คุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในเมืองท่องเที่ยว สาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์

Bacteriological Quality of Clear Plastic Bottled Drinking Water Distributed in Tourist Cities, Republic of the Union of Myanmar

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์,[1]* วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย[2]

Subuntith Nimrat,[1*] Verapong Vuthiphandchai[2]

Received: 6 July 2018 ; Revised : 21 September 2018 ; Accepted: 10 October 2018

บทคัดย่อ

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพทางแบคทีเรียของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส จำนวน 28 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในเมืองหงสาวดี ย่างกุ้ง และเมืองไจโท สาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ โดยทำการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number; MPN) และปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสด้วยวิธีสเปรดเพลท (spread plate) จากผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสทั้งหมดพบว่ามีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL รวมทั้งตรวจไม่พบ *E. coli* และแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา ดังนั้นทำให้บ่งบอกว่าไม่พบแบคทีเรียก่อโรคในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด จากการประเมินคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาทางด้านปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและแบคทีเรียก่อโรคของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในเมืองหงสาวดี ย่างกุ้ง และเมืองไจโท สาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ ในครั้งนี้พบว่ามีคุณภาพทางด้านปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม *E. coli* และแบคทีเรียก่อโรคเป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยมาตรฐานของน้ำบริโภคในภาชนะที่ปิดสนิทตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524)

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli*

Abstract

In this study, bacteriological quality of 28 samples of clear plastic bottled drinking water distributed in Hanthawady, Yangon and Kyaikto cities, Republic of the Union of Myanmar was determined. Coliform bacteria, fecal coliform bacteria and *E. coli* were assayed by most probable number (MPN) technique. Number of totalheterotrophic bacteria was enumerated by spread plate technique. The results showed that coliform bacteria and fecal coliform bacteria in all of tested clear plastic bottled drinking water samples were less than 2.2 MPN/100 mL. *E. coli* and total heterotrophic bacteria were not found in all tested samples. Therefore, this phenomenon indicated that pathogenic bacteria were not found in all bottled drinking water samples. From assessment of microbiological qualities in terms of coliform quantity and pathogenic bacteria the results indicated that all tested samples met the criteria for drinking water in sealed containers set by Ministry of Public Health Notification, Thailand, no. 61 (1981).

Keywords: Bottled drinking water, Coliform bacteria, Fecal coliform bacteria, *E. coli*

---

[1] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[2] รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

[1] Assoc. Prof., Department of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province 20131

[2] Assoc. Prof., Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province 20131

** Corresponding Author. E-mail Address: subunti@buu.ac.th, Tel.: 038-103120*

บทนำ

น้ำดื่มที่ปลอดภัยถือเป็นหนึ่งในความต้องการเบื้องต้นสำหรับสุขภาพและความยั่งยืนของมนุษย์ โดยมนุษย์ทุกคนจะมีการใช้น้ำทุกวัน อย่างไรก็ตามองค์การอนามัยโลก (WHO) รายงานว่า 884 ล้านคนไม่สามารถเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัย และมีการเสียชีวิตถึง 2.2 ล้านคน (ส่วนใหญ่เป็นเด็ก) โดยโรคท้องร่วงที่เกิดจากน้ำที่มีการปนเปื้อนที่มีสุขาภิบาลและสุขอนามัยไม่ดีพอ หนึ่งในภัยคุกคามที่ใหญ่ที่สุดต่อสุขภาพของประชาชนที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรียในน้ำดื่ม ซึ่งนำไปสู่การแพร่ระบาดของโรคต่าง ๆ เช่น โรค Giardiasis, Gastroenteritis, อหิวาตกโรค, Cryptosporidiosis ฯลฯ การเข้าถึงน้ำดื่มที่ปลอดภัยถือเป็นสิ่งจำเป็นต่อสุขภาพ ได้มีรายงานว่าแบคทีเรียเจริญได้ในน้ำดื่มบรรจุขวดโดยพบแบคทีเรียประมาณ 10^2-10^5 CFU/mL ในน้ำแร่หลังจากบรรจุขวด เช่นเดียวกันพบว่ามีการเจริญของแบคทีเรียในท่อของระบบจ่ายน้ำ และพบว่าค่าเฉลี่ยของจำนวนแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปจากก๊อกน้ำประปาในครัวเรือนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3,072 CFU/mL และจำนวนแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปเพิ่มขึ้นอย่างมากจากระบบการจ่ายน้ำไปยังก๊อกน้ำประปาของผู้บริโภค[1] และในปัจจุบันสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ หรือประเทศพม่า เป็นประเทศที่ดึงดูดนักท่องเที่ยวจากทั่วโลกได้มากที่สุดประเทศหนึ่ง เนื่องจากในอดีตประเทศพม่าเป็นประเทศปิด ต่อมาในปี พ.ศ. 2535 รัฐบาลพม่าได้เปิดประเทศต้อนรับนักท่องเที่ยวอย่างเป็นทางการ และประกาศในปี พ.ศ. 2539-2540 เป็นปีท่องเที่ยวพม่า จึงทำให้นักท่องเที่ยวหลั่งไหลไปท่องเที่ยวในประเทศพม่า โดยเฉพาะในบริเวณเมืองวัฒนธรรมชั้นใน ได้แก่ เมืองย่างกุ้ง หงสาวดี สิเรียม พุกาม มัณฑะเลย์ ตองยี ทะเลสาบอินเล ซึ่งเป็นบริเวณท่องเที่ยวที่สามารถเดินทางไปเที่ยวได้สะดวก มีความพร้อมทั้งในเรื่องที่พัก อาหาร และยานพาหนะ[2] แต่อย่างไรก็ตามพบว่ายังไม่มีงานวิจัยเกี่ยวกับคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มในประเทศพม่า ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้ได้มุ่งเน้นถึงการตรวจสอบถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยา คือ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli* และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในเมืองท่องเที่ยวที่สำคัญของสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ ได้แก่ เมืองย่างกุ้ง หงสาวดี และไจโท ตามมาตรฐานของประเทศไทยเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นถึงความปลอดภัยของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ และลดความเสี่ยงที่เป็นไปได้ที่จะทำให้เกิดเหตุการณ์ของโรคระบาดที่มีน้ำดื่มบรรจุขวดเป็นสื่อ

วิธีการศึกษา

2.1 การจดบันทึก

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดจากสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2555 ถึงมกราคม พ.ศ. 2556 โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มจากแหล่งท่องเที่ยวในเมืองย่างกุ้ง หงสาวดี และไจโท โดยเก็บ 9 ยี่ห้อ ๆ ละ 3-4 ขวด รวม 28 ตัวอย่าง และบันทึกรายละเอียดบนฉลาก (วันผลิต/หมดอายุ สถานที่ผลิต ปริมาตรสุทธิ กระบวนการบำบัดน้ำ และการผ่านการรับรองคุณภาพ) ลักษณะขวดและลักษณะน้ำ และเก็บรักษาภายใต้น้ำแข็งอุณหภูมิประมาณ 4 องศา-เซลเซียส จนกว่าจะทำการทดลองต่อไป

2.2 การทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number ตามวิธีมาตรฐาน[3]

2.2.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตตัวอย่างน้ำ 10 มิลลิลิตร ลงในอาหาร Lauryl Sulfate Tryptose broth (LST) ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า ปริมาตร 10 มิลลิลิตร จำนวน 5 หลอด และปิเปตตัวอย่างน้ำลงในอาหาร LST ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า ปริมาตร 10 มิลลิลิตร หลอดละ 1 และ 0.1 มิลลิลิตร อย่างละ 5 หลอด ตามลำดับ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นเลือกหลอด LST ที่ให้ผลบวก คือ ขุ่นและมีก๊าซในหลอดดักก๊าซ (Durham tube) เพื่อนำไปทำการทดลองขั้นยืนยัน (Confirmed test) ของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม

2.2.2 การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่ให้ผลบวกจากข้อ 2.2.1 จำนวน 1 ลูป ใส่ลงในอาหาร Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สำหรับแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน Escherichia coli (EC) medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง สำหรับแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม จากนั้นนับจำนวนหลอด BGLB และ EC ที่ให้ผลบวก คือ ขุ่นและมีก๊าซในหลอดดักก๊าซ นำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) จะได้ค่า MPN Coliform/100 mL และ Fecal coliform/100 mL ตามลำดับ

2.2.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed test) ของ *E. coli*

ถ่ายเชื้อจากหลอด BGLB และ/หรือ EC ที่ให้ผลบวกจากข้อ 2.2.2 จำนวน 1 ลูป ขีดเชื้อลงบนอาหาร Eosin Methylene Blue agar (EMB) และนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำโคโลนีที่มีลักษณะเฉพาะของ *E. coli* คือ มีสีเขียวสะท้อนเงาโลหะ (Metallic sheen) ไปทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC test

วิธีการตรวจสอบทางชีวเคมี IMViC[4]

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรีย โดยทดสอบสมบัติทางชีวเคมี ได้แก่ Indole production test, Methyl red test (MR test), Voges-proskauer test (VP test) และ Citrate utilization test

1) Indole test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปใน 1 % Tryptone broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด Kovac' s reagent ลงไป 0.2-0.3 มิลลิลิตร เขย่าหลอดทดลองเบา ๆ 2-3 ครั้ง สังเกตการเปลี่ยนสีที่ผิวของอาหาร อ่านผลเป็นบวกเมื่อเกิดวงสีแดงที่ผิวอาหาร

2) Methyl red test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปใน MR-VP broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด Methyl red ลงไป 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารทันทีหลังจากหยด Indicator อ่านผลเป็นบวก เมื่ออาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง

3) Voges-proskauer test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปใน MR-VP broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด 5 % naphthol และ Creatine ลงไป 1-2 หยดเขย่า หยด 40% KOH ลงไป 2 หยด เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 10-15 นาที สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหาร อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง

4) Citrate utilization test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบโดยการเขี่ยลงบนผิวอาหาร Simmons' citrate agar นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมงสังเกตการเปลี่ยนสีของอาหาร และการเจริญของแบคทีเรีย อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

2.3 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด โดยวิธี Heterotrophic Plate Count[5]

ปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร แล้วเกลี่ยเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง และตรวจนับจำนวนโคโลนีของแบคทีเรียที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PCA เพื่อคำนวณหาปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด (CFU/mL)

ผลการศึกษา

ในการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในเมืองหงสาวดี ย่างกุ้ง และเมืองไจโท สาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ โดยทำการตรวจวัดปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ด้วยวิธี เอ็มพีเอ็น (Most Probable Number; MPN) และปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดด้วยวิธีสเปรด- เพลท จำนวน 28 ตัวอย่าง

ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 25 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 28 ตัวอย่าง (89.29%) มีการระบุถึงกระบวนการบำบัดน้ำดิบบนฉลากผลิตภัณฑ์ โดยกระบวนการบำบัดน้ำดิบมีดังต่อไปนี้คือ การกรองและทำให้บริสุทธิ์ (Water filtration and purification) ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (RO) และระบบโอโซน (Ozone system) และรองรับโดย GMP, HACCP, ISO 22000 (Table 1) รวมทั้งพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และน้ำดื่มบรรจุขวดทุกตัวอย่างตรวจไม่พบ *E. coli* (Table 2)

โดยมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524)[6]เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทย ได้กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มต้องมีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และต้องไม่พบ *E. coli* ดังนั้นเมื่อประเมินจากปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด (100%) ผ่านมาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย

Table 1 Some quality and physical assessment of clear plastic bottled drinking water distributed in tourist cities, Republic of the Union of Myanmar

Sample	Label information			Drinking water treatment	Approved by
	Net content	Name of manufacturer *	Location of product		
1	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
2	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
3	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
4	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
5	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
6	600	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
7	500	✓	✓	-	-
8	500	✓	✓	-	-
9	500	✓	✓	-	-
10	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
11	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
12	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
13	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
14	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
15	300	✓	✓	Water filtration and purification	GMP, HACCP,ISO 22000
16	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
17	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
18	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
19	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
20	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
21	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
22	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
23	550	✓	✓	Water filtration and purification, RO, Ozone system	ISO 9001:2008, HACCP
24	600	✓	✓	Water filtration and purification	ISO 32000:2005, HACCP,GMP
25	600	✓	✓	Water filtration and purification	ISO 32000:2005, HACCP,GMP
26	600	✓	✓	Water filtration and purification	ISO 32000:2005, HACCP,GMP
27	600	✓	✓	Water filtration and purification	ISO 32000:2005, HACCP,GMP
28	600	✓	✓	Water filtration and purification	ISO 32000:2005, HACCP,GMP

✓; Found, - ; Not found

* ; The standard for bottled drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand is not determined[6]

Table 2 Number of indicator bacteria in clear plastic bottled drinking water distributed in tourist cities, Republic of the Union of Myanmar

Sample	Coliform (MPN/100 mL)	Fecal coliform (MPN/100 mL)	*E. coli* (MPN/100 mL)	Total heterotrophic bacteria (CFU/mL) 48 hour.	Bottled drinking water quality standard*
1	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
2	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
3	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
4	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
5	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
6	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
7	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
8	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
9	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
10	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
11	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
12	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
13	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
14	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
15	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
16	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
17	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
18	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
19	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
20	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
21	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
22	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
23	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
24	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
25	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
26	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
27	<2.2	<2.2	-	<10	Passed
28	<2.2	<2.2	-	<10	Passed

- ; Not found

* ; The standard for bottled drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand is not determine[6]

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในเมืองท่องเที่ยว 3 เมือง คือ เมืองย่างกุ้ง หงสาวดี และไจโท ของสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ ซึ่งมีกระบวนการบำบัดน้ำดิบให้บริสุทธิ์และฆ่าเชื้อด้วยการกรองและ/หรือวิธีรีเวอร์สออสโมซิสและ/หรือการใช้โอโซน ซึ่งคล้ายกับวิธีที่ใช้กับน้ำดื่มบรรจุขวดของประเทศไทยและประเทศอื่น ๆ ทั่วโลก ผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มดังกล่าวทั้งหมดจำนวน 28 ตัวอย่าง มีปริมาณโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของประเทศไทย รวมทั้งไม่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมดในทุกตัวอย่าง

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Banjertjaradlert[7] ที่ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number; MPN) ของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิต ในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส จำนวน 34 ยี่ห้อ ด้วยมาตรฐานของประเทศไทย จากผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ศึกษาเช่นกัน

นอกจากนั้นยังมีการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในประเทศไทยพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่ผ่านมาตรฐานทางด้านโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ได้แก่ ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดจากจังหวัดพิจิตร[8] ฉะเชิงเทรา[9] และพระนครศรีอยุธยา[10] รวมทั้งจากรายงานของ Nimrat and Vuthiphandchai[11] ที่ได้ทำการศึกษาถึงมาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน จากผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตภายในจังหวัดน่านซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.13 - 8.42 ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดมีการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต และจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ผลการศึกษาพบว่า 46 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง (95.83%) มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิ-ฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL ยกเว้น 2 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง (4.17%) ที่พบปริมาณแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มซึ่งมีค่าเท่ากับ 170 MPN/100 mL และ 2.0 MPN/100 mL ของยี่ห้อ NO1 และ NO5 ตามลำดับ และในทุกตัวอย่างตรวจไม่พบ *E. coli* ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพในการศึกษาครั้งนี้ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน ประเทศไทย ผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยเท่ากับ 75 % นอกจากนั้นยังมีการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและชนิดขวดขาวขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย จากการศึกษาของ Nimrat[12] ผลการศึกษาพบว่ามีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ยกเว้นบางตัวอย่าง ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดขาวขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย ทางคุณภาพทางจุลชีววิทยามี 45 ตัวอย่าง (95.74%) จากตัวอย่างทั้งหมด 47 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

รายงานน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในสหราช-อาณาจักรของ Benito Aemas and Sutherland[13] ที่ทำการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในสหราชอาณาจักรพบว่า จากตัวอย่างน้ำดื่มจำนวน 8 ยี่ห้อ พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียหลายชนิด โดยพบ *Pseudomonas* sp. สูงที่สุด รวมทั้งรายงานของ Kassenga[14] ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดและบรรจุถุงพลาสติกหรือน้ำดื่มชนิดถุงจำนวน 130 ตัวอย่าง จาก 13 ยี่ห้อ ที่จำหน่ายในสหสาธารณรัฐแทนซาเนีย พบว่า มีการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างน้ำดื่ม คิดเป็น 4.6 และ 3.6 % ตามลำดับ นอกจากนั้นคุณภาพทางด้านแบคทีเรียของน้ำดื่มที่บรรจุในภาชนะปิดสนิทในท้องถิ่นของเมืองกัมปาลา ประเทศยูกันดา พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำดื่มบรรจุถุงทั้งหมดไม่มีการปนเปื้อนด้วยกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ 70% ของน้ำดื่มบรรจุถุง พบว่ามีผลการวิเคราะห์เกินกว่าค่าที่ยอมรับได้ที่กำหนดคือ ต้องมีค่าเท่ากับ 0 total coliforms ต่อ 100 มิลลิลิตร ที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก (World Health Organization) และมาตรฐานน้ำดื่มแห่งประเทศยูกันดา[15] และรายงานจากประเทศอิรัก พบว่าคุณภาพทางด้านโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำดื่มบรรจุขวดในเมืองแบกแดดผ่านมาตรฐานขององค์การอนามัยโลก[16]

ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดของสาธารณรัฐสหภาพเมียนมาร์ทั้งหมดเป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของประเทศไทยอาจจะเนื่องจาก

กระบวนการในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดโดยส่วนใหญ่มีการระบุถึงกระบวนการผลิต ได้แก่ การกรองและทำให้บริสุทธิ์ (Water filtration and purification) ระบบรีเวอร์สออสโมซิส (RO) และระบบโอโซน (Ozone system) นั้นน่าจะมีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียดัชนี คือ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli* และแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำ จึงทำให้น้ำดื่มบรรจุขวดในการศึกษาครั้งนี้จะไม่มีการปนเปื้อนด้วยเชื้อก่อโรคที่มีแหล่งมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น รวมทั้งไม่มีการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรปทั้งหมด นอกจากนั้นพบว่ามีการระบุรายละเอียดบนฉลาก ได้แก่ ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิต และวันผลิตวันหมดอายุครบถ้วน และมีลักษณะของน้ำและกลิ่นตรงตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ซึ่งลักษณะดังกล่าวต้องมีการตรวจสอบภายหลังการผลิตน้ำดื่มว่าอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่[6,17] และจุดเด่นของตัวอย่างน้ำดื่มในครั้งนี้มีการรับรองจากหลายมาตรฐานที่ทำให้เกิดความมั่นใจของผู้บริโภคในการบริโภคน้ำดื่มด้วยการรับรองจากหลายมาตรฐาน ได้แก่ GMP, HACCP, ISO 22000, ISO 9001:2008 และ ISO 32000:2005

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Liu H, Liu Q. Rapid Microbial Growth in Reusable Drinking Water Bottles. Ann Civil Environ Eng. 2017;1:055-062.
2. ราณี อิสิชัยกุล. (2557). การท่องเที่ยวลุ่มแม่น้ำอิระวดี หน่วยที่ 13 ชุดวิชาความรู้พื้นฐานของมัคคุเทศก์และการท่องเที่ยวอาเซียน สาขาวิชาวิทยาการจัดการ. http://sms.stou.ac.th. วันที่สืบค้น 16 สิงหาคม 2561.
3. American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of water and Wastewater. 21th ed. Washington DC. American Public Health Association : 2005.
4. U. S. Food and Drug Administration. Bacterio-logical Analytical Manual BAM 1998. Available from: http://www.fda.gov/ Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalMan-ualBAM/ucm064948. htm. AccessedFebruary 23, 2018.
5. Pavlov DDe, Wet CME, Grabow WOK, Ehlers MM. Potentially pathogenic features of hetero-trophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. International Journal of Food Microbiology. 2004; 92: 275 – 287.
6. Food and Drug Administration. Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981) entitled “The water for consumption in sealed container” 1981. Available from: http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin opacexe?lang=1&cat=gen&pat. Accessed February 23, 2018. (in Thai).
7. Banjertjaradlert H, Vuthiphandchai V, Nimrat S. Assessment of the Quality of Bottled Drinking Water Produced in the People’s Republic of China, Republic of Korea and French Republic. J Sci Technol MSU. 2014; 33(3): 242-248. (in Thai).
8. Nimrat S, Supannapan K, Vuthiphandchai V. Quality assessment of drinking water in sealed bottles sold in Pichit Province, Thailand. RMUTI journal. 2016; 9(3): 137-150. (in Thai).
9. Nimrat S, Vuthiphandchai V. Monitoring Qualities of bottled drinking water sold in Chashoengsao Province. RMUTI journal. 2016; 9(3): 127-136. (in Thai).
10. Nimrat S, Vuthiphandchai V. Physical and Microbiological Qualities of Clear and Opaque Bottled Drinking Water Distributed in Ayutthaya Province. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University. 2017; 19(3): 193-207. (in Thai).
11. Nimrat S, Vuthiphandchai V. Physical and Microbiological Qualities of Clear Bottled Drinking Water Distributed in Nan Province. Journal of Science and Technology, Ubon Ratchathani University. 2014; 16(3): 57-64. (in Thai).
12. Nimrat S, Supannapan P, Vuthiphandchai V. Quality of Bottled Drinking Water Distributed in Kanchanaburi Province, Thailand. J Sci Technol MSU. 2015; 34(1): 63-73. (in Thai).
13. Benito Armas A, Sutherland JP. A survey of the microbiological quality of bottled drinking water sold in UK and changes occurring during storage. International Journal of Food Microbiology. 1999; 48: 59-65.

14. Kassenga GR. The health-related microbio-logical quality of bottled drinking water sold in Dares Salaam, Tanzania. Journal of Water and Health. 2007; 5(1): 179-185.
15. Halage AA, Ssemugabo C, Ssemwanga DK, Musoke D, Mugambe RK, Guwatudde D, & Ssempebwa JC. Bacteriological and Physical Quality of Locally Packaged Drinking Water in Kampala, Uganda. Journal of Environmental and Public Health. 2005; https://www.hindawi.com/journals/jeph/2015/942928/:1-6
16. AL-Dulaimi GA, and Younes MK. Assessment of Potable Water Quality in Baghdad City, Iraq. Air, Soil and Water Research. 2017;10: 1–5
17. Food and Drug Administration. Notification of Ministry of Health, No. 220 (2001) entitled “The water for consumption in sealed container” (No. 3). 2001. Available from: http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgibin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat.Acce-ssed February 23, 2018. (in Thai).