

คุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ The Quality of Bottled Drinking Water Distributed in Uttaradit Province

สุบัณฑิต นิมรัตน์^{1*} และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย²
Subuntith Nimrat^{1*} and Verapong Vuthiphandchai²

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

¹ Department of Microbiology, Faculty of Science University of the East

²ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

² Marine Science, Faculty of Science University of the East

*E-mail: subunti@buu.ac.th

Received: Feb 21, 2018

Revised: April 30, 2018

Accepted: May 31, 2018

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส จำนวน 9 ตัวอย่าง และพลาสติกทึบ จำนวน 12 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มทั้งหมดมีคุณภาพดีผ่านการรับรองมาตรฐานจากองค์การอาหารและยา โดยน้ำมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น และไม่มีรสชาติ สำหรับฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสมีการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิตคิดเป็นร้อยละ 66.67 ในขณะที่ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกทึบทั้งหมดไม่มีการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 2 ประเภท มีค่าอยู่ในช่วง 6.73 ± 0.02 - 8.37 ± 0.01 ซึ่งจัดว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ ผลการศึกษาหาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มพบน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL แต่อย่างไรก็ตามตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างน้ำดื่ม จากการศึกษาเพื่อประเมินคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จัดจำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ พบว่าผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ทั้งทางกายภาพ ทางเคมี และทางจุลชีววิทยาที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ดังนั้นนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างประเทศสามารถมั่นใจได้ว่าจังหวัดอุดรดิตถ์มีน้ำดื่มบรรจุขวดที่สามารถบริโภคได้อย่างปลอดภัย

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli*

Abstract

In this study, the examination of 9 and 12 of clear and opaque plastic bottled drinking water samples distributed in Uttaradit Province was investigated. The results showed that all samples were in a good condition, approved by Thai Food and Drug Administration, clear, odourless and tasteless. Label information related to city/country of manufacture and manufactured date/expiring date was found for 66.67% of clear plastic bottled drinking water samples, while no city/country of manufacture and manufactured date/expiring date were found in all opaque plastic bottled drinking water samples (100%). The pH of all tested samples were in a range of 6.73 ± 0.02 - 8.37 ± 0.01 . The coliform bacteria and fecal coliforms bacteria were found to be less than 2.2 MPN/100 mL, while no *E. coli* was detected in all samples. After assessment of both clear and opaque plastic bottled drinking water samples based on standard for drinking water in sealed container set by Thailand Ministry of Public Health, all samples met the standard for microbiological, chemical and physical qualities. So both Thai and foreign tourists can be assured that Uttaradit province has bottled water which can be safely for consumption.

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

1. บทนำ

ในปัจจุบันน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทได้รับความนิยมอย่างมากของคนทั่วโลก เนื่องจากพกพาสะดวกและสามารถเก็บไว้ได้นาน โดยที่คุณภาพน้ำไม่เปลี่ยนแปลง รวมทั้งเห็นถึงความสำคัญของน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทในช่วงเกิดวิกฤติด้านต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น ประเทศไทยประสบมหาอุทกภัยช่วงปลายปี พ.ศ. 2554 ยิ่งเห็นได้ชัดเจนนํ้าดื่มบรรจุขวดนั้นมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะมีความสะดวกในการขนส่ง โดยที่ไม่ต้องกังวลถึงคุณภาพน้ำ ดังนั้นจึงมีการจำหน่ายน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิท โดยเฉพาะน้ำเปล่า นอกจากนั้นยังมีน้ำดื่มในรูปของน้ำแร่ คุณภาพทางด้านต่าง ๆ ของน้ำดื่มบรรจุขวดปิดสนิทกำหนดโดยประกาศกระทรวงสาธารณสุข จำนวน 5 ฉบับ ได้แก่ ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ฉบับที่ 220 (พ.ศ. 2544) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) และฉบับที่ 284 (พ.ศ. 2547) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 5) [1], [2], [3], [4], [5] โดยกล่าวถึงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา คือการตรวจสอบถึงปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ด้วยวิธี MPN ที่มีการกำหนดให้แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำบริโภค 100 มิลลิลิตร โดยวิธี MPN และห้ามพบ *E. coli* ในประเทศไทยมีหน่วยงานที่ทำการควบคุมและดูแลให้น้ำดื่มได้คุณภาพตามมาตรฐาน ยกตัวอย่างเช่น การควบคุมโดยกระทรวงสาธารณสุข แต่อย่างไรก็ตามจากผลงานวิจัยของ Nimrat และคณะ [6] พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดขาวขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดกาญจนบุรี จำนวน 47 ตัวอย่าง ทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.5-7.5 ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดมีการระบุรายละเอียดของสถานที่ผลิต ชื่อบริษัท และวันผลิต/วันหมดอายุบนฉลากของน้ำดื่มบรรจุขวดร้อยละ 61.70 และไม่ระบุวันผลิต/วันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ ร้อยละ 38.30 และตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสทั้งหมดผ่านมาตรฐานทางด้านแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและปริมาณ *E. coli* ส่วนตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดขาวขุ่นพบร้อยละ 6.67 ที่ไม่ผ่านมาตรฐานทางด้านแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและปริมาณ *E. coli* ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดขาวขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดกาญจนบุรี ประเทศไทย ทั้งสมบัติทางกายภาพบางประการและจุลชีววิทยามีเพียง 19 ตัวอย่าง (40.42%) จากตัวอย่างทั้งหมด 47 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

ส่วนคุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน ที่ทำการศึกษ โดย Nimrat และ Vuthiphandchai [7] พบว่าตัวอย่างน้ำดื่ม

บรรจุขวดทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.87-8.01 ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดมีการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต และจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดร้อยละ 9.30 ไม่ผ่านมาตรฐานทางด้านแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ดังนั้นผลประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่านผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยทางด้านคุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาบางประการเท่ากับร้อยละ 69.77 และ 90.70 ตามลำดับ รวมทั้ง Sutapreysari และคณะ [8] พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพบปริมาณแบคทีเรียมากกว่าน้ำประปา โดยพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count, HPC) ที่เกินมาตรฐานในน้ำตัวอย่างเพียงร้อยละ 2 แต่ในน้ำดื่มบรรจุขวดกลับสูงถึงร้อยละ 97 จึงได้เสนอแนะประชาชนผู้บริโภคควรตระหนักถึงความปลอดภัยในการดื่มน้ำบรรจุขวดในภาชนะปิดสนิท ดังนั้นควรเลือกซื้อเฉพาะที่ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐานและมีการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียเป็นประจำ [9]

ดังนั้นในการศึกษารั้วนี้จึงได้ดำเนินการเพื่อประเมินคุณภาพทางด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ค่าของแข็ง ละลายน้ำทั้งหมด กลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิตและวันผลิตหมดอายุ) ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli* และแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ ถึงมาตรฐานข้างต้นเพื่อให้มีข้อมูลนำมาสู่หน่วยงานที่รับผิดชอบในการดูแลและควบคุมมาตรฐานน้ำดื่มดังกล่าวต่อไป

2. วัสดุอุปกรณ์และวิธีการวิจัย

2.1 ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด [10]

ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดได้ทำการซื้อจากร้านค้าที่มีการจำหน่ายในเขตจังหวัดอุดรดิตถ์ โดยการสุ่มซื้อและไม่มีการเลือกลักษณะร้านค้า และสุ่มซื้อทั้งในเขตชนบทและในเขตชุมชนของจังหวัดอุดรดิตถ์ และทำการบันทึกคุณภาพบางประการของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ ยี่ห้อ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัท วันผลิต/หมดอายุ สถานที่ตั้ง) สังเกตลักษณะขวด ลักษณะน้ำ ด้วยตาเปล่า และดมกลิ่นของน้ำโดยเปิดฝาและดมจากขวด

2.2 การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง [10]

ลักษณะน้ำวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Denver Instrument, H/mv/Temp. Meter model UB-10, Colorado, U.S.A.) โดยทำการเปรียบเทียบกับค่าการวัดสารละลายมาตรฐานที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4, 7 และ 10 ตามลำดับ ก่อนทำการ

วัดตัวอย่างน้ำดื่ม ต่อจากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำดื่มโดยตรวจวัดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ย (Average) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

2.3 การตรวจวัดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (Total Dissolved Solid: TDS) [11]

ทำการวัดค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดด้วยเครื่องวัด TDS (HM Digital, TDS-3 California, U.S.A.) โดยตรวจวัดจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2.4 การทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม พิคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number [12]

2.4.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตตัวอย่างน้ำลงในอาหาร Lauryl Tryptose broth (LST) 10 mL ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอดๆ ละ 10 mL และปิเปตตัวอย่างน้ำลงในอาหาร LST 10 mL ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า หลอดละ 1 และ 0.1 mL อย่างละ 5 หลอด ตามลำดับ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เลือกหลอด LST บวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) เพื่อนำไปทำ Confirmed test ของโคลิฟอร์มและพิคัลโคลิฟอร์ม

2.4.2 การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

นำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง (แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม) และนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน *Escherichia coli* (EC) medium นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส ใน Water bath นาน 24-48 ชั่วโมง (แบคทีเรียกลุ่มพิคัลโคลิ-ฟอร์ม) นับจำนวนหลอด BGLB ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) จะได้ค่า MPN Coliform/100 mL และนับจำนวนหลอด EC ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง MPN จะได้ค่า MPN Fecal coliform/100 mL

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

นำหลอด BGLB และ/หรือ EC ที่ให้ผลบวกไปเลี้ยงบน Eosin Methylene Blue agar (EMB) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *E. coli* มีสีเขียวสะท้อนเงาโลหะ (Metallic sheen) และนำไปทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC test

2.5 วิธีการตรวจสอบทางชีวเคมี IMViC [13], [14]

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

1) Indole production test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปใน 1% Tryptone broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด Kovac's reagent ลงไป 0.2-0.3 mL 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 อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง

3) Voges-proskauer test

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

4) Citrate utilization test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบโดยการเลี้ยงบนผิวอาหาร Simmons' citrate agar นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหาร และการเจริญของแบคทีเรีย อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

2.6 การตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟทั้งหมดโดยวิธี Heterotrophic Plate Count [15]

ปิเปตตัวอย่างน้ำปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร แล้วเกลี่ยเชื้อลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Plate Count Agar (PCA) (ทำการทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำ) จากนั้นนำอาหารเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง และตรวจนับจำนวนโคโลนี รวมทั้งคำนวณหาปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรฟทั้งหมด (CFU/mL)

3. ผลการวิจัย

จากการศึกษาตัวอย่างคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดประเภทน้ำเปล่าชนิดพลาสติกใสและชนิดพลาสติกขุ่นจำนวน 9 และ 12 ตัวอย่าง ตามลำดับ จากจังหวัดอุดรธานีในเขต

ชนบทและในเขตชุมชน โดยทำการสุ่มตัวอย่างจากร้านค้าต่างๆ และซื้อตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีหยี่ห้อที่มั่ว้กัันในเขตอำเภอต่าง ๆ ของจังหวัดอุดรดิตรั้ พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่เป็นตัวแทนในครั้้งนี้ผลิตจาก 3 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุดรดิตรั้ จังหวัดพิษณุโลก และจังหวัดกำแพงเพชร ดังแสดงใน Figure 1 ส่วนน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นที่เป็นตัวแทนในครั้้งนี้ผลิตจาก 2 จังหวัด ได้แก่ จังหวัดอุดรดิตรั้ และจังหวัดพิษณุโลก ผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสเพียง 6 ตัวอย่าง จาก 9 ตัวอย่าง ที่มีการระบุรายละเอียดของสถานที่ผลิต ชื่อบริษัท และวันผลิต/หมดอายุ บนฉลากของน้ำดื่มบรรจุขวด ส่วนตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขุ่นทั้งหมดไม่มีการระบุวันผลิต/หมดอายุบนฉลาก (Table 1) และจากการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 2 ชนิด มีค่าอยู่ในช่วง 6.73 ± 0.02 ถึง 8.37 ± 0.01 ส่วนค่า TDS พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง

3.00 ± 0.00 ถึง 197.33 ± 0.58 mg/L รวมทั้งลักษณะสีและกลิ่นพบว่าในทุกตัวอย่างมีลักษณะใสและไม่ม่กลิ่น (Table 2)

จากการตรวจสอบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN) ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 2 ชนิด คือ ชนิดพลาสติกใส (9 ตัวอย่าง) และพลาสติกขุ่น (12 ตัวอย่าง) ที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตรั้ ผลการศึกษาจากตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด จำนวน 21 ตัวอย่าง พบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษานครั้้งนี้ (Table 3) และผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ที่เกี่ยวกับแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* เรื่อง น้ำบริโภคนในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท [1]



Figure 1 Thailand map showing the drinking water samples producing provinces in this study

Table 1 Labeling characteristics and some qualities of bottled drinking water samples sold in Uttaradit Province, Thailand

Sample	Type of bottle	Size (ml)	City/ Country of manufacture	Price (Baht)	Manufactured date/ Expiring date	Scratch	Protective seal	Water treatment	Approved by
1	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
2	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
3	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
4	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
5	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
6	Opaque	900	Uttaradit /Thailand	6	-/-	-	X	Unknown	FDA
7	Clear	600	Uttaradit /Thailand	10	✓/✓	+1	✓	Unknown	Halal, FDA
8	Clear	600	Uttaradit /Thailand	10	✓/✓	+1	✓	Unknown	Halal, FDA
9	Clear	600	Uttaradit /Thailand	10	✓/✓	-	✓	Unknown	Halal, FDA
10	Clear	600	Kamphaengphet /Thailand	10	✓/✓	-	✓	Unknown	FDA
11	Clear	600	Kamphaengphet /Thailand	10	✓/✓	-	✓	Unknown	FDA
12	Clear	600	Kamphaengphet /Thailand	10	✓/✓	-	✓	Unknown	FDA
13	Clear	600	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
14	Clear	600	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
15	Clear	600	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
16	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
17	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
18	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP

Table 1 Labeling characteristics and some qualities of bottled drinking water samples sold in Uttaradit Province, Thailand (continued)

Sample	Type of bottle	Size (ml)	City/ Country of manufacture	Price (Baht)	Manufactured date/ Expiring date	Scratch	Protective seal	Water treatment	Approved by
19	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
20	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP
21	Opaque	850	Phitsanulok /Thailand	5	-/-	-	X	UV and Ozone	FDA, GMP

Note : +1 Scratch, +2 There are slight scratches and dents, +3 There are many scratches and dents

Table 2 Physical and chemical characteristics of bottled drinking water samples sold in Uttaradit Province, Thailand

Sample	Type of bottle	pH	TDS (mg/L)	Appearance	Odour	Taste
1	Opaque	7.83±0.00	166.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
2	Opaque	7.89±0.00	124.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
3	Opaque	7.91±0.01	135.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
4	Opaque	7.99±0.00	133.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
5	Opaque	8.05±0.00	127.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
6	Opaque	8.03±0.01	128.33±0.58	Clear	Odourless	Tasteless
7	Clear	8.17±0.01	192.33±0.58	Clear	Odourless	Tasteless
8	Clear	8.24±0.01	196.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
9	Clear	8.37±0.01	197.33±0.58	Clear	Odourless	Tasteless
10	Clear	7.83±0.06	13.67±1.15	Clear	Odourless	Tasteless
11	Clear	7.83±0.01	13.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
12	Clear	7.83±0.01	12.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
13	Clear	6.84±0.07	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
14	Clear	6.88±0.01	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
15	Clear	6.73±0.02	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
16	Opaque	7.15±0.01	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
17	Opaque	7.25±0.01	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
18	Opaque	7.27±0.01	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
19	Opaque	7.42±0.01	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
20	Opaque	7.34±0.00	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless
21	Opaque	7.26±0.00	3.00±0.00	Clear	Odourless	Tasteless

Table 3 Characteristics of microbial qualities of bottled drinking water samples sold in Uttaradit Province, Thailand.

Sample	Type of bottle	Numbers of coliform (MPN/100 mL)	Numbers of fecal coliform (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i> *	Numbers of total heterotrophic bacteria (CFU/mL)
1	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
2	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
3	Opaque	<2.2	<2.2	-	93.7±9.83
4	Opaque	<2.2	<2.2	-	71.0±0.00
5	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
6	Opaque	<2.2	<2.2	-	13.0±0.00
7	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
8	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
9	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
10	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
11	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
12	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
13	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
14	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
15	Clear	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
16	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
17	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
18	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
19	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
20	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00
21	Opaque	<2.2	<2.2	-	0.00±0.00

Note : * - = Not detected

+ = Detected

ส่วนการศึกษาปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮลิโคแบคทีเรียไพโลไรทั้งหมดของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดอุดรดิตถ์พบว่าตัวอย่างชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ทั้งหมดไม่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮลิโคแบคทีเรียไพโลไรทั้งหมด แต่พบว่ามีตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกชนิดขวดขุนจำนวน 3 ตัวอย่าง ที่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮลิโคแบคทีเรียไพโลไรทั้งหมดอยู่ในช่วง 13.0 ± 0.00 ถึง 93.7 ± 9.83 CFU/mL (Table 3) ซึ่งใน

มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ไม่ได้กำหนดค่ามาตรฐานไว้ ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าคุณภาพและลักษณะของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ ประเทศไทย เกือบทั้งหมดน่าจะไม่มีเชื้อก่อโรค ส่วนตัวอย่างที่ 3 และ 4 ควรทำการตรวจวัดเชื้อก่อโรคต่อไป ดังแสดงใน Table 4

Table 4 Qualities and characteristics of bottled drinking water sold in Uttaradit Province, Thailand, according to standard of the Ministry of Public Health of Thailand

Sample	Type of bottle	Manufactured date/ Expiring date	pH	Odour	Numbers of coliform (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i>	Numbers of total heterotrophic bacteria (CFU/mL)	Bottled drinking water quality standard *
1	Opaque	-/-	7.83±0.00	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
2	Opaque	-/-	7.89±0.00	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
3	Opaque	-/-	7.91±0.01	Odourless	<2.2	-	93.7±9.83	Not Passed
4	Opaque	-/-	7.99±0.00	Odourless	<2.2	-	71.0±0.00	Not Passed
5	Opaque	-/-	8.05±0.00	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
6	Opaque	-/-	8.03±0.01	Odourless	<2.2	-	13.0±0.00	Not Passed
7	Clear	✓/✓	8.17±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
8	Clear	✓/✓	8.24±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
9	Clear	✓/✓	8.37±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
10	Clear	✓/✓	7.83±0.06	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
11	Clear	✓/✓	7.83±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
12	Clear	✓/✓	7.83±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Passed
13	Clear	-/-	6.84±0.07	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
14	Clear	-/-	6.88±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
15	Clear	-/-	6.73±0.02	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
16	Opaque	-/-	7.15±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
17	Opaque	-/-	7.25±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
18	Opaque	-/-	7.27±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed

Table 4 Qualities and characteristics of bottled drinking water sold in Uttaradit Province, Thailand, according to standard of the Ministry of Public Health of Thailand (continued)

Sample	Type of bottle	Manufactured date/ Expiring date	pH	Odour	Numbers of coliform (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i>	Numbers of total heterotrophic bacteria (CFU/mL)	Bottled drinking water quality standard *
19	Opaque	-/-	7.42±0.01	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
20	Opaque	-/-	7.34±0.00	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed
21	Opaque	-/-	7.26±0.00	Odourless	<2.2	-	0.00±0.00	Not Passed

Note : ** Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981) entitled “The water for consumption in sealed container”

Notification of Ministry of Health, No. 135 (1991) entitled “The water for consumption in sealed container” (No. 2)

Notification of Ministry of Health, No. 220 (2001) entitled “The water for consumption in sealed container” (No. 3)

Notification of Ministry of Health, No. 256 (2002) entitled “The water for consumption in sealed container” (No. 4)

Notification of Ministry of Health, No. 284 (2004) entitled “The water for consumption in sealed container” (No. 5)

4. สรุปและเสนอแนะ

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดประเภทน้ำดื่มทั้งชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ จำนวน 9 และ 12 ตัวอย่างตามลำดับ และจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ ผลิตมาจาก 3 จังหวัด คือ จังหวัดอุดรดิตถ์ (ประกอบด้วยชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นเท่ากับ 3 และ 6 ตัวอย่าง ตามลำดับ) พิษณุโลก (ประกอบด้วยชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นเท่ากับ 3 และ 6 ตัวอย่าง ตามลำดับ) และกำแพงเพชร (ชนิดพลาสติกใสจำนวน 3 ตัวอย่าง)

จากผลการศึกษาพบว่าเกือบทุกตัวอย่างมีสภาพขวดที่ไม่มีรอยขีดข่วนหรือมีเพียงเล็กน้อย รวมทั้งตัวอย่างน้ำดื่มขวดใสที่ผลิตจากจังหวัดอุดรดิตถ์และกำแพงเพชรเท่านั้นที่มี Protective Seal ส่วนการระบุกระบวนการบำบัดน้ำก่อนบรรจุขวด พบในตัวอย่างน้ำดื่มขวดใสและขวดขุ่นที่ผลิตจากจังหวัดพิษณุโลกเท่านั้น แต่อย่างไรก็ตาม พบว่าทุกตัวอย่างทั้งน้ำดื่มขวดใสและขวดขุ่นมีการรับรองจาก อบย. ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดพลาสติกใสมีการระบุวันหมดอายุเท่ากับ 66.67 % ส่วนตัวอย่างน้ำบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นทั้งหมดไม่มีการระบุวันหมดอายุซึ่งไม่แตกต่างจากตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นจากจังหวัดพระนครศรีอยุธยา และกาญจนบุรี ที่มีการระบุรายละเอียดเกี่ยวกับวันหมดอายุที่ไม่ครบถ้วนเช่นกัน [6], [16]

ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 2 ชนิดทั้งหมดมีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.73 ± 0.02 - 8.37 ± 0.01 ซึ่งอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ซึ่งได้กำหนดไว้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ดังนั้นทางด้านความเป็นกรด-ด่างตัวอย่างทั้งหมดผ่านมาตรฐานตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย สอดคล้องกับน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสจากจังหวัดอื่น ๆ ในประเทศไทยที่ผ่านมาตรฐานทางด้านกรด-ด่าง ได้แก่ จังหวัดพิจิตรและชลบุรี [11], [17] และน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นจากจังหวัดพิจิตรและฉะเชิงเทรา [11], [18] แต่อย่างไรก็ตามพบว่ามีน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่ผ่านมาตรฐานเพียงบางส่วนทางด้านกรด-ด่าง ยกตัวอย่างเช่น น้ำจากจังหวัดน่าน ผ่าน 76.74% กาญจนบุรี ผ่าน 47.06% และน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นที่ผ่านมาตรฐานบางส่วนทางด้านกรด-ด่าง ได้แก่ตัวอย่างน้ำจากจังหวัดระยอง ผ่าน 66.67% และชลบุรี 50% [6], [10], [19], [20] นอกจากนี้ยังทำการศึกษาปริมาณของของแข็งที่ละลายน้ำทั้งหมด (TDS) ผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มที่ผลิตในแต่ละจังหวัดมีค่า TDS ใกล้เคียงกันทั้งตัวอย่างน้ำดื่มขวดใสและขวดขุ่น ได้แก่ ตัวอย่างที่ผลิตจากจังหวัดอุดรดิตถ์ทั้งแบบขวดใสและขวดขุ่น มีค่าของแข็งที่ละลายน้ำอยู่ในช่วง 124.00 ± 0.00 ถึง 197.33 ± 0.58 mg/L ส่วนตัวอย่างที่ผลิตจากจังหวัด

กำแพงเพชรทั้งหมดมีค่าเท่ากับ 12.00 ± 0.00 ถึง 13.67 ± 1.15 mg/L รวมทั้งตัวอย่างที่ผลิตจากจังหวัดพิษณุโลกมีค่า TDS เท่ากับ 3.00 ± 0.00 mg/L ทุกตัวอย่าง ดังนั้นน่าจะสามารสรูปได้ว่าค่า TDS น่าจะขึ้นอยู่กับคุณภาพของแหล่งของน้ำดิบ และจากการศึกษานี้พบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* แต่ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นจำนวน 25 % พบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมด แต่พบในปริมาณต่ำ ส่วนตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสไม่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมด และมาตรฐานของประเทศไทยไม่ได้กำหนดมาตรฐานทางด้านแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดไว้

ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดในภาชนะปิดสนิทที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ ประเทศไทย ในครั้งนี้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ฉบับที่ 220 (พ.ศ. 2544) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 3) ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 4) และฉบับที่ 284 (พ.ศ. 2547) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 5) [1], [2], [3], [4], [5] ตามมาตรฐานทางด้านการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต รวมทั้งระบุวันหมดอายุบนฉลากของผลิตภัณฑ์, ความเป็นกรด-ด่าง, กลิ่น, ปริมาณโคลิฟอร์มทั้งหมด และการพบ *E. coli* พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดพลาสติกใสผ่านมาตรฐานร้อยละ 66.67 ส่วนอีกร้อยละ 33.33 ของตัวอย่างพบว่าไม่ผ่านมาตรฐานทางด้านส่วนฉลากที่ไม่มีการระบุวันหมดอายุเท่านั้น รวมทั้งตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐานเนื่องจากไม่มีการระบุวันหมดอายุเช่นกัน

แต่อย่างไรก็ตามผลการศึกษาในครั้งนี้แตกต่างจากการศึกษาของ Banjertjaradlert และคณะ [21] ที่รายงานถึงน้ำดื่มบรรจุขวดจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส ที่พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีการระบุรายละเอียดบนฉลากครบถ้วน มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟิคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดจากประเทศสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส ทางด้านกายภาพและคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

จากการศึกษานี้ที่พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสบางตัวอย่าง และน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่นทั้งหมดไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องจากไม่มีการระบุวันหมดอายุ

ดังนั้นผู้ประกอบการควรมีการปรับปรุงทางด้านส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดให้มีการระบุวันหมดอายุบนขวดน้ำดื่ม เพื่อให้ผ่านมาตรฐาน แต่อย่างไรก็ตามพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นทุกตัวอย่างที่นำมาศึกษาในครั้งนี้ผ่านมาตรฐานทางด้านความเป็นกรด-ด่าง, กลิ่น, ปริมาณโคลิ-ฟอร์มทั้งหมด และการพบ *E. coli* จึงทำให้ผู้บริโภคทั้งในจังหวัดอุดรดิตถ์และผู้บริโภคที่เป็นนักท่องเที่ยวทั้งชาวไทยและต่างชาติมีความมั่นใจต่อคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดอุดรดิตถ์ เพราะมีคุณภาพดังที่ได้กล่าวมาแล้วทำให้น้ำดื่มยังคงเป็นปัจจัยสำคัญของประชาชนและนักท่องเที่ยว และเพื่อให้ประเทศไทยได้รับการยอมรับถึงมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดซึ่งเป็นแหล่งของเชื้อก่อโรค นอกจากจะทำให้ประชาชนคนไทยดื่มได้อย่างปลอดภัยและมั่นใจ ยังจะทำให้ได้รับการยอมรับจากนานาชาติ ทำให้เศรษฐกิจ การท่องเที่ยว ของประเทศไทยมั่นคงและยั่งยืน

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

Reference

- [1] Food and Drug Administration. 1981. **Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981) entitled "The water for consumption in sealed container"**. <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Accessed 23 February 2018. (in Thai)
- [2] Food and Drug Administration. 1991. **Notification of Ministry of Health, No. 135 (1991) entitled "The water for consumption in sealed container" (No. 2)**. <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Accessed 23 February 2018. (in Thai)
- [3] Food and Drug Administration. 2001. **Notification of Ministry of Health, No. 220 (2001) entitled "The water for consumption in sealed container" (No. 3)**. <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Accessed 23 February 2018. (in Thai)
- [4] Food and Drug Administration. 2002. **Notification of Ministry of Health, No. 256 (2002) entitled "The water for consumption in sealed container" (No. 4)**. <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Accessed 23 February 2018. (in Thai)
- [5] Food and Drug Administration. 2004. **Notification of Ministry of Health, No. 284 (2004) entitled "The water for consumption in sealed container" (No. 5)**. <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgi-bin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Accessed 23 February 2018. (in Thai)
- [6] Nimrat, S., Supannapan, P., and Vuthiphandchai, V. 2015. Quality of bottled drinking water distributed in Kanchannaburi province, Thailand. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 34(2): 63-73. (in Thai)
- [7] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. 2014. Physical and microbiological qualities of clear bottled drinking water distributed in Nan province. **Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University**. 16(3): 57-64. (in Thai)
- [8] Sutapreyasri, D., Tansuphasiri, U. and Kungskulniti, N. 1996. Quality of Drinking Water in Bangkok. **The Mahidol University Journal**. 3(4): 167-171. (in Thai)
- [9] Metropolitan Waterworks Authority. 1998. Are Bottled Drinking Water be Clean or Safe?. **Metropolitan Waterworks Authority Journal**. 14(1). <http://www.mwa.co.th>. Accessed 28 October 2012.
- [10] Nimrat, S., Banjertjaradlert, H. and Vuthiphandchai, V. 2014. Assessment of quality of bottled drinking water distributed in Chon Buri Province. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University**. 33(5): 454-459. (in Thai)
- [11] Nimrat, S., Supannapan, K. and Vuthiphandchai, V. 2016. Quality assessment of drinking water in sealed bottles sold in Phichit province, Thailand. **RMUTI Journal**. 9(3): 137-150. (in Thai)

- [12] Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. 2005. **Standard Methods for the Examination of water and Wastewater.** (21th ed.). Washington DC: American Public Health Association.
- [13] U.S. Food and Drug Administration. (2002). **BAM 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria.** <https://www.fda.gov/Food/FoodScienceResearch/LaboratoryMethods/ucm064948.htm>. Accessed 7 March 2018.
- [14] Downes, F. P. and Ito, K. 2001. **Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (fourth ed.).** Washington, DC: American Public Health Association.
- [15] Pavlov, D. and et al. 2004. Potentially pathogenic features of heterotrophic plate count bacteria isolated from treated and untreated drinking water. **International Journal of Food Microbiology.** 92(3): 275–287.
- [16] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. In press. Physical and microbiological qualities of clear and opaque bottled drinking water distributed in Ayutthaya province. **Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University,** 19(3). (in Thai)
- [17] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. 2014. Quality of plastic bottled drinking water, cupped drinking water and water from vending machines distributed in Chon Buri province, Thailand. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University.** 33(6): 638-647. (in Thai)
- [18] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. 2016. Monitoring qualities of bottled drinking water sold in Chachoengsao province. **RMUTI Journal.** 9(3): 127-136. (in Thai)
- [19] Nimrat, S. and Vuthiphandchai, V. 2014. Standard of opaque plastic bottled drinking water distributed in Nan Province. **Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal.** 7(2): 104-111. (in Thai)
- [20] Nimrat, S., Supannapan, K. and Vuthiphandchai, V. 2016. Quality of bottled drinking water distributed in Rayong province, Thailand. **Journal of Science and Technology Mahasarakham University.** 35(5): 538-547. (in Thai)
- [21] Banjertjaradlert, H., Vuthiphandchai, V. and Nimrat S. 2014. 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,** 33(3): 242-248. (in Thai)