเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรปจะต้องผ่านการตรวจสอบและรับรองความปลอดภัยด้านอาหารตามระเบียบของกรมปศุสัตว์และระเบียบของสหภาพยุโรปซึ่งมีข้อกำหนดมาตรฐานที่สำคัญคือการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่า ในวงจรผลิตภัณฑ์สัตว์ปีก

ซัลโมเนลล่าเป็นเชื้อแบคทีเรียที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษที่เป็นปัญหาสำคัญด้านการสาธารณสุขของโลก โดยมีไก่เนื้อเป็นแหล่งปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าที่มีความสำคัญ (OIE, 2019) สหภาพยุโรปซึ่งเป็นประเทศคู่ค้าที่สำคัญมีการกำหนดเงื่อนไขการนำเข้าและมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในเนื้อไก่ของประเทศไทยที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรป ซึ่งประเทศไทยพบปัญหาการถูกตีกลับสินค้าเนื้อไก่สดแช่เย็นจนแข็งและเนื้อไก่คลุกเกลือแช่เย็นจนแข็งที่ส่งออกไปยังสหภาพยุโรปหลายครั้ง โดยที่สินค้าเนื้อสัตว์ปีกคลุกเกลือดิบแช่เย็นจนแข็งที่ส่งออกไปสหภาพยุโรปต้องไม่พบเชื้อ *Salmonella* spp. ส่วนสินค้าเนื้อสัตว์ปีกดิบแช่เย็นจนแข็งที่ส่งออกไปสหภาพยุโรปต้องไม่พบเชื้อ *S.* Typhimurium และเชื้อ *S.* Enteritidis จากเหตุการณ์ดังกล่าวทำให้ประเทศไทยต้องสูญเสียมูลค่าทางเศรษฐกิจเป็นจำนวนมาก (EFSA, 2007; FSIS, 2010) ในขณะที่สถานการณ์การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าของประเทศไทยพบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่า ในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกเนื้อในช่วง พ.ศ. 2560–2562 โดยพบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าสายพันธุ์ *S.* Enteritidis และ *S.* Typhimurium ระหว่าง 1.05% – 3.82% เฉลี่ย 2.12% และ *Salmonella* spp. ระหว่าง 35.43%–41.95% เฉลี่ย 38.77% ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ (Kumar *et al*., 2012; Curtllo *et al.,* 2013; Abd El-Tawab *et al*., 2015) ที่กล่าวว่า

การปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในห่วงโซ่อาหารโดยส่วนใหญ่จะเกิดจากการกินของสัตว์ผ่านทางการปนเปื้อนของอุจจาระหรือวัสดุปูรองสู่อาหารสัตว์ (fecal-oral route) หรือโดยทางอ้อมจากสิ่งแวดล้อมภายในฟาร์ม สำหรับไก่จะพบว่าสามารถเพาะเชื้อซัลโมเนลล่าจากเปลือกไข่ได้หลายชนิด ซึ่งมักเป็นการปนเปื้อนที่พบได้เป็นประจำ บางซีโรวาร์จะเกิดการติดเชื้อในลักษณะ Vertical transmission ไปสู่ไก่ในรุ่นต่อ ๆ ไป ในขณะที่จากการสำรวจข้อมูลผลวิเคราะห์เพื่อเฝ้าระวังทางห้องปฏิบัติการของภาครัฐ (Official sample) ในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกในช่วงเวลาเดียวกันพบ *Salmonella* spp. อยู่ในช่วง 3.70%-4.90% *Salmonella* serogroup B อยู่ในช่วง 1.57%-1.80% และ *Salmonella* serogroup D อยู่ในช่วง 0.88%-1.72% จะเห็นได้ว่าปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในวงจรการผลิตเนื้อสัตว์ปีกของประเทศไทยปัญหาหลักเกิดจากการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในการเลี้ยงระดับฟาร์ม ดังนั้น แนวทางหลักในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับฟาร์มที่มีประสิทธิภาพจะทำให้ลดโอกาสของการปนเปื้อนในกระบวนการผลิตเนื้อสัตว์ปีกในโรงฆ่าซึ่งจะช่วยลดอุบัติการณ์การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรปได้เป็นอย่างดี

จากผลการตรวจเชื้อซัลโมเนลล่าในสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงโดยการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Boot swab ตามวิธีการเก็บตัวอย่างตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก (กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2553) ที่ทำโดยการย่ำรองเท้าบู้ทลงบนวัสดุปูรองที่มีเศษอาหาร น้ำ มูลไก่ ผลการตรวจความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองในฟาร์มที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้จำนวน 10 แห่ง ในไก่ที่มีการเลี้ยงไก่ในช่วงปี พ.ศ. 2561 จำนวน 5-6 รุ่นการเลี้ยง พบเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์ม A 46.22% (n = 119) ฟาร์ม B 41.67% (n = 72) ฟาร์ม C 72.22 % (n = 36) ฟาร์ม D 30.77 % (n = 52) ฟาร์ม E 61.97 % (n = 71) ฟาร์ม F 41.67 % (n = 36) ฟาร์ม G 60.00 % (n = 25) ฟาร์ม H 46.15 % (n = 52) ฟาร์ม I 55.56 % (n = 135) และฟาร์ม J 22.62 % (n =84) เฉลี่ย 46.77 % จะเห็นว่าฟาร์มที่ทำการศึกษาในครั้งนี้มีการพบเชื้อซัลโมเนลล่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยงจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าของประเทศไทย ในช่วง พ.ศ. 2561 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 41.95%

ในขณะนี้ ประเทศไทยได้จัดทำโปรแกรมการควบคุมและป้องกันเชื้อแซลโมเนลลาในสัตว์ปีก (National Salmonella Control Program, NSCP) ที่มีการดำเนินการทั้งในส่วนของภาคเอกชนและภาครัฐเพื่อควบคุมและป้องกันเชื้อแซลโมเนลลาในวงจรการผลิตสัตว์ปีกตั้งแต่ในสัตว์ปีกพันธุ์ โรงฟัก ฟาร์มสัตว์ปีกเนื้อ และโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรปเพื่อควบคุมระดับการปนเปื้อนของเชื้อแซลโมเนลลาในวงจรการผลิตสัตว์ปีกให้เป็นไปตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ด้วยเหตุผลนี้ จึงได้ทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกเพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับวางแนวทางในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าเพื่อนำมากำหนดเป็นมาตรการในการจัดการความเสี่ยงเพื่อควบคุมและป้องกันเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกเพื่อให้สามารถลดเชื้อซัลโมเนลล่าให้ได้ตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ในโปรแกรมการควบคุมและป้องกันเชื้อแซลโมเนลลาในสัตว์ปีกเนื้อของกรมปศุสัตว์ ทั้งนี้ ข้อมูลที่ได้จากการวิจัยยังเป็นข้อมูลสำหรับการนำเสนอต่อผู้ตรวจประเมินจากสหภาพยุโรปได้อีกด้วย

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างที่ศึกษา

เก็บตัวอย่างจากสัตว์ปีก คนงาน สัตว์พาหะนำเชื้อและสิ่งแวดล้อม ที่อาจเป็นปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในตัวไก่และเนื้อไก่จากฟาร์มที่ส่งโรงเชือดสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรป โดยฟาร์มที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เป็นฟาร์มเลี้ยงไก่ในระบบประกันราคาที่ส่งไก่ไปโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรปแห่งเดียวกัน มีระบบการจัดการฟาร์มในเงื่อนไขเดียวกัน และได้รับการรับรองมาตรฐานฟาร์มตามแนวปฏิบัติในการใช้มาตรฐานสินค้าเกษตร มกษ. 6901 (G) – 2560 การปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มไก่เนื้อจากกรมปศุสัตว์ จำนวน 10 ฟาร์ม โดยทั้ง 10 ฟาร์ม เป็นฟาร์มที่มีผลการ

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020

ตรวจทางห้องปฏิบัติการในน้ำใช้ไม่พบเชื้อซัลโมเนลล่าตามเกณฑ์การตรวจรับรองตามมาตรฐานน้ำใช้ที่กำหนดไว้ในการปฏิบัติทางการเกษตรที่ดีสำหรับฟาร์มไก่เนื้อ ฟาร์มทั้ง 10 ฟาร์ม ประกอบด้วย ฟาร์ม A (24 โรงเรือน, ประชากรไก่ 403,200 ตัว) ฟาร์ม B (12 โรงเรือน, ประชากรไก่ 360,000 ตัว) ฟาร์ม C (6 โรงเรือน, ประชากรไก่ 120,000 ตัว) ฟาร์ม D (8โรงเรือน, ประชากรไก่ 186,000 ตัว) ฟาร์ม E (12 โรงเรือน, ประชากรไก่ 336,000 ตัว) ฟาร์ม F (6โรงเรือน, ประชากรไก่ 150,000 ตัว) ฟาร์ม G (6 โรงเรือน, ประชากรไก่ 100,000 ตัว) ฟาร์ม H (8 โรงเรือน, ประชากรไก่ 160,000 ตัว) ฟาร์ม I (27 โรงเรือน, ประชากรไก่ 460,000 ตัว) และฟาร์ม J (14 โรงเรือน, ประชากรไก่ 260,000 ตัว) รวมโรงเรือนเลี้ยงทั้งหมดรวม 123 โรงเรือน ประชากรไก่เนื้อ 2,535,200 ตัว คิดเป็น 58.55% ของจำนวนไก่เนื้อที่ผลิตในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกในแต่ละวัน ที่ตั้งฟาร์มอยู่ในพื้นที่ 6 จังหวัด คือ ปราจีนบุรี ราชบุรี สระบุรี กาญจนบุรี ลพบุรี และนครปฐม

เข้าทำการเก็บตัวอย่างในระหว่างเดือนมิถุนายน 2562 ถึงเดือนสิงหาคม 2562 โดยเก็บตัวอย่างในปัจจัย 3 กลุ่ม คือ ลูกไก่เข้าเลี้ยง ช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง และช่วงการเลี้ยง โดยมีปัจจัยที่ทำการศึกษา รวม 13 ปัจจัย ดังนี้

กลุ่มตัวอย่างที่เก็บ	แหล่งที่มาหรือชนิดของตัวอย่าง (ปัจจัย)	วันที่เก็บตัวอย่าง
1. ลูกไก่เข้าเลี้ยง	(1.1) กระดาษรองกล่องบรรจุลูกไก่	เก็บตัวอย่างในวันที่นำลูกไก่เข้าเลี้ยง
2. ช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง	(2.1) โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (2.2) วัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อ (2.3) วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อ (2.4) สัตว์พาหะนำเชื้อ (2.5) บริเวณทางเข้าโรงเรือน	เก็บตัวอย่างก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง 1 สัปดาห์
3. ช่วงการเลี้ยง	(3.1) บริเวณทางเข้าโรงเรือน (3.2) อ่างล้างมือก่อนเข้าโรงเรือน (3.3) อาหารสัตว์ (3.4) สัตว์พาหะนำเชื้อ (3.5) วัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยง (3.6) คนงานเลี้ยงไก่ (3.7) ภาชนะใส่อาหารของคนงานเลี้ยงไก่	เก็บตัวอย่างช่วงที่ไก่อายุ 3-4 สัปดาห์

2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างด้วยวิธีมาตรฐานของห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองวิธี ISO 6579-1:2017 และมาตรฐานห้องปฏิบัติการตาม ISO 17025 จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ตามลักษณะของตัวอย่างแต่ละชนิด เสร็จแล้วเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อเตรียมส่งตรวจโดยบรรจุตัวอย่างไว้ในกล่องโฟมหรือกระติกที่มีน้ำแข็งขณะนำส่งห้องปฏิบัติการ และนำตัวอย่างเก็บไว้ในตู้เย็นช่องธรรมดา (อุณหภูมิ 4-8 °C) ส่งตัวอย่างภายใน 48 ชั่วโมง หากไม่สามารถนำส่งตัวอย่างได้ภายในวันที่เก็บตัวอย่าง

2.1 การเก็บตัวอย่างกระดาษรองกล่องบรรจุลูกไก่ โดยสวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่ว เมื่อนำลูกไก่ออกจากกล่องจนหมดแล้วให้สุ่มกล่องลูกไก่ จำนวน 10% ของจำนวนกล่องที่ลงในโรงเรือนนั้น แต่ไม่เกิน 20 กล่อง รวมเป็น 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน นำตัวอย่างบรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท เขียนใบกำกับตัวอย่าง โดยในแต่ละฟาร์มจะเก็บตัวอย่างแยกตามแหล่งที่มาของลูกไก่

2.2 การเก็บตัวอย่าง Gauze swab สำหรับเก็บตัวอย่างโรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ บริเวณทางเข้าโรงเรือนก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง ภาชนะใส่อาหารของคนงานเลี้ยงไก่ บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง อ่างล้างมือก่อนเข้าโรงเรือน วิธีการ คือ กำหนดจุดที่จะทำการเก็บตัวอย่างโดยเลือกจากมุมทั้ง 4 และจุดกึ่งกลางของบริเวณที่จะเก็บตัวอย่าง สวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่ว นำผ้าก๊อซออกจากถุง ทีละ 1 ชิ้น (Sterile gauze ขนาด 10x10 เซนติเมตร ชุบ 0.85% NaCl จำนวน 5 ชิ้น/ถุง) ป้ายลงบนพื้นผิวที่กำหนดไว้ (พื้นที่ประมาณ 50x50 เซนติเมตร) ใส่ผ้าก๊อซที่เก็บตัวอย่างบรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท ฆ่าเชื้อด้วยการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ 70% ก่อนจะเก็บตัวอย่างในจุดต่อไป เมื่อเก็บตัวอย่างครบ 5 จุดในบริเวณนั้นแล้ว ให้บรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท เขียนใบกำกับตัวอย่าง โดย 1 ตัวอย่างได้จาก 5 Gauze swab รวม 20 บริเวณต่อโรงเรือน โดยเก็บ 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน โดยทุก 5 โรงเรือนจะเก็บอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง สำหรับโรงเรือน หลังการทำความสะอาดและฆ่าเชื้อจะป้ายบริเวณพื้น เสา ผ้าม่าน อุปกรณ์ให้อาหาร รวมถึง

ด้านบนของอุปกรณ์ให้อาหาร อุปกรณ์ให้น้ำ และพัดลม 1 ชุดตัวอย่างจาก 5 Gauze swab รวม 20 บริเวณ รวมเป็น 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน โดยทุก 5 โรงเรือนจะเก็บอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง และภาชนะใส่อาหารของคนงานเลี้ยงไก่เก็บ 1 ตัวอย่างจาก 5 Gauze swab รวม 20 บริเวณ ของภาชนะบรรจุอาหารอย่างน้อย 2 ชนิดต่อครอบครัว

2.3 การเก็บตัวอย่างแกลบ สำหรับเก็บตัวอย่างวัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อและวัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อโดยสวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่ว ใช้อุปกรณ์ตักแกลบซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตักแกลบให้กระจายทั่วกองแกลบอย่างน้อย 10 ตำแหน่งในโรงเรือน รวมเป็น 1 ตัวอย่างโดยเก็บไม่น้อยกว่า 100 กรัม บรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท เขียนใบกำกับตัวอย่าง สำหรับวัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อเก็บอย่างน้อย 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือนแยกตามแหล่งที่มาของแกลบ และสำหรับวัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อเก็บตัวอย่างอย่างน้อย 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน โดยทุก 5 โรงเรือนจะเก็บอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

2.4 การเก็บตัวอย่างสัตว์พาหะนำเชื้อ โดยสวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่วใช้อุปกรณ์ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตักมูลของสัตว์พาหะนำเชื้อหรือใช้มือจับสัตว์พาหะนำเชื้อจากตำแหน่งต่าง ๆ ในโรงเรือน โดยเก็บแยกชนิดสัตว์พาหะนำเชื้อหรือมูลของสัตว์นำเชื้อรวมกันให้ปริมาณตัวอย่างในแต่ละชนิดของสัตว์พาหะนำเชื้อหรือมูลของสัตว์นำเชื้อให้ไม่น้อยกว่า 30 กรัม บรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท เขียนใบกำกับตัวอย่าง เก็บตัวอย่างสัตว์พาหะนำเชื้อหรือมูลของสัตว์พาหะนำเชื้อชนิดต่าง ๆ ที่พบในโรงเรือน โดยเก็บตัวอย่าง 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือนต่อชนิดของสัตว์พาหะนำเชื้อหรือมูลของสัตว์นำเชื้อที่พบในทุก 5 โรงเรือน

2.5 การเก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ โดยสวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่วใช้อุปกรณ์ซึ่งผ่านการฆ่าเชื้อแล้วตักตัวอย่างอาหารสัตว์ โดยสุ่มอาหารสัตว์จาก 5 ถุง ๆ ละ 100 กรัม รวม ตัวอย่างกันในปริมาณส่งตรวจไม่น้อยกว่า 500 กรัม บรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิทเขียนใบกำกับตัวอย่าง เก็บตัวอย่างอาหารสัตว์ในภาชนะต่าง ๆ เช่น ไซโล hopper และ pan feeder อย่างละ 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน โดยเก็บตัวอย่างแยกชนิดของภาชนะที่บรรจุอาหารสัตว์ในโรงเรือนชนิดละ 1 ตัวอย่างต่อโรงเรือน โดยเก็บทุก 5 โรงเรือน

2.6 การเก็บตัวอย่างวัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยงด้วยวิธี Boot swab โดยเปลี่ยนรองเท้าบู้ทคู่ที่สวมอยู่ออก ทำความสะอาดมือด้วยแอลกฮออล์ 70 % แล้วสวมรองเท้าบู้ทคู่ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่าง สวมถุงมือทั้ง 2 ข้าง แล้วฉีดพ่นด้วยแอลกอฮอล์ 70% ให้ทั่ว เปิดถุงที่บรรจุ Head cover (Spun bond polypropylene 14 กรัม ที่ชุ่มด้วย 0.85% NaCl ปลอดเชื้อ 4 ชิ้น/ถุง) แล้วสวมทับรองเท้าบู้ทข้างละ 1 ชิ้น เดินวนขวารอบโรงเรือนที่เก็บตัวอย่างให้ครบทั้งโรงเรือน โดยเฉพาะบริเวณที่มีมูลไก่ หรือบริเวณที่เปียกชื้น และไม่เดินจิกเท้าในวัสดุรองพื้น ถอด Head cover ออกจากรองเท้าบู้ททั้ง 2 ข้างรวมเป็น 1 ตัวอย่าง บรรจุลงในถุงซิป รูดซิปให้สนิท เขียนใบกำกับตัวอย่างโดยทุก 5 โรงเรือนจะเก็บอย่างน้อย 1 ตัวอย่าง

2.7 การเก็บตัวอย่าง Rectal swab ใช้ผลการตรวจสุขภาพคนงานที่ส่งตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการที่โรงพยาบาลประจำปีตามเงื่อนไขของสหภาพยุโรป โดยเก็บตัวอย่าง 1 ตัวอย่างต่อคนงานเลี้ยงไก่ 1 คน ในช่วงการเลี้ยง

3. การตรวจทางห้องปฏิบัติการ

นำตัวอย่างส่งตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลล่าในห้องปฏิบัติการ และแยกเชื้อในระดับซีโรวาร์ ด้วยวิธี ISO 6579-1 : 2019, ISO 6579-3 : 2014 (ISO, 2014; ISO, 2019) ที่ห้องปฏิบัติการของโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกที่ได้รับการรับรอง และมาตรฐานห้องปฏิบัติการตาม ISO 17025 จากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ และเป็นห้องปฏิบัติการที่ขึ้นทะเบียนเป็นห้องปฏิบัติการที่สามารถตรวจวิเคราะห์เชื้อซัลโมเนลล่าจากสำนักตรวจสอบและรับรองคุณภาพสินค้าปศุสัตว์ และสถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ กรมปศุสัตว์ วิธีการตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการโดยย่อ ตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าในอาหารเลี้ยงเชื้อ Buffered peptone water 225 กรัม (อัตราส่วน 1:10) ผสมสารละลายตัวอย่างให้เข้ากันด้วยเครื่อง stomacher นาน 2 นาที และบ่มที่อุณหภูมิ 37±1°C ในตู้ควบคุมอุณหภูมินาน 18±2 ชั่วโมง จากนั้นดูดตัวอย่างปริมาณ 100 ไมโครลิตร ใส่ในเพลทอาหารเลี้ยงเชื้อ Modified semi-solid

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020

Rappaport-Vassiliadis (MSRV) agar containing 20 mg / Inovobiocin แล้วบ่มที่อุณหภูมิ 41.5°C±1 °C นาน 24±3 ชั่วโมง กรณีที่ให้ผลลบให้บ่มต่ออีก 24 ชั่วโมงแล้วจึงอ่านผลอีกครั้ง ในเพลทที่ให้ผลบวกจะพบโซนขุ่น สีเทาขาว ให้เขี่ยขอบของโซนขุ่นเพื่อนำไปเพาะเลี้ยงต่อบน Xylose lysine deoxycholate (XLD) agar และ Brilliant-green Phenol Lactose Sucrose (BPLS) agar บ่มที่อุณหภูมิ 37±1°C นาน 24±3 ชั่วโมง และทำการยืนยันเชื้อซัลโมเนลล่าโดยการทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี และทางซีรัมวิทยาเพื่อจำแนกชนิดซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลล่า

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

อธิบายผลของการตรวจพบการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในแต่ละปัจจัย และชนิดซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลล่าที่ตรวจพบในฟาร์มที่ศึกษาทั้งหมดด้วยความชุกและร้อยละ อธิบายการกระจายตัวของร้อยละของการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในทุกปัจจัยในฟาร์มที่ศึกษาทั้งหมด และปัจจัยที่ตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับสูงในช่วงเวลาต่าง ๆ ด้วยแผนภูมิ box plot แสดงค่าสูงสุด ต่ำสุด ค่ากลาง (median) และค่าเฉลี่ย (mean) ค่าการกระจายสัดส่วนข้อมูลที่มาก (Q_3) หรือน้อยกว่า (Q_1) ค่ากลาง ช่วงการกระจายของข้อมูล (Q_1-Q_3) อธิบายความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงระหว่างจำนวนซีโรวาร์ที่พบในสิ่งปูรองในระหว่างการเลี้ยงซึ่งเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Boot swab กับที่พบในปัจจัยอื่น ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$) ด้วยวิธี Pearson Correlation Coefficient และพิจารณาค่า Correlation Coefficient (r) หาก r อยู่ในช่วง 0.7-1 แสดงว่ามีความสัมพันธ์อย่างมากในทิศทางเดียวกัน

ผลและวิจารณ์

การตรวจเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับซีโรวาร์จากปัจจัยต่าง ๆ ในระบบการเลี้ยงในฟาร์มไก่เนื้อทั้ง 10 แห่ง ระหว่างเดือนมิถุนายน ถึง เดือนสิงหาคม 2562 จำนวน 521 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลล่า 99 ตัวอย่าง แยกเป็น 20 ซีโรวาร์ ซึ่งสามารถจำแนกการกระจายความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าแยกตามฟาร์ม ชนิดของปัจจัยในการเลี้ยง และซีโรวาร์ และแสดงความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของซีโรวาร์ที่พบในวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับปัจจัยในระบบการเลี้ยงไก่ ได้ดังนี้

1. ความชุกและการกระจายของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อ

ความชุกและการกระจายของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อจำแนกตามฟาร์ม

ความชุกของการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มทั้ง 10 แห่ง ตั้งแต่ฟาร์ม A-H เป็นดังนี้ ฟาร์ม A (23.21%) ฟาร์ม B (30.77%) ฟาร์ม C (25.86%) ฟาร์ม D (9.38%) ฟาร์ม E (15.00%) ฟาร์ม F (19.48 %) ฟาร์ม G (27.28%) ฟาร์ม H (33.33%) ฟาร์ม I (36.11%) และฟาร์ม J (17.74%) ค่าเฉลี่ยความชุกในระดับฟาร์ม 23.82% โดยมีความชุกต่ำสุดในฟาร์ม D (9.38%) สูงสุดในฟาร์ม I (36.11%) ค่ากลาง 24.54% ความชุกในระดับฟาร์มของฟาร์มส่วนใหญ่กระจายอยู่ในช่วง 17.05–31.41% (Q1-Q3=14.36) และกระจายในช่วงสูงและต่ำกว่าค่ากลางในขนาดใกล้เคียงกัน (รูปที่ 1)

ความชุกและการกระจายของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อจำแนกตามปัจจัยในระบบการเลี้ยง

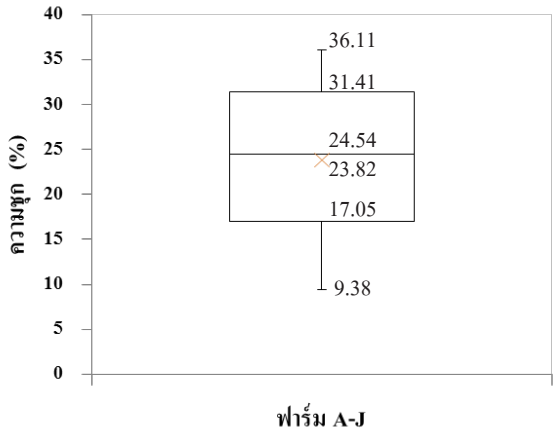
ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อจำแนกตามปัจจัยในระบบการเลี้ยง แสดงในตารางที่ 1 ปัจจัยที่พบความชุกต่ำสุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ อาหารสัตว์ (2.68%) วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อในช่วงก่อนการเลี้ยง (2.70%) ภาชนะใส่อาหารของคนงานเลี้ยงไก่ (3.57%) กระดาษรองกล่องบรรจุลูกไก่ (5.41%) และคนงานเลี้ยงไก่ (8.93%) และปัจจัยที่พบความชุกสูงสุด 5 ลำดับแรก ได้แก่ วัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงสัตว์ (61.90%) พาหะนำเชื้อในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง (59.09%) สัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง (58.62%) บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง (43.33%) และบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง (21.88%)

ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อ และบริเวณทางเข้าโรงเรือนอยู่ในระดับสูงทั้งในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและในช่วงการเลี้ยง (ตารางที่ 1) จากแผนภูมิแสดงการกระจายความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อเปรียบเทียบในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและในช่วงการเลี้ยง (รูปที่ 2) พบว่า ฟาร์มส่วนใหญ่มีความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อ 50%-100% ในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง และ 45%-100% ในช่วงการ

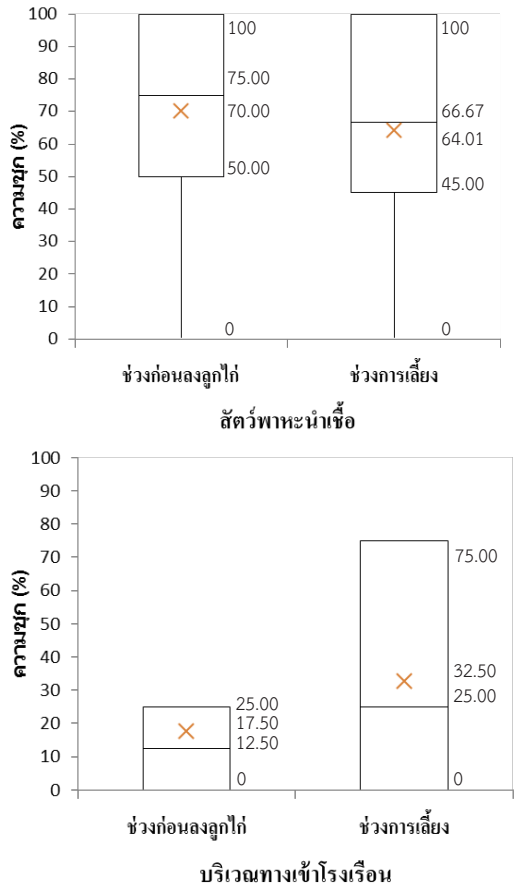
เลี้ยงถึงแม้ค่าเฉลี่ยและค่ากลางความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงมีค่าเท่ากับ (70%) และ (75%) ตามลำดับ สูงกว่าช่วงการเลี้ยง ซึ่งมีค่าเท่ากับ (64.01%) และ (66.67%) ตามลำดับ แต่จากการกระจายความชุกในช่วงกว้างและซ้อนทับกันจึงสรุปว่าความชุกทั้งสองช่วงไม่แตกต่างกัน เช่นเดียวกันความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าบริเวณทางเข้าโรงเรือนช่วงนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและช่วงการเลี้ยงไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากจากการกระจายความชุกในช่วงกว้างและซ้อนทับกัน โดยฟาร์มมีความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าบริเวณทางเข้าโรงเรือนช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง 0%-25% และ 0%-75% ในช่วงการเลี้ยง ถึงแม้ค่าเฉลี่ยและค่ากลางความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าบริเวณทางเข้าโรงเรือนช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงเท่ากับ 17.5% และ 12.5% ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าช่วงการเลี้ยงซึ่งมีค่าเฉลี่ย และค่ากลางความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าบริเวณทางเข้าโรงเรือนเท่ากับ 32.5% และ 25% ตามลำดับ อีกทั้งประมาณครึ่งหนึ่งของฟาร์มยังมีความชุกกระจายในช่วงที่สูงกว่าค่ากลางในช่วงกว้าง 25%-75% (รูปที่ 2)

ตารางที่ 1 ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับซีโรวาร์จำแนกตามปัจจัยจากฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออก 10 แห่ง

ปัจจัย	จำนวนตัวอย่าง	การตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับซีโรวาร์	
		จำนวน	%
1.ลูกไก่เข้าเลี้ยง			
1.1 กระดาษรองกล่องบรรจุลูกไก่	37	2	5.41
2. ช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง			
2.1 โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ	25	3	12.00
2.2 วัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อ	33	4	12.12
2.3 วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อ	37	1	2.70
2.4 สัตว์พาหะนำเชื้อ	22	13	59.09
2.5 บริเวณทางเข้าโรงเรือน	32	7	21.88
3. ช่วงการเลี้ยง			
3.1 บริเวณทางเข้าโรงเรือน	30	13	43.33
3.2 อ่างล้างมือก่อนเข้าโรงเรือน	38	4	10.53
3.3 อาหารสัตว์	112	3	2.68
3.4 สัตว์พาหะนำเชื้อ	29	17	58.62
3.5 วัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยง	42	26	61.90
3.6 คนงานเลี้ยงไก่	56	5	8.93
3.7 ภาชนะใส่อาหารของคนงานเลี้ยงไก่	28	1	3.57

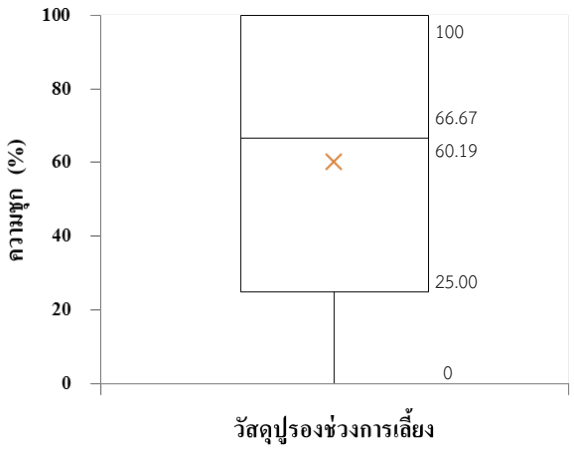


รูปที่ 1 แผนภูมิแสดงการกระจายตัวของร้อยละของการตรวจพบซัลโมเนลล่าในทุกปัจจัยในฟาร์ม 10 แห่ง



รูปที่ 2 ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในปัจจัยสัตว์พาหะนำเชื้อและปัจจัยบริเวณทางเข้าโรงเรือนเปรียบเทียบช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงกับช่วงการเลี้ยง ของฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออก 10 แห่ง

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020



รูปที่ 3 ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในปัจจัยวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงของฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออก 10 แห่ง

จากรูปที่ 3 ความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในปัจจัยวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกระจายอยู่ในช่วงกว้างระหว่าง 0-100% ครึ่งหนึ่งของฟาร์มมีความชุกต่ำกว่าค่ากลางระหว่าง 0-66.67% ในขณะที่อีกครึ่งหนึ่งของฟาร์มมีความชุกสูงกว่าค่ากลางระหว่าง 66.67-100% ค่าเฉลี่ยความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในปัจจัยวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงเท่ากับ 60.19%

จากรายงานของ Kusumaningrum *et al*. (2003) พบว่าเชื้อซัลโมเนลล่าสามารถมีชีวิตอยู่ในสิ่งแวดล้อมได้ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งจะเป็นแหล่งให้เกิดการปนเปื้อนในฟาร์มได้ วัสดุปูรองเป็นแหล่งสะสมของเชื้อซัลโมเนลล่าตลอดขั้นตอนการเลี้ยงไก่เนื้อ การเก็บตัวอย่างวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงส่งตรวจวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการเพื่อใช้เป็นดัชนีในการตัดสินการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าตามระเบียบของสหภาพยุโรป ซึ่งจะนำไปสู่การจัดลำดับการเข้าเชือดไก่และการปฏิเสธการส่งออกเนื้อไก่สดแช่เย็นจนแข็งในโรงฆ่าสัตว์ปีกเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรป การเก็บตัวอย่างวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงด้วยวิธี Boot swab เป็นวิธีการเก็บตัวอย่างตามระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก (กรมปศุสัตว์, 2553) พบค่าเฉลี่ยความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยงของฟาร์มที่ทำการศึกษาในครั้งนี้เท่ากับ 60.19% สูงกว่าค่าเฉลี่ยความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองระหว่างการเลี้ยงจากการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าของประเทศไทยในช่วง พ.ศ. 2560–2562 ซึ่งมีค่าเฉลี่ย 35.43%, 41.95% และ 39.77% ตามลำดับ แสดงว่ามาตรการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มทั้ง 10 แห่งยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ

การควบคุมการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงอย่างมีประสิทธิภาพควรคำนึงถึงโปรแกรมสุขอนามัย ระบบการทำความสะอาดและการฆ่าเชื้อโรงเรือน รวมถึงการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อตลอดช่วงการผลิต (นิอร และคณะ. 2557) เนื่องจากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Boot swab จากวัสดุปูรองในหลายครั้งจะพบแมลงแกลบปนเปื้อนด้วย การศึกษาครั้งนี้พบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อทั้งในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและช่วงการเลี้ยง บริเวณทางเข้าโรงเรือนทั้งในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและช่วงการเลี้ยง และในสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงในระดับสูง สอดคล้องกับการศึกษาของ Kijphakapanith *et al*. (2019) ที่ทำการศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงในซัลโมเนลล่าที่พบในฟาร์มไก่เนื้อภายใต้สภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยโดยการเก็บตัวอย่างเพื่อตรวจหาเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออก และภาคกลาง ตั้งแต่เดือนมกราคม 2560 – เดือนธันวาคม 2561 ในปัจจัย 6 อย่าง เปรียบเทียบกับวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยง คือ แมลงแกลบ บริเวณหน้าโรงเรือนเลี้ยง ระบบให้อาหารสัตว์ ถังใส่ซากสัตว์ปีก รอยต่อของผนัง และกล่องดักหนู ที่พบว่าแมลงแกลบ บริเวณหน้าโรงเรือนเลี้ยงเป็นปัจจัยที่พบเชื้อซัลโมเนลล่าสูงสุด

2. ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนซีโรวาร์ที่พบในวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับปัจจัยอื่น ๆ ในระบบการเลี้ยง

จากตารางที่ 2 มีความสัมพันธ์ (Correlation coefficients) อย่างมาก (r = 0.7-1) ของจำนวนการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับจำนวนการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากปัจจัยอื่นในช่วงเวลาดังกล่าว ที่ระดับความเชื่อมั่น $p < 0.05$ ดังต่อไปนี้ โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ (r = 0.92) วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อ (r= 0.92) บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง (r = 0.76) และสัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง (r = 0.72)

ตารางที่ 2 ความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของซีโรวาร์ที่พบในวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับปัจจัยในระบบการเลี้ยงไก่

ปัจจัย	*P-value*	Correlation coefficients*
โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ	5.1424E-10	0.92
วัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อ	0.000286572	0.69
วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อ	5.1424E-10	0.92
แมลงแกลบนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง	0.000114793	0.72
บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง	2.93463E-05	0.76

*ระดับความเชื่อมั่น 95 % ($p < 0.05$)

เปรียบเทียบกับการตรวจเชื้อซัลโมเนลล่าในสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงในแต่ละโรงเรือน รวมจำนวนทั้งสิ้น 285 ตัวอย่าง ซึ่งพบว่าการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าที่พบในแมลงแกลบ บริเวณหน้าโรงเรือนเลี้ยง มีความสัมพันธ์กับการพบเชื้อซัลโมเนลล่าในสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ จากรายงานของ Bunloet *et al*. (2019) ที่ทำการศึกษาว่าแมลงแกลบในระยะตัวเต็มวัยและระยะที่เป็นตัวหนอนเป็นพาหะที่นำเชื้อต่าง ๆ ทั้งไวรัส แบคทีเรีย และโปรโตซัว โดยในฟาร์มไก่เนื้อแมลงแกลบจะเป็นปัจจัยสำคัญในการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อในรุ่นการเลี้ยงที่ตรวจพบและถ่ายทอดไปยังไก่ที่เลี้ยงในรุ่นถัดไป การศึกษาความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในแมลงแกลบที่พบในฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อของประเทศไทยตั้งแต่เดือนมกราคม 2560–เดือนธันวาคม 2561 โดยสุ่มแมลงแกลบในฟาร์มในพื้นที่ภาคใต้ ภาคตะวันออกและภาคกลางของประเทศไทยจำนวน 37 ตัวอย่าง พบเชื้อซัลโมเนลล่าจำนวน 21 ตัวอย่าง ประกอบด้วยซัลโมเนลล่า Group C ,Group G, Group B, Group E และ Group D จำนวน 30%, 25%, 20%, 20% และ 5% ตามลำดับ ดังนั้นการเลือกแหล่งที่มาของวัสดุปูรองซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นแกลบควรมีการควบคุมแหล่งที่มาของแกลบที่มีการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าเป็นอย่างดี ควบคู่ไปกับการฆ่าเชื้อและควบคุมแมลงแกลบที่มีประสิทธิภาพ หรือการเลือกใช้วัสดุปูรองที่ทำจากวัสดุที่สามารถควบคุมการเจริญเติบโตและตัดวงจรของแมลงแกลบในระยะวางไข่ได้จะช่วยให้สามารถลดระดับของการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าที่จะส่งผลโดยตรงต่อการตรวจพบเชื้อซัลโมเนลล่าในวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สัตว์พาหะนำเชื้อเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าไปยังตัวไก่ผ่านสิ่งแวดล้อมในฟาร์มได้ โดยเฉพาะการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าจากแมลงแกลบ ในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงแมลงพวกนี้จะหลบซ่อนตัวอยู่ใต้ดินจะออกมาปรากฏตัวให้เห็นเป็นจำนวนมากอีกครั้งเมื่อมีการนำลูกไก่เข้าเลี้ยงเนื่องจากมีแหล่งอาหาร แมลงแกลบมีวงจรชีวิตหลายระยะโดยในแต่ละระยะจะมีรูปร่างพฤติกรรม อายุ ที่แตกต่างกันตามวงจรชีวิตตามธรรมชาติและมีการผันแปรตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไป เช่น ความร้อน ความชื้น และค่าความเป็นกรดและด่าง สภาวะที่แตกต่างกันเหล่านี้ในวัสดุปูรองจะมีผลต่อวงจรชีวิตที่เปลี่ยนไปจากธรรมชาติของแมลงแกลบ ซึ่งปัจจัยที่เกิดขึ้นในวัสดุปูรองและสภาพการเลี้ยงไก่ในประเทศไทย และภูมิอากาศของประเทศไทย เหล่านี้ล้วนเป็นตัวเร่งให้แมลงเหล่านี้มีอายุขัยที่ยาวนานขึ้น และแพร่พันธุ์ได้เร็วขึ้นทำให้ยากแก่การควบคุม สอดคล้องกับผลการศึกษานี้ ที่พบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าในสัตว์พาหะนำเชื้อในระดับสูงไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทั้งในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและช่วงการเลี้ยง ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของนิอรและคณะ (2557); Boonprasert (2016) ที่ได้กล่าวว่าพบการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมมายังตัวไก่โดยการนำผ่านสัตว์พาหะนำเชื้อซึ่งถือว่าเป็นแหล่งสำคัญในการก่อให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อ ดังนั้น สัตว์พาหะนำเชื้อจึงเป็นปัจจัยที่ไม่ควรมองข้ามเพราะถึงแม้จะทำความสะอาดโรงเรือนมาเป็นอย่างดีแต่ก็ยังมีสัตว์พาหะนำเชื้อเข้ามาปนเปื้อนสิ่งแวดล้อมและตัวไก่ที่จะเข้ามาเลี้ยงในช่วงต่อไปได้ตลอดรอบการเลี้ยงสัตว์ และยังคงมีผลต่อเนื่องไปในรอบการเลี้ยงสัตว์ในชุดต่อไปได้อีก ผู้ประกอบการควรให้ความสำคัญกับการควบคุมสัตว์พาหะนำเชื้อที่มีประสิทธิภาพเพื่อควบคุมไม่ให้สัตว์พาหะนำเชื้อซึ่งส่วนใหญ่จะพบในแมลงแกลบนำเชื้อซัลโมเนลล่าปนเปื้อนไปยังไก่โดยตรงหรือโดยอ้อมผ่านสิ่งแวดล้อมมายังตัวไก่

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020

ปัจจัยอีกประการหนึ่งนอกเหนือจากสัตว์พาหะนำเชื้อที่ผู้ประกอบการมักจะละเลยความเข้มงวดในการดูแล ได้แก่ การรักษาความสะอาดบริเวณทางเข้าโรงเรือน อาจเพราะเห็นว่าเป็นบริเวณที่มิใช่พื้นที่ที่ใช้ในการเลี้ยงไก่ ในขณะที่บริเวณทางเข้าโรงเรือนนี้ก็เป็นแหล่งสะสมเชื้อซัลโมเนลล่าจากสิ่งแวดล้อมที่จะเข้ามาปนเปื้อนในวัสดุปูรองได้ โดยการศึกษานี้พบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่า บริเวณทางเข้าโรงเรือนอยู่ในระดับสูงทั้งในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงไก่และในช่วงการเลี้ยง อีกทั้งมีความสัมพันธ์ในระดับสูงระหว่างปัจจัยสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงกับบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ Kijphakapanith *et al*. (2019) ทั้งนี้บริเวณทางเข้าโรงเรือนจะเป็นแหล่งที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในช่วงการเลี้ยงไก่ที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมอ้อมไปยังสิ่งปูรองในระหว่างการเลี้ยงผ่านตัวกลางต่าง ๆ เช่น รองเท้าบู้ทของพนักงาน หรือสัตว์พาหะนำเชื้อในทุกช่วงเวลาที่เลี้ยงสัตว์ปีก

3. อัตราส่วนของเชื้อซัลโมเนลล่าที่ตรวจพบในฟาร์มไก่เนื้อจำแนกตามซีโรวาร์

จากจำนวนตัวอย่างที่พบซัลโมเนลล่าทั้งหมด 99 ตัวอย่าง สามารถแยกซีโรวาร์ ได้ทั้งสิ้น 20 ซีโรวาร์ มีอัตราส่วนจำแนกตามซีโรวาร์ระหว่าง 1.01-33.33% (ตารางที่ 3) ซีโรวาร์ที่จำแนกได้มากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ *S.* Agona จำนวน 33 ตัวอย่าง (33.33%) *S.* Kedougou จำนวน 19 ตัวอย่าง (19.19%) และ S. Albany จำนวน 14 ตัวอย่าง (14.14%) ปัจจัยที่พบ *S.* Agona มากที่สุดใน 3 ลำดับแรก คือสิ่งปูรองในช่วงการเลี้ยงซึ่งเก็บตัวอย่างด้วยวิธี Boot swab จำนวน 16 ตัวอย่าง สัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง 5 ตัวอย่าง และสัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงและพื้นที่ก่อนเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยงอย่างละ 3 ตัวอย่าง ส่วนปัจจัยที่พบ *S.* Kedougou มากที่สุดใน 3 ลำดับแรก คือ สัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยง 6 ตัวอย่าง วัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยง 5 ตัวอย่าง และลูกไก่เข้าเลี้ยง โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ พื้นที่ก่อนเข้าโรงเรือนในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง สัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง คนงานเลี้ยงไก่ อย่างละ 2 ตัวอย่าง

ตารางที่ 3 อัตราส่วนของเชื้อซัลโมเนลล่าที่ตรวจพบในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกจำแนกตามซีโรวาร์

ซีโรวาร์	จำนวน	เปอร์เซ็นต์
S. Agona	33	33.33
S. Kedougou	19	19.19
S. Albany	14	14.14
S. Give, *S.* Kentucky	4	4.04
S. Stanley, *S.* Typhimurium, *S.* Weltevreden	3	3.03
S. Kakua, *S.* Mbandaka, *S.* Orion, *S.* Senftenberg	2	2.02
S. Amsterdam, *S.* Corvallis, *S.* Derby, *S.* Bredeney, *S.* Hvittingfoss, *S.* Manhattan, *S.* Saintpaul, *S.* Singapore	1	1.01

การจำแนกเชื้อซัลโมเนลล่าจำนวน 99 ตัวอย่าง ที่ตรวจพบ ในการศึกษาครั้งนี้ แยกได้ทั้งสิ้น 20 ซีโรวาร์ ที่แตกต่างกันและในบางปัจจัยจะพบมากกว่า 1 ซีโรวาร์ในตัวอย่างเดียวกัน ซีโรวาร์ที่ตรวจพบมากที่สุด 3 ลำดับแรก ได้แก่ *S.* Agona (33.33%) *S.* Kedougou (19.19%) และ *S.* Albany (14.14%) ในขณะที่ Angkititrakul *et al*. (2005) รายงานการพบซีโรวาร์ *S.* Anatum (33.30%) และ *S.* Rissen (16.70%) มากที่สุด Boonmar *et al*. (1998) รายงานว่าพบ *S.* Enteritidis (7.34%) มากที่สุด Phongaran *et al*. (2019) รายงานการพบ S. Kentucky (22.94%), *S.* Give (20.18%) และ *S.* Typhimurium (7.34%) มากที่สุดตามลำดับ และ Trongjit *et al.* (2017) รายงานว่าซีโรวาร์ที่พบมากที่สุด คือ *S.* Typhimurium (29.00%) และ *S.* Rissen (29.00%) แสดงถึงความหลากหลายของซีโรวาร์ที่พบในฟาร์มและเนื่องจากเชื้อซัลโมเนลล่ามีหลากหลายซีโรวาร์ บางซีโรวาร์มีแหล่งที่มาจำเพาะ บางซีโรวาร์พบได้ทั่วไป ซึ่งการตรวจสอบเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับซีโรวาร์จะช่วยให้สามารถระบุได้แหล่งที่มาของการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่า ซึ่งจะได้นำมาใช้ในการกำหนดมาตรการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในแต่ละปัจจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ หรือช่วยในการควบคุมการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษจากการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าโดยเรียกเก็บแหล่งอาหารที่มีการปนเปื้อนเชื้อ หรือช่วยบ่งชี้

ความสัมพันธ์และการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลล่าในสิ่งแวดล้อม ดังผลการศึกษาครั้งนี้ซึ่งพบ *S.* Agona จำนวนมากในวัสดุปูรองช่วงการเลี้ยง สัตว์พาหะนำเชื้อ และบริเวณทางเข้าโรงเรือน โดยที่ปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์ต่อกันในระดับสูง เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้ยังพบ *S.* Typhimurium ซึ่งเป็นซีโรวาร์ของเชื้อซัลโมเนลล่าที่ก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในคนและห้ามพบในเนื้อสัตว์ปีกดิบส่งไปสหภาพยุโรป จำนวน 3 ตัวอย่าง (3.03%) โดยพบในวัสดุปูรองก่อนฆ่าเชื้อและคนงานเลี้ยงไก่ในฟาร์มแห่งหนึ่ง และบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยงในฟาร์มอีกแห่งหนึ่ง แต่ไม่พบเชื้อนี้จากกระดาษรองลูกไก่ซึ่งมีแหล่งที่มาของเชื้อจากพ่อแม่พันธุ์มาสู่ลูกเป็นการกระจายของเชื้อซัลโมเนลล่าแบบ Vertical transmission และผลการศึกษาครั้งนี้พบเชื้อซัลโมเนลล่าในระดับต่ำ เพียง 2 ตัวอย่าง จากจำนวนตัวอย่างที่เก็บ 37 ตัวอย่าง บ่งชี้ว่าเส้นทางหลักการแพร่เชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มที่ศึกษา เป็นการแพร่เชื้อแบบ Horizontal transmission ซึ่งเป็นการแพร่เชื้อจากสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับรายงานของนิอร และคณะ (2557) ที่ระบุว่าในระบบการผลิตไก่เนื้อแบบครบวงจร จะพบการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลล่า แบบ Horizontal transmission เป็นเส้นทางหลักที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่า เนื่องจากไม่พบเชื้อซัลโมเนลล่าในตัวอย่างที่มาจากไข่ทั้งหมดที่ทำการตรวจแต่พบการปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อม อาหารสัตว์ และสัตว์พาหะนำเชื้อ อนึ่ง ตามรายงานของภุมริน และคณะ (2556) กล่าวไว้ว่าการไม่พบเชื้อ *S.* Typhimurium และ *S.* Enteritidis ในไก่เนื้ออาจเป็นผลมาจากการใช้วัคซีนป้องกัน *Salmonella* ทั้ง 2 ซีโรวาร์ซึ่งจะช่วยลดการแพร่เชื้อผ่านมูลไก่ เปลือกไข่ และลดการถ่ายทอดเชื้อสู่ลูกไก่ผ่านไข่ได้

สรุป

ปัจจัยในระบบการเลี้ยงไก่ในช่วงเวลาต่าง ๆ ที่มีผลต่อการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มไก่เนื้อเพื่อการส่งออกมากตามลำดับ ได้แก่ วัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยง สัตว์พาหะนำเชื้อช่วงก่อนการนำลูกไก่เข้าเลี้ยง สัตว์พาหะนำเชื้อช่วงการเลี้ยงไก่ บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยงและบริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงก่อนนำลูกไก่เข้าเลี้ยง ซึ่งเชื้อซัลโมเนลล่าที่ตรวจพบสูงสุด 3 ลำดับแรกได้แก่ *S.* Agona, *S.* Kedougou และ *S.* Albany และพบความความสัมพันธ์อย่างมากระหว่างการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากวัสดุปูรองในช่วงการเลี้ยงกับการพบเชื้อซัลโมเนลล่าจากปัจจัยอื่นในระบบการเลี้ยงไก่คือ โรงเรือนหลังทำความสะอาดและฆ่าเชื้อ วัสดุปูรองหลังฆ่าเชื้อ บริเวณทางเข้าโรงเรือนในช่วงการเลี้ยง และสัตว์พาหะนำเชื้อในช่วงการเลี้ยงไก่

ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษายังพบความชุกของเชื้อซัลโมเนลล่าสูงในบางปัจจัยในระบบการเลี้ยงในฟาร์มส่วนหนึ่ง และปัจจัยเหล่านั้นมีความสัมพันธ์กันแสดงถึงการแพร่กระจายเชื้อในปัจจัยเหล่านี้โดยไม่มีมาตรการการควบคุมหรือมีมาตรการควบคุมที่ยังไม่มีประสิทธิภาพเพียงพอ บางฟาร์มพบการติดเชื้อซัลโมเนลล่า *S.* Typhimurium ซึ่งก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษในคนและห้ามพบในเนื้อสัตว์ปีกดิบส่งไปสหภาพยุโรป อีกทั้งมีบางฟาร์มที่สามารถควบคุมการติดเชื้อซัลโมเนลล่าได้ผลดีมีความชุกของเชื้อในสิ่งแวดล้อมที่เป็นปัจจัยในระบบการเลี้ยงอยู่ในระดับต่ำ แสดงว่ามีความเป็นไปได้ในการควบคุมการปนเปื้อนเชื้อเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มสัตว์ปีกเนื้อ ในประเทศไทย ดังนั้น ควรให้ความรู้กับผู้ประกอบการทราบถึงปัจจัยในระบบการเลี้ยงที่ยังคงเป็นปัญหา รวมถึงวิธีการหรือมาตรการควบคุมป้องกันที่มีประสิทธิภาพ โดยมีการกำหนดขั้นตอนและวิธีการของมาตรการควบคุมป้องกันการปนเปื้อนเชื้อซัลโมเนลล่าในแต่ละปัจจัยในระบบการเลี้ยง เช่น การทำความสะอาดและฆ่าเชื้อด้วยวิธีและความถี่ที่เหมาะสม มีโปรแกรมการกำจัดแมลงและสัตว์พาหะนำเชื้อที่มีประสิทธิภาพและสอดคล้องกับวงจรชีวิตของสัตว์พาหะนำเชื้อ เป็นต้น โดยใช้หลักการประเมินความเสี่ยงและข้อมูลทางวิทยาศาสตร์ที่เกี่ยวข้องเพื่อการวางระบบที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ มีระบบเฝ้าระวังในการตรวจติดตามและแก้ไขข้อบกพร่องที่ชัดเจนและมีประสิทธิภาพ การดำเนินการภายใต้หลักการนี้จะทำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อซัลโมเนลล่าในฟาร์มเลี้ยงไก่เนื้อเพื่อการส่งออกไปสหภาพยุโรป

Vol. 68-71 No. 1-2 June - December 2020

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณ รศ.สพ.ญ.สุวิชา เกษมสุวรรณ ภาควิชาสัตวแพทยสาธารณสุข คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ รศ.ดร.ภัทรสินี ภัทรโกศล ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รศ.ดร.สุเมธ ตันตระเธียร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ดร.บัณฑิต เรืองตระกูล ที่ปรึกษาสถาบันอาหาร รศ.น.สพ.ดร.ประภาส พัชนี ภาควิชาคลินิคสัตว์บริโภค คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ และ ดร.พัชนีนาฏ สุวานิช ที่ให้คำแนะนำด้านวิชาการในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์. 2553. ระเบียบกรมปศุสัตว์ว่าด้วยการควบคุมโรคแซลโมเนลลาสำหรับสัตว์ปีก พ.ศ. 2553. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศและงานทั่วไป เล่ม 127 ตอนพิเศษ 140 ง วันที่ 8 ธันวาคม พุทธศักราช 2553.

นิอร บุญประเสริฐ ศุภชัย เนื้อนวลสุวรรณ ชัยวัฒน์ พูลศรีกาญจน์ ศิริญญา พรเอี่ยม และนิภา โชติสัจจะวาที. 2557. แหล่งที่มาและการแพร่กระจายเชื้อซัลโมเนลล่าในการผลิตไก่เนื้อแบบครบวงจร. *เวชชสารสัตวแพทย์.* 44 (1): 117-124.

ภุมริน รักพุดซา สุวิชา เกษมสุวรรณ และเฉลิมเกียรติ แสงทองพินิจ. 2556. ความชุกของ *Salmonella* spp. ในวงจรการผลิตไก่เนื้อแบบอุตสาหกรรม. *Proceedings of 51st Kasetsart University Annual Conference.* Veterinary Medicine, Fisheries : 1-8.

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ. 2547. ปัญหาสภาพความเสี่ยงในห่วงโซ่อาหารด้านปศุสัตว์และสัตว์ปีก. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 894 หน้า.

Angkititrakul, S., Chomvarin, C. and Chaita, T. 2005. Epidemiology of antimicrobial resistance in *Salmonella* isolated from pork, chicken meat and humans in Thailand. *Southeast Asian J. Trop. Med. Pub. Health.* 36 (6): 1510-1515.

Boonmar, S., Bangtrakulnonth, A., Pornrunangwong, S., Marnrim, N., Kaneko, K. and Ogawa, M. 1998. *Salmonella* in Broiler Chickens in Thailand with Special Reference to Contamination of Retail Meat with *Salmonella* Enteritidis. *J. Vet. Med. Sci.* 60 (11): 1233-1236.

Boonprasert, N. 2016. Probabilistic model and genetic characteristic of salmonella in broiler production. *Proceedings of the 15th Chulalongkorn University Veterinary Conference (CUVC) 2016: Research in Practice.* : 131-135.

Bunloet, C., Kijiphakapanith, N., Luupanyalerd, T. and Chansong, N. 2019. Prevalence of *Salmonella* spp. isolated from Darkling Beetle inside the Poultry farms in Thailand. *Proceedings of the 21st World Veterinary Poultry Association Congress 2019.*: 375.

Curtllo, S., Vaillant, A.A., Asemota, H., Akpaka, P.A. and Smikle, M.P. 2013. Prevalence of *Salmonella* Organisms in Poultry and Poultry Environments in Jamaica. *Microb. Res. J. Inter.* 3 (4): 461-469.

European Food Safety Authority (EFSA). 2007. Report of the task Force on Zoonoses Data Collection on the analysis of the baseline survey on the prevalence of *Salmonella* in broiler flocks of *Gallus gallus*, in the EU, 2005-2006. Part A: *Salmonella* prevalence estimates. *EFSA Journal.* 98: 1-85.

Food Safety and Inspection Service (FSIS). 2010. "Compliance Guideline for Controlling *Salmonella* and *Campylobacter* in poultry." [Online]. Available : http://www.fsis.usda.gov/Significant_Guideline/index.sap. [May 5, 2020]

International Organization for Standardization (ISO). 2014. "ISO 6579-3 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of *Salmonella* Part 3: Guidelines for serotyping of *Salmonella* spp." [Online]. Available https://www.iso.org/standard/56714.html. [May 5, 2020]

International Organization for Standardization (ISO). 2017. "ISO 6579-1:2017 Microbiology of the food chain - Horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella - Part 1: Detection of *Salmonella* spp." [Online]. Available : https://www.iso.org/standard/56712.html. [May 5, 2020].

Kijiphakapanith, N., Bunloet, C., Luupanyalerd, T. and Chansong, N. 2019. Relative Risk Factors on *Salmonella* spp. in the Poultry Farm under Tropical Conditions. *Proceedings of the 21st World Veterinary Poultry Association Congress 2019*: 375-376.

Kumar, T., Mahajan, N.K. and Rakha, N.K. 2012. Isolation and prevalence of *Salmonella* serovars from poultry in difference parts of Haryana, India. *Indian J Anim. Sci.* 82 (6): 557-560..

Kusumaningrum, H.D., Riboldi, G., Hazeleger, W.C. and Beumer, R.R. 2003. Survival of foodborne pathogens on stainless steel surfaces and cross-contamination to foods. *Int. J. Food Microbiol*. 85 (3): 227–236.

Phongaran, D., Khang-Air, S. and Angkititrakul, S. 2019. Molecular

epidemiology and antimicrobial resistance of *Salmonella* isolates from broilers and pigs in Thailand. *Vet. World.* 12 (8): 1311-1318.

Trongjit, S., Angkititrakul, S., Tuttle, R., Poungseree, J., Padungtod, P. and Chuanchuen, R. 2017. Prevalence and antimicrobial resistance in *Salmonella* Enterica isolated from broiler chickens, pigs and meat products in Thailand-Cambodia border provinces. *Microbiol. Immunol*. 61 (1): 23-33.

World Organisation of Animal Health (OIE). 2019. "Chapter 3.9.8 Salmonellosis, version adopted in May, 2016". [Online]. Available : https://www.oie.int/fileadmin/Home/eng/ Health_standards/ tahm 3.09.08_SALMONELLOSIS.pdf. [May 5, 2020].