

นิพนธ์ต้นฉบับ

Original Article

การปนเปื้อนแบคทีเรียที่ดื้อยาปฏิชีวนะจากส้วมที่ตั้งในเขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร

Contamination of antibiotic resistant bacteria from toilets,

Thon Buri District, Bangkok

กิจจา จิตรภิมรณ วท.ด.

(วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

Kitja Chitpirom Ph.D.

(Environmental Science)

ฉาน ปัทมะ พลยง วท.ม.

(อาชีวอนามัยและความปลอดภัย)

Chan Pattama Polyong M.Sc.

(Occupational Health and Safety)

ปิยะรัตน์ จิตรภิมรณ วท.ม.

(เวชศาสตร์ชุมชน)

Piyarat Chitpirom M.Sc.

(Community Medicine)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

Faculty of Science and Technology,

Bansomdejchophaya Rajabhat University

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยเชิงสำรวจนี้เพื่อศึกษาการปนเปื้อนแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม และสเตรปโตค็อกคัส ที่ดื้อยาปฏิชีวนะจากส้วมในบ้านเรือนและส้วมสาธารณะ จากตัวอย่างส้วมที่ตั้งใน 5 ชุมชน ภายในแขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร รวมทั้งสิ้น 100 จุด เก็บตัวอย่างโดยวิธีการป้ายเชื้อ และทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะ โดยวิธี disk diffusion susceptibility ผลการศึกษาสามารถแยกแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนภายในส้วมบ้านเรือนและสาธารณะ จำนวน 120 และ 110 ไอโซเลต และแยกสเตรปโตค็อกคัสที่ปนเปื้อนภายในส้วมบ้านเรือนและสาธารณะ จำนวน 52 และ 63 ไอโซเลต ตามลำดับ โดยพบรูปแบบของการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรียที่แยกได้มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ระหว่างส้วมทั้ง 2 ประเภท ($p < 0.001$) ซึ่งแนวโน้มอัตราการร้อยละของการดื้อยาปฏิชีวนะของเชื้อแบคทีเรียที่ปนเปื้อนภายในบ้านเรือน น้อยกว่าที่แยกได้จากส้วมสาธารณะในชุมชน ทั้งนี้พบรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้ 4 และ 5 รูปแบบ ส่วนสเตรปโตค็อกคัสพบว่ามีรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะ 3 และ 4 รูปแบบ ที่แยกได้จากส้วมบ้านเรือนและส้วมสาธารณะภายในชุมชนตามลำดับ ข้อมูลดังกล่าวนี้มีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาห้องส้วมของไทย อันส่งผลให้เกิดสุขภาพที่ดี และความปลอดภัยของประชาชนได้เป็นอย่างดี

Abstract

Aim of this survey research is to study the contamination of antibiotic resistant Coliform bacteria and Staphylococcus from household and public toilets. The bacteria from 100 toilet samples in 5 communities located in Hirunruchi Sub-District, Thon Buri District, Bangkok, were collected by swab and also susceptibility testing by the disk diffusion susceptibility method. The obtained results showed the number of 120 and 110 coliform bacteria and 52 and 63 Staphylococcus from the household and public toilets were isolated, respectively. There were statistically significant associations between patterns of antibiotic resistance

and toilet types ($p < 0.001$), the percentage of antibiotic resistance isolated from household toilets was less than in the public toilets. The coliform bacteria isolated from household and public toilets showed 4 and 5 patterns while, the *Staphylococcus* showed 3 and 4 patterns of antibiotic resistance, respectively. This information is especially useful for developing Thai toilets, which affect health and safety of the public as well.

คำสำคัญ

ส้วม, การปนเปื้อนแบคทีเรียที่ดื้อยาปฏิชีวนะ

Key words

toilets, contamination of antibiotic resistant bacteria

บทนำ

จากการสำรวจการปนเปื้อนทางจุลชีววิทยาในส้วมสาธารณะ พบแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับอุจจาระรวมทั้งที่พบตามผิวน้ำ ได้แก่ แบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) เช่น *Escherichia coli* และ *Staphylococcus* spp.⁽¹⁾ รวมถึง *Klebsiella pneumonia*, *Enterobacter* spp., *Citrobacter* spp., *Pseudomonas aeruginosa* และ *Proteus* spp.⁽²⁾ ซึ่งแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวนี้พบปัญหาของการดื้อยาปฏิชีวนะในการรักษาเมื่อมีการติดเชื้อ เช่น การระบาดของ community-associated methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (CA-MRSA)⁽³⁾ การดื้อยาหลายชนิด (multi-drug resistant: MDR) ใน *E. coli*⁽⁴⁾ และ *K. pneumonia*⁽⁵⁾ การดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียเป็นผลจากการใช้ยาปฏิชีวนะที่มากขึ้น ทั้งในทางการแพทย์และสัตวแพทย์ ด้านเกษตรกรรมและการปศุสัตว์ รวมทั้งมีการผสมสารปฏิชีวนะลงในเคมีภัณฑ์ที่ใช้ทำความสะอาดในอาคาร บ้านเรือน ห้องส้วม ผลจากการใช้ยาปฏิชีวนะในอัตราที่สูงนี้เอง จึงก่อให้เกิดการตกค้างในผลิตภัณฑ์อาหาร และก่อให้เกิดการปนเปื้อนของยาปฏิชีวนะลงสู่สิ่งแวดล้อม⁽⁶⁾ จนแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อมมีการปรับตัว และเกิดวิวัฒนาการเพื่อการอยู่รอด และก่อให้เกิดการดื้อยาปฏิชีวนะเพิ่มขึ้น ขณะเดียวกันการใช้ยาปฏิชีวนะในปริมาณมาก อาจทำให้มีการคัดเลือกตามธรรมชาติของสายพันธุ์ที่ดื้อยา หรือมีการกลายพันธุ์ที่เพิ่มความสามารถในการดื้อยา ทำให้มีเชื้อดื้อยาเพิ่มมากขึ้น และแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมต่อไป เนื่องจากมีรายงานว่า การดื้อยาปฏิชีวนะอาจเกิดจากแบคทีเรียที่ดื้อยานั้น

ถ่ายทอดความสามารถในการดื้อยาในแนวดิ่ง หรือการถ่ายทอดการดื้อยาในสายพันธุ์เดียวกัน และมีความสามารถในการถ่ายทอดการดื้อยาในแนวนอนหรือระหว่างสายพันธุ์ หรือในระดับจีโนม⁽⁷⁻⁸⁾ ด้วยเหตุนี้เอง จึงมีโอกาสในการถ่ายทอดยีนดื้อยาจากแบคทีเรียในสิ่งแวดล้อม ที่ไม่มีความสามารถในการก่อโรค ไปสู่แบคทีเรียก่อโรค จึงทำให้เกิดการแพร่กระจายของแบคทีเรียที่มีความสามารถในการดื้อยาปฏิชีวนะในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น จนสามารถเกิดการดื้อยาปฏิชีวนะได้หลายชนิด หากประชาชนขาดความตระหนัก และมีพฤติกรรมหรือสุขนิสัยที่ไม่เหมาะสม ย่อมเป็นตัวเร่งให้มีการแพร่กระจายของแบคทีเรียดื้อยาไปสู่ชุมชนได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าว สามารถแพร่กระจายได้ง่ายจากการสัมผัส โดยพบว่า การล้างมือที่ไม่ถูกสุขลักษณะเป็นสาเหตุให้เกิดการแพร่กระจายของแบคทีเรียดื้อยาปฏิชีวนะ และพบความสัมพันธ์ระหว่างการล้างมือกับความชุกของการระบาดของแบคทีเรียดังกล่าว⁽⁹⁻¹³⁾

อย่างไรก็ตาม การเฝ้าระวังการแพร่กระจายของเชื้อดื้อยาปฏิชีวนะนั้นควรเริ่มตั้งแต่ภายในบ้าน จนถึงระดับชุมชน และด้วยเหตุดังกล่าวนี้ผู้วิจัยจึงเห็นความสำคัญของการตรวจหาแบคทีเรียที่ดื้อยาปฏิชีวนะที่ปนเปื้อนภายในห้องส้วม ภายในบ้านเรือน และสถานที่สาธารณะภายในชุมชนในเขตธนบุรี ซึ่งเป็นเขตชั้นในของกรุงเทพมหานคร โดยมีพื้นที่ประมาณ 8.6 ตารางกิโลเมตร มีประชากรประมาณ 128,000 คน พื้นที่เขตธนบุรีนี้แบ่งออกเป็น 7 แขวง และจัดเป็นเมืองท่องเที่ยวเชิงประวัติศาสตร์⁽¹⁴⁻¹⁵⁾ ซึ่งหากประชาชน

มีการดูแลรักษาและการจัดการ ตลอดจนสุขนิสัยของผู้ใช้ส้วมที่ไม่ดี ย่อมมีความเสี่ยงต่อสุขภาพ เกิดการแพร่กระจายและการติดเชื้อแบคทีเรียได้อย่างกว้างขวาง

วัสดุและวิธีการศึกษา

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย ทำการเก็บตัวอย่างแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในส้วม โดยใช้วิธีการป้ายเชื้อ (swab method) ซึ่งดัดแปลงตามวิธีของ Reynolds KA และคณะ⁽¹⁶⁾ แยกและวินิจฉัยเชื้อโดยวิธีทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา Barrow IG และ Feltham AKR⁽¹⁷⁾ รวมถึงทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะโดยวิธี agar disc diffusion หรือ disk diffusion susceptibility⁽¹⁸⁻¹⁹⁾

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ตัวอย่างและการเก็บตัวอย่าง ทำการป้าย (swab) เพื่อเก็บตัวอย่างเชื้อไปตรวจประเมินการปนเปื้อนภายในห้องส้วม ใน 5 ชุมชน ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่นาร่อง และพื้นที่รับผิดชอบของมหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา ในแขวงหิรัญรูจี เขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร ประกอบด้วย ส้วมภายในบ้านเรือนจำนวน 30 แห่ง แห่งละ 2 จุด รวม 60 ตัวอย่าง โดยเลือกประเมินจากบ้านเรือนที่มีความสมัครใจในการเข้าร่วมงานวิจัยจำนวนชุมชนละ 6 หลังคาเรือน และจากส้วมสาธารณะที่ตั้งในชุมชน ได้แก่ ส้วมสาธารณะที่ตั้งภายในวัดและศาสนสถาน จำนวน 5 แห่ง โรงเรียน 5 แห่ง ร้านอาหารและซูเปอร์มาร์เก็ตชุมชนละ 2 แห่ง รวม 10 แห่ง รวม 40 ตัวอย่าง ซึ่งกำหนดเก็บตัวอย่างเชื้อในบริเวณกลอน/ลูกบิดประตู และก๊อกน้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่ผู้ใช้บริการห้องส้วมมีโอกาสสัมผัสได้มากที่สุด รวมทั้งสิ้น 100 จุดเก็บตัวอย่าง เนื่องจากข้อจำกัดด้านงบประมาณ แรงงาน และระยะเวลาในการศึกษาวิจัย ดังนั้นตัวอย่างทั้งหมดในการวิจัยนี้จึงมีการกำหนดขนาดตัวอย่างแบบไม่อาศัยความน่าจะเป็น (nonprobability sampling) โดยใช้วิธีการเลือกตัวอย่างแบบสะดวกสบาย (convenience หรือ accidental sampling) เป็นการ

เลือกแบบไม่มีกฎเกณฑ์ อาศัยความสะดวกของผู้วิจัยและความร่วมมือของชุมชนในการให้ข้อมูล โดยไม่ต้องการนำผลการศึกษาที่พบไปทำนาย หรือคาดการณ์ระดับการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในระดับประชากร ดังนั้นจึงไม่ได้ให้ความสำคัญในการกำหนดขนาดตัวอย่างหรือกลุ่มตัวอย่าง

2. วิธีการตรวจประเมินการปนเปื้อน การวิเคราะห์ตัวอย่างและการแปลผล ตรวจการปนเปื้อนแบคทีเรียภายในห้องส้วม ด้วยวิธีทางห้องปฏิบัติการจุลชีววิทยา ทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรีย และการแปลผลโดยใช้วิธี agar disc diffusion หรือ disk diffusion susceptibility test ตามวิธีมาตรฐาน⁽¹⁸⁻¹⁹⁾ โดยทำการทดสอบความไวต่อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้ จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ gentamicin (10 ไมโครกรัม) amoxicillin-clavulanic acid (20/10 ไมโครกรัม) cefoxitin (30 ไมโครกรัม) trimethoprim-sulfamethoxazole (1.25/23.75 ไมโครกรัม) และ norfloxacin (10 ไมโครกรัม) และ *Staphylococcus* spp. ได้แก่ gentamicin (10 ไมโครกรัม) oxacillin (1 ไมโครกรัม) vancomycin (30 ไมโครกรัม) trimethoprim-sulfamethoxazole (1.25/23.75 ไมโครกรัม) norfloxacin (10 ไมโครกรัม) และตรวจคัดกรอง Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) โดย cefoxitin (30 ไมโครกรัม) ที่แยกได้ในส้วม จำนวน 230 และ 115 ไอโซเลต ตามลำดับ โดยไอโซเลต (isolate) หมายถึงจำนวนแบคทีเรียหรือแบคทีเรียที่แยกได้ โดยวิธีเพาะเลี้ยงเชื้อจากการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีป้าย

3. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ ใช้สถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ร้อยละและสถิติเชิงอนุมาน ได้แก่ โคสแควร์ เป็นหลัก

ผลการศึกษา

1. อัตราร้อยละ และรูปแบบการกระจายของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกจากส้วมพบว่า แบคทีเรีย

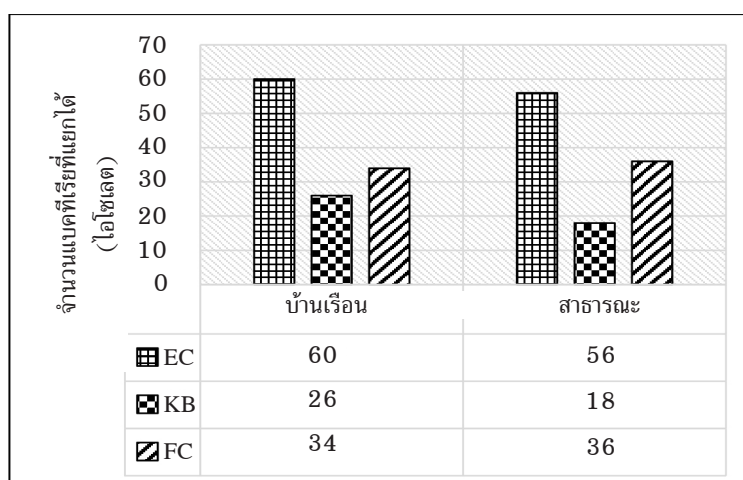
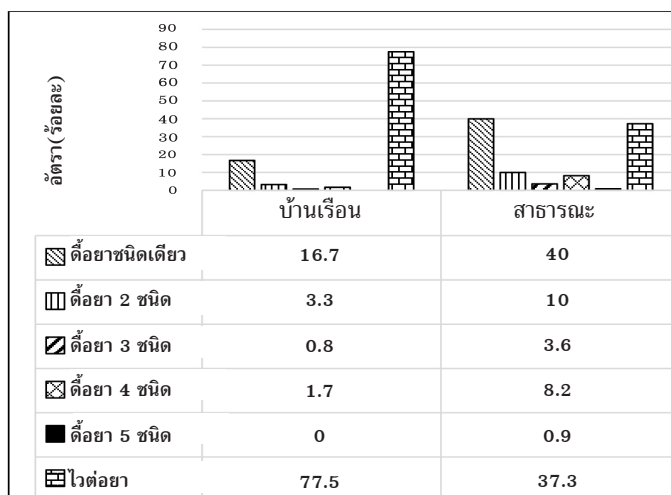
กลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้จากส้วมคือ *E. coli* (EC) คิดเป็นร้อยละ 50.0 และ 50.9 *Klebsiella* spp. (KB) ร้อยละ 21.7 และ 16.4 ที่เหลือเป็นแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มชนิดอื่น ๆ (FC) คิดเป็นร้อยละ 28.3 และ 32.7 ซึ่งแยกได้จากส้วมบ้านเรือน และสาธารณะตามลำดับ (ตารางที่ 1 และภาพที่ 1) แม้ผลการแยกชนิดของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มพบว่า จำนวนแบคทีเรียทั้ง 3 ชนิด ที่แยกได้ ไม่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างส้วมทั้ง 2 ประเภท ($X^2 = 1.217, p=0.544$) ทั้งนี้พบว่า แบคทีเรียที่แยกได้จากส้วมบ้านเรือนมีแนวโน้มอัตราร้อยละของการดื้อยาน้อยกว่าที่แยกได้จากส้วมสาธารณะในชุมชน โดยส้วมจากบ้านเรือนและส้วมสาธารณะ มีอัตราร้อยละของการดื้อยาอย่างน้อย 1 ชนิด ร้อยละ 22.5 และ 62.7 ตามลำดับ ทั้งนี้ส้วมในบ้านเรือนพบรูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม 4 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3 และ 4 ชนิด ร้อยละ 16.7, 3.3, 0.8 และ 1.7 ตามลำดับ ขณะที่รูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวในส้วมสาธารณะภายในชุมชนพบมี 5 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3, 4 และ 5 ชนิด ร้อยละ 40.0, 10.0, 3.6, 8.2 และ 0.9 ตามลำดับ (ภาพที่ 2) โดยผลจากการวิเคราะห์พบว่า รูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (ไวต่อยา ดื้อยา 1, 2 และดื้อยา ≥ 3 ชนิด) มีความแตกต่างกันระหว่างประเภทของส้วมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($X^2 = 39.203, p<0.001$) ทั้งนี้พบว่า *E. coli* ดื้อต่อยา gentamicin (CN) สูงสุดจำนวน 23 ไอโซเลต จากที่แยกได้ทั้งหมด 116 ไอโซเลต หรืออัตราร้อยละ 19.8

2. อัตราร้อยละ และรูปแบบการดื้อยาของ *Staphylococcus* ผลจากการแยก *Staphylococcus* ที่

ปนเปื้อนภายในส้วมพบว่า สามารถแยก *Staphylococcus aureus* (SA) ที่ปนเปื้อนในส้วมบ้านเรือน และส้วมสาธารณะในชุมชน จำนวน 14 ไอโซเลต (ร้อยละ 26.9) และ 18 ไอโซเลต (ร้อยละ 28.6) ที่เหลือเป็น *Staphylococcus* (SP) จำนวน 38 ไอโซเลต (ร้อยละ 73.1) และ 45 ไอโซเลต (ร้อยละ 71.4) ตามลำดับ (ตารางที่ 2 และภาพที่ 3) ซึ่งพบว่า *Staphylococcus* ที่แยกได้ทั้ง 2 ชนิด มีจำนวนไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างส้วมทั้ง 2 ประเภท ($X^2 = 0.039, p=0.884$) โดยมีรูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวที่แยกจากส้วมบ้านเรือน พบมี 3 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2 และ 3 ชนิด (ร้อยละ 13.4, 3.8 และ 1.9) ตามลำดับ (ภาพที่ 4) ในขณะที่พบรูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มนี้จากส้วมสาธารณะในชุมชน จำนวน 4 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3 และ 4 ชนิด (ร้อยละ 19.1, 11.1, 20.6 และ 6.3) ตามลำดับ ซึ่งผลจากการวิเคราะห์พบว่า รูปแบบการดื้อยาของ *Staphylococcus* (ไวต่อยา ดื้อยา 1, 2 และดื้อยา ≥ 3 ชนิด) ที่แยกได้จากส้วมมีความแตกต่างกันระหว่างประเภทของส้วม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($X^2 = 20.714, p<0.001$) ทั้งนี้ไม่พบเชื้อที่แยกจากส้วมทุกประเภทดื้อต่อยา vancomycin นอกจากนี้ตรวจพบ *Staphylococcus* spp. จากส้วมบ้านเรือนดื้อต่อยา oxacillin (OX) จำนวน 1 ไอโซเลต ในขณะที่พบ *Staphylococcus* spp. และ *S. aureus* ที่ดื้อต่อยา OX แยกได้จากส้วมสาธารณะ จำนวน 15 และ 5 ไอโซเลต ตามลำดับ เมื่อนำเชืวดังกล่าวไปตรวจสอบความไวต่อ cefoxitin (FOX) ที่ใช้เป็นยาตรวจคัดกรอง MRSA พบว่า เชืวดังกล่าวไวต่อ FOX ทั้งหมด

ตารางที่ 1 จำนวนและชนิดของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

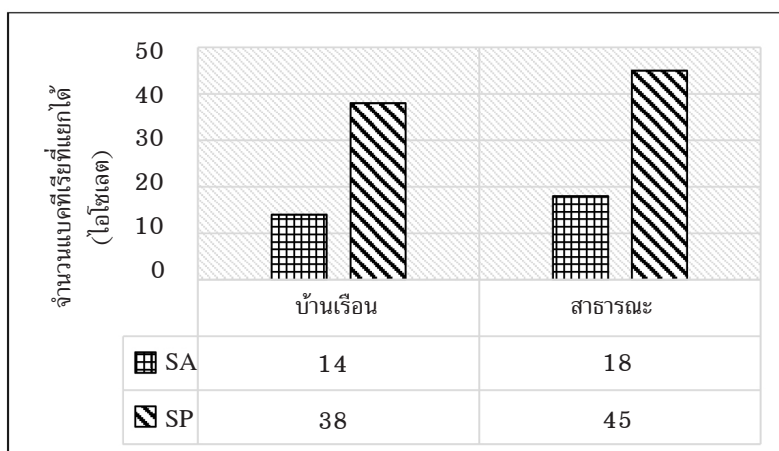
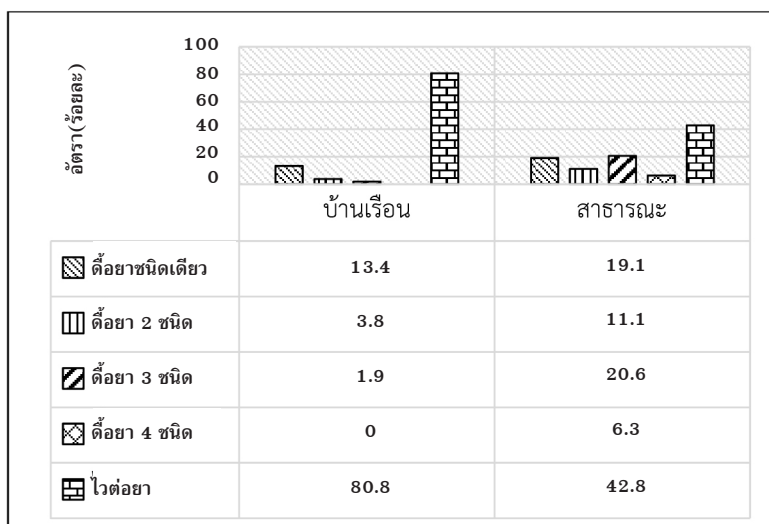
แหล่ง (จุดเก็บ)	Coliform bacteria (%)				χ^2	<i>p</i>
	EC	KB	FC	รวม		
บ้านเรือน	60 (50.0)	26 (21.7)	34 (28.3)	120 (100)	1.217	0.544
ลูกบิด/กลอนประตู	35 (29.2)	15 (12.5)	15 (12.5)	65 (54.2)		
ก๊อกน้ำ	25 (20.8)	11 (9.2)	19 (15.8)	55 (45.8)		
สาธารณะ	56 (50.9)	18 (16.4)	36 (32.7)	110 (100)		
ลูกบิด/กลอนประตู	26 (23.6)	8 (7.3)	20 (18.2)	54 (49.1)		
ก๊อกน้ำ	30 (27.3)	10 (9.1)	16 (14.5)	56 (50.9)		

กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ภาพที่ 1 จำนวนและชนิดของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้
(EC = *E. coli*, KB = *Klebsiella* spp., FC = Fecal Coliform bacteria อื่น ๆ)

ภาพที่ 2 รูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม

ตารางที่ 2 จำนวนและชนิดของ Staphylococcus ที่แยกได้ในแต่ละจุดเก็บตัวอย่าง

แหล่ง (จุดเก็บ)	Staphylococcus (%)			X^2	p
	SA	SP	รวม		
บ้านเรือน	14 (26.9)	38 (73.1)	52 (100)	0.039	0.844
ลูกบิต/กลอนประตู	8 (15.4)	18 (34.6)	26 (50.0)		
ก๊อกน้ำ	6 (11.5)	20 (38.5)	26 (50.0)		
สาธารณะ	18 (28.6)	45 (71.4)	63 (100)		
ลูกบิต/กลอนประตู	8 (12.7)	24 (38.1)	32 (50.8)		
ก๊อกน้ำ	10 (15.9)	21 (33.3)	31 (49.2)		

กำหนดนัยสำคัญทางสถิติ $p < 0.05$ ภาพที่ 3 จำนวนและชนิดของ Staphylococcus ที่แยกได้
(SA = *Staphylococcus aureus*, SP = *Staphylococcus* spp.)

ภาพที่ 4 รูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของ Staphylococcus

วิจารณ์และสรุป

ผลการแยกเชื้อแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่ปนเปื้อนภายในส้วมบ้านเรือน รวม 60 ตัวอย่าง และจากส้วมสาธารณะที่ตั้งในชุมชน รวม 40 ตัวอย่าง พบว่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้จากส้วมส่วนใหญ่คือ *E. coli* จำนวน 60 (ร้อยละ 50.0) และ 56 ไอโซเลต (ร้อยละ 50.9) และสามารถแยก *Staphylococcus aureus* จำนวน 14 (ร้อยละ 26.9) และ 18 ไอโซเลต (ร้อยละ 28.6) ที่ปนเปื้อนในส้วมบ้านเรือน และส้วมสาธารณะในชุมชนตามลำดับ ซึ่งพบว่า แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกได้จากส้วมบ้านเรือน มีแนวโน้มพบอัตราร้อยละของการดื้อยาน้อยกว่าที่แยกได้จากส้วมสาธารณะในชุมชน โดยแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกจากส้วมบ้านเรือนและส้วมสาธารณะ มีอัตราร้อยละของการดื้อยาอย่างน้อย 1 ชนิด ร้อยละ 22.5 และ 62.7 ตามลำดับ ทั้งนี้ส้วมในบ้านเรือน พบรูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม 4 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3 และ 4 ชนิด ร้อยละ 16.7, 3.3, 0.8 และ 1.7 ตามลำดับ ขณะที่รูปแบบการดื้อยาของแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวในส้วมสาธารณะภายในชุมชน พบมี 5 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3, 4 และ 5 ชนิด ร้อยละ 40.0, 10.0, 3.6, 8.2 และ 0.9 ตามลำดับ โดยพบว่า *E. coli* ที่แยกได้ มีอัตราร้อยละของการดื้อยา gentamicin สูงที่สุด ร้อยละ 19.8 ส่วนผลการแยกเชื้อ *Staphylococcus* จากส้วมบ้านเรือนพบมีรูปแบบการดื้อยา 3 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2 และ 3 ชนิด ร้อยละ 13.4, 3.8 และ 1.9 ตามลำดับ ในขณะที่จากส้วมสาธารณะในชุมชน มีรูปแบบการดื้อยา 4 รูปแบบ ได้แก่ ดื้อยาปฏิชีวนะ 1, 2, 3 และ 4 ชนิด ร้อยละ 19.1, 11.1, 20.6 และ 6.3 ตามลำดับ

จากรายงานของ Mendes MF และ Lynch DJ⁽²⁰⁾ พบว่า แบคทีเรียที่สามารถแยกได้กลุ่มใหญ่ที่สุด (ร้อยละ 47.0) ปนเปื้อนในห้องชักล้าง และส้วมที่ให้บริการตามสถานที่สาธารณะและโรงพยาบาล โดยแบคทีเรียเหล่านี้มีที่มาจากอุจจาระ ได้แก่ *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis*, *Paracolon* spp.,

Alkaligenes faecalis, *Clostridium welchi* และ *Klebsiella aerogenes* และร้อยละ 32.0 เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่มีที่มาจากผิวหนัง ได้แก่ *Staphylococcus albus* และ *Pseudomonas aeruginosa* ทำนองเดียวกับการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียในกลุ่มดังกล่าวภายในสิ่งแวดล้อมโรงพยาบาลในประเทศไทย⁽²¹⁾ ในขณะที่การแยกเชื้อในส้วมสาธารณะที่ตั้งภายในซูเปอร์มาร์เก็ตค้าปลีกขนาดใหญ่ในกรุงเทพมหานครนั้นสามารถพบ *E. coli* และแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอื่นๆ รวมถึง *Staphylococcus aureus*⁽¹⁾ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Denise IK และคณะ⁽²²⁾ และ Nworie A และคณะ⁽²⁾ ผลการตรวจพบสามารถบ่งชี้ได้ว่า ในห้องส้วมสาธารณะนี้มีการปนเปื้อนหลักมาจากอุจจาระ เนื่องจาก *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่พบในระบบทางเดินอาหาร และขับถ่ายออกมาพร้อมกับอุจจาระ ทั้งนี้พบว่า ปริมาณการปนเปื้อนแบคทีเรียในส้วมภายในโรงพยาบาลมีปริมาณอยู่ระหว่าง 5 ถึงสูงกว่า 100 CFU/inch²⁽²³⁾ โดยปกติ *E. coli* ถือว่าเป็นแบคทีเรียที่ไม่ก่อโรค แต่พบสายพันธุ์ที่มีความสามารถในการก่อโรคเรียกว่า pathogenic *E. coli* ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 pathotype ใหญ่ๆ ได้แก่ enteric *E. coli* หรือ diarrheagenic *E. coli* พบเป็นสาเหตุของโรคอุจจาระร่วงในคน ส่วนอีก pathotype คือ extraintestinal *E. coli* (ExPEC) ได้แก่ *E. coli* สายพันธุ์ที่มีความสามารถในการติดเชื้อในระบบอื่นๆ⁽²⁴⁻²⁵⁾ ในขณะที่มีรายงานตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกจากส้วมสาธารณะดื้อต่อ ampicillin มากที่สุด (ร้อยละ 55.8) ซึ่งมีรูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะทั้งหมด 4 รูปแบบหลัก ได้แก่ ดื้อต่อยา 1 ชนิด ร้อยละ 50.7 ดื้อยา 2 ชนิด ร้อยละ 4.4 และดื้อยา 3 ชนิด ใน 3 กลุ่มยา จำนวน 5 ไอโซเลต คิดเป็นร้อยละ 3.6⁽²⁶⁾ โดยจัดว่า แบคทีเรียกลุ่มนี้มีการดื้อยาหลายชนิด (multidrug resistance) หรือ MDR⁽²⁷⁾ อย่างไรก็ตามพบว่า สามารถแยกแบคทีเรียดื้อยาในกลุ่มนี้ได้ทั่วไปในตัวอย่างสิ่งแวดล้อมต่างๆ ได้น้ำในแม่น้ำ น้ำเสียต่างๆ รวมถึงน้ำในระบบบำบัดน้ำเสียในประเทศต่างๆ⁽²⁸⁻³²⁾ และสามารถตรวจพบยีนดื้อยาในแบคทีเรียที่แยกได้จากปศุสัตว์ของประเทศไทย⁽³³⁾ หรือ

แม้แต่ในอาหาร⁽³⁴⁾ เช่นเดียวกับที่สามารถแยกได้โดยทั่วไปจากสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วย เนื่องจากแบคทีเรียดังกล่าวมีกลไกในการดื้อยาได้หลายวิธี และที่สำคัญคือ การพัฒนาการดื้อยาที่เรียกว่า extended-spectrum beta-lactamase (ESBL) ที่สามารถขยายอำนาจการดื้อยาได้มากขึ้น⁽³⁵⁻³⁶⁾ จากการศึกษาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่แยกจากส้วมสาธารณะพบว่า มีอัตราที่สามารถสร้าง ESBL ได้ร้อยละ 10.1⁽³⁷⁾ ในการศึกษาครั้งนี้ไม่พบการปนเปื้อนของ methicillin resistant *S. aureus* (MRSA) และไม่พบเชื้อที่แยกจากส้วมทุกประเภทดื้อต่อยา vancomycin ต่างจากผลการศึกษาของกิจจา จิตรภิมรณ และวชิระ สิงหะเชนทร์⁽²⁶⁾ ที่พบ MRSA ปนเปื้อนในส้วมคิดเป็นร้อยละ 15.4 โดยไม่พบ vancomycin resistant *S. aureus* (VRSA) เช่นเดียวกับการศึกษาการดื้อยาที่แยกจากตัวอย่างเนื้อสุกรในโรงฆ่าสัตว์ในภาคใต้ของประเทศไทยระหว่างปี พ.ศ. 2549-2551⁽³⁸⁾ ดังนั้นจึงสามารถชี้ยา vancomycin เป็นทางเลือกในการรักษาการติดเชื้อรุนแรง เช่น MRSA จากสิ่งแวดล้อมได้

จากการแยก *E. coli* จากตัวอย่างปัสสาวะของผู้ป่วยในโรงพยาบาลของไทยพบว่า เชื้อดังกล่าวมีแนวโน้มดื้อยาปฏิชีวนะชนิดต่างๆ ในช่วง 6 ปี (พ.ศ. 2543-2548) สูงขึ้น เช่น มีอัตราดื้อยา ampicillin เพิ่มขึ้นจากร้อยละ 79.3 เป็น 85.3 ดื้อยา ceftriaxone จากร้อยละ 12.7 เป็น 28.5 ดื้อยา ceftazidime จากร้อยละ 10.7 เป็น 15.2 และดื้อยา gentamicin จากร้อยละ 25.0 เป็น 32.9⁽³⁹⁾ และจากผลการแยกเชื้อในสิ่งส่งตรวจจากผู้ป่วยจากโรงพยาบาลทั่วประเทศในระหว่างปีเดียวกันนี้พบ MRSA มีอัตราร้อยละ 30.0-35.0⁽³⁵⁾ ในขณะที่รายงานระบาดจากต่างประเทศพบ MRSA มีอัตราร้อยละ 25.0-50.0 ในจีน ออสเตรเลียและแอฟริกา โดยพบมีอัตราสูงมากกว่าร้อยละ 50.0 แยกได้จากผู้ป่วยในโรงพยาบาลที่ตั้งอยู่ในอเมริกา เอเชีย รวมถึงประเทศมอลตา⁽⁴⁰⁾ ทั้งนี้มีรายงานอัตราร้อยละของ vancomycin-intermediate *S. aureus* (VISA) ที่แยกได้จากสิ่งส่งตรวจผู้ป่วยในประเทศต่างๆ อยู่ตั้งแต่ร้อยละ 0.0 ถึง 74.0⁽⁴¹⁾ การติดเชื้อ *Staphylococcus aureus* ส่วนใหญ่

เป็นการติดเชื้อที่ผิวหนัง จากการสัมผัสเชื้อที่ปนเปื้อนจากวัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้ หรือสัมผัสเชือบนผิวหนัง หรือในจมูกโดยตรง ทั้งนี้ *S. aureus* มีความสามารถในการสร้างสารพิษได้หลากหลายชนิด โดยสามารถก่อโรคอาหารเป็นพิษจากการผลิตสารพิษ enterotoxin ได้นอกจากนี้ *S. aureus* เป็นสาเหตุของโรคอื่นๆ ได้แก่ staphylococcal scalded skin syndrome (4S) โรคปอดบวม (staphylococcal pneumonia) โรคติดเชื้อที่กระดูกและข้อ (osteomyelitis, pyoarthrosis)⁽⁴²⁻⁴³⁾

ในการศึกษาครั้งนี้สามารถแยกแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มซึ่งส่วนใหญ่คือ *E. coli* จากบริเวณลูกบิด/กลอนประตู (29.2 และ 23.6) และบริเวณก๊อกน้ำ (ร้อยละ 20.8 และ 27.3) จากส้วมบ้านเรือนและสาธารณะได้ไม่แตกต่างกันตามลำดับ ในจำนวนนี้พบดื้อต่อยาที่ทดสอบได้ทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ ยา gentamicin amoxicillin-clavulanic acid, cefoxitin, trimethoprim-sulfamethoxazole และ norfloxacin ทำนองเดียวกับการศึกษาของ Opere BO และ Ojo JO⁽⁴⁴⁾ พบว่าแบคทีเรียชนิดที่แยกได้จากบริเวณลูกบิดประตู บริเวณก๊อกน้ำ และบริเวณที่กดชักโครกในห้องส้วมสาธารณะมีความสามารถในการดื้อยาปฏิชีวนะได้หลากหลายชนิด ซึ่งโอกาสที่จะสัมผัสเชื้อกลุ่มนี้ ขึ้นอยู่กับสุขลักษณะในการใช้บริการห้องส้วมของแต่ละบุคคล โดยเชื้อโรคจะเข้าสู่ร่างกาย ผ่านทางผิวหนังที่มีบาดแผล หรือการสัมผัสแล้วใช้มือหยิบจับอาหารเข้าปาก รวมถึงมีรายงานความสามารถในการแพร่ระบาด ผ่านละอองชีวภาพที่เกิดการฟุ้งกระจายหลังจากการกดน้ำชำระในชักโครก⁽⁴⁵⁾ โดยละอองแบคทีเรีย (bacterial aerosols) ที่เกิดขึ้นนี้สามารถคงอยู่ในอากาศได้นานอย่างน้อย 12 นาที หลังกดน้ำทำความสะอาดชักโครก และมีขนาดเล็กเพียงพอที่จะสามารถเข้าสู่ทางเดินหายใจส่วนล่างได้ ทั้งนี้สามารถแยกเชื้อก่อโรคที่มาจากอุจจาระ อาทิ *E. coli* และ *Salmonella* spp. ได้ในระบบทางเดินหายใจของผู้ติดเชื้อเช่นกัน⁽⁴⁶⁾ Barker J และ Bloomfield SF⁽⁴⁷⁾ พบว่า แม้ไม่สามารถแยก *Salmonella* ซึ่งเป็นเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในวัสดุที่แห้ง เช่น ที่ร่อนนั่งชักโครก ลูกบิด

ประตู และปุ่มกดน้ำชักโครก แต่จากการทดลองใส่เชื้อนี้ในโถชักโครก เมื่อมีการกดน้ำชำระล้างชักโครกแล้วสามารถแยกเชื้อดังกล่าวปนเปื้อนในอากาศได้ รวมทั้งสามารถแยกได้จากไบโอฟิล์มในโถชักโครกอีกด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาการปนเปื้อน และแพร่กระจายของเชื้อก่อโรคดังกล่าวภายในส้วมจากโรงพยาบาลของ Newsom SWB⁽⁴⁸⁾ ดังนั้นจึงสามารถวิเคราะห์ได้ว่า เชื้อกลุ่มดังกล่าวนี้สามารถมีชีวิตได้ยืนยาวในสิ่งแวดล้อมภายในโถชักโครก และสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้ง่าย เมื่อมีการกดน้ำชำระล้างชักโครก อย่างไรก็ตาม แม้ในการศึกษาค้างนี้ไม่ได้ระบุว่า แบคทีเรียที่แยกได้ดังกล่าวนี้มีความสามารถในการก่อโรค แต่โดยปกติแล้วแบคทีเรียที่ปนเปื้อนมากับอุจจาระนี้ มีความสามารถในการส่งผ่านยีนที่เกี่ยวข้องกับการดื้อยาไปสู่แบคทีเรียกลุ่มอื่นผ่านทางพลาสมิดได้⁽³³⁻⁴⁹⁾ ด้วยเหตุนี้มีโอกาสสูงที่จะเกิดการส่งผ่านยีนดังกล่าวไปสู่เชื้อก่อโรค เนื่องจากมีแหล่งที่มาจากแหล่งเดียวกัน ดังนั้นจึงมีโอกาสที่จะเกิดการแพร่กระจายของเชื้อเหล่านั้นไปสู่ชุมชนและสิ่งแวดล้อมอย่างรวดเร็ว และเป็นการยากที่จะหยุดการแพร่ระบาดได้ด้วยเหตุนี้ผลการตรวจวิเคราะห์การปนเปื้อนแบคทีเรียในส้วมนั้น จึงสามารถบ่งชี้ถึงความปลอดภัยทางชีวภาพในการใช้บริการห้องส้วมสาธารณะได้อีกด้วย

ในการศึกษานี้เน้นการประเมินห้องส้วมในครัวเรือนและส้วมสาธารณะที่ตั้งภายในชุมชนนาร่องในเขตธนบุรี กรุงเทพมหานคร เท่านั้น ดังนั้นนอกจากทำการศึกษาให้ครอบคลุมทุกประเภทของห้องส้วมสาธารณะ เช่น ห้องส้วมที่ตั้งในโรงพยาบาล ตลาดสวนสาธารณะ โรงภาพยนตร์ รวมถึงส้วมที่ตั้งภายในยานพาหนะและระบบขนส่งมวลชน ทั้งทางบก ทางน้ำ และทางอากาศ ให้ครบถ้วนแล้ว ควรขยายการศึกษาให้ครอบคลุมทั้งระดับประเทศ นอกจากนี้ประเด็นที่สำคัญคือ สมาชิกในชุมชนควรตระหนักถึงความปลอดภัยและการสร้างสุขนิสัยที่เหมาะสมในการใช้ส้วม ตั้งแต่ในระดับบ้านเรือน ส่วนในส้วมสาธารณะ ควรมีการจัดระบบดูแลทำความสะอาด มีผู้ทำหน้าที่ทำความสะอาด มีความถี่ในการทำทำความสะอาดที่เหมาะสม และให้ความสำคัญของ

มาตรฐานของส้วมสาธารณะ ตลอดจนมีการพัฒนาบุคลากร โดยการอบรมเพิ่มพูนความรู้ และทักษะในการทำความสะอาดเพื่อเป็นการควบคุมการแพร่กระจายของกลุ่มแบคทีเรียดังกล่าว อันมีประโยชน์อย่างยิ่งในการพัฒนาห้องส้วมของไทย ซึ่งส่งผลให้เกิดสุขภาพที่ดี และความปลอดภัยของประชาชนยิ่งขึ้นต่อไป

เอกสารอ้างอิง

1. กิจจา จิตรกริรมย์. การประเมินมาตรฐานและการปนเปื้อนแบคทีเรียในห้องส้วมสาธารณะ. วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 2556;41:789-96.
2. Nworie A, Ayeni JA, Eze UA, Azi SO. Bacterial contamination of door handles/knobs in selected public conveniences in abuja metropolis, Nigeria: a public health threat. C J Med Res 2012;6:7-11.
3. Giannini MA, Nance D, McCullers JA. Are toilet seats a vector for transmission of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*?. Am J Infect Control 2009;37:505-6.
4. Bartoloni A, Pallecchi L, Benedetti M, Fernandez C, Vallejos Y, Guzman E, et al. Multidrug-resistant commensal *Escherichia coli* in children, Peru and Bolivia. Emerg Infect Dis 2006; 12:907-13.
5. Bilal NE, Gedebo M. Clinical and community strains of *Klebsiella pneumoniae*: multiple and increasing rates of antibiotic resistance in Abha, Saudi Arabia. Br J Biomed Sci 2000;57:185-91.
6. พงษ์พิสุทธิ์ จงอุดมสุข. เชื้อดื้อยาปฏิชีวนะ วิกฤตและทางออกของสังคมไทย. HSRI-Forum 2555; 1:1-6.
7. Anthony RB, Gabriele C, Siritron S, John BB, Frederick MA, Terence IM, et al. Conjugating berberine to a multidrug resistance pump Inhibitor creates an effective antimicrobial. ASC Chem

- Biol 2006;1:594-600.
8. Hasan MZ, Zinat M, Mamun R. Intergenic and intragenic conjugal transfer of multiple antibiotic resistance determinants among bacteria in the aquatic environment of Bangladesh. *Afr J Biotechnol* 2009;8:155-60.
 9. Bonten MJ, Austin DJ, Lipsitch M. Understanding the spread of antibiotic resistant pathogens in hospitals: mathematical models as tools for control. *Clin Infect Dis* 2001;33:1739-46.
 10. Girou E, Legrand P, Soing-Altrach S, Lemire A, Poulain C, Allaire A, et al. Association between hand hygiene compliance and methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* prevalence in a French rehabilitation hospital. *Infect Control Hosp Epidemiol* 2006;27:1128-30.
 11. Pittet D, Hugonnet S, Harbarth S, Mouroug P, Sauvan V, Touveneau S, et al. Effectiveness of a hospital-wide programme to improve compliance with hand hygiene. *Infection Control Programme. Lancet* 2000;356:1307-12.
 12. Swoboda SM, Earsing K, Strauss K, Lane S, Lipsett PA. Electronic monitoring and voice prompts improve hand hygiene and decrease nosocomial infections in an intermediate care unit. *Crit Care Med* 2004;32:358-63.
 13. Thomas, CM. The Horizontal gene pool: bacterial plasmids and gene spread. Amsterdam: Harwood Academic Publishers; 2000.
 14. กรุงเทพมหานคร. สภาพพื้นที่ทั่วไปเขตธนบุรี [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 27 เม.ย. 2558]. แหล่งข้อมูล: <http://www.bangkok.go.th/upload/user/00000062/about/gio/0306683.pdf>
 15. สภาองค์กรชุมชนกรุงเทพมหานคร. ข้อมูลพื้นฐานเขตธนบุรี [อินเทอร์เน็ต]. [สืบค้นเมื่อ 10 ม.ค. 2559]. แหล่งข้อมูล: <http://coc.nida.ac.th/node/7799>
 16. Reynolds KA, Watt PM, Boone SA, Gerba CP. Occurrence of bacteria and biochemical markers on public surfaces. *Hygiene of environmental surfaces. Int J Environ Health Res* 2005;15:225-34.
 17. Barrow IG, Feltham AKR. Cowan and steel's manual for the identification of medical bacteria. 3rd ed. Cambridge: University of Cambridge; 1993.
 18. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). M100-S15 Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 15th ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2005.
 19. Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI). M100-S15 Performance standards for antimicrobial susceptibility testing. 26th ed. Wayne, PA: Clinical and Laboratory Standards Institute; 2016.
 20. Mendes MF, Lynch DJ. A bacteriological survey of washrooms and toilets. *J Hyg (Lond)* 1976; 76:183-90.
 21. เทิดศักดิ์ ศรีอ่อน, กาญจนา นาคะพันธุ์. ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวอุปกรณ์ในโรงพยาบาลชุมชนโนนสังและโรงพยาบาลหนองบัวลำภู จังหวัดหนองบัวลำภู. *วารสารโรงพยาบาลมหาสารคาม* 2558; 13:69-80.
 22. Denise IK, Carlos EE, Charles PG. Enteric bacterial contamination of public rest-rooms [Internet]. [cited 2012 Nov 10]. Available from: http://www.ciriscience.org/a_67-EntericBacterialContaminationof_Public_Restrooms
 23. Gilbaugh JH Jr, Fuchs PC. The gonococcus and the toilet seat. *N Engl J Med* 1979;301:91-3.
 24. Kaper JB, Nataro JP, Mobley HL. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol* 2004;2: 123-40.

25. Russo TA, Johnson JR. Proposal for a new inclusive designation for extraintestinal pathogenic isolates of *Escherichia coli*: ExPEC. J Infect Dis 2000;181:1753-4.
26. กิจจา จิตรภิรมย์, วชิระ สิงหะเชนทร์. รูปแบบการดื้อยาปฏิชีวนะของแบคทีเรียที่แยกได้จากสุขาสาธนะ. วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 2557;42: 561-70.
27. Falagas ME, Karageorgopoulos DE. Pandrug Resistance (PDR), extensive drug resistance (XDR), and multidrug resistance (MDR) among Gram-negative bacilli: need for international harmonization in terminology. Clin Infet Dis 2008;46:1121-2.
28. Blaak H, Lynch G, Italiaander R, Hamidjaja RA, Schets FM, de Roda Husman AM. Multi-drug-resistant and extended spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* in Dutch surface water and wastewater. PLoS One 2015; 10:e0127752.
29. Biswas K, Paul D, Sinha SN. Prevalence of multiple antibiotic-resistant Coliform bacteria in the water of river Ganga. Frontiers in Environmental Microbiology 2015;1:44-6.
30. Luczkiewicz A, Jankowska K, Fudala-Książek S, Olańczuk-Neyman K. Antimicrobial resistance of fecal indicators in municipal wastewater treatment plant. Water Res 2010;44:5089-97.
31. Reeves RL, Grant SB, Mrse RD, Copil Oancea CM, Sanders BF, Boehm AB. Sealing and management of fecal indicator bacteria in runoff from a coastal urban watershed in Southern California. Environ Sci Technol 2004;38:2637-48.
32. Sayah RS, Kaneene JB, Johnson Y, Miller R. Patterns of antimicrobial resistance observed in *Escherichia coli* isolates obtained from domestic and wild-animal fecal samples, human septage, and surface water. Appl Environ Microbiol 2005;71:1394-404.
33. Mooljunttee S, Chansiripornchai P, Chansiripornchai N. Prevalence of the cellular and molecular antimicrobial resistance against *E. coli* isolated from Thai broilers. Thai J Vet Med 2010;40: 311-5.
34. Kuljinder K, Kahlon RS. Multi-drug resistance in indicator bacteria: Coliforms and *Escherichia coli* isolated from ready to eat food samples. Int J Curr Microbiol App Sci 2014;3:465-88.
35. นิตยา อินทรวัดนา, มุกิตา วานภรณ์. โรคติดเชื้อในโรงพยาบาลและสถานการณการดื้อยา. วารสารการแพทย์และวิทยาศาสตร์สุขภาพ 2558;22:81-92.
36. Ruppé É, Woerther P, Barbier F. Mechanisms of antimicrobial resistance in Gram-negative bacilli. Ann Intensive Care [Internet]. 2015 [cited 2017 Apr 5];5:21. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4531117/pdf/13613_2015_Article_61.pdf
37. กิจจา จิตรภิรมย์, ปิยะรัตน์ จิตรภิรมย์. ความชุกของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มที่สามารถสร้างเอนไซม์ขยายการดื้อยาในกลุ่มบีตา-แลคแทม (ESBLs) จากห้องสุขาสาธนะ. วารสารวิทยาศาสตร์ มช. 2558;43:688-97.
38. ธีรพรรณ ภูมิภมร, อุไม บิลหมัด. การดื้อยาของเชื้อ *Staphylococcus aureus* ในเนื้อสุกรจากโรงฆ่าสัตว์ในภาคใต้ของประเทศไทย ระหว่างปี พ.ศ. 2549-2551. วารสารสถาบันสุขภาพสัตว์แห่งชาติ 2554; 6:1-8.
39. Polwichai P, Dejsirilert S, Panpetch S, Sawanpanyalert P, Aswapokee N, Mootsikapun P. Antimicrobial resistance of *Escherichia coli* isolated from urine in Thailand from 2000 to 2005.

- J Med Assoc Thai 2009;92 Suppl 4:S59-67.
40. Stefani S, Chung DR, Lindsay JA, Friedrich AW, Kearns AM, Westh H, et al. Methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA): global epidemiology and harmonisation of typing methods. *Int J Antimicrob Agents* 2012;39:273-82.
41. Loomba PS, Taneja J, Mishra B. Methicillin and vancomycin resistant *S. aureus* in hospitalized patients. *J Glob Infect Dis* 2010;2:275-83.
42. Brewer JD, Hundley MD, Meves A, Hargreaves J, McEvoy MT, Pittelkow MR. Staphylococcal scalded skin syndrome and toxic shock syndrome after tooth extraction. *J Am Acad Dermatol* 2008;59:342-6.
43. Iwatsuki K, Yamasaki O, Morizane S, Oono T. Staphylococcal cutaneous infection: invasion, evasion and aggression. *J Dermatol Sci* 2006;42:203-14.
44. Opere BO, Ojo JO. Antibiotic susceptibility and plasmid profile analysis of pathogenic bacteria isolated from environmental surfaces in public toilets. *Transnat J Sci Tech* 2013;3:22-30.
45. Barke J, Jones MV. The potential spread of infection caused by aerosol contamination of surfaces after flushing a domestic toilet. *J Appl Microbiol* 2005;99:339-47.
46. Darlow HM, Bale WR. Infective hazards of water-closets. *Lancet* 1959;1(7084):1196-200.
47. Barker J, Bloomfield SF. Survival of *Salmonella* in bathrooms and toilets in domestic homes following salmonellosis. *J Appl Microbiol* 2000;89:137-44.
48. Newsom SWB. Microbiology of hospital toilets. *Lancet* 1972;300:700-3.
49. Winokur PL, Vonstein DL, Hoffman LJ, Uhlenhopp EK, Doern GV. Evidence for transfer of CMY-2 AmpC B-lactamase plasmids between *Escherichia coli* and *Salmonella* isolates from food animals and humans. *Antimicrob Agents Chemother* 2001;45:2716-22.