การประเมินความเสี่ยงของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญในเขตภาคกลางและการสนับสนุนการกำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพ

ลดาพรรณ แสงคล้าย กัญญา พุกสุ่น ปิยมาศ แจ่มศรี กรุณา ตีรสมิทธ์ และกรรณิกา จิตติยศรา
สำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ ถนนติวานนท์ นนทบุรี 11000

บทคัดย่อ ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมีปริมาณเพิ่มขึ้นมากในแหล่งชุมชนเขตเมือง โดยเฉพาะกรุงเทพมหานคร ในปี พ.ศ. 2554 มีจำนวนมากกว่า 20,000 ตู้ มีข้อมูลของหลายหน่วยงานระหว่าง พ.ศ. 2550-2555 รายงานว่าน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน โดยอ้างอิงตามเกณฑ์ของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุปิดสนิท ผู้บริโภคจึงอาจมีความเสี่ยงที่จะได้รับอันตรายจากการดื่มน้ำตู้หยอดเหรียญได้ และในปี พ.ศ. 2555 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) มีความประสงค์ที่จะกำหนดมาตรฐานเฉพาะเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ดำเนินโครงการประเมินความเสี่ยงของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญในเขตจังหวัดภาคกลางรวม 5 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี ระหว่างมกราคมถึงตุลาคม 2555 เพื่อให้ได้ข้อมูลผลวิเคราะห์น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญสำหรับประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภคต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ และเพื่อสนับสนุนการกำหนดมาตรฐาน ผลสำรวจข้อมูลของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ พบตั้งอยู่บริเวณหน้าอาคารร้อยละ 76.9 ตั้งอยู่ในที่แสงแดดส่องถึงร้อยละ 69.3 สภาพแวดล้อมไม่ถูกสุขลักษณะเพราะพบถังขยะ/เศษขยะร้อยละ 10.9 และมีน้ำขังแฉะรอบตู้ร้อยละ 9.3 ตู้น้ำฯ ร้อยละ 60.0 มีอายุการใช้งานไม่เกิน 2 ปี และพบเพียง 3 ตู้ มีฉลากครบถ้วนตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2553) จากจำนวนทั้งหมด 69 ตู้ ที่ต้องติดฉลากให้ถูกต้องตามประกาศฯ (คิดเป็นร้อยละ 4.3) ระบบกรองน้ำภายในตู้ร้อยละ 94.6 เป็นระบบ Reverse osmosis (RO) ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญจำนวนทั้งหมด 430 ตัวอย่าง พบไม่ผ่านมาตรฐาน 121 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 28.1 จำแนกเป็น ไม่ผ่านมาตรฐานด้านฟิสิกส์และเคมี 43 ตัวอย่างหรือร้อยละ 10.0 สาเหตุจากค่าความกระด้างทั้งหมด ความเป็นกรด-ด่าง (pH) และปริมาณสารทั้งหมด ร้อยละ 6.5, 3.5 และ 1.6 ตามลำดับ ผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ไม่ผ่านมาตรฐาน 93 ตัวอย่างหรือร้อยละ 21.6 สาเหตุสูงสุดเนื่องจาก Coliforms เกินเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 20.5 รองลงมาพบ *E. coli* ร้อยละ 3.7 นอกจากนี้ ตรวจพบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษรวม 8 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 1.9 และพบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดมากกว่า 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตรในตัวอย่างร้อยละ 71.8 ผลทดสอบด้วยสถิติ Chi square พบว่า ตู้น้ำฯ ที่ตั้งอยู่ในที่แสงแดดส่องถึง ไม่มีความสัมพันธ์กับการพบตะไคร่น้ำบริเวณช่องจ่ายน้ำและหัวจ่าย ($P > 0.05$, $P = 0.4673$) ค่าความกระด้างทั้งหมด ปริมาณสารทั้งหมดในน้ำ และผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งานของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ ($P > 0.05$, $P = 0.6799$, 0.5829 และ 0.7753) ขณะที่ผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับตู้น้ำฯ ที่มีและไม่มีประตูปิดช่องจ่ายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$, $P = 0.0281$) ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษคำนวณโดยใช้โปรแกรม “Risk Ranger” พบความน่าจะเป็นของการเกิดโรคต่อวันต่อคนในกลุ่มผู้บริโภค 5 จังหวัด เนื่องจากดื่มน้ำตู้หยอดเหรียญที่ปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus*, *C. perfringens* และ *Salmonella* spp. เท่ากับ 7.50×10^{-9}, 1.50×10^{-8} และ 7.50×10^{-8} ตามลำดับ และคาดว่าจะเกิดการเจ็บป่วยเนื่องจากเชื้อทั้งสามชนิดในกลุ่มผู้บริโภค 1,690,000 คน ในเขตภาคกลาง 5 จังหวัด เท่ากับ 14, 27 และ 133 ครั้งต่อปี โดยมีค่าลำดับความเสี่ยง (Risk ranking) ของ *S. aureus*, *C. perfringens* และ *Salmonella* spp. อยู่ที่ 28, 29 และ 39 ตามลำดับ หลังการตรวจวิเคราะห์คุณภาพเสร็จสิ้น ได้สนับสนุนผลวิเคราะห์และข้อมูลสำรวจตู้น้ำฯ ให้กับ อย. และในปี 2556 ได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 362) พ.ศ. 2556 เรื่อง น้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2557

Accepted for publication, 9 February 2015

บทนำ

ผู้บริโภคที่ต้องการดื่มน้ำสะอาดและปลอดภัย นิยมดื่มน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทซึ่งมีการควบคุมคุณภาพตามกฎหมาย ปัจจุบัน ผู้บริโภคมีอีกทางเลือกหนึ่งคือ การใช้บริการน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ หรือที่นิยมเรียกกันโดยทั่วไปว่า "น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ" ซึ่งมีราคาถูกเพียงลิตรละ 1-2 บาท ผู้ให้บริการได้ติดตั้งตู้น้ำฯ กระจายอยู่ทั่วไปในแหล่งชุมชนเขตเมืองที่มีประชาชนอยู่หนาแน่น อีกทั้งผู้ประกอบการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดหลายรายได้ขยายธุรกิจน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญด้วย ทำให้มีตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญจำนวนมาก โดยเฉพาะในเขตกรุงเทพมหานคร (กทม.) ในปี 2554 มีตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญมากกว่า 20,000 ตู้[1] มีข้อมูลของหลายหน่วยงานที่แสดงว่าน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญมีคุณภาพไม่ได้มาตรฐาน เช่น ผลการตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญของสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา ในปี พ.ศ. 2550 พบว่า ค่าความกระด้างทั้งหมด และค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 2 และ 18.29 ตามลำดับ ด้านจุลินทรีย์พบการปนเปื้อน Coliforms และ *E. coli* ร้อยละ 5.43 และ 0.57 ตามลำดับ[2] ในปี 2553 สำนักอนามัย กทม. สุ่มตรวจตัวอย่างน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญจำนวน 618 ตัวอย่างทั้ง 50 เขตใน กทม. พบการปนเปื้อน Coliforms ในน้ำดื่มจำนวน 44 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 7.2[3] และในปี 2554 วิทยานิพนธ์ของพิชยากร มาพะเนาว์[4] รายงานว่า ผลวิเคราะห์น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญในเขตคลองสามวา กทม. พบค่าความเป็นกรด-ด่างไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 24.14 ค่าความกระด้างทั้งหมดไม่ผ่านร้อยละ 3.45 ด้านจุลินทรีย์พบการปนเปื้อน Coliforms และ *E. coli* ร้อยละ 8.05 และ 1.15 ตามลำดับ การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญดังกล่าว อ้างอิงมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข[5] และบางส่วนใช้เกณฑ์ของชุดทดสอบอย่างง่ายที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพน้ำ เนื่องจากยังไม่มีมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญเพื่อใช้บังคับตามกฎหมาย ผู้ให้บริการจึงมีโอกาสที่จะละเลย หรือขาดความเอาใจใส่ในการให้บริการน้ำดื่มที่สะอาด ปลอดภัยแก่ผู้บริโภค ถึงแม้ได้มีประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลากฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2553) เรื่อง ให้ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลาก[6] แต่ไม่ได้ครอบคลุมการควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ ในปี 2555 สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาได้จัดตั้งคณะทำงานแก้ไขปัญหาคุณภาพความปลอดภัยของน้ำบริโภคที่ผลิตจากเครื่องจำหน่ายอัตโนมัติแบบครบวงจร และประสงค์จะกำหนดมาตรฐานเฉพาะเพื่อควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ ในช่วงเวลาเดียวกันนี้ กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ได้จัดทำโครงการประเมินความปลอดภัยของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญโดยหน่วยงานทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค คณะผู้วิจัยรับผิดชอบดำเนินโครงการในเขตจังหวัดภาคกลาง รวม 5 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี วัตถุประสงค์ของโครงการเพื่อให้ได้ข้อมูลผลวิเคราะห์น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญสำหรับประเมินความเสี่ยงของผู้บริโภคจากอันตรายที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ และใช้เป็นข้อมูลสนับสนุนการกำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญของประเทศ รวมทั้งใช้เป็นฐานข้อมูลสำหรับหน่วยงานที่รับผิดชอบการเฝ้าระวังความปลอดภัยของผู้บริโภคที่ดื่มน้ำจากตู้หยอดเหรียญ

วัสดุและวิธีการ

การประสานงานและวางแผน

คณะผู้วิจัยวางแผนการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์ของโครงการในส่วนพื้นที่รับผิดชอบ 5 จังหวัด คือ กรุงเทพมหานคร (กทม.) นนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี โดยประสานงานกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง คือ สำนักงานเขตพื้นที่ กทม. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี เพื่อชี้แจงโครงการและวางแผนการเก็บตัวอย่าง

ตัวอย่าง

1. การเก็บตัวอย่าง

ระหว่างเมษายน ถึงตุลาคม 2555 คณะผู้วิจัยและเจ้าหน้าที่ของสำนักงานเขต กทม. สำนักงานสาธารณสุขจังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี ร่วมกันเก็บตัวอย่างน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญแบบไม่ทำความสะอาดหัวจ่ายน้ำและกดน้ำใส่ขวดเก็บตัวอย่างทันที เพื่อให้ได้ตัวอย่างลักษณะเดียวกับน้ำที่ผู้บริโภคมาใช้บริการ เก็บ 1 ตัวอย่าง/ตู้ ระหว่างเก็บตัวอย่างได้จดบันทึกข้อมูลลงในแบบสำรวจข้อมูลด้วยการสังเกต และสอบถามเจ้าของตู้หรือผู้ดูแล ข้อมูลที่เก็บ ได้แก่ สถานที่ตั้ง สภาพแวดล้อมโดยรอบ ลักษณะของตู้น้ำฯ แหล่งน้ำดิบที่ผ่านเข้าตู้ ระบบกรองน้ำและฆ่าเชื้อ การบำรุงรักษา อายุการใช้งาน และฉลาก จากนั้นนำส่งตัวอย่างไปตรวจวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการของสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ รวมตัวอย่างทั้งสิ้น 430 ตัวอย่าง แบ่งเป็น

- กรุงเทพมหานคร สุ่มเก็บตัวอย่างกระจายในพื้นที่ 15 เขต เขตละ 12 ตัวอย่าง ได้แก่ เขตจตุจักร ดุสิต ประเวศ ปทุมวัน ยานนาวา จอมทอง บางกอกใหญ่ ตลิ่งชัน ทุ่งครุ บางเขน บางแค ดินแดง ลาดกระบัง มีนบุรี และบางกะปิ รวมทั้งสิ้น 180 ตัวอย่าง
- จังหวัดนนทบุรี ปทุมธานี พระนครศรีอยุธยา และสระบุรี สุ่มเก็บตัวอย่างในทุกอำเภอ ที่มีตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ รวมทั้งสิ้น 250 ตัวอย่าง

2. การตรวจวิเคราะห์

ด้านฟิสิกส์และเคมี

- ความเป็นกรด-ด่าง (pH) วัดด้วยเครื่องวัดความเป็นกรด-ด่าง (pH meter) วิธีตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 4500-H^+B
- ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness) หมายถึงผลรวมของแคลเซียมและแมกนีเซียม คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Titration ตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 2340 C
- ปริมาณสารทั้งหมด (Total solids) เป็นผลรวมของสารแขวนลอยและสารที่ละลายน้ำทั้งหมด ตรวจวิเคราะห์โดยการระเหยน้ำจนแห้งแล้วอบต่อที่อุณหภูมิ 103-105°C จนน้ำหนักคงที่ มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร วิธีตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 2540 B

ด้านจุลินทรีย์

- ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Heterotrophic plate count, HPC) หมายถึงปริมาณแบคทีเรียที่ดำรงชีวิตโดยใช้สารอินทรีย์เป็นอาหาร มีหน่วยเป็น CFU ต่อมิลลิลิตร ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี pour plate ตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 9215 A-B
- Coliforms ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี เอ็มพีเอ็น (MPN = Most Probable Number) โดยใช้ตาราง MPN ที่กำหนดหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ 10 หลอด แต่ละหลอดใส่ตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร รายงานผลเป็นค่า MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร วิธีตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 9221 A-C
- *Escherichia coli* หรือ *E. coli* ตรวจหาด้วยวิธีต่อเนื่องจากการตรวจ Coliforms ตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 9221 A-C, E, G และ 9225 C-D รายงานผลว่า พบหรือไม่พบต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร
- จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค หรือเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ ตรวจวิเคราะห์ด้วยวิธี Membrane filtration รายงานผลว่า พบหรือไม่พบ ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร ได้แก่
  - *Staphylococcus aureus* หรือ *S. aureus* วิธีวิเคราะห์ตามเอกสารอ้างอิง APHA (2012)[7] ข้อ 9213 B

- *Salmonella* spp. วิธีวิเคราะห์ตามเอกสาร ISO 19250 : 2010[8]
- *Clostridium perfringens* หรือ *C. perfringens* วิธีวิเคราะห์ตามเอกสารอ้างอิง EA (2010)[9]

เกณฑ์มาตรฐาน

ขณะดำเนินงานวิจัย ยังไม่มีมาตรฐานเฉพาะสำหรับน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ จึงอ้างอิงมาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับที่ 61) พ.ศ. 2524 ซึ่งมีข้อกำหนดดังนี้

คุณสมบัติด้านฟิสิกส์และเคมี

- ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5
- ปริมาณสารทั้งหมด (Total solid) ไม่เกิน 500.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร
- ความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ไม่เกิน 100.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำบริโภค 1 ลิตร

คุณสมบัติด้านจุลินทรีย์

- ตรวจพบบัคเตรีชนิด Coliforms น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำบริโภค 100 มิลลิลิตรโดยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number)
- ตรวจไม่พบบัคเตรีชนิด *E. coli*
- ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค ต่อน้ำ 100 มิลลิลิตร

(ประกาศฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) นี้ ไม่มีเกณฑ์กำหนดสำหรับปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด)

การประเมินผล

คำนวณผลวิเคราะห์เป็นค่าร้อยละ (%) พร้อมทั้งสร้างกราฟวงกลมและกราฟแท่งแสดงผลวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ใช้สถิติ Chi square[10] ทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 และประเมินค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคต่อการได้รับอันตรายจากเชื้อโรคอาหารเป็นพิษ 3 ชนิดคือ *S. aureus*, *Salmonella* spp. และ *C. perfringens* ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป “Risk Ranger” เวอร์ชั่น 2[11] ซึ่งใช้ Microsoft® Excel spreadsheet software ในการคำนวณ

Risk Ranger

เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปพัฒนาโดย Ross and Sumner เผยแพร่ครั้งแรกในปี ค.ศ. 2002[12] ปัจจุบันพัฒนาเป็นเวอร์ชั่น 2 ใช้สำหรับประเมินความเสี่ยงในการเกิดโรคจากการบริโภคอาหารชนิดหนึ่ง โปรแกรมจะประมวลข้อมูลผลวิเคราะห์เชิงคุณภาพ แล้วแปลงผลเป็นค่าความเสี่ยงเชิงปริมาณ โดยใช้การคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่สัมพันธ์กับข้อมูลที่บันทึกร่วมกับปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลกระทบกับความเสี่ยงตั้งแต่ขั้นตอนการผลิตจนถึงผู้บริโภค ปัจจัยดังกล่าวรวมถึงความรุนแรงของการเกิดโรค ความน่าจะเป็นของการเกิดโรคจากการบริโภค และโอกาสของการได้รับสัมผัสเชื้อในหนึ่งช่วงเวลา ผู้ใช้โปรแกรมต้องบันทึกข้อมูลลงในกล่องข้อมูล (List box) ใน Microsoft® Excel spreadsheet รวม 11 ข้อ ภายใต้ 3 หัวข้อหลักคือ Dose and severity, Probability of exposure to food และ Probability of infective dose โปรแกรมจะใช้ข้อมูลทั้งหมดในการคำนวณแล้วแสดงผลลัพธ์เป็นค่าความเสี่ยง ได้แก่

1. Risk estimate (ค่าประมาณของความเสี่ยง) ประกอบด้วย
   - Probability of illness per day per consumer of interest (ความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการเกิดโรคต่อวันต่อคน)
   - Total predicted illness/annum in population of interest (จำนวนการเจ็บป่วยที่คาดว่าจะเกิดในกลุ่มประชากรเป้าหมายต่อปี)

- Comparative risk in population of interest (ความเสี่ยงเปรียบเทียบในกลุ่มประชากรเป้าหมาย) โปรแกรมใช้ค่า Comparative risk นี้ในการคำนวณค่า Risk ranking (ลำดับความเสี่ยง)

2. Risk ranking (ลำดับความเสี่ยง) เป็น log scale มีค่าอยู่ระหว่าง 0 – 100 เมื่อ 0 หมายถึง ไม่มีความเสี่ยง ขณะที่ 100 มีความเสี่ยงสูงสุด นั่นคือผู้บริโภคทุกคนในกลุ่มประชากรเป้าหมายเกิดอาการเจ็บป่วยทุกครั้งที่บริโภคอาหาร ลำดับความเสี่ยงที่ 0 หมายถึงความเสี่ยงของการเกิดโรคกับผู้บริโภค 1 คนใน 10 พันล้านคนในรอบ 100 ปี และเทียบเท่า Comparative risk ที่มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2.75×10^{-17} โปรแกรมจะคำนวณลำดับความเสี่ยงจากสมการ ดังนี้

$$\text{Risk ranking} = (100/17.56) \times (17.56 + \text{LOG}_{10}(\text{Comparative Risk}))$$

Risk ranking ที่สูงขึ้น หมายถึงผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากขึ้น และค่าลำดับความเสี่ยงที่สูงขึ้นทุก 6 ลำดับ หมายถึงความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากขึ้น 10 เท่า เช่น ลำดับที่เปลี่ยนจาก 36 เป็น 48 หมายความว่าความเสี่ยงจะเพิ่มมากขึ้น 100 เท่า

การสนับสนุนการกำหนดมาตรฐาน

คณะผู้วิจัยเป็นผู้แทนของหน่วยงาน เข้าร่วมประชุมแบบบูรณาการตามโครงการแก้ไขปัญหาคุณภาพความปลอดภัยของน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ และการพิจารณากำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ ณ สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ในเดือนมีนาคม พฤษภาคม และกรกฎาคม 2555 หลังจากนั้นได้สนับสนุนผลวิเคราะห์ของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญและข้อมูลจากแบบสำรวจรายละเอียดของตู้น้ำฯ ในเขตภาคกลาง รวมกับผลจากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เป็นข้อมูลผลวิเคราะห์ทั้งประเทศให้แก่ อย. เพื่อใช้ประกอบการกำหนดมาตรฐาน

ผล

ข้อมูลจากแบบสำรวจตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ จำนวน 430 ชุด

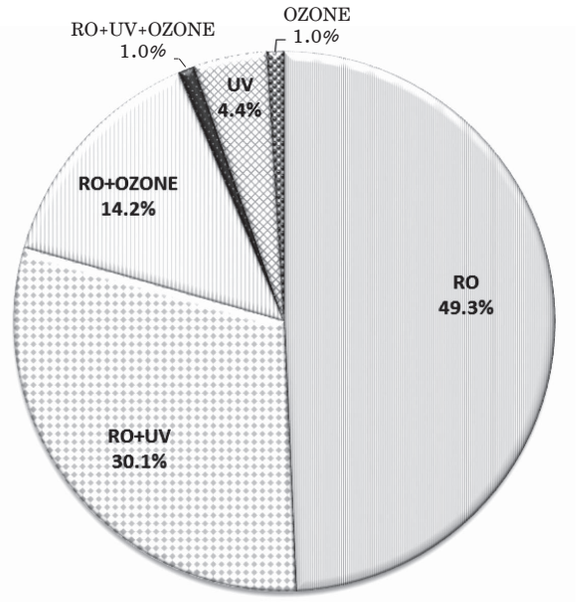
1. สถานที่ตั้ง ตู้น้ำดื่มร้อยละ 76.9 ตั้งอยู่บริเวณใต้ชายคาหน้าอาคารหอพัก/ร้านค้า และร้อยละ 10.2 ตั้งอยู่กลางแจ้งในบริเวณสถานีบริการเชื้อเพลิง/วัด/ตลาด ในสถานที่เหล่านี้มีตู้น้ำฯ ตั้งอยู่ริมถนนที่มีรถยนต์ผ่านร้อยละ 52.6 และแสงแดดส่องถึงร้อยละ 69.3

2. สภาพแวดล้อมโดยรอบ สภาพแวดล้อมรัศมีไม่เกินหนึ่งเมตร พบถังใส่ขยะ/เศษขยะร้อยละ 10.9 มีน้ำขังแฉะรอบตู้ร้อยละ 9.3

3. ลักษณะของตู้น้ำฯ พบตะไคร่น้ำในบริเวณช่องจ่ายน้ำและที่หัวจ่าย 98 ตู้ คิดเป็นร้อยละ 22.8 ในจำนวนนี้ เป็นตู้ที่ถูกแสงแดดส่องถึง 65 ตู้ และไม่ถูกแสงแดดส่องถึง 33 ตู้ พบสายยางต่อจากหัวจ่ายน้ำร้อยละ 3.5 ไม่มีประตูปิดช่องจ่ายน้ำร้อยละ 8.6 มีประตูปิดช่องจ่ายน้ำร้อยละ 91.4 ในจำนวนที่มีประตูปิด พบว่าประตูชำรุด 11 ตู้

4. แหล่งน้ำดิบ น้ำดิบที่ผ่านเข้าตู้ จำแนกเป็นน้ำประปานครหลวงและภูมิภาครวมร้อยละ 81.4 ระบบประปาหมู่บ้าน/เทศบาลร้อยละ 14.6 ประปาน้ำบาดาลร้อยละ 2.1 และไม่ทราบแหล่งน้ำร้อยละ 1.9

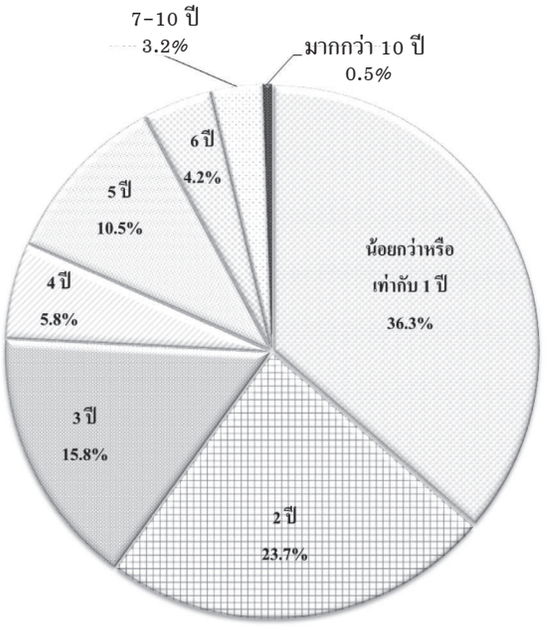
5. ระบบกรองน้ำและฆ่าเชื้อ ผู้วิจัยได้ข้อมูลจากผู้ดูแลและไม่สามารถเปิดตู้น้ำฯ เพื่อตรวจสอบระบบเครื่องกรองน้ำภายในได้ทั้งหมด จากข้อมูลที่ได้ 296 ตู้ พบว่าตู้น้ำเกือบทั้งหมดจำนวน 280 ตู้หรือร้อยละ 94.6 ใช้ระบบกรองน้ำแบบ Reverse osmosis (RO) จำแนกเป็น ระบบ RO อย่างเดียว ระบบ RO กับแสงอัลตราไวโอเลต (Ultraviolet, UV) ระบบ RO กับ Ozone และระบบ RO กับ UV และ Ozone คิดเป็นร้อยละ 49.3, 30.1, 14.2 และ 1.0 ตามลำดับ ส่วนตู้น้ำฯ ที่เหลือใช้ UV หรือ Ozone อย่างเดียว (ร้อยละ 4.4 และ 1.0) (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ระบบการกรองและฆ่าเชื้อในตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ (RO = Reverse osmosis, UV = Ultraviolet)

6. **การบำรุงรักษา** มีการทำความสะอาดเครื่องกรองน้ำภายในตู้ร้อยละ 23.7 และเคยมีการเปลี่ยนไส้กรองร้อยละ 42.3

7. **อายุการใช้งาน** ผู้วิจัยไม่สามารถสอบถามอายุการใช้งานของตู้น้ำฯ จากผู้ดูแล หรือจากฉลากติดข้างตู้ได้ทั้งหมด ข้อมูลที่สำรวจได้จำนวน 190 ตู้ พบตู้น้ำฯ ร้อยละ 60.0 มีอายุการใช้งานไม่เกิน 2 ปี ตู้น้ำฯ ที่มีอายุการใช้งานน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ปี มีจำนวนมากที่สุดคือ 69 ตู้ คิดเป็นร้อยละ 36.3 และยังพบตู้ที่มีอายุใช้งานถึง 10 ปี และมากกว่า 10 ปี (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 อายุการใช้งานของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

8. ฉลาก ไม่มีฉลากใดๆ ติดบนตู้น้ำฯ 152 ตู้ (ร้อยละ 35.3) และพบตู้น้ำฯ 3 ตู้ มีฉลากครบถ้วนตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2553)[6] จากจำนวนทั้งหมด 69 ตู้ที่ต้องติดฉลากให้ถูกต้องภายหลังประกาศฯ มีผลใช้บังคับ (คิดเป็นร้อยละ 4.3) นอกจากนี้ พบฉลากโฆษณา “น้ำแร่ธรรมชาติพลังแม่เหล็ก” “น้ำแร่พลังสนามแม่เหล็ก” และ “น้ำแร่พลังแม่เหล็ก” รวม 28 ตู้ คิดเป็นร้อยละ 6.5 ของตู้น้ำฯ ทั้งหมด 430 ตู้

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

จำนวนน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญทั้งสิ้น 430 ตัวอย่าง ไม่ผ่านมาตรฐาน 121 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 28.1 (ตารางที่ 1) จำแนกเป็น ไม่ผ่านมาตรฐานด้านเคมี 43 ตัวอย่างหรือร้อยละ 10.0 สาเหตุจากค่าความกระด้างเกินเกณฑ์มาตรฐาน 28 ตัวอย่าง (ร้อยละ 6.5) ปริมาณสารทั้งหมดเกิน 7 ตัวอย่าง (ร้อยละ 1.6) และค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ต่ำกว่าเกณฑ์ 15 ตัวอย่าง (ร้อยละ 3.5) ทุกตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์ค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าน้อยกว่า 6.5 (อยู่ระหว่าง 5.8-6.4)

สำหรับผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ พบไม่ผ่านมาตรฐาน 93 ตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 21.6 สาเหตุที่ไม่ผ่านสูงสุดเนื่องจากพบเชื้อ Coliforms เกินมาตรฐาน 88 ตัวอย่าง รองลงมาคือพบ *E. coli* 16 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 20.5 และ 3.7 ตามลำดับ ตรวจพบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษรวม 8 ตัวอย่างหรือร้อยละ 1.9

ผลวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Heterotrophic plate count) พบตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 45.1 มีปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดอยู่ระหว่าง 1,001-10,000 CFU/มิลลิลิตร และพบมากกว่า 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตรในตัวอย่างร้อยละ 71.8 (ภาพที่ 3)

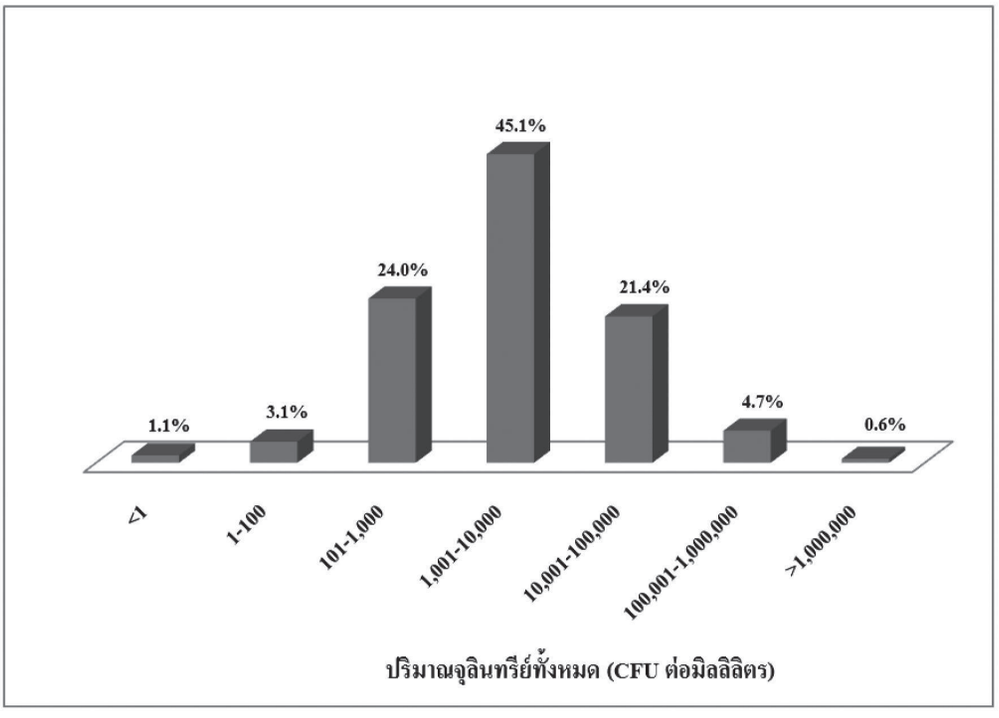
ผลวิเคราะห์จำแนกตามจังหวัด (ตารางที่ 1) พบว่า จังหวัดสระบุรีมีตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานสูงสุด คือ ร้อยละ 43.9 รองลงมาคือจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 41.3

ตารางที่ 1 ผลวิเคราะห์น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญในเขตภาคกลางรวม 5 จังหวัด[a]

จังหวัด	จำนวนตัวอย่างทั้งหมด	จำนวนตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานทั้งหมด (%)	จำนวนตัวอย่างที่ไม่ผ่านมาตรฐานแยกตามรายการวิเคราะห์[b]									
			รวมไม่ผ่านมาตรฐานด้านเคมี	ความกระด้างทั้งหมด	ความเป็นกรด-ด่าง	ปริมาณสารทั้งหมด	รวมไม่ผ่านมาตรฐานด้านจุลินทรีย์	Coliforms	*E. coli*	*S. aureus*	*Salmonella* spp.	*C. perfringens*
นนทบุรี	51	6 (11.8%)	0	0	0	0	6	6	1	0	0	0
ปทุมธานี	53	13 (24.5%)	3	3	0	1	10	9	1	0	1	1
พระนครศรีอยุธยา	80	33 (41.3%)	14	11	2	4	25	25	4	1	1	0
สระบุรี	66	29 (43.9%)	13	12	2	2	21	20	7	0	0	0
กรุงเทพฯ	180	40 (22.2%)	13	2	11	0	31	28	3	1	0	3
รวม	430	121	43	28	15	7	93	88	16	2	2	4
ร้อยละของจำนวนตัวอย่างทั้งหมด (430 ตัวอย่าง)		28.1	10.0	6.5	3.5	1.6	21.6	20.5	3.7	0.5	0.5	0.9

[a] ผลวิเคราะห์ Heterotrophic plate count (HPC) นำไปแสดงในภาพที่ 3

[b] แต่ละตัวอย่างอาจมีผลวิเคราะห์ไม่ผ่านมาตรฐานมากกว่า 1 รายการ



ภาพที่ 3 ผลวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Heterotrophic plate count) ในน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ

ผลทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

1. ตู้น้ำฯ ที่ตั้งอยู่ในที่แสงแดดส่องถึง ไม่มีความสัมพันธ์กับการพบตะไคร่น้ำในบริเวณช่องจ่ายน้ำและที่หัวจ่ายอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $P = 0.4673$)

2. ค่าความกระด้างทั้งหมด ปริมาณสารทั้งหมดในน้ำ และผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งานของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $P = 0.6799$, 0.5829 และ 0.7753 ตามลำดับ) (ผู้วิจัยใช้ข้อมูลอายุของตู้น้ำฯ ตั้งแต่ 2 ปีลงมา และมากกว่า 2 ปีในการทดสอบ เนื่องจากจำนวนตัวอย่างที่สองระดับนี้ใกล้เคียงกัน)

3. ผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานไม่มีความสัมพันธ์กับตู้น้ำฯ ที่ตั้งอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่ถูกสุขลักษณะ (มีเศษขยะและน้ำขังแฉะใกล้ตู้) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $P = 0.9377$)

4. ผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับตู้น้ำฯ ที่มีประตูปิดและไม่มีประตูปิดช่องจ่ายน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$, $P = 0.0281$)

การประเมินความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษ

ค่าความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอาหารเป็นพิษในกลุ่มผู้บริโภคในเขตภาคกลางรวม 5 จังหวัด ที่คำนวณจากข้อมูลที่บันทึกในโปรแกรม Risk Ranger (ตารางที่ 2) พบว่า ความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการเกิดโรคต่อวันต่อคน เนื่องจากการดื่มน้ำจากตู้หยอดเหรียญที่ปนเปื้อนเชื้อ *S. aureus*, *C. perfringens* และ *Salmonella* spp. เท่ากับ 7.50×10^{-9}, 1.50×10^{-8} และ 7.50×10^{-8} ตามลำดับ และคาดว่าจะเกิดการเจ็บป่วยในกลุ่มผู้บริโภคน้ำดื่มหยอดเหรียญ 1,690,000 คน ในเขตภาคกลาง 5 จังหวัด โดยมีสาเหตุจาก *S. aureus* มีจำนวน 14 ครั้งต่อปี ในขณะที่เกิดจาก *C. perfringens* 27 ครั้งต่อปี และเกิดจาก *Salmonella* spp. 133 ครั้งต่อปี

ค่าลำดับความเสี่ยง (Risk ranking) ของ *S. aureus* อยู่ที่ลำดับ 28 ต่ำกว่า *C. perfringens* และ *Salmonella* spp. ซึ่งอยู่ลำดับที่ 29 และ 39 ตามลำดับ

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลที่บันทึกในโปรแกรม Risk Ranger และผลการประเมินความเสี่ยง

หัวข้อความเสี่ยง (Risk criteria)	ข้อมูลที่บันทึกใน List box		
	S. aureus	*C. perfringens*	*Salmonella* spp.
Dose and severity			
1. Hazard severity	Minor hazard	Minor hazard	Mild hazard
2. Susceptibility	General-all population	General-all population	General-all population
Probability of exposure to food			
3. Frequency of consumption	Daily	Daily	Daily
4. Proportion consuming	Some (25%)	Some (25%)	Some (25%)
5. Size of consuming population[a]	1,690,000 คน	1,690,000 คน	1,690,000 คน
Probability of infective dose			
6. Probability of contamination[b]	0.01 (1%)	0.02 (2%)	0.01 (1%)
7. Effect of process	Usually (99%)	Usually (99%)	Usually (99%)
8. Possibility of recontamination[c]	15%	30%	15%
9. Post process control	Not controlled	Not controlled	Not controlled
10. Increase to infective dose[d]	2.0×10^{8}	2.0×10^{8}	2.0×10^{7}
11. Effect of preparation[e]	No effect	No effect	No effect
ผล			
Probability of illness per day per consumer of interest (ความน่าจะเป็นหรือโอกาสของการเกิดโรคต่อวันต่อคน)	7.50×10^{-9}	1.50×10^{-8}	7.50×10^{-8}
Total predicted illness/annum in population of interest (จำนวนการเจ็บป่วยที่คาดว่าจะเกิดในกลุ่มประชากรเป้าหมายต่อปี)	1.33×10^{1} (= 14 ครั้ง)	2.67×10^{1} (= 27 ครั้ง)	1.33×10^{2} (= 133 ครั้ง)
Comparative risk in population of interest (ความเสี่ยงเปรียบเทียบในกลุ่มประชากรเป้าหมาย)	1.88×10^{-13}	3.75×10^{-13}	1.88×10^{-11}
Risk ranking (ลำดับความเสี่ยง)	28	29	39

[a] คำนวณจาก 13.54% ของประชากรไทยที่บริโภคน้ำดื่มหยอดเหรียญ[24] จากจำนวนประชากรรวมทั้งสิ้น 12,475,637 คน ใน 5 จังหวัดที่ศึกษา[25]

[b] คำนวณจากการปนเปื้อนจุลินทรีย์ต่อหนึ่งหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)

[c] ข้อมูลจาก อรสา จงวรกุล 2551[2] ระบุ 85% ของผู้บริโภคล้างภาชนะใส่น้ำดื่มก่อนซื้อน้ำจากตู้หยอดเหรียญ ในที่นี้ โอกาสของการปนเปื้อนซ้ำคำนวณจาก 100 – 85 = 15% และผลการศึกษาครั้งนี้พบ *C. perfringens* ปนเปื้อนเป็นสองเท่า ดังนั้นโอกาสของการปนเปื้อนของ *C. perfringens* คำนวณจาก 15 × 2 = 30%

[d] คำนวณจากปริมาณที่ทำให้เกิดโรค[20] คือ *S. aureus* และ *C. perfringens* = 10^{6} เซลล์/กรัมหรือมิลลิลิตร, *Salmonella* spp. = 10^{5} เซลล์/กรัมหรือมิลลิลิตร คูณด้วยปริมาณหนึ่งหน่วยบริโภค (200 มิลลิลิตร)

[e] ผู้บริโภคไม่ต้มหรือกรองน้ำก่อนดื่ม

การสนับสนุนการกำหนดมาตรฐาน

หลังการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญเสร็จสิ้นแล้ว ได้นำเสนอข้อมูลผลวิเคราะห์รวมทั้งข้อมูลจากแบบสำรวจให้ อย. เพื่อใช้ประกอบการพิจารณาเกณฑ์มาตรฐานสำหรับควบคุมคุณภาพของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญในประเทศ

วิจารณ์

ข้อมูลจากแบบสำรวจตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ

ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่ตั้งบริเวณริมถนนและที่โล่งแจ้ง เพิ่มโอกาสให้จุลินทรีย์ที่อยู่ในสิ่งแวดล้อมบริเวณโดยรอบรวมทั้งฝุ่นละอองปนเปื้อนในน้ำดื่มมากขึ้น ในบางจุดถูกแสงแดดส่องถึงและพบตะไคร่น้ำที่หัวจ่ายตะไคร่น้ำเป็นสิ่งมีชีวิตประเภทเดียวกับสาหร่าย บางชนิดเจริญได้ด้วยการสังเคราะห์แสงโดยใช้สารคลอโรฟิลล์ภายในเซลล์แพร่พันธุ์ด้วยสปอร์และกระจายอยู่ในอากาศ เมื่อสปอร์ไปตกอยู่ในแหล่งที่มีแสงแดดส่องถึงก็จะเจริญเติบโตได้ ถึงแม้ไม่ถูกแสงแดดจัดโดยตรงหรือถูกแสงแดดเล็กน้อย ตะไคร่น้ำก็เจริญได้เช่นกัน[2, 13] บริเวณที่ปนเปื้อนตะไคร่น้ำมักเห็นเป็นสีเขียว ทำให้เกิดกลิ่นเหม็นเขียว จัดเป็นสิ่งปนเปื้อนที่น่ารังเกียจถ้าพบในน้ำบริโภค แม้ว่าผลทดสอบทางสถิติ แสดงว่าตู้น้ำฯ ที่ตั้งอยู่ในที่แสงแดดส่องถึงไม่มีความสัมพันธ์กับการพบตะไคร่น้ำในช่องจ่ายน้ำและที่หัวจ่าย จากข้อมูลแบบสำรวจ ตู้น้ำฯ ที่ถูกแสงแดดส่องถึงและพบตะไคร่น้ำในช่องจ่ายน้ำและที่หัวจ่าย มีจำนวนเป็นสองเท่าของตู้ที่ไม่ถูกแสงแดดส่องถึง (65 ตู้ และ 33 ตู้ ตามลำดับ) นอกจากนี้ ผลสำรวจสภาพแวดล้อมรอบตู้น้ำฯ รัศมีไม่เกินหนึ่งเมตรพบถังใส่ขยะ/เศษขยะร้อยละ 10.9 และมีน้ำขังแฉะรอบตู้ร้อยละ 9.3 ซึ่งไม่ถูกสุขลักษณะและไม่ถูกต้องตามหลักเกณฑ์เกี่ยวกับสถานที่ตั้งของตู้น้ำฯ ตามคำแนะนำของคณะกรรมการสาธารณสุข เรื่อง แนวทางการควบคุมการประกอบกิจการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ พ.ศ. 2553[14]

ผลสำรวจการแสดงฉลากบนตู้น้ำดื่ม พบเพียง 3 ตู้ (ร้อยละ 4.3) มีฉลากครบถ้วนตามประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2553)[6] จากจำนวนทั้งหมด 69 ตู้ ที่ต้องติดฉลากให้ถูกต้องภายหลังประกาศฯ มีผลใช้บังคับตั้งแต่เดือนเมษายน ปี 2554 ซึ่งกำหนดไว้ 3 หัวข้อ คือ 1. ข้อแนะนำในการใช้ 2. ระบุวัน เดือน ปี ที่เปลี่ยนไส้กรอง 3. คำเตือน “ระวังอันตราย” จากผลสำรวจข้อมูลในงานวิจัยนี้ดำเนินการในปี 2555 แสดงว่าภายหลังประกาศมีผลใช้บังคับ ผู้ประกอบการผลิตและจำหน่ายตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญจำนวนมาก ยังไม่ดำเนินการตามข้อบังคับซึ่งกำหนดให้ตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญอัตโนมัติเป็นสินค้าที่ควบคุมฉลาก นอกจากนี้ พบฉลากโฆษณา “น้ำแร่ธรรมชาติพลังแม่เหล็ก” “น้ำแร่พลังสนามแม่เหล็ก” และ “น้ำแร่พลังแม่เหล็ก” ติดบนตู้น้ำฯ รวม 28 ตู้ ซึ่งหากไม่เป็นจริงจะเป็นการโฆษณาที่ไม่ถูกต้องตามพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522[15] มาตรา 27(4) ซึ่งระบุอาหารที่มีลักษณะเป็นอาหารปลอม ประเภทอาหารที่มีฉลากเพื่อลวงหรือพยายามลวงผู้ซื้อให้เข้าใจผิดในเรื่องคุณภาพ ปริมาณ ประโยชน์ หรือลักษณะพิเศษอย่างอื่น

ผลวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

ทุกตัวอย่างที่ไม่ผ่านเกณฑ์เพราะค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่ามีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 และเป็นน้ำจากตู้ที่ใช้ระบบกรองน้ำชนิด Reverse osmosis (RO) มีรายงานว่า น้ำที่ผ่านระบบ RO มีสัดส่วนของคาร์บอนไดออกไซด์สูงขึ้น ทำให้ค่า pH ของน้ำลดลงหรือมีความเป็นกรดเพิ่มขึ้น สามารถปรับสภาพน้ำได้โดยให้น้ำผ่านไส้กรองถ่านกัมมันต์ซึ่งจะดูดซับคาร์บอนไดออกไซด์ ทำให้ค่า pH สูงขึ้นได้[16] ผลวิเคราะห์ด้านเคมี มีค่าความกระด้างทั้งหมดไม่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 6.5 น้ำที่มีความกระด้างไม่มีผลเชิงลบต่อสุขภาพ และไม่ทำให้เกิดตะกอนอุดตันอวัยวะต่าง ๆ ที่อุณหภูมิปกติของร่างกายมนุษย์ จึงไม่มีการกำหนดค่าสูงสุดของความกระด้างในเกณฑ์แนะนำองค์การอนามัยโลก แต่เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำและบ่งบอกระยะเวลาการเปลี่ยนไส้กรอง[17] ปริมาณสาร

ทั้งหมดที่ไม่ผ่านมาตรฐานร้อยละ 1.6 เป็นค่าที่แสดงประสิทธิภาพของเครื่องกรองน้ำเช่นเดียวกัน จากผลวิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Heterotrophic plate count, HPC) ในน้ำดื่มฯ 430 ตัวอย่าง พบว่าตัวอย่างส่วนใหญ่ร้อยละ 71.8 มีจำนวนจุลินทรีย์มากกว่า 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตร ถึงแม้มาตรฐานน้ำดื่มในประเทศไทยไม่กำหนดเกณฑ์ของ HPC แต่หากเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มจากตู้อัตโนมัติของสหภาพยุโรป (EU) ซึ่งกำหนดไม่เกิน 1,000 CFU ต่อมิลลิลิตร[18] จะมีตัวอย่างไม่ผ่านตามเกณฑ์ของ EU ถึงร้อยละ 71.8 มีการใช้ค่า HPC บ่งบอกประสิทธิภาพในระบบการบำบัดน้ำ (Water treatment) เพื่อผลิตน้ำบริโภค เพราะ HPC แสดงปริมาณจุลินทรีย์ที่อาศัยสารอินทรีย์คาร์บอน (Organic carbon) ในน้ำเป็นอาหารหลักเพื่อการเจริญเติบโต ถ้าพบปริมาณ HPC สูง แสดงว่าในน้ำมีสารอินทรีย์คาร์บอนสูง การเพิ่มปริมาณของ HPC จึงอาจทำให้น้ำมีกลิ่นและรสเปลี่ยนแปลง จุลินทรีย์บางประเภททำให้เกิดคราบเมือกลื่นเรียกว่า ไบโอฟิล์ม (Biofilm) บนพื้นผิวที่สัมผัสน้ำ[19] ในกรณีนี้ จึงอาจเกิดไบโอฟิล์มบนพื้นวางภาชนะในช่องจ่ายน้ำ ที่หัวจ่ายน้ำหรือตามท่อน้ำหรือในระบบเครื่องกรองของตู้น้ำฯ ที่ขาดการบำรุงรักษา นอกจากนี้การตรวจพบ Coliforms และ *E. coli* บ่งบอกคุณภาพน้ำว่าไม่สะอาด และสุขลักษณะการผลิตน้ำบริโภคไม่ดีพอ การตรวจพบ *E. coli* ยังแสดงว่าอาจมีการปนเปื้อนสิ่งปฏิกูลรวมทั้งอุจจาระด้วย น้ำดื่มตู้หยอดเหรียญที่มีคุณภาพไม่ผ่านมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ อาจมีสาเหตุจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่าง ๆ บริเวณช่องจ่ายน้ำ/หัวจ่าย และสิ่งแวดล้อมรอบตู้ หรือมีจุลินทรีย์สะสมในเครื่องกรองน้ำ

ผลทดสอบทางสถิติพบว่า ค่าความกระด้างทั้งหมด ปริมาณสารทั้งหมดในน้ำ และคุณภาพด้านจุลินทรีย์ไม่มีความสัมพันธ์กับอายุการใช้งานของตู้น้ำฯ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$, $P = 0.6799$) อาจเป็นเพราะตู้น้ำฯ ที่มีการบำรุงรักษาระบบการกรองและฆ่าเชื้ออย่างมีประสิทธิภาพและสม่ำเสมอจะช่วยให้น้ำมีคุณภาพดี ถึงแม้จะมีอายุการใช้งานมากขึ้น และพบว่าผลวิเคราะห์ด้านจุลินทรีย์ที่ไม่ผ่านมาตรฐานมีความสัมพันธ์กับตู้น้ำฯ ที่มีและไม่มีประตูปิดบริเวณช่องจ่ายน้ำ อาจกล่าวได้ว่า น้ำจากตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญที่ไม่มีประตูปิดบริเวณช่องจ่ายน้ำมีโอกาสปนเปื้อนจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมรอบตู้น้ำฯ สูงกว่าน้ำจากตู้ที่มีประตูปิดช่องจ่ายน้ำ และประตูปิดช่องจ่ายน้ำช่วยป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อมรอบตู้น้ำฯ ได้

การประเมินค่าความเสี่ยง

ลำดับความเสี่ยง (Risk ranking, RR) ของการเกิดโรคอาหารเป็นพิษเนื่องจาก *S. aureus, C. perfringens* และ *Salmonella* spp. อยู่ที่ลำดับ 28, 29 และ 39 ตามลำดับ ค่า RR ที่สูงขึ้นทุก 6 ลำดับ หมายถึงผู้บริโภคมีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคมากขึ้น 10 เท่า สรุปได้ว่า ค่าความเสี่ยงที่จะเกิดโรคเนื่องจาก *S. aureus* และ *C. perfringens* ใกล้เคียงกัน แต่ความเสี่ยงจาก *Salmonella* spp. จะมากกว่าทั้งสองเชื้อเกือบ 100 เท่า อาจเป็นเพราะ *Salmonella* spp. เป็นจุลินทรีย์ก่อโรคที่ทำให้ผู้ป่วยมีอาการรุนแรงกว่า และปริมาณที่ทำให้เกิดโรคในคนสุขภาพปกติน้อยกว่า *S. aureus* และ *C. perfringens* ค่าความเสี่ยงของ *C. perfringens* อยู่ที่ลำดับ 29 ซึ่งมากกว่า *S. aureus* เพียงลำดับเดียว แต่จำนวนครั้งที่คาดว่าจะเกิดการเจ็บป่วยจากการบริโภคน้ำดื่มหยอดเหรียญที่ปนเปื้อน *C. perfringens* ต่อปีมากกว่า *S. aureus* เกือบเท่าตัว อาจเป็นผลเนื่องจากข้อมูลการปนเปื้อนของ *C. perfringens* จากการศึกษาครั้งนี้สูงกว่า *S. aureus*

รายงานวิจัยของ Ross และ Sumner ในปี 2002[12] ระบุว่า RR เป็นค่าความเสี่ยงสัมพัทธ์ (Relative risk) ที่นำมาเปรียบเทียบกันได้ และถ้าได้ค่า RR หลายค่าก็สามารถนำมาจัดเรียงลำดับเป็นชุดข้อมูล (Risk profile) ของลำดับความเสี่ยงได้ Ross และ Sumner ได้จัดทำ Risk profile ของค่า RR ของการเกิดโรคเนื่องจากจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์อาหารทะเลในประเทศออสเตรเลีย ที่เกิดกับกลุ่มผู้บริโภคหลายกลุ่ม เช่น จัดทำลำดับความเสี่ยงจากเชื้อ *Listeria monocytogenes* ในอาหารทะเลรมควันแช่เย็น ที่ทำให้เกิดโรคในกลุ่มผู้บริโภค 3 กลุ่มคือ กลุ่มคนทั่วไป กลุ่มเด็ก/คนชรา และกลุ่มผู้ป่วยโรคร้ายแรง (เอดส์ มะเร็ง ฯลฯ) ได้ค่า RR ที่ 39, 45 และ 47 ตามลำดับ[20, 21] และ

หน่วยงานด้านอุตสาหกรรมอาหารทะเลของออสเตรเลียได้นำค่าลำดับความเสี่ยงนี้ไปใช้ประโยชน์ในการจัดลำดับความสำคัญในการจัดการความเสี่ยง (Risk management) และจัดระดับความเข้มงวดในการเฝ้าระวังโรค ดังนั้น หากนำรูปแบบนี้มาประยุกต์ใช้ในประเทศไทย ก็จะมีประโยชน์เช่นเดียวกัน

การสนับสนุนการกำหนดมาตรฐาน

สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา (อย.) ได้ออกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 (พ.ศ. 2556) เรื่อง น้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ[22] มีผลใช้บังคับตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2557 อย่างไรก็ตาม ประกาศฉบับนี้ใช้ควบคุมเฉพาะคุณภาพของน้ำดื่มที่ออกจากตู้น้ำฯ ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่ง จึงต้องมีการบูรณาการระหว่างหลายหน่วยงานเพื่อควบคุมการประกอบธุรกิจตู้น้ำดื่มอัตโนมัติแบบครบวงจร และจัดการปัญหาความปลอดภัยของน้ำดื่มฯ[23] นับตั้งแต่การขออนุญาตประกอบกิจการตู้น้ำฯ การกำหนดคุณภาพตู้น้ำฯ และอุปกรณ์เป็นบทบาทหน้าที่ของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) การควบคุมฉลากและรับเรื่องร้องเรียนจากผู้บริโภคเป็นความรับผิดชอบของสำนักงานคุ้มครองผู้บริโภค (สคบ.) การกำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำโดย อย. และการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำฯ และตรวจติดตามโดยหน่วยงานของกระทรวงสาธารณสุข หน่วยงานท้องถิ่น หรืออื่น ๆ หน่วยงานทุกแห่งที่มีหน้าที่ดังกล่าวนี้ ควรมีการประชาสัมพันธ์เรื่องกฎระเบียบ/ข้อบังคับ รวมทั้งคำแนะนำต่าง ๆ ในส่วนที่เกี่ยวข้อง ให้ทั้งผู้ประกอบการและผู้บริโภคได้ทราบโดยทั่วถึง และเข้มงวดกับบทลงโทษตามกฎหมาย

สรุป

การดำเนินโครงการประเมินความเสี่ยงของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญใน 5 จังหวัด ในเขตพื้นที่ภาคกลางทำให้ได้ข้อมูลผลวิเคราะห์คุณภาพด้านเคมีและจุลินทรีย์ของน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ พร้อมด้วยค่าความเสี่ยงของผู้บริโภคที่ดื่มน้ำฯ และข้อมูลสำรวจรายละเอียดของตู้น้ำฯ ซึ่งได้สนับสนุนข้อมูลดังกล่าวนี้ร่วมกับผลของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์อีก 14 แห่ง เป็นข้อมูลรวมทั้งประเทศให้กับสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา เพื่อประกอบการพิจารณากำหนดมาตรฐานควบคุมคุณภาพน้ำดื่มตู้หยอดเหรียญ จนกระทั่งในปี 2556 ได้มีประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 (พ.ศ. 2556) เรื่อง น้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ มีผลบังคับใช้ตั้งแต่วันที่ 16 ตุลาคม พ.ศ. 2557 ประกาศฉบับนี้ใช้ควบคุมเฉพาะคุณภาพของน้ำที่ออกจากตู้ ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารประเภทหนึ่ง จึงต้องมีการบูรณาการระหว่างหลายหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งภาครัฐและเอกชน เพื่อควบคุมตู้น้ำดื่มอัตโนมัติแบบครบวงจร

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนางสาวทิพวรรณ นิ่งน้อย ที่กรุณาสนับสนุนและให้คำปรึกษา ขอขอบคุณนางณัฐชลัยย์ บุญไทย จากศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ที่ 5 (สมุทรสงคราม) นายบัณฑูร พานิชกุล และพนักงานกระทรวงสาธารณสุขในสำนักคุณภาพและความปลอดภัยอาหาร ที่ได้ช่วยเหลือในการเก็บและตรวจวิเคราะห์ตัวอย่าง จนคณะผู้วิจัยสามารถดำเนินโครงการจนลุล่วงและสำเร็จด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

1. กองบรรณาธิการ น้ำดื่มจากตู้น้ำหยอดเหรียญกับเรื่องที่ต้องระวัง. ฉลาดซื้อ [ออนไลน์]. 2554; [สืบค้น 7 ก.ย. 2557]; 117 : [3 หน้า]. เข้าถึงได้จาก : URL: http://chaladsue.com/index.php/เรื่องเด่นในเล่ม/743-117-drink-water.html
2. อรสา จงวรกุล. การวิจัยสถานการณ์ความปลอดภัยของการบริโภคน้ำที่ผลิตจากเครื่องผลิตน้ำดื่มหยอดเหรียญ. นนทบุรี : สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข; 2551.
3. ตู้น้ำหยอดเหรียญปนเปื้อนแบคทีเรีย กทม. สุ่มตรวจด้อยคุณภาพ 7%. ไทยโพสต์ [ออนไลน์]. มกราคม 2554; [สืบค้น 7 ก.ย. 2557; [1 หน้า]. เข้าถึงได้จาก : URL: http://www.thaipost.net/Node/32675

4. พิชญากร มาพะเนาว์. การประเมินคุณภาพและสภาพแวดล้อมของตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญในเขตคลองสามวา กรุงเทพมหานคร [วิทยานิพนธ์สาธารณสุขศาสตรมหาบัณฑิต]. คณะสาธารณสุขศาสตร์. ชลบุรี : มหาวิทยาลัยบูรพา; 2554.
5. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 130 ตอนพิเศษ 136 ง (วันที่ 16 ตุลาคม 2556)
6. ประกาศคณะกรรมการว่าด้วยฉลาก ฉบับที่ 31 (พ.ศ. 2553) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 127 ตอนพิเศษ 140 ง (วันที่ 8 ธันวาคม 2553)
7. Rice EW, Baird RB, Clesceri LS, Eaton AD. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Washington, DC: American Public Health Association (APHA); 2012.
8. ISO 19250, Water quality -- detection of *Salmonella* spp. Geneva: International Organization Standard; 2010.
9. Environment Agency (EA). The microbiology of drinking water (2010) - Part 6 - methods for the isolation and enumeration of sulphite-reducing clostridia and *Clostridium perfringens* by membrane filtration. Bristol: Environmental Agency; 2010.
10. สรชัย พิศาลบุตร. หลักสถิติ. กรุงเทพฯ : วิทยพัฒน์; 2554. หน้า 298-311.
11. Food Safety Centre (FSC). Risk Ranger [ออนไลน์]. [สืบค้น 11 ส.ค. 2556]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://www.foodsafetycentre.com.au/riskranger.php
12. Ross T, Sumner, J. A simple, spreadsheet-based, food safety risk assessment tool. Int J Food Microbiol 2002; 77(1-2): 39-53.
13. การประปานครหลวง. ตะไคร่น้ำ. [ออนไลน์]. 2551; [สืบค้น 11 ส.ค. 2556]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://www.mwa.co.th/ewtadmin/ewt/mwa_internet/ewt_w3c/index_answer.php?wcad=4&wtid=1608&t=&filename=eigzpnyij
14. ศูนย์บริหารกฎหมายสาธารณสุข กรมอนามัย. คำแนะนำของคณะกรรมการสาธารณสุข เรื่องแนวทางการควบคุมการประกอบกิจการตู้น้ำดื่มหยอดเหรียญ พ.ศ. 2553. [ออนไลน์]. 2553; [สืบค้น 11 ส.ค. 2556]; [2 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://laws.anamai.moph.go.th/download/laws/suggest-2-53.pdf
15. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. พระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ. 2522 พร้อมกฎกระทรวง และประกาศกระทรวงสาธารณสุข (ฉบับปรับปรุงปี 2556). นนทบุรี : สำนักอาหาร กระทรวงสาธารณสุข; 2556. หน้า 12-13.
16. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย. ทำไมน้ำที่ผ่านการกรองด้วยระบบ RO จึงมีความเป็นกรดมากขึ้น. [ออนไลน์]. 2557; [สืบค้น 7 ก.ย. 2557]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://www.tistr.or.th/ed/?p=486
17. วุฒิพล เล้าอรุณ. ความกระด้างของน้ำ (Water hardness) [ออนไลน์]. [สืบค้น 7 ก.ย. 2557]; [15 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://www.mwa.co.th/ewt_dl_link.php?nid=506
18. Barrell RA, Hunter PR, Nichols G. Microbiological standards for water and their relationship to health risk. Commun Dis Public Health 2000; 3: 8-13.
19. World Health Organization. Heterotrophic plate count measurement in drinking water safety management: report of an expert meeting. 2002 Apr. 24-25; Geneva: WHO; 2002.
20. Sumner J, Ross T, Ababouch L. Application of risk assessment in the fish industry (FAO fisheries technical paper 442). Rome: Food and Agriculture Organization; 2004.
21. Sumner J, Ross T. A semi-quantitative seafood safety risk assessment. Int J Food Microbiol 2002; 77(1-2): 55-9.
22. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 (พ.ศ. 2556) ราชกิจจานุเบกษา เล่มที่ 130 ตอนพิเศษ 136 ง (วันที่ 16 ตุลาคม 2556)
23. สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา. คู่มือการตรวจสอบและบำรุงรักษาตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ. นนทบุรี : สำนักอาหาร กระทรวงสาธารณสุข; 2556. หน้า 26-28.
24. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. สถานการณ์คุณภาพน้ำบริโภคในประเทศไทย ปี 2551-2556 [ออนไลน์]. [สืบค้น 23 ส.ค. 2557]; [10 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://foodsan.anamai.moph.go.th/ewt_dl_link.php?nid=349&filename=index
25. ศูนย์วิจัยกสิกรไทยเผยผลสำรวจกรุงเทพฯ ศูนย์รวมด้านเศรษฐกิจของไทยและอาเซียน. กรุงเทพธุรกิจออนไลน์ [ออนไลน์]. 2556; [สืบค้น 23 ส.ค. 2557]; [1 หน้า]. เข้าถึงได้จาก URL: http://www.bangkokbiznews.com/home/detail/business/business/20130226/492092

Risk Assessment of Drinking Water From Vending Machines in the Central Area and Support of Establishment of the Quality Standard

Ladapan Saengklai Piyamas Jamsri Kanya Puksun Karuna Teerasamit and Kannika Jittiyossara

Bureau of Quality and Safety of Food, Department of Medical Sciences, Tiwanond Road, Nonthaburi 11000, Thailand

ABSTRACT The drinking water from vending machines greatly increased in the urban community, in particular, in 2011 Bangkok had more than 20,000 machines. During 2008–2012, data of many agencies showed that the quality of drinking water from vending machines failed to meet the standard based on the regulation of drinking water in sealed containers. As a result, consumers are vulnerable to hazards from the vended drinking water. In 2012, the Food and Drug Administration (FDA) intended to establish a certain quality standard of drinking water from vending machine. Consequently, a risk assessment of vended drinking water in five provinces in the central region of Thailand including Bangkok, Nonthaburi, Pathum Thani, Phra Nakorn Sri Ayutthaya and Saraburi was carried out during January to October 2012. The objectives were to obtain analytical data of vended water quality used for assessing the risk of foodborne illness and to support establishment of the national quality standard. Survey results of the water vending machines revealed that 76.9% of the machines were located in front of buildings and 69.3% were exposed to sunlight. Unhygienic surroundings of the water vending machines were found due to trash buckets/garbage and dirty water around the machine base at 10.9% and 9.3%, respectively. It was found that 60.0% of the vending machines were used not over than two years and only 3 (4.3%) from 69 legally enforced machines showed complete labelling conforming to the Commission on Labels No. 31 (B.E. 2553). Most water filtration systems inside the machines presenting 94.6% were reverse osmosis (RO) type. The analytical results showed that 121 (28.1%) of total 430 water samples from vending machines failed to meet the standard. For chemical results, 43 (10%) samples failed due to total hardness, pH and total solids presenting 6.5%, 3.5% and 1.6%, respectively. For microbiological data, 93 (21.6%) samples failed mainly due to Coliforms at 20.5% followed by *E. coli* at 3.7%. In addition, food poisoning bacteria were found in 8 (1.9%) samples and the heterotrophic plate count (HPC) greater than 1,000 CFU/ml was found at 71.8%. The Chi square test results showed that water vending machines upon sunlight exposure were not

significantly related to the algae growth in dispensing chambers ($P > 0.05$, $P = 0.4673$), the analytical results of total hardness, total solids and microbiological data were not significantly related to working time of the water vending machines ($P > 0.05$, $P = 0.6799$, 0.5829 and 0.7753) whereas the poor quality microbiological results were significantly related to water vending machines with and without dispensing-chamber doors ($P < 0.05$, $P = 0.0281$). The risk of foodborne illness was calculated by the "Risk Ranger" program and the results indicated that the probability of illness per person per day among consumers in 5 provinces due to vended drinking water contaminated with *S. aureus*, *C. perfringens* and *Salmonella* spp. were 7.50×10^{-9}, 1.50×10^{-8} and 7.50×10^{-8}, respectively. The expectation of illness incidents among 1,690,000 consumers in five provinces in the central area because of those three food poisoning bacteria were 14, 27 and 133 times per year with the risk ranking of *S. aureus*, *C. perfringens* and *Salmonella* spp. at 28, 29 and 39, respectively. The data and survey results were subsequently proposed to the FDA and in 2013, a notification of the Ministry of Public Health (No. 362) B.E. 2556 focusing on quality control of the drinking water from automatic machine was launched and was initially effective on 16 October, 2014.

Key words: water vending machine, risk assessment, quality standard