

การประเมินคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัด สกลนคร ประเทศไทย ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ปี

Microbiological Assessment of Bottled Drinking Water Sold in Sakon Nakhon Province, Thailand, after Storage at Room Temperature for 1 Year

สุนันทิติ นิมรัตน์^{1*}, สุริทอง แสงพฤกษา¹ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย²

Subuntith Nimrat^{1*}, Suritong Sangpruksa¹ and Verapong Vuthiphandchai²

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

²ภาควิชาวาณิชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University

²Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University

*Corresponding author; E-mail: subunti@buu.ac.th

Received: 07 October 2020 /Revised: 04 November 2020 /Accepted: 16 December 2020

บทคัดย่อ

การศึกษานี้เป็นการประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร ประเทศไทย ที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 1 ปี เพื่อใช้ในสภาวะจำลองการเกิดภัยพิบัติ ผลการศึกษาพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 31 ตัวอย่าง มีลักษณะน้ำที่ใส ไม่มีสีและกลิ่น น้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 18 ตัวอย่าง (58.06 %) ผ่านตามมาตรฐาน ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เนื่องจากมีการระบุชื่อบริษัท วันหมดอายุและสถานที่ผลิต น้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 18 ตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.53 ± 0.11 - 7.84 ± 0.02 ผ่านมาตรฐาน ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ที่ได้กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างต้องอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 นอกจากนั้นน้ำดื่มบรรจุขวด 29 ตัวอย่าง (93.55 %) มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและฟิเคิลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.1 MPN/100 mL และไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* น้ำดื่มทุกตัวอย่างไม่พบแบคทีเรียก่อโรคทาง อาหาร 2 ชนิด ได้แก่ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* sp. ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 354 พ.ศ. 2556 โดยสรุปพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนครที่ถูกเก็บไว้ 1 ปีและนำมาศึกษาในครั้งนี้ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ทางด้านคุณภาพทางกายภาพบางประการและ จุลชีววิทยาจำนวน 13 ตัวอย่าง คิดเป็น 41.94 %

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม *E. coli* สกลนคร



Abstract

In this study, the qualities of bottled drinking water sold in Sakon Nakhon Province, Thailand, after storage at room temperature for 1 year on simulation of the disaster phenomenon, were investigated. The results showed that all of thirty-one bottled drinking water samples presented a clear, colorless and odorless appearance. Eighteen samples (58.06%) abided by the criteria imposed by the Ministry of Public Health of Thailand no. 383 (2017) due to having completely labeled information of company name, expiry date, and place of production. Eighteen samples (58.06%) had the pH in the ranges of 6.53 ± 0.11 - 7.84 ± 0.02 , which were within acceptable values (6.5-8.5) announced by the Ministry of Public Health of Thailand no. 61 (1981). Additionally, twenty-nine samples (93.55%) were composed of coliform and fecal coliform bacteria less than 1.1 MPN/100 mL and *E. coli*-free. All bottled drinking water samples were devoid of the two foodborne pathogens, namely *Staphylococcus aureus* and *Salmonella* sp., which must be absent following the standards set by the Ministry of Public Health of Thailand no. 354 (2013). In conclusion, thirteen bottled drinking water samples stored for 1 year (41.94%) were within the acceptable limits declared by the Ministry of Public Health of Thailand, based on some physical and microbiological qualities examined in this study.

Keywords: Bottled drinking water, Coliform bacteria, *E. coli*, Sakon Nakhon Province

บทนำ

น้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญภายในเซลล์ทั่วร่างกาย ทำหน้าที่ละลายสารอาหารต่าง ๆ ช่วยควบคุมอุณหภูมิของร่างกายให้คงที่ ช่วยในการย่อย การดูดซึม การนำพาสารอาหารไปยังเซลล์ ช่วยในการขับถ่ายและกำจัดของเสียออกจากร่างกาย (1) การประเมินคุณภาพน้ำดื่มจึงมีความจำเป็นอย่างมากเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่าน้ำดื่มมีปริมาณแบคทีเรียที่พบอยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ผู้บริโภค (2)

น้ำดื่มบรรจุขวดเป็นน้ำดื่มที่ได้รับความนิยมในการช่วยเหลือผู้ประสบเหตุภัยพิบัติต่าง ๆ เช่น ภัยพิบัติน้ำท่วมทำให้ประชาชนไม่สามารถออกจากพื้นที่หรือบ้านของตนเองได้ ผู้ที่ช่วยเหลือก็ต้องดำเนินการนำ

น้ำดื่มบรรจุขวดไปแจกจ่ายถึงที่บ้านของผู้ประสบภัยพิบัติ (3) การเกิดน้ำท่วมหรือภัยพิบัติสามารถเกิดขึ้นได้ภายในระยะเวลาสั้นถึงระยะยาว เช่น มหาอุทกภัยที่เกิดขึ้นในปี พ.ศ. 2554 ของประเทศไทย ที่มีการเกิดในระยะเวลายาวนานและต่อเนื่อง สร้างผลกระทบทางสังคมในวงกว้างแก่ประชาชนไม่ว่าจะเป็นบ้านเรือนเสียหายต้องมีการอพยพหนีน้ำท่วมไปอาศัยอยู่ที่อื่น บางส่วนก็ได้อพยพครอบครัวไปยังศูนย์พักพิงต่าง ๆ สถานศึกษาและสถานพยาบาลหลายแห่งต้องปิดทำการชั่วคราว (4)

สิ่งที่สำคัญนอกเหนือจากอาหารและยารักษาโรคของผู้ประสบภัยคือ น้ำดื่มที่สะอาดและปราศจากเชื้อเพื่อใช้ในการบริโภคซึ่งมีความสำคัญต่อการ

ดำรงชีวิต การกักตุนน้ำดื่มบรรจุขวดเพื่อดำรงชีวิตในสภาวะภัยพิบัติดังกล่าวจึงอาจมีการกักตุนน้ำดื่มบรรจุขวดในระยะเวลาที่ยาวนาน ดังนั้นน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีคุณภาพดี ไม่มีแบคทีเรียก่อโรคปนเปื้อน ได้มาตรฐานตรงตามข้อกำหนดของกระทรวงสาธารณสุขจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นเป็นอย่างยิ่ง แต่อย่างไรก็ตามจากการสำรวจคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในหลายจังหวัดของประเทศไทย เช่น จังหวัดกาญจนบุรีและน่าน พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดผ่านเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขทางด้านจุลชีววิทยา 40.2 และ 90.7 % ตามลำดับ (5-6) จากรายงานดังกล่าวสะท้อนให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทยมีความเสี่ยงที่จะก่อให้เกิดการเจ็บป่วยที่เกิดจากแบคทีเรียก่อโรคที่มีน้ำเป็นสื่อและอาจมีผลกระทบต่อสุขภาพของผู้บริโภคน้ำดื่มที่มีการกักตุนในระหว่างประสบภัยพิบัติน้ำท่วม ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้จึงทำการจำลองสภาวะการกักตุนน้ำดื่มบรรจุขวดที่จัดจำหน่ายในจังหวัดสกลนคร ซึ่งเป็นหนึ่งใน 64 จังหวัดที่ประสบภัยพิบัติน้ำท่วมเมื่อปี พ.ศ. 2554 โดยทำการซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดจากร้านค้าต่าง ๆ จากนั้นนำมาเก็บกักตุนไว้เป็นระยะเวลาประมาณ 1 ปี และนำมาศึกษาถึงคุณภาพทางด้านสี กลิ่น รสชาติเย็ดบนฉลากผลิตภัณฑ์น้ำดื่ม ค่าความเป็นกรด-ด่าง และคุณภาพทางจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliforms) กลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (Fecal coliforms) และ *Escherichia coli* รวมทั้งแบคทีเรียก่อโรคชนิดต่าง ๆ

วิธีการวิจัย

1. การเตรียมตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด

เก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด โดยสุ่มซื้อจากร้านค้าทั่วไปในจังหวัดสกลนคร รวมทั้งสิ้น 31 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 เพื่อเป็นการจำลองสถานการณ์เกิดเหตุภัยพิบัติจึงนำตัวอย่างน้ำดื่มมาเก็บไว้ในอุณหภูมิห้องเป็นระยะเวลาประมาณ 1 ปี และทำการตรวจสอบคุณภาพทางด้านกายภาพ และคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา

2. การศึกษาลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวดและรายละเอียดบนฉลาก (6)

การศึกษาลักษณะน้ำดื่ม ทำการสังเกตลักษณะความใสของน้ำด้วยตาเปล่า โดยการรายงานข้อมูลว่าใสหรือขุ่น ลักษณะกลิ่น ศึกษาโดยเปิดฝาขวด และดมกลิ่นบริเวณปากขวด แล้วรายงานข้อมูลว่ามีกลิ่นหรือไม่มีกลิ่น การทดสอบกลิ่นจะทำการศึกษาหลังจากการตรวจสอบคุณภาพด้านจุลชีววิทยา การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ศึกษาโดยใช้เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Denver Instrument, pH/mv/Temp. Meter Model UB-10, USA) ทำ 3 ซ้ำ แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และจดบันทึกรายละเอียดต่าง ๆ บนฉลากผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ชื่อบริษัท วันหมดอายุ และสถานที่ตั้งบริษัท

3. การตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (7)

3.1 การทดสอบขั้นแรก

ถ่ายตัวอย่างน้ำดื่มปริมาตร 10 มิลลิลิตร ลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl Tryptose Broth (LST) ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า ทั้งหมด 10 หลอด ต่อตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด 1 ตัวอย่าง นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง คัดเลือกหลอดที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส สำหรับ



หลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้ทำการบ่มต่อ 48 ± 2 ชั่วโมง จากนั้นนำหลอดที่เกิดแก๊สไปทำการทดสอบต่อ

3.2 การทดสอบขั้นยืนยัน

นำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ LST ที่ให้ผลบวก คือ เกิดแก๊สภายในหลอดดักแก๊ส ถ่ายเชื้อลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant Green Lactose Bile (BGLB) broth ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ด้วยหลอดเขี่ยเชื้อ นำไปบ่มในอุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ± 2 ชั่วโมง คัดเลือกหลอดที่เกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส สำหรับหลอดที่ไม่เกิดแก๊สให้ทำการบ่มต่อจนครบ 48 ± 2 ชั่วโมง และถ่ายเชื้อจากอาหารเลี้ยงเชื้อ LST ที่ให้ผลบวกลงในอาหารเลี้ยง *Escherichia coli* (EC) medium 10 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ เพื่อเป็นการตรวจสอบหาแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์ม จากนั้นนับจำนวนหลอด BGLB ที่ให้ผลบวก นำไปเปรียบเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) ระบบ 10 หลอด ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% (8) ดังนั้นจะได้ค่า MPN โคลิฟอร์มต่อ 100 มิลลิลิตร และต่อด้วยนับจำนวนของหลอดอาหาร EC broth ที่ให้ผลบวก เปรียบเทียบกับตาราง MPN จะได้ค่า MPN ฟิคัลโคลิฟอร์มต่อ 100 มิลลิลิตร

3.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์

เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันว่าแบคทีเรียที่คัดแยกได้เป็น *E. coli* โดยนำหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ EC broth ที่ให้ผลบวก ไปเขี่ยแยกเชื้อบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Eosin Methylene Blue (EMB) agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง คัดเลือกโคโลนีที่มีลักษณะมันวาวคล้ายโลหะหรือมีสีเขียวสะท้อนเงา (Metallic sheen) ขั้นสุดท้ายเป็นการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี ได้แก่ การทดสอบ

IMViC reactions โดยการใช้หลอดเขี่ยเชื้อเขี่ยโคโลนีเดียวนำไปทดสอบเพื่อเป็นการยืนยันเชื้อ *E. coli* (7)

4. การศึกษาปริมาณและชนิดของแบคทีเรียกลุ่ม

เฮเทอโรโทรป Enterobacteriaceae และ

Pseudomonas

นำตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 1 มิลลิลิตร มาเจือจางแบบ 10 เท่า ด้วย 0.9% Normal saline solution ปริมาตร 9 มิลลิลิตร จากนั้นปิเปตตัวอย่างน้ำที่ไม่เจือจางและที่ระดับความเจือจางต่าง ๆ ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ 3 ชนิด ได้แก่ 1) Plate count agar เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรป 2) McConkey agar เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae และ 3) *Pseudomonas* isolation agar เพื่อศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม *Pseudomonas* (ความเจือจางละ 3 ขั้ว) จากนั้นใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมปราศจากเชื้อเกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วจานเพาะเชื้อด้วยเทคนิค Spread plate นำจานเพาะเชื้อบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนโคโลนีที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อและบันทึกผลเป็น Colony forming unit per mL (CFU/mL) (2, 9-11)

การศึกษานิดของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรป Enterobacteriaceae และ *Pseudomonas* นำแบคทีเรียที่คัดแยกได้มาทำให้บริสุทธิ์ด้วยการขีดเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Trypticase Soy agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนำแบคทีเรียแต่ละไอโซเลทมาทดสอบลักษณะทางสัณฐานวิทยาและคุณสมบัติทางชีวเคมี เช่น การติดสีแกรม รูปร่างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และการทดสอบทางชีวเคมีอื่น ๆ ตามคู่มือการจัดจำแนกแบคทีเรีย ซึ่งได้แก่ หนังสือ Bergey's manual of determinative

bacteriology (12) และ Koneman's color atlas and textbook of diagnostic microbiology (13)

ผลการศึกษา

1. ลักษณะทางกายภาพของน้ำดื่มบรรจุขวด

น้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 31 ตัวอย่าง มีลักษณะน้ำที่ใส ไม่มีสีและกลิ่น มีการระบุชื่อบริษัทและสถานที่ผลิตบนฉลากทุกตัวอย่าง ส่วนการระบุวันหมดอายุ พบว่ามี 13 ตัวอย่าง (41.94 %) ไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (ฉบับที่ 2) ที่ต้องแสดงถึงวันหมดอายุ (14) โดย 11 ตัวอย่าง (35.48%) ไม่มีการระบุวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ และ 2 ตัวอย่าง (6.46 %) ได้หมดอายุแล้ว (Table 1)

ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวดพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวด 18 ตัวอย่าง (58.06 %) มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.53 ± 0.11 ถึง 7.84 ± 0.02 ซึ่งผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ที่ได้กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 (15) และ 13 ตัวอย่าง (41.94 %) ไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 (Table 1)

2. แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli*

น้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 29 ตัวอย่าง (93.55 %) พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 mL โดยน้ำดื่มบรรจุขวด 2 ตัวอย่าง (6.45 %) คือ ตัวอย่างที่ 24 และ 26 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเท่ากับ 9.2 และ 12 MPN/100 mL ตามลำดับ ทำให้ไม่ผ่านตามมาตรฐานตามประกาศกระทรวง

สาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 เรื่องมาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดที่ปิดสนิท ทางด้านปริมาณของแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมด ที่กำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL (15) น้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด 31 ตัวอย่าง พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 mL และทุกตัวอย่างไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli*

3. ปริมาณและชนิดของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรป Enterobacteriaceae และ *Pseudomonas* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร

จากการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรป พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดมีการปนเปื้อนจำนวน 3 ตัวอย่าง (9.68 %) ได้แก่ ตัวอย่างที่ 6 ($1.3 \pm 8.8 \times 10^1$ CFU/mL) ตัวอย่างที่ 8 ($1.1 \pm 8.4 \times 10^3$ CFU/mL) และตัวอย่างที่ 14 ($1.6 \pm 1.2 \times 10^1$ CFU/mL) เมื่อนำมาจัดจำแนกชนิดของแบคทีเรียพบแบคทีเรียดังแสดงใน Table 2 ส่วนการตรวจหาปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae และ *Pseudomonas* พบว่า ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียทั้ง 2 กลุ่มในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 31 ตัวอย่าง

อภิปรายผล

น้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 31 ตัวอย่างที่นำมาศึกษา มีลักษณะใส ไม่มีสีและกลิ่น โดยมี 13 ตัวอย่าง (41.94 %) ไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (ฉบับที่ 2) ที่ต้องแสดงถึงวันหมดอายุ (14) การศึกษาก่อนหน้านี้ถึงคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทยได้แสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวดส่วนใหญ่ที่จำหน่ายในจังหวัดต่าง ๆ

Table 1 Label information and some qualities of bottled drinking water samples sold in Sakon Nakhon Province, Thailand

Samples	Label information			Bottle appearance		Water appearance	Odour	pH	Type of plastic bottle	Approved by	Bottled drinking water quality standard*
	Company name	Expiry date	Place of production	Scratch	Dented scar						
1	✓	19/04/20	✓	+	++	Clear	Odourless	6.95±0.02	PET	NSF	Passed
2	✓	21/03/20	✓	+	++	Clear	Odourless	6.99±0.04	PET	NSF	Passed
3	✓	17/03/20	✓	+	++	Clear	Odourless	7.21±0.05	PET	NSF	Passed
4	✓	-	✓	+	+	Clear	Odourless	6.26±0.08	PET	GMP	Not Passed
5	✓	-	✓	+	+	Clear	Odourless	6.13±0.04	PET	GMP	Not Passed
6	✓	-	✓	+	+	Clear	Odourless	6.25±0.07	PET	GMP	Not Passed
7	✓	-	✓	++	++	Clear	Odourless	5.86±0.06	PET	-	Not Passed
8	✓	-	✓	++	+	Clear	Odourless	5.78±0.06	PET	-	Not Passed
9	✓	-	✓	++	++	Clear	Odourless	5.61±0.03	PET	-	Not Passed
10	✓	20/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.19±0.00	PET	GMP	Not Passed
11	✓	21/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.11±0.08	PET	GMP	Not Passed
12	✓	21/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.05±0.10	PET	GMP	Not Passed
13	✓	-	✓	++	+	Clear	Odourless	5.94±0.03	PET	GMP	Not Passed
14	✓	-	✓	+	+	Clear	Odourless	6.11±0.06	PET	GMP	Not Passed
15	✓	-	✓	+	-	Clear	Odourless	6.06±0.06	PET	GMP	Not Passed
16	✓	28/12/20	✓	+	++	Clear	Odourless	6.81±0.02	PET	GMP, HACCP	Passed
17	✓	13/03/20	✓	+	+	Clear	Odourless	6.81±0.02	PET	GMP, HACCP	Passed
18	✓	28/12/20	✓	+	++	Clear	Odourless	7.31±0.05	PET	GMP, HACCP	Passed

Table 1 Label information and some qualities of bottled drinking water samples sold in Sakon Nakhon Province, Thailand (Cont.)

Samples	Label information			Bottle appearance		Water appearance	Odour	pH	Type of plastic bottle	Approved by	Bottled drinking water quality standard*
	Company name	Expiry date	Place of production	Scratch	Dented scar						
19	✓	20/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.75±0.07	PET	HACCP	Passed
20	✓	20/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.64±0.06	PET	HACCP	Passed
21	✓	20/04/20	✓	+	-	Clear	Odourless	6.53±0.11	PET	HACCP	Passed
22	✓	1/04/20	✓	+	++	Clear	Odourless	7.84±0.02	PET	NSF	Passed
23	✓	1/04/20	✓	+	++	Clear	Odourless	7.84±0.02	PET	NSF	Passed
24	✓	1/04/20	✓	+	+	Clear	Odourless	7.57±0.04	PET	NSF	Passed
25	✓	31/03/20	✓	++	+++	Clear	Odourless	6.98±0.04	PET	NSF	Passed
26	✓	31/03/20	✓	++	+++	Clear	Odourless	7.13±0.08	PET	NSF	Passed
27	✓	31/03/20	✓	++	+++	Clear	Odourless	7.24±0.02	PET	NSF	Passed
28	✓	-	✓	+++	+++	Clear	Odourless	6.96±0.09	PET	GMP	Not Passed
29	✓	25/10/19	✓	++	+++	Clear	Odourless	6.56±0.06	PET	HACCP	Not Passed
30	✓	25/10/19	✓	++	+++	Clear	Odourless	6.48±0.14	PET	HACCP	Not Passed
31	✓	-	✓	+	-	Clear	Odourless	7.16±0.10	PET	GMP	Not Passed

Note: ✓ present; - absent; PET: Polyethylene terephthalate; GMP: Good Manufacturing Practice; HACCP: Hazard Analysis Critical Control Point; NSF: National Sanitation

Foundation; + mild, ++ moderate, +++ extreme; * the Ministry of Public Health of Thailand no. 383 (2017) entitled label information of food in containers (issue 2) imposing to show manufacturing date or expiry date, and place of production, and the Ministry of Public Health of Thailand no. 61 (1981) entitled drinking water in sealed container declaring pH value in the range of 6.5-8.5 (15)

Table 2 Heterotrophic bacterial species isolated from bottled drinking water samples sold in Sakon Nakhon Province, Thailand and their pathogenicity

Sample no.	Isolated bacterial species	Pathogenicity	Diseases
6	<i>Neisseria weaveri</i>	✓	Bacteremia
	<i>Neisseria elongate subsp. nitroreducens</i>	✓	Infective endocarditis
8	<i>Acinetobacter haemolyticus</i> / <i>Acinetobacter</i> sp.	✓	Bacteremia and pneumonia
	<i>Acinetobacter lwoffii</i> / <i>Acinetobacter</i> sp.	✓	Bacteremia and pneumonia
	<i>Wohlfahrtiimonas</i> sp. / <i>Ignatzschineria</i> sp.	✓	Bacteremia
14	<i>Neisseria weaveri</i>	✓	Bacteremia
	<i>Neisseria longate subsp. nitroreducens</i>	✓	Infective endocarditis
	<i>Brochotrix campestris</i>	×	-
	<i>Listeria innocua</i>	×	-

มีลักษณะน้ำที่ใส ไม่มีสีและกลิ่น มีรายละเอียดบนฉลากผลิตภัณฑ์ค่อนข้างครบถ้วน แต่ยังพบน้ำดื่มบรรจุขวดบางยี่ห้อที่ไม่ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เช่น น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน จำนวน 12 ตัวอย่าง (27.91 %) ไม่ระบุวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ (6) การระบุรายละเอียดบนฉลากให้ครบถ้วนเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคว่าน้ำดื่มบรรจุขวดนั้นยังคงมีคุณภาพที่ดี มีความปลอดภัยต่อการเลือกบริโภค ดังการศึกษาในครั้งนี้ที่พบน้ำดื่มบรรจุขวดไม่ระบุวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์และน้ำดื่มที่หมดอายุแล้ว ซึ่งเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่สำคัญที่ใช้ประเมินความปลอดภัย ความเชื่อมั่นและการตัดสินใจซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดของผู้บริโภค เนื่องจากในบางสถานการณ์ เช่น น้ำท่วมหรือเกิดภัยพิบัติอื่น ๆ ทางธรรมชาติอาจจะต้องมีการเก็บน้ำดื่มเป็นระยะเวลานาน การไม่ระบุวันหมดอายุทำให้ผู้บริโภคไม่ทราบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีอยู่นั้นยังคงปลอดภัยต่อการบริโภคหรือไม่ ซึ่งมีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสิ่ง

แปลกปลอมที่เกิดจากความเสื่อมของภาชนะบรรจุที่อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ เช่น สารกึ่งโลหะที่เรียกว่าพลวง สารชนิดนี้จะถูกปล่อยออกมาจากขวดพลาสติกโพลีเอทิลีน PET และปะปนในน้ำดื่มในปริมาณเพิ่มมากขึ้นเมื่อเก็บน้ำดื่มบรรจุขวดไว้ในอุณหภูมิที่สูงขึ้นหรือถูกแสงแดดเป็นระยะเวลานาน (6) สารชนิดนี้อาจส่งผลต่อสุขภาพของผู้บริโภค

การศึกษาค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวด พบว่าน้ำดื่มจำนวน 18 ตัวอย่าง (58.06 %) มีค่าความเป็นกรด-ด่างผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ที่ได้กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 (15) จากการศึกษาที่ผ่านมาของสุภัตทิธ นิมรัตน์ และคณะ (17) พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดสุรินทร์ จำนวน 30 ตัวอย่าง ผ่านมาตรฐานทางด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง เพียง 30% การตรวจพบน้ำดื่มที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 ในครั้งนี้

อาจเกิดจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดิบที่นำมาใช้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานหรือเกิดจากกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด กระบวนการบำบัดน้ำดิบอาจมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง หรืออาจเกิดจากกระบวนการบางประการที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บน้ำดื่มมานานเกินไปจนทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของพลาสติกจนส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำจากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่หมดอายุแล้ว 5 ปี จำนวน 31 ตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 ในทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษา (18) แต่อย่างไรก็ตามการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการศึกษาคุณลักษณะบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวดเท่านั้น ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาถึงคุณลักษณะด้านอื่นๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งคุณสมบัติทางเคมีของน้ำดื่มที่อาจเปลี่ยนแปลงในขณะที่มีการเก็บน้ำดื่มมานาน 1 ปี

น้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 29 ตัวอย่าง (93.55 %) มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 mL โดยน้ำดื่มบรรจุขวด 2 ตัวอย่าง (6.45 %) ไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 เรื่องมาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดที่ปิดสนิท ทางด้านปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มทั้งหมดที่กำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL (15) โดยน้ำดื่มดังกล่าวพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มระหว่าง 9.2-12 MPN/100 mL และน้ำดื่มบรรจุขวดทุกตัวอย่างไม่พบแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดที่เก็บนาน 1 ปี มีโอกาสพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียได้ถึงแม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้ยังไม่มีรายงานถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่เก็บรักษาไว้เป็นเวลานานหลังการจำหน่าย แต่การศึกษาในน้ำดื่มบรรจุขวดที่

หมดอายุแล้ว 5 ปี ไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในทุกตัวอย่าง (18)

สำหรับการศึกษาคณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทยแสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มส่วนใหญ่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและผ่านมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข เนื่องจากไม่พบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เช่น น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรธานี บุรีรัมย์และชลบุรี (19-21) แต่อย่างไรก็ตามพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดกาญจนบุรีจำนวน 2 ตัวอย่าง (4.25 %) พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและฟิคัลโคลิฟอร์มเท่ากับ 23- 49 และ 2.0 - 6.1 MPN/100 mL ตามลำดับ (5)

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่สามารถพบได้ในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นจึงถูกนำมาใช้เป็นแบคทีเรียดัชนีหรือตัวแทนบ่งชี้ถึงการปนเปื้อนสิ่งขับถ่ายจากมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่นรวมถึงแบคทีเรียก่อโรคทางอาหาร (22) ดังนั้นการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จึงบ่งชี้ได้ว่าน้ำดื่มมีการปนเปื้อนจุลินทรีย์และมีโอกาสพบแบคทีเรียอื่น ๆ ที่อาจเป็นสาเหตุก่อให้เกิดโรคแก่ผู้บริโภค เช่น *V. cholerae* ที่เป็นสาเหตุของโรคอหิวาตกโรค *Shigella* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคบิด และ *Salmonella* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคไข้รากสาดหรือไข้ไทฟอยด์ (23) ดังการศึกษาการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในเมือง Isfahan ประเทศอิหร่าน จำนวน 448 ตัวอย่าง และพบการ

ปนเปื้อนของ *E. coli*, *Salmonella* sp. และ *V. cholerae* คิดเป็น 7.58, 0.89 และ 0.66 % ตามลำดับ (24)

แบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟมีการปนเปื้อนในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร จำนวน 3 ตัวอย่าง (9.68 %) ในปริมาณ $1.3 \pm 8.8 \times 10^1$ ถึง $1.1 \pm 8.4 \times 10^3$ CFU/mL โดยทั่วไปแล้วน้ำดื่มและผลิตภัณฑ์น้ำดื่มพบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟในปริมาณตั้งแต่ 5×10^3 ถึง 1×10^4 CFU/mL (25) อีกทั้งการศึกษาของ Jeena et al. (26) พบว่าการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟในน้ำดื่มบรรจุขวดมีปริมาณที่แตกต่างกันได้แก่ น้อยกว่า 100, 100 – 1,000 และมากกว่า 1,000 CFU/mL คิดเป็น 58.1, 26.7 และ 5.2 % ตามลำดับ เมื่อจำแนกชนิดของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟที่แยกได้จากน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนครพบแบคทีเรีย 7 ไอโซเลท ได้แก่ *N. weaveri*, *N. elongata* subsp. *nitroreducens*, *L. innocua*, *A. haemolyticus* / *Acinetobacter* sp., *A. Iwoffii* / *Acinetobacter* sp., *Wohlfahrtiimanas* sp. / *Ignatzschineria* sp. และ *B. campestris* การศึกษาของสุภัณฑิ์ นิมรัตน์ และคณะ (27) สามารถคัดแยกแบคทีเรีย 16 ชนิด จากน้ำดื่มบรรจุขวด 17 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 22 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในจังหวัดบุรีรัมย์ ได้แก่ *Acinetobacter* sp., *Sphingomonas paucimobilis*, *N. weaver*, *Bacillus* sp., *B. alvei*, *B. laterosporus*, *B. macerans*, *B. pasteurii*, *B. subtilis*, *Staphylococcus carnosus* subsp. *utilis*, *S. fleurettii*, *S. lutrae*, *S. muscae*, *S. succinus*, *Corynebacterium pseudodiphtheriticum* และ *Nesterenkonia lacusekhoensis* นอกจากนี้ การศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดในต่างประเทศ อาทิเช่น ประเทศเนปาล พบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟในน้ำดื่ม 21 ตัวอย่าง (87.50 %)

ได้แก่ *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp., *Citrobacter* sp., *Chromobacterium violaceum* และแบคทีเรียแกรมบวก รูปท่อนอีก 1 ชนิด (2) และประเทศอินเดีย พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟในน้ำดื่ม 57 ตัวอย่าง (54.20%) ได้แก่ *Aeromonas* sp., *Alcaligenes* sp., *Corynebacterium* sp., *Moraxella* sp., *Kurthia* sp., *Staphylococcus* sp. และ *Micrococcus* sp. (26)

แบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟที่คัดแยกในน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนครครั้งนี้เป็นแบคทีเรียที่พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น *Acinetobacter* sp. พบได้บ่อยในดินและน้ำมีความสามารถในการรอดชีวิตได้ทั้งบนพื้นผิวที่มีความชื้นและพื้นผิวแห้ง รวมทั้งในน้ำยาฆ่าเชื้อหลายชนิด นอกจากนั้นยังสามารถเจริญในที่ที่มีอุณหภูมิค่อนข้างกว้าง ทำให้เจริญได้ในสิ่งแวดล้อมที่มีความหลากหลาย เนื่องจากมีความทนทานได้ค่อนข้างมาก (28) ส่วน *L. innocua* พบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เช่น ดินและอาหาร (29) ดังนั้นการปนเปื้อนน้ำดื่มบรรจุขวดอาจเกิดจากการปนเปื้อนมาจากแหล่งน้ำดิบที่ใช้สำหรับการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดขั้นตอนต่าง ๆ ระหว่างการผลิต และผู้ปฏิบัติงานในขั้นตอนการผลิต (27) ด้วยลักษณะของแบคทีเรียที่สามารถเจริญได้ในสภาวะที่มีสารอาหารต่ำ ทำให้แบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มบรรจุขวดเหล่านี้สามารถรอดชีวิตในน้ำดื่มได้ ประกอบกับแบคทีเรียบางชนิด เช่น *L. innocua* สามารถสร้างไบโอฟิล์มที่ช่วยป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเลต ความเย็นและความร้อน ทำให้รอดชีวิตในน้ำดื่มบรรจุขวดได้เป็นเวลานาน (29-30)

จากการศึกษาครั้งนี้ พบแบคทีเรียที่สามารถก่อโรคในมนุษย์ ได้แก่ *Acinetobacter* sp. ทำให้เกิดการ

ติดเชื้อในกระแสดเลือดและปอดบวม (31) *N. elongata* subsp. *nitroreducens* มีรายงานว่าก่อให้เกิดโรคติดเชื้อที่เยื่อหุ้มหัวใจ ลิ้นหัวใจ และหลอดเลือด (32) *Wohlfahrtiimonas* sp. / *Ignatzschineria* sp. และ *N. weaver* ก่อให้เกิดโรคติดเชื้อในกระแสดเลือด (33-34)

ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยยังไม่มีการระบุถึงมาตรฐานการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรป โดยมีการระบุเพียงว่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN/ 100 mL ไม่พบ *E. coli* และต้องไม่พบจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดตามมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 (พ.ศ. 2556) ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (35) โดยต้องไม่พบจุลินทรีย์ก่อโรค ได้แก่ *Salmonella* sp. และ *S. aureus* สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดในต่างประเทศมีการกำหนดมาตรฐานการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปไว้อย่างชัดเจน เช่น สำนักงานปกป้องสิ่งแวดล้อมแห่งสหรัฐอเมริกา (United States Environmental Protection Agency; US EPA) ได้กำหนดให้น้ำดื่มมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปไม่เกิน 500 CFU/mL (36) และมาตรฐานโดย Bureau of Indian Standards (BIS) ภายใต้รัฐบาลประเทศอินเดีย ได้กำหนดให้น้ำดื่มมีการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปไม่เกิน 100 CFU/mL (26) ซึ่งปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปในการศึกษาในครั้งนี้อยู่ระหว่าง $1.3 \pm 8.8 \times 10^1$ ถึง $1.1 \pm 8.4 \times 10^3$ CFU/mL จากการเปรียบเทียบกับมาตรฐานต่างประเทศทั้งสองนั้น พบว่าน้ำดื่ม 1 ตัวอย่าง (3.2 %) ได้แก่ ตัวอย่างที่ 8 มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปเกินกว่าค่ามาตรฐานดังกล่าว

การศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 10 ตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ามาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ทั้งๆ ที่กระบวนการผลิตได้รับการรับรองมาตรฐาน GMP และ HACCP และน้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GMP จำนวน 2 ตัวอย่าง ไม่มีการระบุวันหมดอายุบนฉลาก นอกจากนี้ น้ำดื่มบรรจุขวดที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน NSF จำนวน 2 ตัวอย่าง (หมายเลข 24 และ 26) มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และน้ำดื่มบรรจุขวดหมายเลข 6 และ 14 ตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรป ทั้งๆ ที่ได้รับการรับรองมาตรฐาน GMP ในกระบวนการผลิตแสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผ่านการรับรองมาตรฐานกระบวนการผลิตมีโอกาสที่คุณสมบัติทางเคมีไม่ตรงตามมาตรฐานและโอกาสในการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียดัชนีและแบคทีเรียอื่น ๆ ซึ่งบ่งชี้ถึงอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคที่เกิดจากแบคทีเรียก่อโรดดังกล่าวมาแล้ว ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดควรดำเนินการปรับปรุงและตรวจตราเครื่องมือในการผลิต สุขาภิบาลและความสะอาดของกระบวนการผลิตและสุขอนามัยของบุคลากร เป็นต้น ให้ตรงตามมาตรฐานที่ได้รับอยู่เสมอ รวมทั้งเจ้าหน้าที่รัฐที่มีอำนาจรับผิดชอบควรเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มให้มากยิ่งขึ้น เพื่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตของผู้บริโภค

จากการศึกษาในครั้งนี้ที่พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวด 2 ตัวอย่าง มีการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ระหว่าง 9.2 – 12 MPN/100 mL และไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรป ส่วนตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด 3 ตัวอย่างที่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปอยู่ระหว่าง

$1.3 \pm 8.8 \times 10^1$ ถึง $1.1 \pm 8.4 \times 10^3$ CFU/mL นั้นไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนั้นการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาโดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเพียงอย่างเดียวยังคงไม่เพียงพอต่อการวิเคราะห์ เนื่องจากการตรวจวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเพื่อเป็นดัชนีบ่งชี้ถึงความสะอาดของน้ำดื่ม และคาดว่า การพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มนั้นอาจมีแบคทีเรียก่อโรคบางกลุ่มซึ่งมีความเสี่ยงต่อผู้บริโภค แต่แบคทีเรียก่อโรคบางกลุ่มนั้นไม่สามารถตรวจได้โดยวิธี MPN ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในครั้งนี้ที่ไม่สามารถคัดแยกแบคทีเรียก่อโรคในมนุษย์บางชนิดได้ด้วยเทคนิค MPN ดังรายงานของ Igbeneghu and Lamikanra (37) ที่พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศไนจีเรียจำนวน 17 ตัวอย่าง (54.83 %) ปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหาร ได้แก่ *Salmonella* sp. และ *S. aureus* แต่กลับไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงการตรวจคุณภาพทางจุลชีววิทยาควรทำการตรวจวิเคราะห์ทั้งในกลุ่มของจุลินทรีย์ได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ควบคู่ไปกับการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียก่อโรค เนื่องจากเทคนิค MPN มีความมุ่งหมายในการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร โดยมุ่งเน้นการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มเป็นหลัก อย่างไรก็ตามแบคทีเรียดัชนี อาจจะมีการรอดชีวิตได้น้อยกว่าแบคทีเรียก่อโรคบางชนิดที่เป็นแบคทีเรียกลุ่ม Oligotroph ที่มีความสามารถในการเจริญในสภาวะที่มีสารอาหารต่ำ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำดื่มที่หมดอายุจำนวน 2 ตัวอย่าง จากทั้งหมด 31 ตัวอย่าง (6.45 %)

มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.1 MPN/100 mL และไม่พบ *E. coli* ในทั้ง 2 ตัวอย่าง รวมทั้งไม่พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มเฮทเทอโรโทรป Enterobacteriaceae และ *Pseudomonas* สอดคล้องกับรายงานของ สุภัณฑิ์ นิมรต์น และคณะ (18) ที่พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่หมดอายุแล้วทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์มเท่ากับ 2.2 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* จากผลการศึกษาทั้งสองนี้จึงแสดงให้เห็นว่าคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาบางประการในน้ำดื่มบรรจุขวดที่หมดอายุผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข แต่อย่างไรก็ตาม อาจเกิดการเสื่อมสภาพของภาชนะบรรจุ ดังนั้นจึงควรทำการตรวจวิเคราะห์ปริมาณสารที่ถูกปล่อยออกจากภาชนะบรรจุลงสู่เครื่องดื่มต่อไป

ถึงแม้ว่าการศึกษาในครั้งนี้ไม่พบแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae และ *Pseudomonas* ในน้ำดื่มที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร แต่การศึกษาบางฉบับพบแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มนี้ในน้ำดื่ม เช่น น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศอินเดีย 7 ตัวอย่าง (7.00 %) พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่ม Enterobacteriaceae (26) และน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศบัลแกเรียจำนวน 274 ตัวอย่าง (10.90 %) พบการปนเปื้อนด้วย *Pseudomonas aeruginosa* (30)

สรุป

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มีน้ำดื่มผ่านมาตรฐานประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (ฉบับที่ 2) จำนวน 18 ตัวอย่าง (58.06 %) และผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่

61 พ.ศ. 2524 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง และปริมาณแบคทีเรียกลุ่ม โคลิฟอร์ม จำนวน 18 ตัวอย่าง (58.06 %) และ 29 ตัวอย่าง (93.54 %) ตามลำดับ และไม่พบการปนเปื้อนของ *E. coli* ทุกตัวอย่าง รวมทั้งผ่านตามมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 (พ.ศ. 2556) เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคทุกตัวอย่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดสกลนคร ประเทศไทย ที่ถูกเก็บไว้ 1 ปี ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ทางด้านคุณภาพทางกายภาพบางประการและจุลชีววิทยาที่ทำการศึกษานี้เท่ากับ 13 ตัวอย่าง คิดเป็น 41.94 %

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบ คุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์ อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. นิธิยา รัตนพานนท์. หน้า ที่ของน้ำในร่างกาย.

[อินเทอร์เน็ต]. 2562. เข้าถึงได้จาก:

www.foodnetworksolution.com/wiki/word/6950/

หน้า ที่ของน้ำในร่างกาย%20%20.

2. Pant ND, Poudyal N, Bhattacharya SK.

Bacteriological quality of bottled drinking water

versus municipal tap water in Dharan

municipality, Nepal. Journal of Health,

Population and Nutrition 2016;35(17):845-850.

3. กรวิภา ปุณณศิริ, ปรีดา คำแปง, กมลวรรณ

เสาร์สุวรรณ, กุลสตรี ชัชวาลกิจกุล, สุนิษา

มะลิวัลย์. การจัดการด้านอนามัยสิ่งแวดล้อมใน

ภาวะอุทกภัยปี 2554. [อินเทอร์เน็ต]. 2554. เข้าถึง

ได้จาก: <http://hia.anamai.moph.go.th>

/download/hia/manual/book/book24-1.pdf.

4. สาธิต วงศ์อนันต์นนท์. วิกฤตน้ำท่วมประเทศไทย 2554 กับผลกระทบทางสังคม. [อินเทอร์เน็ต]. 2554.

เข้าถึงได้จาก: [http://library.senate.go.th/](http://library.senate.go.th/document/Ext3130/3130446_0004.PDF)

document/Ext3130/3130446_0004.PDF.

5. สุภัตติต นิมรต์น, พีรพัฒน์ สุพรรณพันธ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. คุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2558;34(1):63-73.

6. สุภัตติต นิมรต์น, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. คุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดใสที่จัดจำหน่ายในจังหวัดน่าน. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยอุบลราชธานี 2557;16(3):57-64.

7. Feng P, Weagant SD, Grant MA, Burkhardt W. Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and

the coliform bacteria. In: Bacteriological

Analytical Manual (8th ed.). College Park: US

Food and Drug Administration, Center for

Food Safety and Applied Nutrition. 2002.

[อินเทอร์เน็ต] available:

[https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-](https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria#water)

food/bam-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria#water.

8. Blodgett R. BAM appendix 2: Most probable number from serial dilutions. [Internet]. 2010.

Available from: <https://www.fda.gov/>



- food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions#tab5.
9. Rompre A, Servais P, Baudart J, de Roubin MR, Laurent P. Detection and enumeration of coliforms in drinking water: current methods and emerging approaches. *Journal of Microbiology Methods* 2002;49(1):31-54.
 10. Chowdhury A, Kabir N, Chowdhury MI, Chowdhury JA. Detection of *Escherichia coli* in drinking water sources of filter units and supply water. *Bangladesh Pharmaceutical Journal* 2016;19(2):206-10.
 11. Keeven JK, Decicco BT. Selective medium for *Pseudomonas aeruginosa* that uses 1,10-phenanthroline as the selective agent. *Applied and Environmental Microbiology* 1989;55(12):3231-33.
 12. Holt JG, Krieg NR, Sneath PHA, Staley JT, Williams ST. *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (9th ed.). Maryland: Williams & Wilkins;1994.
 13. Winn W, Allen S, Janda W, Koneman E, Procop G, Schreckenberaer P, Woods G. *Koneman's Color Atlas and Textbook of Diagnostic Microbiology* (6th ed.). Maryland: Lippincott Williams & Wilkins;2006.
 14. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่อง การแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ. [อินเทอร์เน็ต]. 2560. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/097/24.PDF>.
 15. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท. [อินเทอร์เน็ต]. 2524. เข้าถึงได้จาก: <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2524/D/157/52.PDF>.
 16. Westerhoff P, Prapaipong P, Shock EL, Hillaireau A. Antimony leaching from polyethylene terephthalate (PET) plastic used for bottled drinking water. *Water Research* 2008;42(3):551-56.
 17. สุบัณฑิต นิมรต์น, พัชรารวรรณ สมบัติวงศ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. ลักษณะและคุณภาพบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดสุรินทร์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม* 2561;37(6):834-46.
 18. สุบัณฑิต นิมรต์น, ณัฐวิทย์ ขุนแจ้ง, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. คุณลักษณะและคุณภาพบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่หมดอายุ 5 ปี. *วารสารวิจัยมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลตะวันออก* 2561;11(2):122-30.
 19. สุบัณฑิต นิมรต์น, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. คุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี* 2562;21(1):199-212.
 20. สุบัณฑิต นิมรต์น, ณัฐกานต์ ชื้อจ่านงกิจการ, กิตติธัช สุพรรณพันธุ์, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. การประเมินคุณภาพทางกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย. *วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร* 2558;9(2):32-43.



21. สุบัณฑิต นิมรัตน์, หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. การประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม 2556;33(5):454-9.
22. กรรณิการ์ สิริสิงห. เคมีของน้ำ น้ำโสโครก และการวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: วิชาการพิมพ์; 2549.
23. ปราโมช เชี่ยวชาญ. น้ำดื่มในสถานประกอบการ/โรงงานอุตสาหกรรม ตอนที่ 4 – คุณภาพน้ำทางชีวภาพ. [อินเทอร์เน็ต]. 2552. เข้าถึงได้จาก: https://www.stou.ac.th/Schools/Shs/booklet/2552_3/OcupationHealth452.htm.
24. Momtaz H, Dehkordi FS, Rahimi E, Asgarifar A. Detection of *Escherichia coli*, *Salmonella* species, and *Vibrio cholerae* in tap water and bottled drinking water in Isfahan, Iran. BMC Public Health 2013;13(556):1-7.
25. Allen MJ, Edberg SC, Reasoner DJ. Heterotrophic plate count bacteria-what is their significance in drinking water?. International Journal of Food Microbiology 2004;92:256-74.
26. Jeena MI, Deepa P, Mujeeb Rahiman KM, Shanthy RT, Hatha AAM. Risk assessment of heterotrophic bacteria from bottled drinking water sold in Indian markets. International Journal of Hygiene and Environmental Health 2006;209(2):191-6.
27. สุบัณฑิต นิมรัตน์, ณัฐกานต์ ชี้อำนาจกิจการ, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. การศึกษาชนิดและปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟในน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย. วารสารมทร.อีสาน 2558;8(1):105-14.
28. Doughari HJ, Ndakidemi PA, Human IS, Benade S. The ecology, biology and pathogenesis of *Acinetobacter* spp.: an overview. Microbes and Environments 2011;26(2):101-12.
29. Seeliger HPR. Nonpathogenic *Listeriae*: *L. innocua*. Zentralblatt für Bakteriologie, Mikrobiologie und Hygiene. 1. Abt. Originale. A, Medizinische Mikrobiologie, Infektionskrankheiten und Parasitologie 1981;249(4):487-93.
30. Georgieva V, Dimitrova Y. Study of the microbiological quality of Bulgarian bottled water in terms of its contamination with *Pseudomonas aeruginosa*. Central European Journal of Public Health 2016;24(4):326-30.
31. Pavlov D, de Wet CME, Grabow WOK, Ehlers MM. Potentially pathogenic features of heterotrophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. International Journal of Food Microbiology 2004;92(3):275-87.
32. Grant PE, Brenner DJ, Steigerwalt AG, Hollis DG, Weaver RE. *Neisseria elongata* subsp. *nitroreducens* subsp. nov., formerly CDC group M-6, a Gram-negative bacterium associated with endocarditis. Journal of Clinical Microbiology 1990;28(12):2591-6.
33. Bonwitt JH, Tran M, Dykstra EA, Eckmann K, Bell ME, Leadon M, Sixberry M, Glover WA. Fly reservoir associated with *Wohlfahrtiimonas*

- bacteremia in a human. *Emerging Infectious Diseases* 2018;24(2):370-3.
34. Shinha T. Cellulitis and bacteremia due to *Neisseria weaveri* following a dog bite. *IDCases* 2018;12:56-7.
35. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 364 พ.ศ. 2556 เรื่อง มาตรฐานอาหารด้านจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค. [อินเทอร์เน็ต]. 2556. เข้าถึงได้จาก: http://food.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P364.pdf.
36. Rusin PA, Rose JB, Haas CN. Gerba CP. Risk assessment of opportunistic bacterial pathogens in drinking water. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology* 1997;152:57-83.
37. Igbeneghu OA, Lamikanra A. The bacteriological quality of different brands of bottled water available to consumers in Ile-Ife, south-western Nigeria. *BMC Research Notes* 2014;7(859):1-6.