



คุณภาพทางกายภาพ เคมีและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุนที่จำหน่ายใน
จังหวัดชลบุรี ประเทศไทย

Physical, Chemical and Microbiological Quality of Opaque-Plastic Bottled Drinking Water Distributed in Chon Buri Province, Thailand

สุบัณฑิต นิมรัตน์^{1*} อภิญญา จิตต์อารี¹ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย²

Subuntith Nimrat^{1*} Apinya Jitaree² and Verapong Vuthiphandchai²

¹ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี

²ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา อ.เมือง จ.ชลบุรี

¹Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri 20131, THAILAND

²Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri 20131, THAILAND

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

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article history:

Received: 28 June, 2021

Revised: 9 August, 2021

Accepted: 23 August, 2021

Available online: 28 October, 2021

DOI: 10.14456/jarst.2021.9

Keywords: bottled drinking water, pH, total solids, Chon Buri, coliform bacteria

This study was conducted to assess physical quality (label information, water characteristic, odor, manufacturing date/expiry date (MFD/EXD), and pH), chemical quality (total solids) and microbiological quality (coliform and fecal coliform bacteria, *E. coli*) of 45 opaque-plastic bottled drinking water sold in Mueng district, Chon Buri province. All tested opaque-plastic bottled drinking water products were clear, odorless, and had pH and total solid values ranging from 5.53-7.51 and 1.0-147.0 mg/L, respectively. In addition, all samples represented coliform and fecal coliform bacteria less than 2 MPN/100 mL and were devoid of *E. coli*. In accordance with the standard for drinking water in sealed container imposed by Ministry of Public Health, opaque-plastic bottled drinking water (8 samples; 17.8%) did not meet the criterion because of pH values lower than standard value (6.5–8.5). Also, all drinking water samples (100%) did not abide by the standard due to the absence of MFD/EXD on the labels with the presence of only label information

related to company name and place of manufacture. Therefore, consumers should consciously choose the opaque bottled drinking water products with guarantee of quality.

บทคัดย่อ

การศึกษานี้ได้ประเมินคุณภาพทางกายภาพ (รายละเอียดฉลาก ลักษณะน้ำดื่ม กลิ่น วันผลิต-วันหมดอายุ ค่าความเป็นกรด-ด่าง) คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุนที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี จำนวน 45 ตัวอย่าง จากการศึกษาพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดทุกตัวอย่างมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น มีค่าความเป็นกรด-ด่างและปริมาณของแข็งทั้งหมดอยู่ในช่วง 5.53 – 7.51 และ 1.0 – 147.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ น้ำดื่มทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และตรวจไม่พบ *E. coli* เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิทของกระทรวงสาธารณสุข พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุนจำนวน 8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.8 ไม่ผ่านมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่างที่กำหนดให้มีค่าอยู่ในช่วง 6.5 – 8.5 และน้ำดื่มทุกตัวอย่างคิดเป็นร้อยละ 100 ไม่ผ่านมาตรฐาน เนื่องจากไม่ระบุวันผลิตหรือวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ โดยมีการระบุแค่เพียงรายละเอียดของสถานที่และชื่อบริษัทที่ผลิตเท่านั้น ดังนั้นผู้บริโภคจึงควรตระหนักถึงการเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุนที่มีคุณภาพได้มาตรฐาน

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด ค่าความเป็นกรด-ด่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมด ชลบุรี แบคทีเรียโคลิฟอร์ม

บทนำ

น้ำมีความสำคัญต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิดรวมทั้งมนุษย์ โดยร่างกายของมนุษย์มีน้ำเป็นส่วนประกอบมาก

ถึงร้อยละ 70 ของน้ำหนักตัว (1) น้ำมีบทบาทหน้าที่สำคัญต่อร่างกาย เช่น ช่วยในการดูดซึมสารอาหารและกระบวนการย่อยอาหาร น้ำในเลือดช่วยในการนำสารอาหารไปหล่อเลี้ยงทั่วร่างกาย น้ำยังช่วยรักษาความชุ่มชื้นของผิวหนัง การรักษามวลของความเป็นกรด-ด่างในร่างกาย จะเห็นได้ว่าน้ำมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตเป็นอย่างมาก (2) ปัจจุบันจำนวนประชากรเพิ่มมากขึ้น วิถีชีวิตและพฤติกรรมของผู้คนส่วนใหญ่มักดำเนินไปอย่างเร่งรีบและใช้เวลาส่วนใหญ่ในแต่ละวันในการทำงาน รวมทั้งสภาพอากาศและคุณภาพทางสิ่งแวดล้อมมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางที่แย่ลง ประกอบกับผู้คนหันมาใส่ใจในสุขภาพเพิ่มมากขึ้น จนอาจกล่าวได้ว่าปัจจัยเหล่านี้เป็นสาเหตุทำให้ผลิตภัณฑ์น้ำดื่มได้รับความนิยมจากผู้บริโภคมากขึ้น อีกทั้งผลิตภัณฑ์น้ำดื่มยังมีราคาที่ถูกกว่าเครื่องดื่มประเภทอื่น มีหลากหลายรูปแบบให้เลือกซื้อตั้งแต่ขวดพลาสติก ขวดแก้วหรือในรูปแบบแก้วน้ำขนาดเล็ก และมีจำหน่ายตั้งแต่ร้านค้าปลีกขนาดเล็ก ซูเปอร์มาร์เก็ต จนถึงห้างสรรพสินค้าขนาดใหญ่ ทำให้มีความสะดวกในการเลือกซื้อและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมจากผู้บริโภคสูงมาก เป็นธุรกิจที่มีการเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีส่วนแบ่งทางการตลาดสูงกว่าผลิตภัณฑ์น้ำดื่มประเภทอื่น โดยมีมูลค่าทางการตลาดสูงถึง 4.53 หมื่นล้านบาท ในปี พ.ศ. 2562 น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกที่จำหน่ายในประเทศไทยแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกใสที่ทำมาจากพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน เทเรพทาเลต (Polyethylene terephthalate หรือ PET) และขวดพลาสติกขุนที่ผลิตจากพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน (Polyethylene หรือ PE) ถึงแม้ว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุนจะได้รับความนิยมต่ำกว่าขวดพลาสติก

ใส แต่น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดนี้ยังคงมีการจำหน่ายอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในพื้นที่ต่างจังหวัด เนื่องจากพลาสติกชนิดนี้มีราคาต่อหน่วยต่ำ ทนต่อความร้อนที่อุณหภูมิไม่เกิน 80 องศาเซลเซียส ได้ดี (3) มีความยืดหยุ่น ไม่แตกง่าย จึงทำให้โรงงานขนาดเล็กและโรงงานที่ผลิตน้ำดื่มเองใช้วัสดุชนิดนี้ในการผลิตน้ำดื่ม อย่างไรก็ตาม ข้อเสียของขวดพลาสติกชนิดนี้ คือ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ไม่ดีทำให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันส่งผลให้กลิ่นของน้ำดื่มเปลี่ยนแปลงไป ผู้บริโภคทั่วไปมักพิจารณาเพียงความใสของน้ำดื่มบรรจุขวด แต่ทว่าความใสนั้นอาจมีความบริสุทธิ์และคุณภาพแตกต่างกัน ซึ่งคุณภาพน้ำดื่มสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท คือ ด้านกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น สี รส กลิ่นและค่าความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งหากมีความผิดปกติไม่ควรนำมาบริโภค ด้านเคมี ได้แก่ ปริมาณสารทั้งหมดที่มองเห็นและมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ความกระด้าง ปริมาณแร่ธาตุ ปริมาณโลหะหนัก เป็นต้น โดยปริมาณของแข็งในน้ำดื่มที่มีปริมาณสูงอาจทำให้เกิดความกระด้างของน้ำ ซึ่งมีผลเกี่ยวเนื่องต่อสุขภาพของมนุษย์ (4) และสุดท้ายด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรค แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E. coli* (5-6) โดยแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และ *E. coli* เป็นแบคทีเรียที่พบได้ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์เลื้อยคลาน ถูกนำมาใช้เป็นแบคทีเรียดัชนีบ่งชี้ถึงโอกาสการปนเปื้อนแบคทีเรียก่อโรคทางอาหารบางชนิด เช่น *Vibrio cholerae*, *Shigella flexneri*, *S. dysenteriae* และ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์อาหาร เครื่องดื่มและน้ำดื่มตามประกาศของสำนักงานควบคุม ดูแลและตรวจสอบความปลอดภัยของอาหารของประเทศไทยและนานาชาติ (7) จากการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในพื้นที่ต่าง ๆ ของประเทศไทย เช่น จังหวัดน่านและมหาสารคาม พบอุบัติการณ์การปนเปื้อนแบคทีเรียโคลิฟอร์มสูงเกินมาตรฐานร้อยละ 10-12 (8-9) รวมทั้งน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นในจังหวัดระยอง บุรีรัมย์และอ่างทอง ทุกตัวอย่างไม่ระบุวันผลิต-วันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์

และตัวอย่างส่วนใหญ่มีฤทธิ์เป็นกรดอ่อน ๆ ไม่ผ่านมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (10-12) แสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในประเทศไทย โดยเฉพาะอย่างยิ่งน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นอาจสร้างอันตรายต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้

จังหวัดชลบุรีเป็นจังหวัดที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจทั้งในด้านพาณิชยกรรมและอุตสาหกรรมต่าง ๆ รวมทั้งเป็นที่ตั้งของแหล่งท่องเที่ยวที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยมของคนไทย เช่น หาดบางแสน เขาสามมูข สวนสัตว์เปิดเขาเขียว หาดพัทยา เป็นต้น (13) ทำให้เป็นพื้นที่ที่มีประชากรอาศัยอย่างหนาแน่นและมีนักท่องเที่ยวเดินทางเข้ามาในพื้นที่จำนวนมาก จึงมีการจับจ่ายใช้สอยสินค้าอุปโภคบริโภคจำนวนมากตามไปด้วย โดยน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นเป็นสินค้าประเภทหนึ่งที่ยังได้รับความนิยม เนื่องจากมีราคาถูกกว่าน้ำดื่มประเภทอื่นและหาซื้อได้ในร้านค้าทั่วไปในพื้นที่จังหวัดชลบุรี ดังนั้นเพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นให้ตระหนักถึงความปลอดภัยในการบริโภคน้ำดื่มของนักท่องเที่ยวและประชาชนทั่วไป การศึกษาในครั้งนี้จึงตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ การติดฉลาก ลักษณะน้ำดื่ม กลิ่นและค่าความเป็นกรด-ด่าง คุณภาพทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด และคุณภาพทางจุลินทรีย์ ของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

วิธีดำเนินการวิจัย

การเก็บตัวอย่างและบันทึกรายละเอียดบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวด

เก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นจำนวน 45 ตัวอย่าง จากร้านค้าในเขตอำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี การสุ่มซื้อไม่มีการเลือกลักษณะร้านค้าทั้งในเขตชนบทและเขตชุมชนเมือง จากนั้นบันทึกคุณภาพบางประการของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ ยี่ห้อ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัทและสถานที่ตั้ง) วันผลิต/หมดอายุ (14)

การทดสอบลักษณะทางกายภาพ

ตรวจกลิ่นของน้ำโดยการเปิดฝาและดมกลิ่นจากขวด (15) และสังเกตความใสของน้ำดื่มด้วยตาเปล่า จากนั้นวัดค่าความเป็นกรด-ด่างด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Denver, Ultrabasic UB 10, Goettingen, Germany) ที่ได้ปรับเทียบค่าความเป็นกรด-ด่างกับสารละลายมาตรฐาน (15) โดยตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่างจำนวน 3 ซ้ำ แล้วนำค่าที่ได้คำนวณค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด

ชั่งน้ำหนักด้วยกระเบื้องเคลือบที่ผ่านการอบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง ด้วยเครื่องชั่ง 4 ตำแหน่ง (Mettler Toledo AT 200, Greifensee, Switzerland) จากนั้นนำตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดปริมาตร 100 มิลลิลิตร เติมน้ำในถ้วยกระเบื้องเคลือบ นำไประเหยจนแห้งในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (Mettmert, Schwabach, Germany) ที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส จากนั้นนำมาระเหยจนแห้งสนิทในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 1 ชั่วโมง เก็บถ้วยกระเบื้องเคลือบในโถดูดความชื้นทิ้งไว้ให้เย็น ชั่งน้ำหนัก แล้วนำถ้วยกระเบื้องเคลือบอบซ้ำอีกครั้ง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งน้ำหนักอีกครั้ง คำนวณผลต่างของน้ำหนักครั้งก่อน ถ้าผลต่างเกิน 0.5 มิลลิกรัม ให้อบซ้ำจนน้ำหนักที่ชั่งติดต่อกัน 2 ครั้งต่างกันไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม คำนวณปริมาณของแข็งทั้งหมดตามวิธีการของ APHA (15)

การวิเคราะห์ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (16)

1. การทดสอบขั้นแรก

ปิเปตตัวอย่างน้ำลงในอาหาร Lauryl Tryptose broth (LST) 10 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด ๆ ละ 10 มิลลิลิตร และปิเปตตัวอย่างน้ำลงในอาหาร LST 10 มิลลิลิตร ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า หลอดละ

1 และ 0.1 มิลลิลิตร อย่างละ 5 หลอด ตามลำดับ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง เลือกหลอด LST ที่ให้ผลบวก (ขุ่น อาหารมีสีเหลืองและมีก๊าซใน Durham tube) ไปทดสอบในขั้นยืนยันต่อไป

2. การทดสอบขั้นยืนยัน

การตรวจแบคทีเรียโคลิฟอร์มทำได้โดยนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงในอาหาร Brilliant Green Lactose Bile broth (BGLB) ด้วยหลอดเชื้อช้อน นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24-48 ชั่วโมง สวนการตรวจแบคทีเรียฟัลคัลโคลิฟอร์มทำได้โดยนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน *Escherichia coli* (EC) medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 44.5 ± 0.2 องศาเซลเซียส ในอ่างควบคุมอุณหภูมิ (Water bath) เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง จากนั้นนับจำนวนหลอด BGLB ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง Most Probable Number (MPN) จะได้ค่าเอ็มพีเอ็นโคลิฟอร์มต่อ 100 มิลลิลิตร และนับจำนวนหลอด EC ที่ให้ผลบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) นำไปเทียบกับตาราง MPN จะได้ค่าเอ็มพีเอ็นฟัลคัลโคลิฟอร์มต่อ 100 มิลลิลิตร

3. การทดสอบขั้นสมบูรณ์ของ *E. coli*

นำหลอด BGLB และ/หรือ EC ที่ให้ผลบวกไปเชื้อลงบนอาหาร Eosin Methylene Blue agar (EMB) บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *E. coli* มีสีเขียวสะท้อนเงาโลหะ (Metallic sheen) นำไปย้อมแกรมและศึกษาสัณฐานวิทยาภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยเปรียบเทียบกับ *E. coli* ATCC 25922 และทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC test ที่ประกอบด้วย Indole production test, Methyl red test, Voges-proskauer test และ Citrate utilization test

ผลการศึกษาและอภิปรายผล

ผลการทดลอง

คุณภาพทางกายภาพบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมืองชลบุรี พบว่าน้ำดื่มทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100) ระบุรายละเอียดของสถานที่ ชื่อบริษัทผลิต แต่ไม่ระบุวันผลิตหรือวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ ทำให้ทุกตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (17) การตรวจสอบลักษณะทางกายภาพอื่น ๆ ได้แก่ ลักษณะของน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด กลิ่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าลักษณะของน้ำดื่มที่ปรากฏทุกตัวอย่างมีลักษณะใส ไม่มีกลิ่น และมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.53 ± 0.14 ถึง 7.51 ± 0.09 (ตารางที่ 1) เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ที่กำหนดค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5-8.5 และต้องไม่มีกลิ่น (18) พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิด

พลาสติกขุ่นที่ทำการศึกษานี้ไม่ผ่านมาตรฐานค่าความเป็นกรด-ด่าง จำนวน 5 ยี่ห้อ (8 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 17.8) ได้แก่ น้ำดื่มยี่ห้อ A (3 ตัวอย่าง) C (1 ตัวอย่าง) D (2 ตัวอย่าง) F (1 ตัวอย่าง) และ O (1 ตัวอย่าง) (ตารางที่ 1)

การตรวจสอบลักษณะทางเคมี คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มพบว่ามีความอยู่ในช่วง 1.0 ± 0.0 ถึง 147.0 ± 1.4 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 (18) ที่กำหนดไว้ให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (ตารางที่ 1)

การตรวจสอบคุณภาพทางชีวภาพ ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และตรวจไม่พบ *E. coli* ซึ่งเป็นไปตามมาตรฐานทางด้านจุลินทรีย์ของประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 (18)

ตารางที่ 1 ลักษณะทางกายภาพและเคมีบางประการของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมืองจังหวัดชลบุรี

ยี่ห้อ	หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ			ปริมาณของแข็งทั้งหมด* (มก/ล)	คุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐาน
		ลักษณะน้ำ	กลิ่น*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง*		
A	1	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.32 ± 0.10	5.0 ± 1.0	ไม่ผ่าน
	2	ใส	ไม่มีกลิ่น	5.97 ± 0.10	8.7 ± 1.5	ไม่ผ่าน
	3	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.18 ± 0.02	10.3 ± 3.1	ไม่ผ่าน
B	4	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.61 ± 0.07	110.7 ± 1.5	ผ่าน
	5	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.75 ± 0.05	114.0 ± 2.0	ผ่าน
	6	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.75 ± 0.02	115.3 ± 1.5	ผ่าน
C	7	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.91 ± 0.08	109.5 ± 0.7	ผ่าน
	8	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.51 ± 0.09	116.5 ± 0.7	ผ่าน
	9	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.47 ± 0.06	127.0 ± 1.4	ไม่ผ่าน

ยี่ห้อ	หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ			ปริมาณของแข็งทั้งหมด* (มก/ล)	คุณภาพน้ำดื่มตามมาตรฐาน
		ลักษณะน้ำ	กลิ่น*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง*		
D	10	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.54 ± 0.27	3.0 ± 1.7	ผ่าน
	11	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.12 ± 0.10	2.7 ± 1.4	ไม่ผ่าน
	12	ใส	ไม่มีกลิ่น	5.53 ± 0.14	1.0 ± 0.0	ไม่ผ่าน
E	13	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.85 ± 0.07	11.7 ± 2.1	ผ่าน
	14	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.67 ± 0.06	10.0 ± 2.0	ผ่าน
	15	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.70 ± 0.07	16.3 ± 2.5	ผ่าน
F	16	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.39 ± 0.09	92.7 ± 3.5	ไม่ผ่าน
	17	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.54 ± 0.06	95.3 ± 3.2	ผ่าน
	18	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.63 ± 0.02	93.3 ± 7.2	ผ่าน
G	19	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.31 ± 0.10	1.7 ± 1.2	ผ่าน
	20	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.79 ± 0.09	1.3 ± 0.6	ผ่าน
	21	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.56 ± 0.15	1.3 ± 0.6	ผ่าน
H	22	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.08 ± 0.08	139.5 ± 3.5	ผ่าน
	23	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.11 ± 0.04	137.5 ± 9.2	ผ่าน
	24	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.06 ± 0.02	141.5 ± 2.1	ผ่าน
I	25	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.75 ± 0.06	63.3 ± 12.2	ผ่าน
	26	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.82 ± 0.06	48.0 ± 5.6	ผ่าน
	27	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.90 ± 0.05	51.0 ± 3.0	ผ่าน
J	28	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.03 ± 0.01	56.3 ± 10.7	ผ่าน
	29	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.02 ± 0.02	49.0 ± 5.7	ผ่าน
	30	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.00 ± 0.01	51.0 ± 13.2	ผ่าน
K	31	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.08 ± 0.00	147.0 ± 1.4	ผ่าน
	32	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.08 ± 0.02	144.0 ± 4.2	ผ่าน
	33	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.09 ± 0.01	141.5 ± 4.9	ผ่าน
L	34	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.51 ± 0.09	99.3 ± 8.5	ผ่าน
	35	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.33 ± 0.03	95.3 ± 13.2	ผ่าน
	36	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.11 ± 0.02	85.0 ± 7.0	ผ่าน
M	37	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.90 ± 0.02	12.3 ± 6.6	ผ่าน
	38	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.89 ± 0.02	12.0 ± 6.1	ผ่าน
	39	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.80 ± 0.01	13.7 ± 2.3	ผ่าน

ยี่ห้อ	หมายเลขตัวอย่าง	ลักษณะทางกายภาพ				ปริมาณของ แข็งทั้งหมด* (มก/ล)	คุณภาพน้ำดื่ม ตามมาตรฐาน
		ลักษณะน้ำ	กลิ่น*	ค่าความเป็นกรด-ด่าง*			
N	40	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.25 ± 0.04	10.7 ± 0.6		ผ่าน
	41	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.05 ± 0.04	8.0 ± 4.4		ผ่าน
	42	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.75 ± 0.07	5.7 ± 3.5		ผ่าน
O	43	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.92 ± 0.05	13.3 ± 2.5		ผ่าน
	44	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.73 ± 0.06	12.5 ± 2.1		ผ่าน
	45	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.48 ± 0.09	11.5 ± 2.1		ไม่ผ่าน

ข้อมูลแสดงเป็นค่าเฉลี่ย±ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน *ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 ที่กำหนดให้น้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทต้องมีความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.5-8.5 ปริมาณของแข็งทั้งหมดน้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร และไม่มีกลิ่น (18)

อภิปรายผล

ฉลากผลิตภัณฑ์มีความสำคัญอย่างมากในการแสดงรายละเอียดเกี่ยวกับสินค้า ไม่ว่าจะเป็นชื่อผลิตภัณฑ์ วันผลิต-วันหมดอายุ ส่วนประกอบ คำแนะนำในการใช้และเก็บรักษาอย่างปลอดภัย การออกแบบฉลากที่สวยงามยังเป็นการส่งเสริมความโดดเด่นของผลิตภัณฑ์และดึงดูดความสนใจทำให้ลูกค้าตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ ข้อสำคัญของฉลากผลิตภัณฑ์ต้องแสดงข้อมูลต่าง ๆ ตามกฎหมายที่มีผลบังคับใช้กับผลิตภัณฑ์นั้น ๆ การศึกษาครั้งนี้ฉลากผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นทั้งหมด 45 ตัวอย่าง แสดงรายละเอียดชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อบริษัทผลิตและสถานที่ผลิต แต่ตัวอย่างทั้งหมด (ร้อยละ 100) ไม่แสดงวันผลิต-วันหมดอายุ ทำให้ไม่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 383 พ.ศ. 2560 เรื่องการแสดงฉลากของอาหารในภาชนะบรรจุ (17) ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง บุรีรัมย์ พระนครศรีอยุธยาและอ่างทอง ที่พบว่าน้ำดื่มทุกตัวอย่างไม่ระบุวันผลิต-วันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ มีการระบุเพียงชื่อผลิตภัณฑ์ ชื่อบริษัทผลิตและสถานที่ผลิตเช่นเดียวกันกับน้ำดื่มในจังหวัด

ชลบุรีในการศึกษารั้งนี้ (10-12, 19) การระบุรายละเอียดบนฉลากให้ครบถ้วนตามกฎหมายเป็นการให้ข้อมูลแก่ผู้บริโภคว่าน้ำดื่มบรรจุขวดนั้นยังคงมีคุณภาพที่ดี มีความปลอดภัยต่อการเลือกบริโภค เนื่องจากในบางสถานการณ์ เช่น น้ำท่วมหรือเกิดภัยพิบัติทางธรรมชาติ อาจจะต้องมีการเก็บน้ำดื่มเป็นระยะเวลานาน การไม่ระบุวันหมดอายุทำให้ผู้บริโภคไม่ทราบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีอยู่นั้นยังคงปลอดภัยต่อการบริโภคหรือไม่ ทำให้มีความเสี่ยงต่อการปนเปื้อนสิ่งแปลกปลอมที่เกิดจากความเสื่อมของภาชนะบรรจุที่อาจส่งผลเสียต่อสุขภาพของผู้บริโภคได้ จากผลการศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นทุกตัวอย่างไม่ระบุวันหมดอายุลงบนฉลากผลิตภัณฑ์ จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่บริษัทผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดต้องดำเนินการปรับปรุงฉลากผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่ม รวมทั้งเจ้าหน้าที่รัฐที่มีอำนาจรับผิดชอบควรเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มให้มากยิ่งขึ้น เพื่อความปลอดภัยและคุณภาพชีวิตของผู้บริโภค

ความเป็นกรด-ด่างของน้ำเกิดจากการควบคุมความสมดุลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารไบคาร์บอเนต สารคาร์บอเนต (carbon dioxide–bicarbonate–carbonate equilibrium system) ภายใน

น้ำ (4) หากมีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำมากขึ้นจะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง (1) น้ำที่เป็นกรดหรือน้ำที่เป็นกรดอ่อนมีค่าความเป็นกรด-ด่างน้อยกว่า 6.5 และมีคุณสมบัติในการกัดกร่อน จากผลการตรวจสอบน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นในการศึกษาครั้งนี้พบว่าน้ำดื่มจำนวน 8 ตัวอย่าง (ร้อยละ 17.8) มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ามาตรฐาน คือ 6.5 การสำรวจคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดต่าง ๆ ของประเทศไทย เช่น อ่างทอง ระยองและบุรีรัมย์แสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นส่วนใหญ่มีค่าความเป็นกรดอ่อน ๆ เนื่องจากน้ำดื่มมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (10-12) แต่อย่างไรก็ตามน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามีค่าความเป็นกรด-ด่างสูงกว่า 6.5 (19) ความเป็นกรดอ่อนที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 ที่ตรวจพบในตัวอย่างน้ำดื่มในครั้งนี้อาจเกิดจากค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดิบที่นำมาใช้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานหรือเกิดจากกระบวนการบำบัดน้ำดิบอาจมีผลทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างลดลง นอกจากนี้อาจเกิดจากกระบวนการบางประการที่เกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษาน้ำดื่มนานเกินไปจนทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของพลาสติกจนส่งผลต่อค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำ จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดที่หมดอายุแล้ว 5 ปี ทุกตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่า 6.5 (20) การมีคุณสมบัติเป็นกรดของน้ำดื่มอาจส่งผลต่อการดูดซึมแร่ธาตุต่าง ๆ ในร่างกายน้อยลง การขับแร่ธาตุออกทางปัสสาวะมากขึ้นทำให้ร่างกายขาดแร่ธาตุ (21) รวมทั้งอาจส่งผลเกี่ยวกับการเกิดโรคหัวใจและความดันโลหิตสูงอีกด้วย (1) นอกจากนี้น้ำที่มีค่าความเป็นกรดจะมีคุณสมบัติในการกัดกร่อนทำให้เสี่ยงต่อการปนเปื้อนด้วยสารโลหะ เช่น ทองแดง เหล็ก ตะกั่ว แมงกานีสและสังกะสี เป็นต้น (22) โดยเฉพาะอย่างยิ่งขวดน้ำพลาสติกชนิดขุ่นเหล่านี้เป็นพลาสติกชนิด PE ซึ่งเป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกที่โครงสร้างหรือโมเลกุลขององค์ประกอบ

พลาสติกถูกทำลายได้ง่ายด้วยสภาวะที่เป็นกรดจนเกิดการหลุดออกมาปนเปื้อนในน้ำ อาหารหรือเครื่องดื่มที่บรรจุในขวดพลาสติกขุ่น เมื่อผู้บริโภครับประทานอาหารหรือเครื่องดื่มเหล่านี้เข้าไปจะทำให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพได้ ซึ่งอาจจะไม่แสดงอาการในทันที แต่สามารถสะสมเมื่อรับประทานติดต่อกันเป็นระยะเวลานานจนเกิดอันตรายต่อสุขภาพขึ้นมาได้ (23) จากผลการศึกษาในครั้งนี้ที่พบน้ำดื่มบรรจุขวดบางตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ามาตรฐาน ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตจึงควรมีความระมัดระวังในการตรวจสอบค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มให้อยู่ในช่วงมาตรฐานก่อนการจัดจำหน่าย รวมทั้งควรมีการปรับปรุงกระบวนการผลิตบางขั้นตอนที่จะทำให้ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มตรงตามมาตรฐาน

คุณสมบัติทางเคมีที่ตรวจวัดคุณภาพน้ำดื่มในการศึกษาครั้งนี้ คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด โดยปริมาณของแข็งทั้งหมด คือ ของแข็งที่ละลายน้ำและของแข็งที่แขวนลอย รวมทั้งของแข็งที่ตกตะกอนในน้ำ ซึ่งมักเป็นสารประกอบเกลืออนินทรีย์ เช่น แคลเซียม คลอไรด์ ไนเตรท ฟอสฟอรัส เหล็ก กำมะถันและอนุภาคไอออนอื่น ๆ (15) หากปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงจะทำให้น้ำดื่มมีความขุ่นและรสชาติเปลี่ยนไป การศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มมีการศึกษาอย่างกว้างขวางในหลายประเทศ เช่น อินเดียและไนจีเรีย เป็นต้น (6, 24) ถึงแม้ว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดเป็นปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มดังที่กล่าวมาข้างต้น แต่ยังมีการศึกษาถึงปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทยน้อยมากเมื่อเปรียบเทียบกับต่างประเทศ มีเพียงรายงานถึงปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นภายในมหาวิทยาลัยทักษิณ วิทยาเขตพัทลุง ที่พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยประมาณ 78 มิลลิกรัมต่อลิตร (25) การศึกษาในครั้งนี้พบว่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในเขตอำเภอเมืองชลบุรีมีค่าอยู่ในช่วง 1.0 – 147.0 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงให้เห็นว่าน้ำดื่มบรรจุขวด

น่าจะมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค เนื่องจากมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 (18) ที่กำหนดไว้ให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมดได้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ได้ศึกษาในครั้งนี้แล้ว ควรมีการศึกษาคุณภาพทางเคมีด้านอื่น เช่น ความกระด้างและสารโลหะหนักต่อไป เพื่อให้ให้น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นได้รับความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งยังทำให้ผู้บริโภคมีข้อมูลด้านต่าง ๆ เพียงพอในการพิจารณาถึงความปลอดภัยในการเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่น

โดยทั่วไปแล้วน้ำดื่มบรรจุขวดต้องผ่านกระบวนการบำบัดต่าง ๆ เพื่อให้ให้น้ำดื่มมีความบริสุทธิ์ สะอาดและมีคุณภาพดีเหมาะต่อการบริโภค อย่างไรก็ตามการปนเปื้อนแบคทีเรียในน้ำดื่มบรรจุขวดสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิต การศึกษาในครั้งนี้พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นในเขตอำเภอเมืองชลบุรีทุกตัวอย่างมีปริมาณแบคทีเรียโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิตร และตรวจไม่พบ *E. coli* ทำให้ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 พ.ศ. 2524 (18) สอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพทางจุลินทรีย์ของน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง พระนครศรีอยุธยา บุรีรัมย์ และอ่างทอง ที่ไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิดนี้เหล่านี้เช่นเดียวกัน (10-12, 19) การไม่พบแบคทีเรียชนิดนี้เหล่านี้บ่งชี้ว่าน้ำดื่มบรรจุขวดอาจไม่มีการปนเปื้อนด้วยแบคทีเรียก่อโรคในทางเดินอาหารบางชนิดที่มีแหล่งมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลื้อยคลาน เช่น *V. cholerae* สาเหตุของโรคอหิวาตกโรค *Sh. flexneri* หรือ *Sh. dysenteriae* สาเหตุของโรคบิด และ *Sal. paratyphi* สาเหตุของโรคไข้รากสาดหรือไข้ไทฟอยด์ เป็นต้น (7) จากการสังเกตผลากผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดในการศึกษารุ่นนี้มีการระบุถึงกระบวนการบำบัดน้ำดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น การทำ Reverse osmosis, การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต และการใช้โอโซน เป็นต้น กระบวนการเหล่านี้

เป็นขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงน่าจะเป็นสาเหตุทำให้น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นปราศจากแบคทีเรียชนิดนี้และแบคทีเรียก่อโรคทางเดินอาหาร ทำให้มีความปลอดภัยต่อการบริโภคตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย

สรุปผล

น้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี ทุกตัวอย่าง (ร้อยละ 100) มีปริมาณของแข็งทั้งหมด แบคทีเรียโคลิฟอร์มและ *E. coli* ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข แต่น้ำดื่มบรรจุขวดเหล่านี้ทุกตัวอย่างไม่ระบุวันผลิตหรือวันหมดอายุบนฉลากผลิตภัณฑ์ และน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นร้อยละ 17.8 มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่ามาตรฐาน คือ 6.5 ดังนั้นบริษัทผู้ผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นควรดำเนินการปรับปรุงกระบวนการผลิตน้ำดื่มบางขั้นตอนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สามารถรักษาค่าความเป็นกรด-ด่างให้อยู่ในช่วงมาตรฐาน รวมทั้งดำเนินการปรับปรุงฉลากผลิตภัณฑ์ให้ตรงตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ในขณะเดียวกันเจ้าหน้าที่รัฐที่มีอำนาจรับผิดชอบควรเข้มงวดในการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกขุ่นให้มากยิ่งขึ้น เพื่อความปลอดภัยและสร้างความเชื่อมั่นในน้ำดื่มบรรจุขวดของทั้งนักท่องเที่ยวและประชาชนทั่วไปในพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดชลบุรี

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่เอื้อเพื่อวัสดุอุปกรณ์และสถานที่ในการวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

1. Varakamin S. Water for life. Bangkok: Samcharoen Panich; 2006. Thai.

2. Rylander R. Drinking water constituents and disease. *J Nutr.* 2008;138:423S-25S.
3. Choudhary AK, Das S, Jha JN. Improvement of properties of clay subgrade using waste LDPE strip reinforcement. In: Singh H, Garg P, Kaur I, editors. *ICSWMD 2018, LNCE 21*. Switzerland: Springer Nature AG; 2019. p. 103-15.
4. World Health Organization. Guidelines for drinking water quality. 4th ed. Geneva: World Health Organization; 2017.
5. Food and Drug Administration. Notification of Ministry of Health, No. 256 (2002) entitled "The water for consumption in sealed container" (No. 4) [Internet]. 2002 [cited 2020 Dec 25] Availability from: <http://elib.fda.moph.go.th/elib/cgibin/opacexe?lang=1&cat=gen&pat>. Thai.
6. Krishnan RR, Dharmaraj K, Kumari BDR. A comparative study on the physico-chemical and bacterial analysis of drinking, borewell and sewage water in the three different places of Sivakasi. *J Environ Biol.* 2007;28:105-8.
7. Pumpuang A, Cheewaphan A, Amnouypon J, Supasirisun Y, Teawrattanakul T, Pidet N, et al. [Prevalence and antibiotic susceptibility profile of fecal coliform isolated from beverage sold in Sangkhalok community]. *Vajira Medical Journal: Journal of Urban Medicine.* 2017;61(2):75-82. Thai.
8. Jonganokpone C. [Physical assessment and determination of bacterial contamination of locally drinking water in sealed containers and packaged ice sold in Mahasarakham province, Thailand]. *Academic Journal of Community Public Health.* 2020;6(4):14-26. Thai.
9. Nimrat S, Vuthiphandchai V. [Physical and microbiological qualities of clear bottled drinking water distributed in Nan province]. *Journal of Science & Technology, Ubon Ratchathani University.* 2014;16(3):57-64. Thai.
10. Nimrat S, Suechamnongkitchakarn N, Supannapan K, Vuthiphandchai V. [Assessment of physical, pH and microbiological qualities of bottled drinking water produced in Buriram province, Thailand]. *RMUTP Research Journal Science & Technology.* 2015;9(2):32-43. Thai.
11. Nimrat S, Supannapan K, Butkhot N, Vuthiphandchai V. [Standard of bottled drinking water distributed in Aug Thong]. *RMUTP Research Journal.* 2016;10(2):135-47. Thai.
12. Nimrat S, Supannapan K, Vuthiphandchai V. [Quality of bottled drinking water distributed in Rayong province, Thailand]. *Journal of Science and Technology Mahasarakham University.* 2016;35(5):538-47. Thai.
13. Chonburi Province. Chonburi Province [Internet]. 2017 [cited 2020 Dec 25] Availability from: http://www.chonburi.go.th/website/main/web_index. Thai.
14. Nimrat S, Banjertjaradlert H, Vuthiphandchai V. [Assessment of quality of bottled drinking

- water distributed in Chon Buri province]. Journal of Science and Technology Mahasarakham University. 2013;33(5):454-9. Thai.
15. American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. Standard methods for the examination of water and wastewater. 22nd ed. Baltimore: American Public Health Association; 2012.
 16. Kornacki JL, Johnson JL. Chapter 8: Enterobacteriaceae, coliforms, and *Escherichia coli* as quality and safety indicators. In: Downes FP, Ito K, editors. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. 4th ed. Washington DC: American Public Health Association; 2001. p. 69-82.
 17. Bureau of Food, Food and Drug Administration, Ministry of Public Health. Notification of the Ministry of Public Health No. 383, B.E 2560 (2017), Re: labeling of pre-packaged foods (No.2) [Internet]. 2017 [cited 2020 Dec 25] Availability from: <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2560/E/097/24.PDF>. Thai.
 18. Bureau of Food, Food and Drug Administration, Ministry of Public Health. (1981). Notification of the Ministry of Public Health (No.61) B.E. 2524 (1981) Re: Drinking water in sealed containers [Internet]. 1981 [cited 2020 Dec 25] Availability from: <http://www.ratchakitcha.soc.go.th/DATA/PDF/2524/D/157/52.PDF>. Thai.
 19. Nimrat S, Vuthiphandchai V. [Physical and microbiological qualities of clear and opaque bottled drinking water distributed in Ayutthaya province]. Journal of Science & Technology Ubon Ratchathani University. 2017;19(3):193-207. Thai.
 20. Nimrat S, Khunjeng N, Vuthiphandchai V. [Characteristic and some qualities of 5-year expired drinking water in clear plastic bottles]. Rajamangala University of Technology Tawan-ok Research Journal. 2018;11(2):122-30. Thai.
 21. Reid R. 7 reasons why acidic water is bad for you [Internet]. 2019 [cited 2020 Dec 25] Availability from: <https://www.tyentusa.com/blog/acidic-water-negative-effects/>.
 22. Private Wells Series. pH- Acidity of Private Drinking Water Wells. Rhode Island: Rhode Island and Department of Health and the University of Rhode Island Cooperative Extension Department of Natural Resources Science; 2003.
 23. Mathawaraporn B. Case study: Hazard from consumption of opaque-plastic bottled beverages [Internet]. [cited 2020 Nov 4] Availability from: http://knowledge.ocpb.go.th/download/article/article_20190409104742.pdf. Thai.
 24. Shittu OB, Olaitan JO, Amusa TS. Physico-chemical and bacteriological analyses of water used for drinking and swimming purposes in Abeokuta, Nigeria. J Biomed. 2008;11:285-90.

25. Rakkamon T, Chaimay B, Inraksa S, Rachasong W. [Quality of drinking water from water cooler at Thaksin University, Phatthalung campus]. *Thaksin Journal*. 2012;15(2):18-26. Thai.