

บทความวิจัย

การตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคสดที่จำหน่าย ในบริเวณตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก

สถิตคุณ ไผ่ตรีจิต¹* วท.บ., สิทธิณี ปฐมกำธร¹ วท.บ., ส่งศักดิ์ ศรีสง่า² วท.บ., พันธุ์ทิพย์ หินหุ้มเพชร³ Ph.D.

Received: June 20, 2021

Revised: November 24, 2021

Accepted: November 25, 2021

บทคัดย่อ

การพบยาปฏิชีวนะในอาหารเป็นปัญหาสำคัญด้านสาธารณสุข ยาปฏิชีวนะเหล่านี้อาจส่งผลให้เกิดการสะสมและตกค้างในอาหาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อสุกรและเนื้อโคสด ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการบริโภคของมนุษย์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกร และเนื้อโคสดที่จำหน่ายตามร้านค้าภายในบริเวณตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยใช้ชุดตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสัตว์ (CM-Test™) ตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษารวบรวมจากแผงขายเนื้อสุกรสด 37 แห่งและแผงขายเนื้อโคสด 14 แห่งจากตลาดท้องถิ่น 12 แห่งตั้งแต่เดือนกรกฎาคม 2562 ถึงตุลาคม 2563 คัดเลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีการแบบเฉพาะเจาะจง

ผลการศึกษาพบว่า การตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์แตกต่างกันตามชนิดของเนื้อสัตว์โดยพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะจากตัวอย่างเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายเพื่อการบริโภคทั้งหมดจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.9 จำแนกเป็นการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคสดชนิดละ 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.7 และ 7.1 ตามลำดับ การตกค้างของยาปฏิชีวนะมีความเป็นไปได้หลายชนิด เช่น เพนิซิลลิน เตตราไซคลิน และซัลโฟนาไมด์ ซึ่งอาจมีระดับสูงกว่าค่าปริมาณยาสูงสุดที่ยอมรับให้มีการตกค้าง ดังนั้นผู้บริโภคอาจมีโอกาที่จะรับสัมผัสยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในอาหาร ในปริมาณที่อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพ หน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงควรตรวจสอบและทดสอบการตกค้างของยาปฏิชีวนะเพื่อความปลอดภัยในอาหารต่อไป

คำสำคัญ: เนื้อโคสด เนื้อสุกรสด ยาปฏิชีวนะ

¹ นิสิตหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

² เจ้าหน้าที่บริการวิทยาศาสตร์ คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

³ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

* ผู้รับผิดชอบบทความ: satitkoonm58@nu.ac.th

The antibiotic residues in raw pork and beef sold at the fresh markets in Muang District, Phitsanulok Province

Satitkoon Maitreejit^{1,*} B.Sc., Sittinee Patomkamtor¹ B.Sc., Songsak Srisanga² B.Sc.,
Pantip Hinhumpatch³ Ph.D.

ABSTRACT

The presence of antibiotic residues in foods has immense public health significance. These antibiotics might result in the deposition of residues in foods, especially in raw pork and beef, which poses a risk for human consumption. This research aimed to study the contamination of antibiotic residues in fresh pork and beef sold at the fresh markets at Muang District, Phitsanulok Province, using a test kit for antimicrobial residues detection in meats (CM-TestTM). The study samples were collected from 37 fresh pork and 14 fresh beef selling market stalls from 12 local markets from July 2019 to October 2020. The samples were collected using the purposive sampling technique.

The result showed that the contamination of antibiotic residues differed between meat types. Residues of antibiotics were found in 2 samples of meat sold for consumption, representing 3.9%, classified as detectable antibiotic residues in 1 sample of fresh pork and beef, representing 2.7% and 7.1%, respectively. There was possible that many types of antibiotics were contaminated, such as penicillin, tetracycline, and sulphonamide, which might be presenting greater than maximum residue limits. Therefore, consumers may be exposed to antibiotic residues in food at a level that may cause a negative impact on health. Relevant agencies should further monitor and determine the contamination of antibiotic residues to ensure the safety of foods.

Keywords: Fresh beef, Fresh pork, Antibiotic residues

¹ Student in Bachelor of Science Program in Environmental Health, Faculty of Public Health, Naresuan University

² Science service officer of Faculty of Veterinary Science, Chulalongkorn University

³ Assistant Professor, Division of Environmental Health, Faculty of Public Health, Naresuan University

* Corresponding author: satitkoonm58@nu.ac.th

บทนำ

การตกค้างของยาปฏิชีวนะในอาหาร เป็นปัญหาสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพและการสาธารณสุขทั่วโลก ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่สามารถส่งผลให้เกิดปรากฏการณ์การดื้อยาของเชื้อโรค (Antimicrobial resistance: AMR) (World Health Organization Regional Office for Europe, 2011) จากรายงานของศูนย์ควบคุม และป้องกันโรคแห่งยุโรปเมื่อปี ค.ศ. 2015 พบว่า ภาวะโรคจากประชากรที่ติดเชื้อดื้อยาของยุโรปมีอัตราสูงขึ้นตั้งแต่ปี ค.ศ. 2007 เป็นต้นมา และในปี ค.ศ. 2015 มีประชากรในกลุ่มประเทศยุโรปเสียชีวิตจากการติดเชื้อดื้อยาสูงถึง 33,110 ราย กลุ่มที่พบอัตราเสียชีวิตมากที่สุด ได้แก่ เด็กทารกอายุน้อยกว่า 1 ปี และผู้สูงอายุมากกว่า 65 ปี (Cassini, Hogberg, Plachouras, Quattrocchi, Hoxha, Simonsen et al., 2019) การตกค้างของยาปฏิชีวนะในอาหารยังส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหาร (Food security) จากรายงานขององค์การอนามัยโลก พบความเชื่อมโยงอย่างชัดเจนระหว่างการใช้ยาปฏิชีวนะในอาหารสัตว์ และโรคติดต่อโดยอาหารที่พบเชื้อดื้อยาในมนุษย์ เช่น เชื้อซัลโมเนลลา (Salmonella) เชื้อแคมไพโลแบคเตอร์ (Campylobacter) (World Health Organization Regional Office for Europe, 2011) ซึ่งอาจนำไปสู่ปัญหาการรักษาโรคในมนุษย์ และส่งผลกระทบต่อปัญหาด้านสาธารณสุข การตกค้างของยาปฏิชีวนะในอาหารส่วนใหญ่มักเกิดในเนื้อสัตว์ สัตว์เหล่านั้นนอกจากได้รับยาปฏิชีวนะที่ถูกผสมกับอาหารแล้ว ผู้เลี้ยงอาจมีการใช้ยาปฏิชีวนะอย่างไม่ถูกต้อง หรือเกิดการระบาดของเชื้อดื้อยาในสัตว์จึงทำให้ใช้ยาในปริมาณสูง อีกทั้งในหลายประเทศรวมถึงประเทศไทย ผู้เลี้ยงสัตว์ยังสามารถเข้าถึงยาปฏิชีวนะได้ง่าย เนื่องจากหาซื้อได้และมีราคาถูก (Menkem, Ngangom, Tamunjoh, & Boyom, 2019; Nhung, Vana, Cuonga, Duongb, Nhatb, Hang et al., 2018) ดังนั้น การตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์สามารถส่งผลกระทบต่อมนุษย์ผ่านห่วงโซ่อาหารได้ ซึ่งจากการศึกษาเมื่อนำเนื้อสัตว์ไปปรุงผ่านความร้อนด้วยวิธีต่างๆ พบว่าปริมาณยาปฏิชีวนะตกค้างลดลงแต่ยังคงหลงเหลืออยู่ (Shaltout, Elshatter, & Fahim,

2019) หากผู้บริโภคได้รับยาปฏิชีวนะตกค้างในอาหารที่ระดับความเข้มข้นต่ำ อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรงต่อร่างกายของผู้บริโภค เช่น ทำให้เกิดอาการแพ้ ภูมิแพ้การทำงานของระบบทางเดินอาหาร รวมถึงการดื้อยาของเชื้อประจำถิ่นในทางเดินอาหาร ซึ่งเป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วง และหากได้รับในระยะเวลาอันยาวนาน อาจทำให้เกิดผลกระทบต่อระบบสืบพันธุ์ และเกิดความผิดปกติในทารกได้ (Menkem et al., 2019)

จากการศึกษารายงานภายในประเทศไทย พบว่า เนื้อสุกร และเนื้อโค เป็นหนึ่งในอาหารประเภทเนื้อสัตว์ที่มีโปรตีนคุณภาพสูง (Somboonpanyakun, 2012) เป็นเนื้อสัตว์ที่นิยมบริโภคเป็นจำนวนมาก (Jaisue & Angkitittrakul, 2011) และมีแนวโน้มความต้องการบริโภคที่เพิ่มขึ้น (Office of Agricultural Economics, 2019) แหล่งจำหน่ายเนื้อสุกรและเนื้อโคเพื่อการบริโภคในระดับครัวเรือนส่วนใหญ่ ได้แก่ ตลาดสดในจังหวัดต่างๆ ทั่วทั้งประเทศ จากการรวบรวมข้อมูลพบว่าในประเทศไทยได้มีการเฝ้าระวังการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ในพื้นที่ต่างๆ และยังคงพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะประเภทต่างๆ เช่น ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนบน พบเนื้อโคมีการตกค้างยาปฏิชีวนะมากที่สุด คิดเป็นร้อยละ 8.2 (Dobphan, 2017) และพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคที่วางจำหน่ายอยู่ในท้องตลาดในจังหวัดชัยภูมิ ร้อยละ 5.0 และ 2.5 ตามลำดับ (Nakarin & Chartsuphap, 2010) นอกจากนี้การเฝ้าระวังการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ และสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์ในจังหวัดพิจิตร พบยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสุกรและเนื้อโคร้อยละ 2.0 และ 15.4 ตามลำดับ (Khaychaiyaphum & Saccavadit, 2018) อย่างไรก็ตาม การสำรวจดังกล่าวยังไม่ครอบคลุมทุกจังหวัด และพบว่าเนื้อสุกรและเนื้อโคมีอัตราการตกค้างของยาปฏิชีวนะในระดับที่อาจเกิดอันตรายกับผู้บริโภคได้

จังหวัดพิษณุโลกตั้งอยู่ในเขตภาคเหนือตอนล่าง เป็นจังหวัดที่มีการปศุสัตว์หลายชนิด ได้แก่ การเลี้ยงโคเนื้อ กระบือ สุกร และสัตว์ปีก โดยในปี พ.ศ. 2558 มีการผลิตเนื้อโค มีมูลค่าสูงถึง 1,016 ล้านบาท

(Phitsanulok Province Office, 2016) และยังเป็นหนึ่งในสามจังหวัดที่มีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อมากที่สุด ในเขตรับผิดชอบพื้นที่ของสำนักงานปศุสัตว์เขต 6 (Department of Livestock Development, 2018a) ในปี พ.ศ. 2562 พบว่ามีเกษตรกรผู้เลี้ยงโคเนื้อเพิ่มขึ้นเกือบ 300 ราย จากปี 2561 (Department of Livestock Development, 2018a; Department of Livestock Development, 2019) และในปี 2560 มีการสำรวจฟาร์มสุกรทั่วจังหวัดพิษณุโลกพบเป็นจำนวนสูงถึง 74 แห่ง (Phitsanulok Provincial Livestock Office, 2017) ประกอบกับการทบทวนวรรณกรรมซึ่งพบว่ายังไม่มีการเฝ้าระวังการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ประเภท เนื้อสุกร และเนื้อโคที่วางจำหน่าย ณ ตลาดสดจังหวัดพิษณุโลก ดังนั้นการศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกร และเนื้อโคที่จำหน่ายตามร้านค้าภายในบริเวณตลาดสดอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยวิธีการยับยั้งทางจุลชีววิทยา (Microbiological inhibition methods) ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการตรวจหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ (Wu, Gao, Shabbir, Peng, Tao, Chen et. al., 2020) การเฝ้าระวังการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกร และเนื้อโคไม่เพียงแต่เป็นประโยชน์แก่การพิจารณาการควบคุมความปลอดภัยด้านอาหาร (Food safety) เท่านั้น แต่ยังทำให้ผู้บริโภคทราบถึงสถานการณ์การตกค้างของยาปฏิชีวนะในอาหาร และสามารถเป็นแนวทางให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ได้ตระหนักการคัดเลือกการจัดการกระจายและการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์และยกระดับการควบคุมคุณภาพวัตถุดิบเพื่อประกอบอาหารในประเทศไทยต่อไป

วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อศึกษาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกร และเนื้อโคที่จำหน่ายตามร้านค้าภายในบริเวณตลาดสดอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ด้วยชุดทดสอบยาต้านจุลชีพในเนื้อสัตว์ (CM-test™)

ระเบียบวิธีวิจัย

การศึกษานี้เป็นการศึกษาแบบภาคตัดขวาง (Cross-sectional study) ได้รับการรับรองจากคณะกรรมการจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ หมายเลขโครงการ 0426/62 ดำเนินการสำรวจและเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโคตามร้านค้าที่จำหน่ายในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกทุกร้านที่พบในการสำรวจ โดยศึกษาตัวอย่างเนื้อสุกรช่วงเดือนกรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2562 และศึกษาตัวอย่างเนื้อโคช่วงเดือน กรกฎาคม ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2563 พบตลาดสดที่มีร้านจำหน่ายเนื้อสุกรและร้านจำหน่ายเนื้อโคจำนวน 12 แห่ง หลังจากนั้นทำการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive sampling) ด้วยการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรที่เป็นเนื้อส่วนสันคอและเนื้อโคที่เป็นเนื้อส่วนสะโพกเนื่องจากเป็นบริเวณใช้สำหรับฉีดยาปฏิชีวนะ (Khaychaiyaphum & Saccavadit, 2018) โดยเก็บตัวอย่างแยกใส่ถุงซิปล็อค ขนส่งตัวอย่างจากตลาดมาสู่ห้องปฏิบัติการ โดยการใส่ไว้ในกล่องโฟมบรรจุน้ำแข็งที่ปิดสนิท หลังจากนั้นดำเนินการเตรียมตัวอย่างทันที

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การศึกษานี้ทำการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโคตามร้านค้าทุกร้านที่จำหน่ายในตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก ที่ได้ลงพื้นที่สำรวจ จำนวน 12 ร้าน ด้วยการสุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง โดยมีเกณฑ์ดังนี้ 1) เป็นร้านค้าแผงลอยที่มีการจำหน่ายเนื้อหมู และ/หรือเนื้อโค 2) ที่ตั้งขายในตลาดประเภทที่ 1 และประเภทที่ 2 3) เปิดดำเนินการทุกวัน 4) ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยทำการเก็บตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโคตามร้านที่จำหน่ายในตลาดสด สุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรที่เป็นเนื้อส่วนสันคอ สุ่มตัวอย่างเนื้อโคที่เป็นเนื้อ ส่วนสะโพกเนื่องจากเป็นบริเวณใช้สำหรับฉีดยาปฏิชีวนะ (Khaychaiyaphum & Saccavadit, 2018) ตัวอย่างละ 200 กรัม รวมทั้งสิ้น 51 ตัวอย่าง จำแนกเป็นเนื้อสุกร จำนวน 37 ตัวอย่าง และเนื้อโค 14 ตัวอย่าง แสดงดังตาราง 1

ตาราง 1 จำนวนร้าน และตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโคที่ลงพื้นที่สำรวจ

ตลาดสด	จำนวนร้านเนื้อสุกร (ร้าน)	จำนวนร้านเนื้อโค (ร้าน)
ตลาดสดแห่งที่ 1	5	1
ตลาดสดแห่งที่ 2	1	-
ตลาดสดแห่งที่ 3	2	1
ตลาดสดแห่งที่ 4	5	1
ตลาดสดแห่งที่ 5	3	1
ตลาดสดแห่งที่ 6	17	2
ตลาดสดแห่งที่ 7	2	1
ตลาดสดแห่งที่ 8	1	1
ตลาดสดแห่งที่ 9	1	-
ตลาดสดแห่งที่ 10	-	1
ตลาดสดแห่งที่ 11	-	4
ตลาดสดแห่งที่ 12	-	1
รวม	37	14

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่พบร้านที่จำหน่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การศึกษานี้ใช้ชุดตรวจสอบยาด้านจุลชีพตกค้างในเนื้อสัตว์ ซีรัม บัสสาวะ อาหาร และน้ำดื่มของสัตว์ (CM-test™) ของศูนย์ติดตามการดื้อยาของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ (โดยความร่วมมือกับองค์การอนามัยโลก) คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยสามารถตรวจสอบยาปฏิชีวนะตกค้างได้ 22 ชนิด ได้แก่ Penicillin, Ampicillin, Amoxicillin, Cloxacillin, Tetracycline, Furazolidone, Chloramphenicol, Chlortetracycline, Enrofloxacin, Norfloxacin, Gentamicin Kanamycin, Erythromycin, Sulfadiazine,

Chlortetracycline, Oxytetracycline, Furaltadone, Nitrofurazone, Tylosin Sulfadiazine, Trimethoprim, Sulfamethiazole และ Nitrofurantoin ซึ่งมีค่าสำหรับค่า Sensitivity และค่า Specificity ของชุดตรวจสอบ "CM-Test™" ในการตรวจยาด้านจุลชีพตกค้างในตัวอย่างสูงถึงร้อยละ 93.0-100.0 และร้อยละ 100.0 ตามลำดับ (Chalermchaikit, Lertworapreecha, Poonsook, Kantaprom, Lertworapreecha, Srisanga et al., 2005) แสดงดังตาราง 2

ตาราง 2 ความสามารถของชุดตรวจสอบสารต้านจุลชีพตกค้างในเนื้อสัตว์ CM-Test™ ในการตรวจสอบยาต้านจุลชีพในเนื้อสัตว์

ยาต้านจุลชีพ	ความเข้มข้นของยา (ppm)		MRLs (ppm) ในเนื้อสัตว์
	เนื้อไก่	เนื้อสุกร	
Penicillin	0.008	0.008	0.05
Ampicillin	0.01	0.01	0.05
Amoxicillin	0.01	0.01	0.05
Cloxacillin	0.025	0.015	0.3
Chloramphenicol	10	10	-
Enrofloxacin	8	7	0.1
Norfloxacin	8	10	-
Gentamicin	0.8	0.6	0.05
Kanamycin	2	1.5	0.1
Erythromycin	2	1	0.2
Chlortetracycline	1.5	0.8	0.1
Tetracycline	0.3	0.4	0.1
Oxytetracycline	0.8	0.5	0.1
Sulfamethazine	0.5	0.2	0.1
Sulfathiazole	0.2	0.15	0.1
sulfadiazine	0.2	0.5	0.1
Trimethoprim	0.3	0.5	0.05
Furazolidone	5	8	-
Furaltadone	12	12	-
Nitrofurazone	5	6	-
Nitrofurantoin	5	5	-

หมายเหตุ MRLs (Maximum Residue Limits) หมายถึง ปริมาณยาสูงสุดที่ยอมรับให้มีการตกค้างกำหนดโดย CODEX Alimentarius international food standards

- หมายถึง ไม่ได้กำหนด

วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ติดต่อขอรับการสนับสนุนชุดตรวจสอบ CM-test™ ของศูนย์ติดตามการติอยาของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ (โดยความร่วมมือกับองค์การอนามัยโลก) คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. ลงพื้นที่สำรวจตลาดสดในอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก เพื่อเก็บข้อมูลจำนวนตลาดสดที่มีร้านจำหน่ายเนื้อสุกรและเนื้อโค

3. จัดบันทึกการลงพื้นที่สำรวจตลาดสด

4. เก็บตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโคสดใส่ถุงซิปล็อค และใส่ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็งเพื่อรักษาสภาพตัวอย่างระหว่างขนส่ง

5. วิเคราะห์ตัวอย่างที่ห้องปฏิบัติการสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ด้วยวิธีพอสังเซป ดังนี้

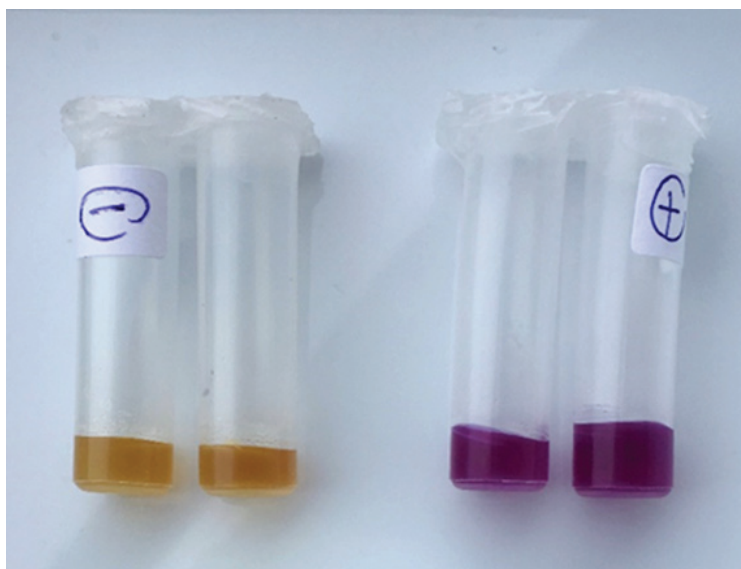
5.1 นำเนื้อตัวอย่างมาบดละเอียดด้วยการสับแบ่งตัวอย่างออกเป็นสี่ส่วนเท่าๆ กัน และคัดเลือก 1 ส่วนมาชั่งน้ำหนักจำนวน 15 กรัมต่อตัวอย่าง จำนวนซ้ำทั้งสิ้น 3 ซ้ำ

5.2 นำเนื้อที่สับละเอียดจำนวน 15 กรัม ไปคั้นน้ำเนื้อโดยใช้ผ้าขาวบางสะอาดที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วให้ได้น้ำเนื้อปริมาตร 0.1-0.2 มิลลิลิตร

5.3 ชับน้ำที่คั้นได้จากตัวอย่างเนื้อสุกรและตัวอย่างเนื้อโคด้วยแผ่นกระดาษกรองเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.6 เซนติเมตร (หรือน้อยกว่า 1 เซนติเมตร) ที่ผ่านการฆ่าเชื้อ แล้วให้กระดาษกรองชุ่มด้วยน้ำที่คั้นจากเนื้อวางกระดาษกรองดังกล่าวลงในหลอดชุดตรวจสอบ โดยให้สัมผัสผิวบนของอาหารเลี้ยงเชื้อ

5.4 ตัวอย่างควบคุมให้ใช้แผ่นกระดาษกรองจุ่มสารสกัดโปรตีนปลดยาต้านจุลชีพวางลงในหลอดทดสอบที่กำหนดให้เป็นหลอดควบคุม ปิดฝาหลอดตรวจสอบด้วยพาราฟิล์ม เพื่อป้องกันสารในหลอดระเหยในระหว่างการอบเพาะหลอดทดสอบ

5.5 นำหลอดทดสอบไปอบเพาะในอุณหภูมิ 65 ± 1 องศาเซลเซียส ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (Incubator) เป็นเวลา 2½ ถึง 3 ชั่วโมง การอ่านผลของหลอดทดสอบโดยการสังเกตสีของหลอดทดสอบ (Chalermchaikit, Poonsook, Dangprom, Lertworapreecha, & Jotisakulratana, 2002) สามารถแปลผลได้ดังนี้ ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อเปลี่ยนเป็นสีเหลืองทั้งหลอด หมายถึงให้ผลเป็นลบ (-) แปลผลว่าไม่พบยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสัตว์ และหากอาหารเลี้ยงเชื้อมีสีม่วงเพียงบางส่วน หมายถึงให้ผลเป็นบวก (+) แปลผลว่าพบยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสัตว์ทำการศึกษา 3 ซ้ำต่อ 1 ตัวอย่างแสดงดังภาพ 1



ภาพ 1 หลอดควบคุมผล (Controlling tubes): ก. คือ หลอดควบคุมที่ให้ผลเป็นลบ (Negative), ข. คือ หลอดควบคุมที่ให้ผลเป็นบวก (Positive)

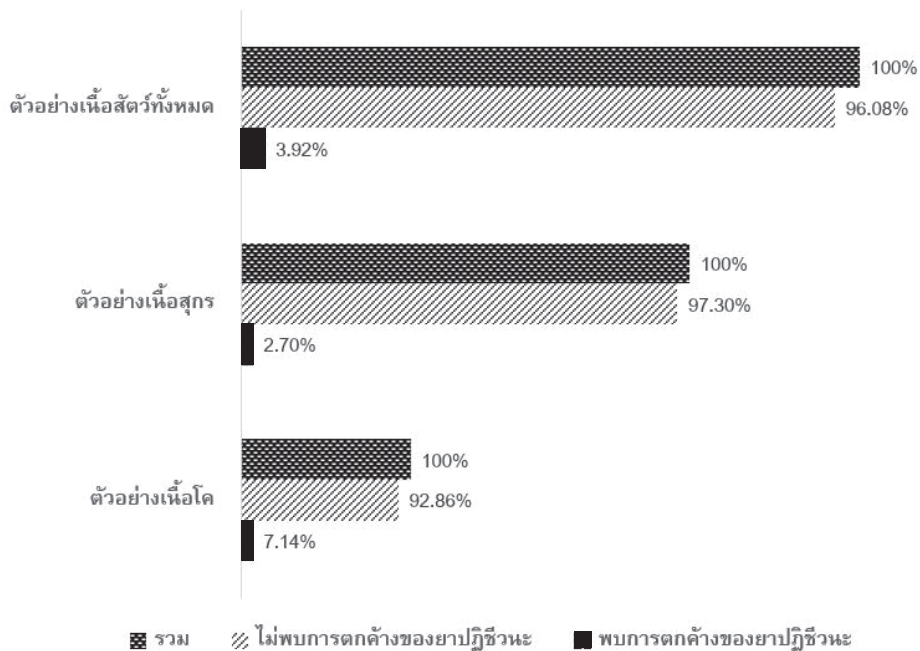
การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้สถิติเชิงพรรณนา (Descriptive statistics) แสดงจำนวนและร้อยละของตัวอย่างที่พบการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโค

ผลการวิจัย

ผลการตรวจหาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคสด จำนวนตัวอย่างทั้งหมด 51 ตัวอย่าง จำแนกเป็นเนื้อสุกร 37 ตัวอย่าง และเนื้อโค 14 ตัวอย่าง จากทุกร้านที่จำหน่ายภายในบริเวณตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่าลักษณะทางกายภาพของเนื้อสุกรทั้ง 37 ตัวอย่าง มีความคล้ายคลึงกัน โดยเนื้อมีสีชมพูแดงสด อมเทา ไขมันมีครีม (ไม่มีรอยจุดเลือด หรือรอยชำเลือดจากการบาดเจ็บ) โครงสร้างกล้ามเนื้อ เส้นใยกล้ามเนื้อแน่นมีความคงตัว ยืดหยุ่นได้ ผิวหน้า

ชื้นเนื้อไม่มีเมือก ไม่มีน้ำซึมออกตามชั้นเนื้อ เมื่อทำการตรวจสอบด้วยชุดตรวจสอบ CM-test™ พบตัวอย่างที่ให้ผลเป็นบวก 1 ตัวอย่าง จากในเนื้อสุกร 37 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 2.7 โดยตัวอย่างที่พบมาจากตลาดสดประเภทที่ 1 ที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งเป็นตลาดที่มีลักษณะที่ผู้ขายเป็นแบบประจำไม่เปลี่ยนผู้ขายในพื้นที่ ทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในการเลือกซื้ออาหาร และสามารถเข้าถึงได้ทุกวัน ในส่วนของเนื้อโคจำนวน 14 ตัวอย่างนั้น พบว่าลักษณะทางกายภาพส่วนใหญ่เนื้อมีสีแดงเข้ม มีไขมันแทรกตามก้อนเนื้อไม่มาก โครงสร้างกล้ามเนื้อ มีเส้นใยเป็นริ้วตามแนวยาว เมื่อทำการตรวจสอบยาต้านจุลชีพตกค้างด้วยชุดตรวจสอบชนิดเดียวกันนั้นพบเนื้อโคที่ให้ผลเป็นบวก 1 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7.1 ซึ่งตัวอย่างที่พบมาจากตลาดสดประเภทที่ 1 เช่นเดียวกัน แสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 จำนวนตัวอย่างเนื้อสัตว์ทั้งหมด จำแนกเป็นตัวอย่างเนื้อสุกรและเนื้อโค ที่พบและไม่พบการตกค้างของยาปฏิชีวนะ

เมื่อพิจารณาภาพรวมเนื้อสุกร และเนื้อโคสดที่จำหน่ายในตลาดสด อำเภอเมือง พิษณุโลก พบว่าในเนื้อสัตว์มีการตกค้างของยาปฏิชีวนะจำนวน 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 3.9 ของตัวอย่างทั้งหมดที่ทำการศึกษา เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของการตรวจวัดของชุดตรวจ CM-test™ ที่มีค่าความไว (Sensitivity) ในเนื้อสุกรเท่ากับ 100% และค่าความจำเพาะ (Specificity) เท่ากับร้อยละ 93.3 ร่วมกับค่าปริมาณยาปฏิชีวนะสูงสุดที่ยอมรับให้มีการตกค้าง (Maximum Residue Limits: MRLs) พบว่า มีความเป็นไปได้ที่จะตรวจพบการปนเปื้อนของยาในกลุ่มเพนิซิลลินในระดับ 0.005-0.02 ppm (ต่ำกว่าค่า MRLs) และยากลุ่มเตตราไซคลิกในระดับ 0.15-2.00 ppm (ใกล้เคียงกับค่า MRLs) (Chalermchaikit et al., 2002) เนื่องจากพบว่ายาปฏิชีวนะออกซิเตตราไซคลิกินจัดอยู่ในกลุ่มเตตราไซคลิกิน เป็นยาที่มีการใช้ในการเลี้ยงสัตว์มากที่สุดและยาทั้งสองกลุ่มนี้ถูกใช้ในการเลี้ยงทั้งสุกรและโคอีกด้วย (Sooksai, Ratbamroong, Sawannaprom, & Chowwanapoonpohn, 2016)

สรุปและอภิปรายผล

จากการศึกษาการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคสดที่จำหน่ายตามร้านค้าภายในบริเวณตลาดสด อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก พบว่า ทั้งเนื้อสุกรและเนื้อโคมีร้อยละการตกค้างของยาปฏิชีวนะในระดับต่ำ และเนื้อสัตว์ที่พบว่ามีการตกค้างของยาปฏิชีวนะนั้นมาจากตลาดและร้านค้าที่แตกต่างกัน เมื่อพิจารณาจากสภาพแวดล้อมของการจำหน่ายเนื้อสัตว์ในจังหวัดพิษณุโลก พบว่า ร้านจำหน่ายเนื้อสุกรและเนื้อโคสดส่วนใหญ่อาจอยู่ในช่วงการเตรียมการเพื่อเข้าร่วมโครงการปศุสัตว์ OK ซึ่งเป็นโครงการที่ให้การรับรองสถานที่จำหน่ายเนื้อสัตว์โดยเนื้อสัตว์ที่นำมาจำหน่ายต้องมาจากฟาร์มมาตรฐาน เชื่อได้ที่โรงฆ่าสัตว์ที่ถูกกฎหมาย และขายในสถานที่จำหน่ายที่สะอาด ถูกสุขลักษณะ รวมทั้งต้องสามารถตรวจสอบย้อนกลับถึงแหล่งที่มาของเนื้อสัตว์ที่นำมาขายได้ (Department of Livestock Development, 2018b) การศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษา Khaychaiyaphum & Saccavadi (2018) ที่รายงานว่าพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะใน

เนื้อสุกร (ร้อยละ 2.0) และเนื้อโค (ร้อยละ 15.4) ในจังหวัดพิจิตร (Khaychaiyaphum & Saccavadi, 2018) และการศึกษาของ Nakarin & Chartsuphap (2010) ที่ใช้ชุดทดสอบเดียวกันได้มีการระบุการตกค้างของยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสุกร (ร้อยละ 5.0) เนื้อโค (ร้อยละ 2.5) ในจังหวัดชัยภูมิและสาเหตุของการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสุกรและเนื้อโคนั้นอาจเนื่องมาจากการใช้ยาปฏิชีวนะกับสัตว์โดยเกษตรกรเองหรือบุคลากรที่ไม่ใช่สัตวแพทย์ จึงอาจขาดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้ยาปฏิชีวนะ และไม่ได้คำนึงถึงระยะเวลาหยุดยาก่อนส่งเข้าโรงฆ่าสัตว์ ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาก่อนหน้าในฟาร์มปศุสัตว์ในจังหวัดเชียงใหม่ (Sooksai et al., 2016)

อย่างไรก็ตามยังคงพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะในสายโซ่ของการผลิตเนื้อสัตว์ทั้งเนื้อสุกรและเนื้อโคปศุสัตว์เป็นแหล่งรายได้สำคัญของประเทศไทย และมีแนวโน้มการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นทุกปี การตรวจพบเชื้อโรคดื้อยาในเนื้อสัตว์ส่งออก เช่น สัตว์ปีกและเนื้อสุกรยังคงพบรายงานต่อเนื่อง (Coordination and Integration Committee of Antimicrobial Resistance section, 2015) ในขณะที่สถานการณ์การตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายในตลาดสดภายในประเทศ ซึ่งเป็นศูนย์กลางการซื้อขายอาหารของประชาชน กลับพบว่ยังไม่มียางานการศึกษาที่เพียงพอ ดังนั้นควรมีการตรวจสอบการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์ที่จำหน่ายตามตลาดสดภายในประเทศ ทั้งนี้ การตรวจสอบเบื้องต้น (Screening test) เพื่อค้นหา ยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสัตว์ สามารถทำได้ด้วยวิธี European Four Plate Test (EFPT) หรือวิธี Microbial Inhibition Disk Assay (MIDA) หรือใช้ชุดทดสอบอื่นๆ แต่เนื่องจากวิธีการทดลองเหล่านี้มีความซับซ้อน ใช้เวลานาน และใช้ค่าใช้จ่ายสูง จึงทำให้ไม่เป็นที่นิยมภายในประเทศ (Chalermchaikit et al., 2002) การใช้ชุดตรวจสอบ CM-test™ อาจนำมาใช้เป็นกรทดสอบเบื้องต้นที่สำคัญ ก่อนนำตัวอย่างที่ตรวจพบไปศึกษาเชิงปริมาณเพื่อยืนยันปริมาณการตกค้างของยาปฏิชีวนะในอาหารต่อไป นอกจากนี้ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 303 พ.ศ. 2550 พบว่าการใช้ยาปฏิชีวนะในสัตว์

จำเป็นต้องได้รับการควบคุมและต้องมีค่าตกค้างต่ำสุด ให้เป็นไปตามค่ามาตรฐาน และเพื่อให้เป็นไปตามมาตรา 25 (1) แห่ง พ.ร.บ.อาหาร พ.ศ. 2522 ที่ห้ามมิให้ผู้จำหน่ายอาหารที่ไม่บริสุทธิ์หรือมีสิ่งเจือปน (Food Act B.E. 2522, 1979) ซึ่งสอดคล้องตามกฎหมายกระทรวงฯ ว่าด้วยลักษณะของตลาด พ.ศ. 2551 ออกตามในพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 ที่ระบุในข้อ 21 (1) ว่าผู้รับใบอนุญาตจัดตั้งตลาดสด จะต้องควบคุมดูแลมิให้ผู้จำหน่ายอาหารที่ไม่สะอาดหรือไม่ปลอดภัย (Ministerial Regulation On Market Hygiene B.E. 2551, 2008) ซึ่งไม่เพียงแต่ครอบคลุมในส่วนของข้อกำหนดทางด้านกายภาพเท่านั้น แต่รวมไปถึงข้อกำหนดทางด้านชีวภาพ และเคมีด้วยเช่นกัน โดยรวมไปถึงสายโซ่ของการผลิตเนื้อสัตว์ ตั้งแต่ลักษณะการให้ยาปฏิชีวนะ การหยุดยาปฏิชีวนะในฟาร์มปศุสัตว์ ดังนั้นจากการทดลองพบการตกค้างของยาปฏิชีวนะ จึงมีความเป็นไปได้ที่จะส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยทางอาหารของประชาชน

เมื่อพิจารณาถึงชนิด และความเป็นไปได้ของยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในเนื้อสุกร และเนื้อโคสด จากการศึกษากาไรใช้ยาปฏิชีวนะในฟาร์มปศุสัตว์ จังหวัดเชียงใหม่ พบว่า ยาปฏิชีวนะออกซีเตตราไซคลินจัดอยู่ในกลุ่มเตตราไซคลิน เป็นยาที่มีการใช้ในการเลี้ยงสัตว์มากที่สุด และนอกจากนี้ยังพบว่า ยาในกลุ่มเตตราไซคลิน และกลุ่มเพนิซิลลิน ถูกใช้ในการเลี้ยงทั้งสุกรและโค (Sooksai et al., 2016) รวมถึงยังมีการใช้ยาในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ในการเลี้ยงโคเนื้ออีกด้วย (Military Development Office, 2016) เนื่องจากการใช้ยาเม็ดตุประสงค์เพื่อการป้องกัน ควบคุม และรักษาโรค หรือผสมในอาหารสัตว์ เพื่อเร่งการเจริญเติบโต ดังนั้น หากไม่มีการควบคุมกำกับ ดูแลการใช้ให้เหมาะสม จะทำให้เกิดการตกค้างในเนื้อสัตว์ที่บริโภคได้ หลังจากสัตว์ได้รับยาไม่ว่าจะให้โดยวิธีการใดก็ตาม ถ้าหากยาปฏิชีวนะที่สัตว์ได้รับมีปริมาณสูงหรือสัตว์ได้รับยาอยู่ตลอดเวลาเป็นเวลานานๆ จะทำให้ยานั้นสะสมอยู่ในส่วนต่างๆ ของร่างกายสัตว์ ซึ่งมากหรือน้อยจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดยา ชนิดของเนื้อเยื่อของร่างกายสัตว์ บริเวณที่ได้รับ และบางส่วนอาจถูกขับออกมากับน้ำนม (Khuuksukon &

Jaroopak, 1994; Okocha, Olatoye, & Adedeji, 2018) เมื่อพิจารณาขนาดตัวของโคมีขนาดใหญ่กว่าสุกร จึงมีความเป็นไปได้ที่จะได้รับยาปฏิชีวนะในปริมาณที่สูงกว่าสุกรเมื่อเทียบในสัดส่วนปริมาณยาที่ได้รับต่อน้ำหนักตัวของสัตว์ จึงทำให้เกิดการสะสมและตรวจพบปริมาณร้อยละของการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อโคสูงกว่าในเนื้อสุกร นอกจากนี้ยังพบว่ายาปฏิชีวนะบางกลุ่ม นอกจากจะทำให้เกิดการดื้อยาของจุลชีพแล้ว ยังมีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ เช่น ยาปฏิชีวนะในกลุ่มซัลโฟนาไมด์ มีผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันและอาจส่งผลทำให้เกิดโรคมะเร็งในมนุษย์ และยาปฏิชีวนะในกลุ่มเพนิซิลลิน อาจก่อให้เกิดการแพ้และระบบภูมิคุ้มกันได้ (European commission, 2001) โดยผลจากการรับสัมผัสอาจทำให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพทั้งในระยะสั้นและระยะยาว (Menkem et al., 2019)

ดังนั้น ผลการศึกษาตรวจพบยาปฏิชีวนะตกค้างในเนื้อสุกรและเนื้อโคในครั้งนี้ แสดงความเป็นไปได้ของการตกค้างของยาปฏิชีวนะอาจส่งผลกระทบต่อความมั่นคงทางอาหารซึ่งประกอบไปด้วย 4 มิติ ได้แก่ ความพอเพียงของปริมาณอาหาร (Availability) การเข้าถึงที่พอเพียงของบุคคล เพื่อได้มาซึ่งอาหารที่เหมาะสม และมีประโยชน์ (Access) การใช้ประโยชน์อย่างเพียงพอ สะอาด และรักษาสุขอนามัยเพื่อที่จะเข้าถึงภาวะความเป็นอยู่ที่ดีทางด้านโภชนาการ (Utilization) และเสถียรภาพทางอาหารของประชาชน (Stability) (Prasertsak, 2012) การจัดการปศุสัตว์ที่ดี (Good animal husbandry practices) การควบคุมคุณภาพวัตถุดิบในการประกอบอาหารและสินค้าการเกษตรที่นำมาเป็นอาหารบริโภคสำหรับมนุษย์ให้มีความปลอดภัย เพื่อให้ผู้บริโภคปลอดภัยจากอันตรายที่มาจากอาหาร (Khaychaiyaphum & Saccavadit, 2018) เป็นปัจจัยที่สำคัญในการลดโอกาสในการรับสัมผัสยาปฏิชีวนะที่ตกค้างในอาหารของผู้บริโภคได้เป็นการป้องกันผลกระทบเชิงลบต่อสุขภาพ และการลดภาระงานบริการทางด้านสาธารณสุข ดังนั้นหน่วยงานที่เกี่ยวข้องจึงจำเป็นต้องจะร่วมมือกันเฝ้าระวัง และตรวจสอบการตกค้างของยาปฏิชีวนะตามสายโซ่ของการผลิตเนื้อสัตว์ทั้งเนื้อสุกรและเนื้อโคอย่างต่อเนื่องเพื่อทำให้ผู้บริโภคมั่นใจในการ

เลือกซื้อวัตถุดิบในตลาดสดและปลอดภัยในการบริโภคอาหาร

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

ควรมีการยืนยันผลตรวจสอบการตกค้างของยาปฏิชีวนะด้วยการตรวจสอบในเชิงปริมาณเพื่อทราบถึงระดับที่เป็นอันตราย ต่อผู้บริโภคอย่างแน่ชัด รวมทั้งการให้ความรู้แก่ผู้จำหน่าย และผู้บริโภคมีความจำเป็นเช่นกัน เช่น ระยะเวลาที่ควรรับซื้อเนื้อสัตว์จากโรงฆ่าสัตว์ การเลือกซื้อบริเวณของชิ้นส่วนเนื้อสัตว์ สิ่งต่างๆ เหล่านี้ล้วนมีความสำคัญในการส่งเสริม และกระตุ้นให้ทั้งผู้จำหน่ายและผู้บริโภคตระหนักถึงการจำหน่าย และการบริโภคอาหารปลอดภัย ซึ่งจะเป็นประโยชน์แก่ประชาชนต่อไป

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การศึกษานี้มีข้อจำกัดในเรื่องของค่าใช้จ่ายความสะดวกในการเดินทางเพื่อการเก็บตัวอย่างข้อมูลเกี่ยวกับร้านจำหน่ายเนื้อสุกรและเนื้อโค และจำนวนของร้านจำหน่ายเนื้อโค และระยะเวลาที่จำกัด จึงทำให้มีผลต่อขนาดตัวอย่าง อย่างไรก็ตาม การเฝ้าระวังการตกค้างของยาปฏิชีวนะในเนื้อสัตว์มีความจำเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์ ที่เกิดขึ้น การศึกษาครั้งต่อไปควรศึกษาในกลุ่มตัวอย่างที่ใหญ่ขึ้น ไม่ว่าจะเป็นชนิดของเนื้อสัตว์ และพื้นที่ที่ทำการศึกษา

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากศูนย์ติดตามการดื้อยาของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ (โดยความร่วมมือกับองค์การอนามัยโลก) คณะสัตวแพทยศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และสาขาวิชาอนามัยสิ่งแวดล้อม คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร สถาบันวิจัยเพื่อความเป็นเลิศทางวิชาการด้านความหลากหลายทางชีวภาพ

เอกสารอ้างอิง

- Cassini, A., Hogberg, L. D., Plachouras, D., Quattrocchi, A., Hoxha, A., Simonsen, G. S. et al. (2019). Attributable deaths and disability adjusted life-years caused by infections with antibiotic-resistant bacteria in the EU and the European economic area in 2015: A population-level modelling analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 19(1), 56-66. doi.org/10.1016/S1473-3099(18) 30605-4
- Chalermchaikit, T., Lertworapreecha, M., Poonsook, K., Kantaprom, S., Lertworapreecha, N., Srisanga, S. et al. (2005, October 21). "CM-Test": The antimicrobial residue screening test kit in meat, serum, and urine. Retrieved June 13, 2021, from <https://www.phtnet.org/download/FullPaper/pdf/2ndSeminarKKU/af108.pdf>. (in Thai)
- Chalermchaikit, T., Poonsook, K., Dangprom, K., Lertworapreecha, M., & Jotisakulratana, K. (2002) Efficiency of antimicrobial residue screening test kit for meat "CM-Test". *Journal of Agricultural Science*, 33(6), 376-79. (in Thai)
- Coordination and Integration Committee of Antimicrobial Resistance section. (2015). *Landscape of antimicrobial resistance situation and action in Thailand*. Bangkok: Graphic and design publishing house. (in Thai)
- Department of Livestock Development. (2018a). *Number of farmers and cattle from each province in 2018*. Retrieved October 21, 2020, from <http://region6.dld.go.th/webnew/pdf/TS61/T2.pdf>. (in Thai)

- Department of Livestock Development. (2018b). *OK livestock project*. Retrieved December 10, 2020, from http://certify.dld.go.th/certify/images/download/meetingdownload/2562_2OK/6.pdf. (in Thai)
- Department of Livestock Development. (2019). *Number of farmers and cattle from each province in 2019*. Retrieved October 21, 2020, from: <http://region6.dld.go.th/webnew/pdf/ict62/T2-1-cattle.pdf>. (in Thai)
- Dobphan, S. (2017). Surveillance of meat quality in domestic slaughterhouses in the upper Northeast in the fiscal year 2017. *Newsletter of the Northeastern Veterinary Research and Development Center*, 15(1), 1-3. (in Thai)
- European commission. (2001). *Establishment of maximum residue limits (MRLs) for residues of veterinary medicinal products in foodstuffs of animal origin. Volume 8, notice to applicants and note for guidance 2001*. Retrieved June 6, 2021 from https://ec.europa.eu/health/medicinal-products/eudralex/eudralex-volume-8_en
- Food Act B.E. 2522. (1979, May 13). *Thai Government Gazette*, Vol. 96, Part 78, p. 12. (in Thai)
- Jaisue, T., & Angkititrakul, S. (2011). Contamination of staphylococcus aureus in pork and palms of butchers at fresh-food markets in Khon Kaen municipality. *KKU Veterinary Journal*, 21(2), 147-153. (in Thai)
- Khaychaiyaphum, P., & Saccavadit, S. (2018). Surveillance of bacterial contamination and the residue of antibiotics in meat from the slaughterhouse and butcher shop in Phichit. *Booklet of Veterinary Research and Development Center (Lower Northern Region)*, 15(57), 1-9. (in Thai)
- Khuuksukon, K., & Jaronpak, T. (1994). *Incidence of antimicrobial agents in pasteurized milk, UST milk and powdered milk in Bangkok. Experience Teaching Project*. Bangkok: Chulalongkorn University.
- Menkem, Z. E., Ngangom, B. L., Tamunjoh, S. S. A., & Boyom, F. F. (2019). Antibiotic residues in food animals: Public health concern. *Acta Ecologica Sinica*, 39(5), 411-415.
- Ministerial Regulation On Market Hygiene B.E. 2551. (2008, January 17). *Thai Government gazette*, Volume 125, Part 13 Kor, pp. 6-12 (in Thai)
- Military Development Office. (2016). *Guideline of promoting cattle raising*. Retrieved July 25, 2021, from shorturl.asia/2oIFS. (in Thai)
- Nakaran, C., & Chartsuphap, A. (2010). *Antimicrobial residues in pork, beef and chicken in Chaiyaphum province*. Retrieved July 7, 2019, from <http://certify.dld.go.th/certify/index.php/th/2016-05-01-14-51-22/2016-05-03-03-24-22/69-2016-05-18-08-09-40>. (in Thai)
- Nhung, N. T., Vana, N. T. B., Cuonga, N. V., Duongb, T. T. Q., Nhatb, T. T., Hang, T. T. T. et. al. (2018). Antimicrobial residues and resistance against critically important antimicrobials in non-typhoidal salmonella from meat sold at wet markets and supermarkets in Vietnam. *International Journal of Food Microbiology*, 266(1), 301-309.
- Office of Agricultural Economics. (2019). *The situation of important agricultural products and trends in 2020*. Retrieved January 12, 2020, from http://www.oae.go.th/assets/portals/1/ebook/category/24_trend2563-Final-Download/#page=1. (in Thai)

- Okocha, R. C., Olatoye, I. O., & Adedeji, O. B. (2018). Food safety impacts of antimicrobial use and their residues in aquaculture. *Public Health Reviews, 39*(21),1-22.
- Phitsanulok Provincial Livestock Office. (2017). *Standard pig farm*. Retrieved September 28, 2019, from <http://pvlo-phs.dld.go.th/home.html>. (in Thai)
- Phitsanulok Province Office. (2016). *Briefing of Phitsanulok Province*. Phitsanulok: Phitsanulok province office. Retrieved July 7, 2019, from <http://www.phitsanulok.go.th/describe55/briefing59.pdf>. (in Thai)
- Prasertsak, W. (2012). *Food security: Concepts and definitions*. Retrieved June 15, 2021, from <http://www.polsci.tu.ac.th/fileupload/36/24.pdf>. (in Thai)
- Shaltout, F. A., Elshatter, M. A., & Fahim, H. A. (2019). Studies on antibiotic residues in beef and effect of cooking and freezing on antibiotic residues beef samples. *Scholarly Journal of Food and Nutrition, 2*(1), 178-183.
- Somboonpanyakun. P. (2012, March 12). *Nutrition value of beef*. Retrieved September 28, 2019, from http://extension.dld.go.th/th1/index.php?option=com_content&view=article&id=214 (in Thai)
- Sooksai, S., Ratbamroong, N., Suwannaprom, P., & Chowwanapoonpohn, H. (2016). Antibiotic use in livestock farming: A case study in Chiang Mai. *Thai Journal of Pharmacy Practice, 8*(2), 283-294. (in Thai)
- World Health Organization Regional Office for Europe. (2011). *Tackling antibiotic resistance from a food safety perspective in Europe*. Retrieved July 1, 2020, from <https://www.euro.who.int/en/publications/abstracts/tackling-antibiotic-resistance-from-a-food-safety-perspective-in-europe>
- Wu, Q., Gao, X., Shabbir, M. A. B., Peng, D., Tao, Y., Chen, D. et al. (2020). Rapid multiresidue screening of antibiotics in muscle from different animal species by microbiological inhibition method. *Microchemical Journal, 152*, 1-6.