การประเมินปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไลในน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี

Assessment of Coliform Bacteria, Fecal Coliform and *Escherichia coli* in Drinking Water from Water Dispensers at Education Building, Burapha University, Chonburi Province

สุดสายชล หอมทอง*
Sudsaichon Homthong
กัญจนาพร นิธิโรจน์ปัญญา**
Kanjanaporn Nitirojpanya

Received : February 24, 2021
Revised : July 29, 2021
Accepted : September 13, 2021

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ทำการประเมินค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไลของน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี พบว่าค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.55-7.40 พบแบคทีเรียโคลิฟอร์มฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล อยู่ในช่วงตั้งแต่ 1.1 ถึง >23 MPN/100 มิลลิลิตร (ร้อยละ 63.33) 1.1 ถึง 9.2 MPN/100 มิลลิลิตร (ร้อยละ 16.67) และ 1.1 ถึง 3.6 MPN/100 มิลลิลิตร (ร้อยละ 6.67) ตามลำดับ สำหรับปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และอีโคไล มีจำนวน 17 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 56.67 และ 2 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 6.67 ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ส่วนตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มทุกตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลจากการศึกษาในครั้งนี้บ่งบอกถึงการที่จะต้องมีการเพิ่มการเฝ้าระวังของการพบจุลินทรีย์ในน้ำดื่มจากเครื่องกรองน้ำที่ตั้งอยู่ในมหาวิทยาลัยบูรพาเกินมาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข และแสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มมีความเสี่ยงที่อาจทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหารได้

คำสำคัญ : **น้ำดื่ม / แบคทีเรียโคลิฟอร์ม / ฟีคัลโคลิฟอร์ม / อีโคไล**

*อาจารย์ประจำภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Lecturer of Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University
**นักศึกษาสาขาวิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
Student of Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University

ABSTRACT

The aims of this study were to assess pH and coliform bacteria, fecal coliform bacteria, *E. coli* levels in drinking water from water dispensers at the Education Building, Burapha University, Chonburi Province. The results showed that pH of samples were in a range of 6.55-7.40. Coliform bacteria, fecal coliform bacteria and *E. coli* of water samples were ranged 1.1- >23 MPN/100 ml (63.33%), 1.1-9.2 MPN/100 ml (16.67%) and 1.1-3.6 MPN/100 ml (6.67%) respectively. Coliform bacteria and *E. coli* count in 17 samples (56.67%) and 2 samples (6.67%) were not acceptable according to the criteria for drinking water declared by the Ministry of Public Health of Thailand. pH value of all samples meets the standard. This study increases awareness of microorganisms present in drinking water from water dispensers at Burapha University.

Keywords : **Drinking Water / Coliform Bacteria / Fecal Coliform / *Escherichia coli***

บทนำ

น้ำเป็นปัจจัยพื้นฐานที่มีความสำคัญ และจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์โดยเฉพาะน้ำดื่ม ในแต่ละวันร่างกายเราต้องบริโภคน้ำอย่างน้อยวันละ 6-8 แก้ว หรือ 2.5 ลิตร ซึ่งเราต้องคำนึงถึงคุณภาพของน้ำที่เราจะนำมาบริโภค เพราะน้ำจะเข้าไปทำหน้าที่หลายอย่างในร่างกาย เช่น ช่วยย่อยอาหาร ละลายสารอาหาร และออกซิเจน เพื่อนำไปส่งเซลล์ต่างๆ ในร่างกาย ควบคุมอุณหภูมิ ทำให้เลือดไหลเวียน และละลายสารพิษต่างๆ เพื่อนำออกจากร่างกายโดยการขับถ่าย (นุชวรา และคนอื่นๆ, 2555) ซึ่งน้ำที่ใช้บริโภคที่ดีจะไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และใสสะอาด (สมศักดิ์, 2549) ในการตรวจสอบคุณภาพน้ำจะมีข้อกำหนดคุณภาพทางจุลชีววิทยาของมาตรฐานน้ำบริโภค ซึ่งจุลินทรีย์ที่เป็นดรรชนีบ่งชี้สุขลักษณะของน้ำ ได้แก่ จุลินทรีย์ที่มีชีวิตทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ได้แก่ ฟีคัลโคลิฟอร์ม และนันฟีคัลโคลิฟอร์ม (กรมอนามัย, 2562) โดยฟีคัลโคลิฟอร์มพบได้เฉพาะในระบบทางเดินอาหาร และสิ่งขับถ่าย อุจจาระของสัตว์เลือดอุ่น ได้แก่ อีโคไล ขณะที่แบคทีเรียนันฟีคัลโคลิฟอร์มพบในดิน และพืช (เทพวิทูรย์ และคนอื่นๆ, 2557) ซึ่งการตรวจพบโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไลในตัวอย่างน้ำและ อาหารจะเป็นตัวบ่งชี้ว่าตัวอย่างดังกล่าวมีการปนเปื้อนอุจจาระทางตรง หรือทางอ้อม นอกจากนี้ยังเป็นตัวบ่งชี้ของเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร (Enteric pathogen) (Froder, et al., 2007; Kornacki & Johnson, 2001)

จากการศึกษาจากในอดีตที่ผ่านมา พบว่าน้ำดื่มยังมีสิ่งปนเปื้อนอยู่ในปริมาณมาก โดยเฉพาะคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นซึ่งมีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ และมีปัจจัยทางด้านทั้งด้านกายภาพ เคมี ไม่เป็นไปตามมาตรฐาน จากการศึกษาคุณภาพทางกายภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำความเย็น พบว่าคุณภาพน้ำได้ตามเกณฑ์มาตรฐาน ในส่วนของความเป็นกรด-ด่าง ของแข็งละลายน้ำ ความขุ่น ความกระด้าง ปริมาณคลอไรด์ และปริมาณเหล็ก (ปิยวรรณ และคนอื่นๆ, 2561). นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มของครัวเรือนเกือบทั้งหมดปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มคิดเป็นร้อยละ 91.49 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มในครัวเรือนอาจมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่แล้วพอนำมาผ่านเครื่องกรองน้ำ อาจจะไม่สามารถกรองแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้หมด (วรางคณา และสมศักดิ์, 2554) รวมทั้งจากรายงานของจานนท์ และคนอื่นๆ (2559) พบว่ามีการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดในน้ำประปาหมู่บ้านที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพแล้วมีค่าเฉลี่ย เท่ากับ 7.67 MPN/100 มิลลิลิตร ซึ่งเกินเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคของกรมอนามัย รวมทั้งมีรายงานวิจัยของ

สุดสายชล และเบญจวรรณ (2563) ที่ตรวจพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มและอีโคไลในน้ำแข็งหลอดจากโรงงานถึงร้อยละ 100 และยังมีงานวิจัยของปิยวรรณ และคนอื่นๆ (2561) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พบว่าจำนวน 8 จุดบริการ จากทั้งหมด 15 จุด ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางจุลชีววิทยา โดยพบมีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่ในช่วง > 2 ถึง 2,400 MPN/100 มิลลิลิตร ฟีคัลโคลีฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในช่วง > 2 ถึง 920 MPN/100 มิลลิลิตร ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงได้ทำการประเมินปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล รวมทั้งศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มที่มีตัวกรองน้ำในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อบ่งชี้ความปลอดภัยของน้ำดื่มต่อผู้บริโภค

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การเก็บตัวอย่าง (APHA, 2012)

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มที่มีเครื่องกรองจำนวน 15 เครื่อง ที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา โดยแต่ละเครื่องจะทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง โดยแต่ละครั้งจะเก็บห่างกันอย่างน้อย 2 สัปดาห์ รวมทั้งสิ้น 30 ตัวอย่าง ซึ่งจะทำการเก็บตัวอย่างในเดือนมีนาคม 2562 โดยตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองน้ำที่ทำการศึกษามีทั้งหมด 5 ชนิด โดยชนิดที่ 1 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำสแตนเลส 2 ท่อ ซึ่งไส้กรองที่ใช้ในการกรองมี ไส้กรองคาร์บอน และไส้กรองเรซิ่น ชนิดที่ 2 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำ 5 ขั้นตอน ซึ่งไส้กรองที่ใช้มีไส้กรองพีพี (PP) ไส้กรองเรซิ่น ไส้กรองเซรามิค ไส้กรองเอ็มเอฟ (MF) ไส้กรองยูเอฟ (UF) และไส้กรองเมมเบรน ชนิดที่ 3 เครื่องกดน้ำดื่มร้อนและเย็นที่มีเครื่องกรองน้ำในตัว ซึ่งใช้ระบบกรองน้ำอาร์โอ (RO) ชนิดที่ 4 เครื่องกดน้ำดื่มร้อนและเย็นที่มีเครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอน โดยสามารถกรองฝุ่นละออง คลอรีน และลดความกระด้างของน้ำได้ ชนิดที่ 5 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอน โดยเครื่องกรองนี้มีการเพิ่มตัวกรองน้ำด่างอัลคาไลน์เข้ามา และยังสามารถกรองแบคทีเรียได้ โดยก่อนจะทำการเก็บตัวอย่างน้ำจะต้องทำความสะอาดหัวก๊อกโดยใช้สำลีชุบแอลกอฮอล์ร้อยละ 70 เช็ดทำความ จากนั้นกดน้ำทิ้งก่อนที่จะนำมาบรรจุใส่ขวดนาน 1 นาที หลังจากนั้นเปิดฝาขวดดูแรนที่ปราศจากเชื้อ บรรจุน้ำให้ได้ปริมาตร 100 มิลลิลิตรขึ้นไป แล้วปิดฝาทันที โดยจะนำขวดตัวอย่างจะไปเก็บไว้ในกล่องโฟมที่มีน้ำแข็ง และนำไปวิเคราะห์ทันทีในห้องปฏิบัติการ

2. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ทำการวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำโดยใช้เครื่อง pH meter (Denver Instrument UB-10, Germany)

3. การตรวจโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ อีโคไล_โดยวิธี MPN (APHA, 2012)

3.1 การตรวจสอบเบื้องต้น (Presumptive phase)

เขย่าขวดตัวอย่างให้เข้ากันอย่างน้อย 25 ครั้ง แล้วปิเปตตัวอย่างเริ่มต้นลงใน Lauryl tryptose (LST) broth ความเข้มข้น 2 เท่า หลอดละ 10 มิลลิลิตร จำนวน 10 หลอด (ใช้ระบบ 10 หลอด) นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24±2 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวกมีการเจริญของเชื้อ และเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ นำไปทดสอบต่อ ส่วนหลอดที่ให้ผลลบบ่มต่ออีกจนครบ 48±3 ชั่วโมง แล้วอ่านผลอีก คัดเลือกหลอด LST broth ที่ให้ผลเป็นบวก เพื่อนำไปทำการทดลองขั้นยืนยัน (Confirmed test) ของแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม

3.2 การตรวจสอบยืนยัน (Confirmed phase)

นำหลอด LST broth ที่ให้ผลบวกมาทำการยืนยันผลโดยทำการเขย่าและทำ

การถ่ายเชื้อ 1 ลูป หรือ มากกว่าจากแต่ละหลอด ลงใน Brilliant Green Bile (BGLB) broth ที่บรรจุหลอดละ 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ หลอดต่อหลอด นำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48±3 ชั่วโมง หลอดที่ให้ผลบวกมีการเจริญของเชื้อ และเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ นอกจากนี้ให้นำหลอด LST broth หรือ BGLB broth ที่ให้ผลเป็นบวก มาถ่ายเชื้อลงในอาหาร *Escherichia coli* (EC broth) ที่บรรจุหลอดละ 10 มิลลิลิตร ซึ่งมีหลอดดักก๊าซคว่ำอยู่ภายใน หลอดละ 1 ลูป นำไปบ่มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ ที่อุณหภูมิ 45±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 24-48 ชั่วโมง จากนั้นนับตัวอย่างหลอด BGLB ที่ให้ผลเป็นบวก นำไปอ่านค่ากับตารางเอ็มพีเอ็นแบบ 10 หลอด จะได้ค่า MPN ของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม/100 มิลลิลิตร และนับตัวอย่างหลอด EC broth ที่ให้ผลเป็นบวก นำไปอ่านค่ากับตาราง MPN แบบ 10 หลอด จะได้ค่า MPN ฟีคัลโคลิฟอร์ม/100 มิลลิลิตร

3.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test)

ใช้ลูปถ่ายเชื้อจาก EC broth ที่ให้ผลเป็นบวก จากข้อ 3.2 จำนวน 1 ลูป มา ขีดลากบนผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue agar (EMB agar) นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35±1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีของเชื้ออีโคไล_บนอาหาร EMB agar จะมีลักษณะสีม่วงหรือดำตรงกลางโคโลนีมีสีดำอาจมีหรือไม่มีลักษณะมันวาวคล้าย โลหะ (Metallic sheen) จากนั้นนำไปทดสอบ ยืนยันผลโดยวิธีทางชีวเคมี

3.4 การทดสอบทางชีวเคมีของอีโคไล

เลือกโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะขีดบนจานอาหาร Nutrient agar (NA) บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส 18-24 ชั่วโมง เพื่อใช้ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีดังต่อไปนี้ คือ การทดสอบ Indole, Methyl red, Voges-Proskauer และ Simmon's citrate โดยจะสามารถสรุปผลการทดสอบว่าพบอีโคไลโดยวิธี IMViC Test จะให้ผลคือ + + - - (Type I) หรือ - + - - (Type II)

ผลการวิจัย

1. การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

ค่าความเป็นกรด-ด่าง ของตัวอย่างอยู่ในช่วง 6.55 ถึง 7.40 (ไม่ได้แสดงผล) ซึ่งอยู่ในช่วงของค่าเกณฑ์ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 ปี พ.ศ. 2556 เรื่องน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ ควรอยู่ในช่วง 6.5-8.5

2. การตรวจโคลิฟอร์มทั้งหมด ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล

การตรวจหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มพบการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม จำนวน 20 ตัวอย่าง โดยพบอยู่ในช่วง 1.1 ถึง >23 MPN/100 มิลลิลิตร ซึ่งเป็นการปนเปื้อนเกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 ปี พ.ศ. 2556 โดยต้องมีค่าไม่เกิน 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร จำนวน 17 ตัวอย่าง โดยพบปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มปริมาณมากที่สุดในอาคารที่ 3 และ 9 แสดงดังตารางที่ 1 และภาพที่ 1 สำหรับการตรวจหาฟีคัลโคลิฟอร์ พบว่ามีฟีคัลโคลิฟอร์ม จำนวน 5 ตัวอย่าง โดยพบอยู่ในช่วง 1.1-9.2 MPN/100 มิลลิลิตร และพบการปนเปื้อนของอีโคไลจำนวน 2 ตัวอย่าง โดยพบในตัวอย่างน้ำดื่มจากเครื่องกรองน้ำในอาคารที่ 3 ตัวอย่างที่ 6 โดยมีปริมาณเท่ากับ 3.6 MPN/100 มิลลิลิตร และพบในอาคารที่ 12 ตัวอย่างที่ 24 มีปริมาณเท่ากับ 1.1 MPN/100 มิลลิลิตร แสดงได้ดังภาพที่ 1 และตารางที่ 1

ในการศึกษาครั้งนี้ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาได้มาจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองน้ำทั้งหมด 5 ชนิด โดยชนิดที่ 1 พบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 11 ตัวอย่าง ฟีคัลโคลิฟอร์ม 3 ตัวอย่าง และอีโคไล 1 ตัวอย่าง จากตัวอย่าง

ทั้งหมด 16 ตัวอย่างที่เป็นตู้กดน้ำชนิดที่ 1 ส่วนชนิดที่ 2 พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 5 ตัวอย่าง และฟีคัลโคลิฟอร์ม 1 ตัวอย่าง ชนิดที่ 3 พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 2 ตัวอย่าง ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ อีโคไล 1 ตัวอย่าง ชนิดที่ 4 พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 2 ตัวอย่าง ส่วนชนิดที่ 5 ตรวจไม่พบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ อีโคไล แสดงได้ดังตารางที่ 1 และภาพที่ 2

อภิปรายผล

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากการตรวจครั้งนี้พบอยู่ในช่วง 6.55 ถึง 7.40 ซึ่งอยู่ในช่วงของค่าเกณฑ์ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 ปี พ.ศ. 2556 เรื่องน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มอัตโนมัติ ควรอยู่ในช่วง 6.5-8.5 (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุธีรา และภารดี (2559) ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา พบว่าตัวอย่างน้ำมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.06-7.30 และสอดคล้องกับปิยวรรณ และคนอื่นๆ (2561) ที่พบว่าน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มสาธารณะในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราชและโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช มีค่าความเป็นกรด-ด่าง ผ่านเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน หากความเป็นกรด-ด่างมีค่าต่ำจะมีผลทำให้น้ำดื่มมีกลิ่นและรสเปลี่ยนไป (ปราโมทย์, 2552)

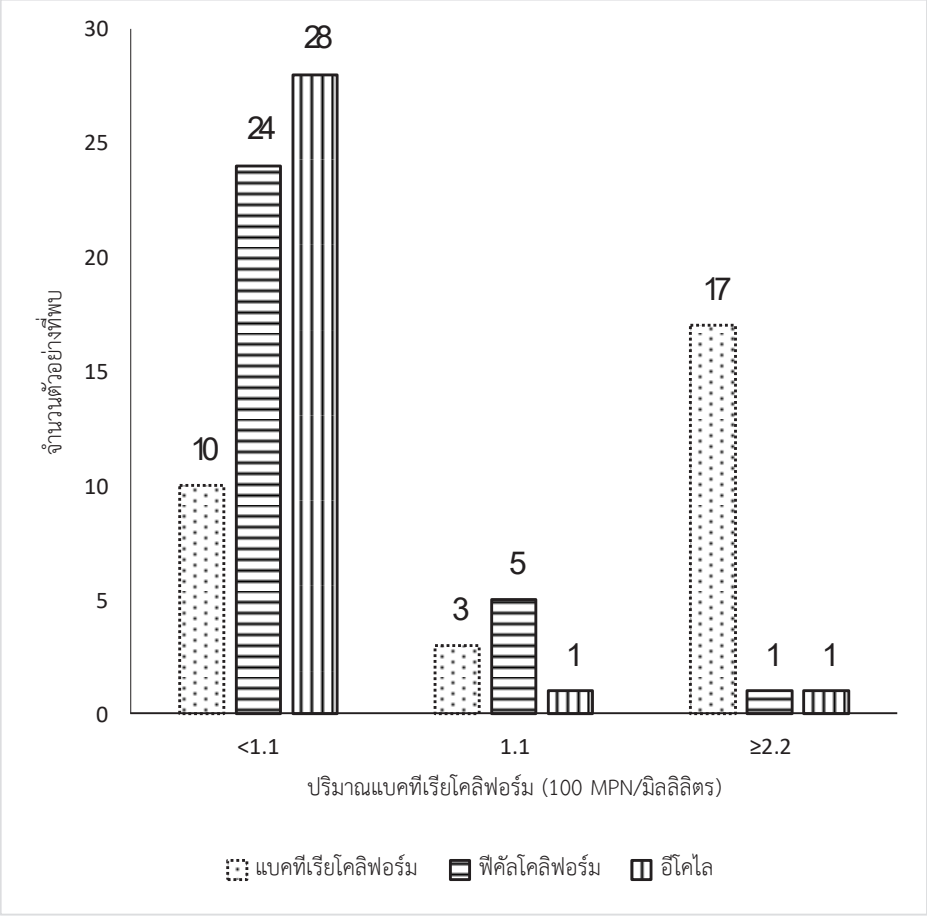
ตารางที่ 1 ผลการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล ในน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา

สถานที่เก็บตัวอย่าง (ชนิดของเครื่องกรอง)	ตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	อีโคไล (MPN/100ml)	เกณฑ์มาตรฐาน[a]
อาคาร 1 (1)	1	5.1	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	2	5.1	1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 2 (1)	3	16	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	4	< 1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
อาคาร 3 (1)	5	>23	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	6	>23	9.2	3.6	ไม่ผ่าน
อาคาร 4 (1)	7	>23	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	8	2.2	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 5 (1)	9	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	10	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
อาคาร 6 (1)	11	1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	12	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
อาคาร 7 (1)	13	1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	14	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
อาคาร 8 (1)	15	>23	1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	16	2.2	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน

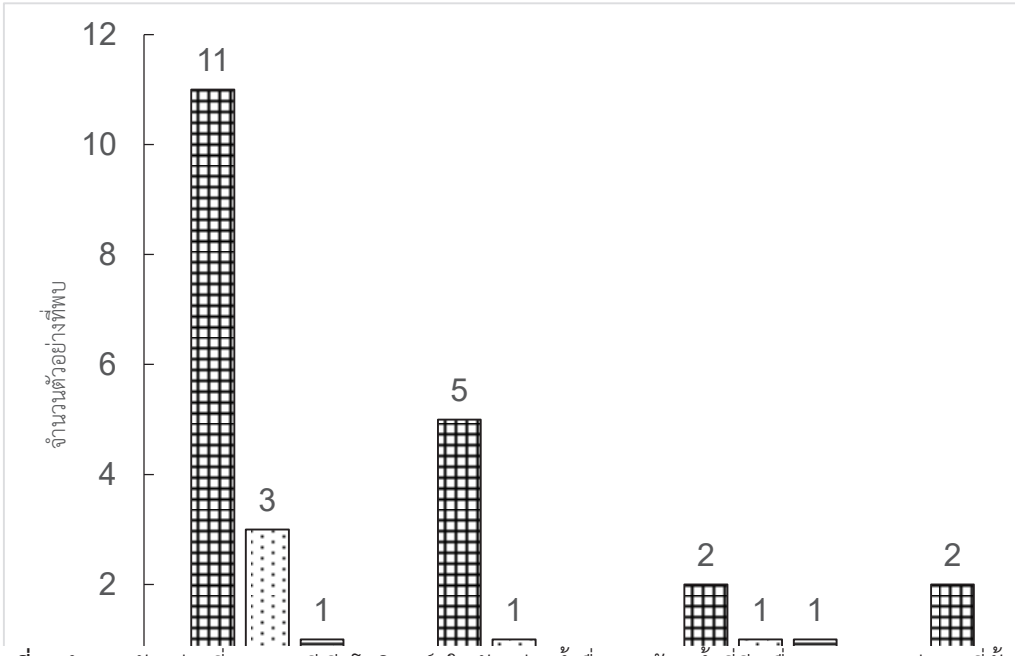
ตารางที่ 1 (ต่อ)

สถานที่เก็บตัวอย่าง (ชนิดของเครื่องกรอง)	ตัวอย่าง	โคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100ml)	*E. coli* (MPN/100ml)	เกณฑ์มาตรฐาน[a]
อาคาร 9 (2)	17	>23	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	18	>23	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 10 (2)	19	5.1	1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	20	9.2	>1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 11 (2)	21	>1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	22	5.1	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 12 (3)	23	23	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
	24	9.2	1.1	1.1	ไม่ผ่าน
อาคาร 13 (3)	25	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	26	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
อาคาร 14 (4)	27	1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	28	6.9	<1.1	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
อาคาร 15 (5)	29	<1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน
	30	< 1.1	<1.1	ไม่พบ	ผ่าน

หมายเหตุ a คือ มาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุปิดสนิทต้องมีค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์ม > 2.2 MPN/100 มิลลิลิตร ต้องไม่พบอีโคไล ซาลโมเนลลา คลอสตริเดียม เฟอร์ฟริงเจนส์ และสแตไฟโลคอกคัส ออเรียส ในตัวอย่างน้ำ 100 มิลลิลิตร



ภาพที่ 1 จำนวนตัวอย่างที่พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ อีโคไลที่พบในน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา



ภาพที่ 2 จำนวนตัวอย่างที่พบแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองแบบต่างๆ ที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา

การปนเปื้อนฟีคัลโคลิฟอร์มของตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองซึ่งมีปริมาณฟีคัลโคลิอร์มอยู่ในช่วง 1.1 ถึง 9.2 MPN/100 มิลลิลิตร การพบการปนเปื้อนของฟีคัลโคลิฟอร์ม นั้นสอดคล้องกับงานวิจัยของสุธีรา และภารดี (2559) ที่ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา โดยทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 28 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยา พบว่าตัวอย่างน้ำมีปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ <1.1-3.6 MPN/100 มิลลิลิตร สำหรับการตรวจหาอีโคไล ในการศึกษานี้พบอีโคไลจำนวน 2 ตัวอย่าง ของตัวอย่างน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรอง ซึ่งมีปริมาณอีโคไลอยู่ในช่วง 1.1 ถึง 9.2 MPN/100 มิลลิลิตร ซึ่งทั้ง 2 ตัวอย่างมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 362 ปี พ.ศ. 2556 ที่ต้องไม่พบอีโคไล (กระทรวงสาธารณสุข, 2556) โดยแสดงดังตารางที่ 1 และรูปที่ 1 การตรวจพบอีโคไลของการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาของปิยวรรณ และคนอื่นๆ (2561) ที่ได้ศึกษาคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช พบว่า จำนวน 7 จุด จากทั้งหมด 15 จุด ตรวจพบ อีโคไล และยังสอดคล้องกับ Jindawan., et al. (2019) ที่ได้ทำการประเมินคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มจากตู้กดน้ำบริเวณรอบๆ มหาวิทยาลัยมหาสารคามจำนวน 70 เครื่อง 210 ตัวอย่าง พบอีโคไล ถึง ร้อยละ54.17 แต่ให้ผลไม่สอดคล้องกับรายงานของสุธีรา และภารดี (2559) ที่ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากตู้กดน้ำหยอดเหรียญ ในเขตเทศบาลนครยะลา จังหวัดยะลา ซึ่งตรวจไม่พบอีโคไล รวมทั้งยังไม่สอดคล้องกับรายงานของ Ligouri และคนอื่นๆ (2010) ที่ได้ศึกษาคุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยาจากตู้กดน้ำดื่มในร้านค้าเชิงพาณิชย์และน้ำประปาของประเทศอิตาลีโดยใช้วิธีการกรองตัวอย่างน้ำปริมาตร 250 มิลลิลิตรแล้วน้ำแผ่นกรองไปเพาะเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Tergitol 7 TTC agar (bioMérieux Italia) และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเ ป็นเวลา 18 ถึง 24 ชั่วโมง และนำไปจัดจำแนกด้วยชุดตรวจมาตรฐาน API 20E โดยผลการศึกษาตรวจไม่พบอีโคไลทั้งในน้ำจากตู้กด

น้ำดื่มและน้ำประปาซึ่งแสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มและน้ำประปาของประเทศอิตาลีมีคุณภาพที่ดีกว่าน้ำดื่มจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองภายในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพา

ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาได้มาจากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองน้ำทั้งหมด 5 ชนิด โดยชนิดที่ 1 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำสแตนเลส 2 ท่อ ซึ่งไส้กรองที่ใช้ในการกรองมี ไส้กรองคาร์บอน และไส้กรองเรซิ่น ซึ่งไม่สามารถกรองได้ถึงระดับแบคทีเรีย จึงทำให้ตู้กดน้ำชนิดที่ 1 พบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 11 ตัวอย่าง ฟีคัลโคลิฟอร์ม 3 ตัวอย่าง และอีโคไล 1 ตัวอย่าง จากตัวอย่างทั้งหมด 16 ตัวอย่างที่เป็นตู้กดน้ำชนิดที่ 1 ส่วนตู้กดน้ำชนิดที่ 2 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำ 5 ขั้นตอน ซึ่งไส้กรองที่ใช้มีไส้กรองพีพี ไส้กรองเรซิ่น ไส้กรองเซรามิค ไส้กรองเอ็มเอฟ ไส้กรองยูเอฟ และไส้กรองเมมเบรน ซึ่งสามารถกรองแบคทีรียได้บางชนิด ซึ่งก็ยังพบแบคทีเรียโคลิฟอร์มถึง 5 ตัวอย่าง และฟีคัลโคลิฟอร์ม 1 ตัวอย่าง เครื่องกดน้ำชนิดที่ 3 เครื่องกดน้ำดื่มร้อนและเย็นที่มีเครื่องกรองน้ำในตัว ซึ่งใช้ระบบกรองน้ำอาร์โอ น้ำที่ได้ต้องไม่มีแร่ธาตุและสิ่งปนเปื้อน แต่เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากเครื่องกดน้ำดื่มมีสภาพที่เก่า และวางคู่กับถังขยะ อาจจะไม่ได้มีการทำความสะอาดเครื่องกดน้ำหรือทำการเปลี่ยนไส้กรอง ตู้กดน้ำชนิดที่ 4 คือเครื่องกดน้ำดื่มร้อนและเย็นที่มีเครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอน โดยสามารถกรองฝุ่นละออง คลอรีน และลดความกระด้างของน้ำได้ ซึ่งไม่ได้ระบุไว้ว่าสามารถกรองแบคทีเรียได้หรือไม่ ซึ่งจากผลการศึกษาพบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม 2 ตัวอย่าง ซึ่งอาจจะเป็นไปได้ว่าเครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอนไม่ได้ใช้ไส้กรองชนิดที่สามารถกรองแบคทีเรียได้ ตู้กดน้ำชนิดที่ 5 คือ เครื่องทำความเย็นชนิดสแตนเลสที่มีเครื่องกรองน้ำ 1 ขั้นตอน โดยเครื่องกรองนี้มีการเพิ่มตัวกรองน้ำด่างอัลคาไลน์เข้ามา และยังสามารถกรองแบคทีเรียได้อีกด้วย ดังนั้นจึงทำให้ตรวจไม่พบเชื้อแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล ซึ่งจากผลศึกษานี้จะเห็นได้ว่าตู้กดน้ำดื่มที่มีเครื่องกรองน้ำชนิดที่ 1 นั้นเป็นชนิดที่พบแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไลมากที่สุด แต่ทั้งนี้เพื่อการศึกษาวิจัยที่ชัดเจนมากขึ้นและอาจเป็นประโยชน์ต่อหน่วยงานที่ใช้ตู้กดน้ำดื่มควรจะควบคุมชนิดของตู้กดน้ำดื่มที่นำมาศึกษาให้มีจำนวนตัวอย่างที่มากขึ้นและจำนวนใกล้เคียงกัน รวมทั้งนำข้อมูลชนิดของตัวกรองน้ำดื่มจากตู้กดน้ำดื่มและการบำรุงรักษาแต่ละเครื่องจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องมาวิเคราะห์เพื่อจะได้ผลการศึกษาที่ดียิ่งขึ้น

การที่พบว่าน้ำที่นำมาบริโภคมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไล ซึ่งอาจมาตั้งแต่แหล่งต้นทางของน้ำก่อนที่จะผ่านกระบวนการกรองจากเครื่องกรองน้ำ ซึ่งแหล่งน้ำของมหาวิทยาลัยบูรพานั้นไม่ได้มาจากแหล่งน้ำประปาโดยตรงเพียงอย่างเดียว ซึ่งอาจมาจากแหล่งพักน้ำหรือแหล่งเก็บน้ำไว้ใช้ในขณะน้ำประปาไม่ไหล โดยแหล่งพักน้ำนั้นอาจไม่ใช่แหล่งน้ำที่อยู่ในสภาวะปิดสนิท โดยงานวิจัยของวรางคณา และสมศักดิ์ (2554) พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มของครัวเรือนเกือบทั้งหมดปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มคิดเป็นร้อยละ 91.49 ซึ่งหมายความว่าน้ำจากแหล่งกำเนิดอาจมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มอยู่แล้วเมื่อนำมาผ่านเครื่องกรองน้ำอาจจะไม่สามารถกรองแบคทีเรียโคลิฟอร์มได้หมด หรือน้ำดื่มที่ผ่านเครื่องกรองน้ำนั้นสามารถกรองแบคทีเรียได้แต่อาจมีการปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มในตู้กดน้ำทำความเย็นแทน นอกจากนี้อาจปนเปื้อนมาจากสภาพของตู้กดน้ำที่ไม่ได้รับการทำความสะอาด ไส้กรองที่ไม่ได้รับการเปลี่ยนตามกำหนด เนื่องจากแบคทีเรียโคลิฟอร์มเป็นจุลินทรีย์ที่พบในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ อากาศ คน และสัตว์ เป็นต้น ส่วนอีโคไลเป็นเชื้อประจำถิ่นในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นจะปนเปื้อนมากับอุจจาระจำนวนมากและเป็นสาเหตุที่ก่อให้เกิดโรค นอกจากนี้สาเหตุการปนเปื้อนของเชื้อดังกล่าวอาจเนื่องมาจากมีการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมรอบตู้ การรักษาสุขาภิบาลภายในอาคาร เช่น ฝุ่นละออง ระบบท่อขดลวดที่ชำรุดไม่ได้รับการบำรุงรักษา การขนส่งและการไม่รักษาความสะอาดของวัสดุอุปกรณ์ ผู้รับผิดชอบด้านการรักษาความสะอาดเครื่องทำน้ำเย็นมีสุขภาพ

อนามัยส่วนบุคคลไม่ถูกต้อง ความสะอาดของจุดบริการน้ำดื่ม สภาพของก๊อกน้ำและสภาพบริเวณโดยรอบ ซึ่งมีผลต่อการปนเปื้อนของแบคทีเรีย (พิทักษ์ และเสาวภา, 2562)

การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากตู้กดน้ำที่มีเครื่องกรองน้ำที่ตั้งอยู่ในอาคารเรียนของมหาวิทยาลัยบูรพานั้นมีได้หลายสาเหตุดังที่กล่าวมาแล้ว ดังนั้นงานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่มีหน้าที่ดูแลคุณภาพชีวิตของนิสิตของมหาวิทยาลัยบูรพา ได้ตระหนักถึงความสำคัญของคุณภาพน้ำดื่มที่นิสิตใช้ในการบริโภคเป็นประจำ โดยผู้ที่มีหน้าที่ในแต่ละหน่วยงานควรมีการทำความสะอาดหรือเปลี่ยนไส้กรองของเครื่องกรองตามระยะเวลาที่กำหนด ควรมีการทำความสะอาดตู้กดน้ำไปพร้อมกับเครื่องกรองน้ำเพื่อลดการปนเปื้อนจากสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอก การจัดวางตู้กดน้ำให้เหมาะสมก็อาจเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถช่วยลดการปนเปื้อนของเชื้อได้ และไม่ควรวางถังขยะไว้ใกล้บริเวณตู้กดน้ำเพราะ ถังขยะเป็นภาชนะที่ทิ้งสิ่งสกปรกต่างๆ (สายใจ และคนอื่นๆ, 2558) ควรมีการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มจากตู้กดน้ำทุกเดือนเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภค นอกจากนี้ผู้บริโภคควรพิจารณาปัจจัยความเสี่ยงต่างๆ เป็นข้อมูลประกอบการเลือกรองรับน้ำจากเครื่องกรองน้ำที่ปลอดภัยสำหรับการบริโภค เช่น หากภาชนะที่นำมาบรรจุน้ำไม่สะอาด น้ำดื่มที่ผ่านการปรับคุณภาพแล้วก็จะปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่อยู่ในภาชนะนั้นๆ ได้โดยง่าย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และงบประมาณในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จานนท์ ศรีเกตุ, พัฒนา พรหมณี และทิฆัมพร ศรีเกตุ. (2559). การปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมดในแหล่งน้ำดิบผลิตประปาและน้ำประปาหมู่บ้าน ตำบลดงบัง อำเภอประจันตคาม จังหวัดปราจีนบุรี. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอิสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 10**(2), 189-198.

เทพวิทูรย์ ทองศรี, สุรัตน์ เพชรเกษม และกัญญา ม่วงแก้ว. (2557). การประเมินปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มในแหล่งน้ำผิวดิน เขตกรุงเทพมหานครและปริมณฑล. **กรมวิทยาศาสตร์บริการ, 3**(3), 59-67.

นุชวรา องศารา, จีราภรณ์ สังข์ผุด และสุมาลี เลี่ยมทอง. (2555). คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 31**(2), 12-21.

ปราโมทย์ เชี่ยวชาญ. (2552). **น้ำดื่มในสถานประกอบการ/โรงงานอุตสาหกรรม ตอนที่ 3 คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี.** จุลสารสาขาวิทยาศาสตร์สุขภาพ, ฉบับที่ 3 [Online]. Availabel : http://www.stou.ac.th [2562, มกราคม 16].

ปิยวรรณ เนื่องมัจฉา และคนอื่นๆ (2561).การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากจุดบริการน้ำดื่มภายในมหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช. **วารสารวิชชา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช, 37**(1), 25-37.

พิทักษ์ น้อยเมล์ และเสาวภา กาญบุตร. (2562). **การปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยราชภัฏเลย.** [Online]. Availabel : https://conference2017.reru.ac.th/wp-content/uploads/2017/08/SCI-06.pdf20 [2562, เมษายน 13].

วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์ และสมศักดิ์ พิทักษานุรัตน์. (2554). การปนเปื้อนโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำดื่มของครัวเรือนชนบท. **วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 16**(8), 1025-1035.

สาธารณสุข, กระทรวง. (2556). **น้ำบริโภคจากตู้กดน้ำอัตโนมัติ.** [Online]. Availabel : http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_fda/8_No56_362.pdf [2562, มกราคม 16].

สมศักดิ์ วรคามิน. (2549). **Water for Life** (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์.

สายใจ พินิจเวชการ จำรูญ จิรัฏฐิติ และสีอำพัน อยู่คงคร้าม. (2558). **การศึกษาสถานการณ์ความปลอดภัยของการบริโภคน้ำจากเครื่องกรองน้ำ มหาวิทยาลัยกรุงเทพธนบุรี**. [Online]. Availabel : http://bkkthon.ac.th/home/user_files/department/department-24/files/11-57.pdf [2562, เมษายน 25].

สุดสายชล หอมทอง และเบญจวรรณ ชุมพินิจ (2563). การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียและ *Escherichia coli* ในน้ำแข็งที่จำหน่ายบริเวณใกล้กับมหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี. **สักทอง : วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 7**(1), 35-44.

สุธีรา ศรีสุข และภารดี พละไชย. (2559). คุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำบริโภคจากตู้น้ำดื่มกดหยอดเหรียญอัตโนมัติในเขตเทศบาลนครยะลา. **วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย, 8**(2), 277-288.

อนามัย, กรม. (2562). **โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ศัตรูตัวร้าย แฝงอันตรายในน้ำใส.** [Online]. Availabel : https://multimedia.anamai.moph.go.th/infographics/coliform-bacteria-in-drinking-water/ [2564, สิงหาคม 3].

American Public Health Association (APHA). (2012). **Standard Method for the Examination of Water and Wastewater.** (22 nd ed.). Washington DC : American Public Health Association.

Froder, H., et al. (2007). Minimally processed vegetable salads: microbial quality evaluation. **Food Protection, 70**(5), 1277-1280.

Jindawan, W., et al. (2019). Microbial risk assessment of drinking water filtration dispenser toll machines (DFTMs) in Mahasarakham province of Thailand. **Water Supply, 19**(5), 1438-1445.

Kornacki, J.L. & Johnson, J.L. (2001). Enterobacteriaceae, coliform, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In **F. P. Downes, & K. Ito (Eds.), Compendium of methods for the microbiological examination of Foods** (pp. 69-82). Washington, DC : American Public Health Association.

Ligouri, G., et al. (2010). Microbiological quality of drinking water from dispensers in Italy **BMC Microbiolog, 10**(19), 1-5.