

คุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดระยอง ประเทศไทย

Quality of Bottled Drinking Water Distributed in Rayong Province, Thailand

สุบันติธ นิมรัตน์^{1*}, กิตติช สุพรรณพันธุ์², วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย³

Subuntith Nimrat^{1*}, Kittitach Supannapan², Verapong Vuthiphandchai³

Received: 31 October 2015; Accepted: 31 January 2016

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดระยอง ประเทศไทย จากผลการศึกษาพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.35-7.41 และค่าของแข็งละลายน้ำอยู่ในช่วง 1.00-268 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดมีการระบุรายละเอียดของสถานที่ผลิต ชื่อบริษัท และวันผลิต/หมดอายุครบถ้วนจำนวน 8 ยี่ห้อ (24 ตัวอย่าง) และไม่ระบุวันผลิต/หมดอายุบนผลิตภัณฑ์ จำนวน 8 ยี่ห้อ (24 ตัวอย่าง) และจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* รวมทั้งแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดพบว่าไม่มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* รวมทั้งตรวจไม่พบแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่ทำการศึกษานี้ ดังนั้นจากการประเมินคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดชาวน้ำที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง ประเทศไทย ทั้งสมบัติทางกายภาพบางประการและจุลชีววิทยามีเพียง 26 ตัวอย่าง (54.17%) จากตัวอย่างทั้งหมด 48 ตัวอย่าง ที่ผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ส่วนน้ำดื่มที่ไม่ผ่านตามมาตรฐานนั้นเนื่องจากไม่ผ่านมาตรฐานด้านค่าความเป็นกรด-ด่างเท่านั้น

คำสำคัญ: น้ำดื่มบรรจุขวด แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli* แบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมด จังหวัดระยอง ประเทศไทย

Abstract

In this study, the quality of bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand was investigated. The results revealed that pH and TDS values of tested samples were in a range of 5.13-7.41 and 1.00-268 mg/L. Complete label information including manufacturer, manufacturing name and expired/manufacturing date, presented in 8 brands (24 samples), while 8 brands (24 samples) did not show expired date/manufacturing date on their labels. Coliform bacteria and fecal coliform bacteria of water samples were less than 1.8 MPN/100 mL. No *E. coli* and no heterotrophic bacteria was found in all tested samples. Indeed, assessment of bottled drinking water samples distributed in Rayong Province, Thailand, based on some physical and microbiological standards for drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand showed that 26 (54.17%) out of 48 samples met the standard. The tested samples did not meet the standard based on pH level.

Keywords : Bottled drinking water; Coliform bacteria; Fecal coliform bacteria; *E. coli*; Total heterotrophic bacteria; Rayong Province; Thailand

¹ ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

² ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

³ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี

¹ Department of Microbiology and Environmental Science Program, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

² Department of Microbiology, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

³ Department of Aquatic Science, Faculty of Science, Burapha University, Chon Buri Province

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

บทนำ

ในปัจจุบันน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งแบบพลาสติกใสและพลาสติกขุ่น เป็นสินค้าที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบันทั้งสภาวะปกติและสภาวะที่มีภัยพิบัติ ดังนั้นคุณภาพน้ำทางด้านพื้นฐานต่าง ๆ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง กลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิต และวันผลิต วันหมดอายุ) ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* จึงควรได้รับการตรวจวัดเพื่อทำให้คุณภาพของน้ำดื่มมีผลกระทบต่อสุขภาพของประชาชนน้อยที่สุด¹

น้ำที่ดื่มนั้นจะต้องสะอาดบริสุทธิ์ ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่มียีส มีลักษณะที่ใสสะอาด² ดังนั้นน้ำที่ผลิตขึ้นมาจากต้องปราศจากตัวการต่าง ๆ ที่อาจจะทำให้เป็นโรค เช่น เชื้อโรค สารเคมีปนเปื้อน เป็นต้น ลักษณะของน้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องใส ปราศจากสี กลิ่น รส และต้องมีการทดสอบคุณภาพของน้ำดื่มทางจุลชีววิทยา เพื่อเป็นการทดสอบว่าน้ำดื่มสามารถนำมาบริโภคได้หรือไม่โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ

การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาเป็นสิ่งที่จำเป็นเพื่อให้มีคุณภาพทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานที่กำหนดโดยมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยคือการตรวจวัดแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* เนื่องจากแบคทีเรียกลุ่มนี้เป็นตัวชี้วัดคุณภาพของน้ำดื่มอาจมีการปนเปื้อนของน้ำดื่มด้วยจุลินทรีย์ก่อโรค ยกตัวอย่างเช่น ไข้ไทฟอยด์ (Typhoid fever) เกิดจาก *Salmonella typhi* โรคกระเพาะอาหารอักเสบ (Gastroenteritis) เกิดจาก Enteropathogenic *E. coli* และโรคบิดไม่มีตัว (Bacillary dysentery) เกิดจาก *Shigella* spp. เป็นต้น³

การตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในน้ำ บ่งชี้ว่าอาจมีการปนเปื้อนของอุจจาระสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมหรือสัตว์เลื้อยคลาน นั่นคือทำให้น้ำดังกล่าวอาจปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอีกหลายชนิด ด้วยเหตุนี้จึงมีการตรวจหาแบคทีเรียโคลิฟอร์ม วิธีที่ใช้ทดสอบในมาตรฐานของประเทศไทยคือวิธีเอ็มพีเอ็น (Most probable number; MPN หรือวิธี Multiple tubes fermentation technique) ซึ่งกำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข โดยได้กำหนดเกณฑ์มาตรฐานของน้ำที่จะนำมาใช้ดื่มได้โดยที่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพจะต้องมีจำนวนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (Coliform bacteria) น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และต้องไม่พบ *E. coli*

ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาน้ำดื่มบรรจุขวดที่เรียกว่าแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของ

น้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง รวมทั้งทำการตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง กลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิต และวันผลิต วันหมดอายุ)

วิธีการศึกษา

1. การจัดบันทึก

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุภาชนะปิดพร้อมดื่ม ซึ่งตัวอย่างน้ำดื่มทุกยี่ห้อเป็นน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายภายในจังหวัดระยอง โดยเก็บน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดจำนวน 16 ยี่ห้อ จากนั้นทำการบันทึกคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัท วันผลิต/หมดอายุ สถานที่ตั้ง) ลักษณะขวด ลักษณะน้ำ ลักษณะกลิ่น การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างใช้ pH meter (รุ่น S20 Seven Easy, Mettler Toledo, สหรัฐอเมริกา) และค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดใช้ TDS meter (รุ่น TDS-3, สาธารณรัฐประชาชนจีน) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ และแสดงผลเป็นค่าเฉลี่ย \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. การทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number⁴

2.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร Lauryl Tryptose broth (LST) 10 mL ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอด ๆ ละ 10 mL และปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร LST 10 mL ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า หลอด ๆ ละ 1 และ 0.1 mL อย่างละ 5 หลอด ตามลำดับ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เลือกลอด LST บวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) เพื่อนำไปทำ Confirmed test ของโคลิฟอร์ม และฟีคัลโคลิฟอร์ม

2.2 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 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

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

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

3. วิธีการตรวจสอบทางชีวเคมี IMViC⁵

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียจากข้อ 2.3 โดยทดสอบสมบัติทางชีวเคมี ได้แก่ Indole production test, Methyl red test (MR test), Voges-proskauer test (VP test) และ Citrate utilization test

3.1 Indole test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไป 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

3.2 Methyl red test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไป MR-VP broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด Methyl red ลงไป 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารทันทีหลังจากหยด Indicator อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง

3.3 Voges-proskauer test

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

3.4 Citrate utilization test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบโดยการเชื่อมลงบนผิวอาหาร Simmons' citrate agar นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของอาหาร และการเจริญของแบคทีเรีย อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

ผลการศึกษา

จากตรวจสอบคุณภาพบางประการและลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง ประเทศไทย ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด

จำนวน 48 ตัวอย่าง พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดขาวขุ่นระบุรายละเอียดของ ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิตและสถานที่ผลิต) ครอบคลุมจำนวน 8 ยี่ห้อ ในขณะที่ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดอีกจำนวน 8 ยี่ห้อพบว่าไม่ระบุวันผลิต/หมดอายุบนผลิตภัณฑ์ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขวดขาวขุ่นพบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 5.35-7.41 และค่าปริมาตรสารละลายทั้งหมดที่เหลือจากการระเหยอยู่ในช่วง 1.00-268 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนลักษณะสีและกลิ่นพบว่าในทุกตัวอย่างมีลักษณะใสและไม่มีกลิ่น (Table 1)

จากตรวจสอบการทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN) ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง ประเทศไทย ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพบปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มมีค่าน้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษาในครั้งนี้และผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข (Table 2)

จากการศึกษาปริมาณและชนิดแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดระยอง พบว่าปริมาณแบคทีเรียกลุ่มเฮเทอโรโทรปทั้งหมดบนเบ้าในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดมีค่าเท่ากับ < 10 CFU/mL ในทุกตัวอย่างที่ทำการทดสอบ (Table 3)

Table 1 Some quality and physical assessment of clear and opaque plastic bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand

Brand	Sample	Label information			Product from	Characteristic of container	Appearance	Odour	pH	TDS	Bottled drinking water quality standard **						
		Name of manufacturer*	MFD / EXP *	Location of product													
<i>Clear plastic bottled drinking water</i>																	
RC1	1	✓	✓	✓	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.06±0.01	198.67±0.58	Passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.28±0.00	199.67±0.58	Passed
	3	✓	✓	✓													
RC2	1	✓	✓	✓	Bangkok	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.98±0.02	16.00±0.00	Passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.93±0.01	16.67±0.58	Passed
	3	✓	✓	✓													
RC3	1	✓	-	✓	Rayong Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.02±0.01	4.00±0.00	Not passed						
	2	✓	-	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.67±0.00	4.00±0.00	Not passed
	3	✓	-	✓													
RC4	1	✓	✓	✓	Chonburi Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.92±0.01	11.00±0.00	Not passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.13±0.00	12.00±0.00	Not passed
	3	✓	✓	✓													
RC5	1	✓	✓	✓	Pathum Thani Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.54±0.01	8.00±0.00	Passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.86±0.01	8.00±0.00	Passed
	3	✓	✓	✓													
RC6	1	✓	-	✓	Rayong Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.15±0.01	4.00±0.00	Not passed						
	2	✓	-	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.02±0.01	4.00±0.00	Not passed
	3	✓	-	✓													
RC7	1	✓	✓	✓	Rayong Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.33±0.02	120.33±0.58	Not passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.54±0.01	120.00±0.00	Passed
	3	✓	✓	✓													
RC8	1	✓	✓	✓	Chonburi Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.93±0.00	26.00±0.00	Not passed						
	2	✓	✓	✓								Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.85±0.00	25.33±0.58	Not passed
	3	✓	✓	✓													

Note: ✓; Found, -; Not found, MFD; Manufacturing date, EXP; Expired date

* The standard for bottled drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand is not determined for name of manufacturer and MFD/EXP.

** Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981). The water for consumption in sealed container.

Table 1 Some quality and physical assessment of clear and opaque plastic bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand (Cont.)

Brand	Sample	Label information *			Product from	Characteristic of container	Appearance	Odour	pH	TDS	Bottled drinking water quality standard **
		Name of manufacturer	MFD. / EXP. *	Location of product							
<i>Clear plastic bottled drinking water</i>											
RC9	1	✓	✓	✓	Bangkok	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.88±0.00	265.00±0.00	Passed
	2	✓	✓	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.96±0.00	266.33±0.58	Passed
	3	✓	✓	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.02±0.01	268.00±0.00	Passed
RC10	1	✓	✓	✓	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.16±0.01	159.33±0.58	Passed
	2	✓	✓	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.20±0.01	161.00±0.00	Passed
	3	✓	✓	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.07±0.00	159.33±0.58	Passed
RC11	1	✓	-	✓	Rayong Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.48±0.01	2.00±0.00	Not passed
	2	✓	-	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.58±0.00	1.00±0.00	Passed
	3	✓	-	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.30±0.01	1.00±0.00	Not passed
RC12	1	✓	-	✓	Rayong Province	Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.80±0.00	65.00±0.00	Not passed
	2	✓	-	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.85±0.01	65.00±0.00	Not passed
	3	✓	-	✓		Clear plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	5.91±0.01	64.67±0.58	Not passed
<i>Opaque plastic bottled drinking water</i>											
RC13	1	✓	-	✓	Rayong Province	Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.76±0.01	3.00±0.00	Passed
	2	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.87±0.01	4.00±0.00	Passed
	3	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	7.41±0.01	4.00±0.00	Passed
RC14	1	✓	-	✓	Rayong Province	Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.62±0.01	4.00±0.00	Passed
	2	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.59±0.01	3.00±0.00	Passed
	3	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.17±0.00	4.00±0.00	Not passed
RC15	1	✓	-	✓	Rayong Province	Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.64±0.01	2.00±0.00	Passed
	2	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.6±80.01	2.00±0.00	Passed
	3	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.71±0.00	2.00±0.00	Passed
RC16	1	✓	-	✓	Rayong Province	Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.46±0.01	2.00±0.00	Not passed
	2	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.09±0.00	2.00±0.00	Not passed
	3	✓	-	✓		Opaque plastic with not scratch and dent	Clear	Odourless	6.24±0.00	2.00±0.00	Not passed

Note: ✓; Found, -; Not found, MFD; Manufacturing date, EXP; Expired date

* The standard for bottled drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand is not determined for name of manufacturer and MFD/EXP.

** Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981). The water for consumption in sealed container.

Table 2 Number of indicator bacteria in clear and opaque plastic bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand

Brand	Product from	Sample	Coliform (MPN/100 mL)	Fecal coliform (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i> (MPN/100 mL)	Bottled drinking water quality standard *
<i>Clear plastic bottled drinking water</i>						
RC1	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC2	Bangkok	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC3	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC4	Chonburi Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC5	Pathum Thani Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC6	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC7	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC8	Chonburi Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC9	Bangkok	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC10	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed

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

Table 2 Number of indicator bacteria in clear and opaque plastic bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand (Cont.)

Brand	Product from	Sample	Coliform (MPN/100 mL)	Fecal coliform (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i> (MPN/100 mL)	Bottled drinking water quality standard *
<i>Clear plastic bottled drinking water</i>						
RC11	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC12	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
<i>Opaque plastic bottled drinking water</i>						
RC13	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC14	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC15	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
RC16	Rayong Province	1	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		2	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed
		3	< 1.8	< 1.8	Not found	Passed

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

Table 3 Number of total heterotrophic bacteria in clear and opaque plastic bottled drinking water distributed in Rayong Province, Thailand

Brand	Product from	Number of total heterotrophic bacteria (CFU±SD/mL)	
		24 hours	48 hours
<i>Clear plastic bottled drinking water</i>			
RC1	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	<10	<10
RC2	Bangkok	<10	<10
RC3	Rayong Province	<10	<10
RC4	Chonburi Province	<10	<10
RC5	Pathum Thani Province	<10	<10
RC6	Rayong Province	<10	<10
RC7	Rayong Province	<10	<10
RC8	Chonburi Province	<10	<10
RC9	Bangkok	<10	<10
RC10	Phra Nakhon Si Ayutthaya Province	<10	<10
RC11	Rayong Province	<10	<10
RC12	Rayong Province	<10	<10
<i>Opaque plastic bottled drinking water</i>			
RC13	Rayong Province	<10	<10
RC14	Rayong Province	<10	<10
RC15	Rayong Province	<10	<10
RC16	Rayong Province	<10	<10

Table 4 Standard of tested parameters followed by Notification of Ministry of Health, No. 61 (1981), The water for consumption in sealed container.

Parameters	Standard
Name of manufacturer	Not determined
MFD. / EXP.	Not determined
Location of product	Determined
Appearance	Clear
Odour	Odourless
pH	6.5-8.5
Total dissolved solid*	< 1,000 mg/L
Coliform	< 1.8 MPN/100 mL
Fecal coliform	Not determined
<i>E. coli</i>	Not found

*; The standard for bottled drinking water in sealed container set by WHO (1984).

อภิปรายผลการศึกษา

ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดระยอง ประเทศไทย เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย (Table 4) พบว่าน้ำดื่มส่วนใหญ่เป็นขวดพลาสติกใสและส่วนน้อยที่เป็นขวดพลาสติกขุ่น โดยพบว่าขวดพลาสติกใสผลิตทั้งในจังหวัดระยอง กรุงเทพมหานคร ชลบุรี ปทุมธานี และพระนครศรีอยุธยา ส่วนน้ำดื่มชนิดพลาสติกขุ่นผลิตจากจังหวัดระยองทั้งหมด รวมทั้งพบว่าทุกยี่ห้อมีการระบุรายละเอียดบนฉลาก ได้แก่ ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิต วันผลิต-วันหมดอายุ ครบถ้วนตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทโดยกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสจำนวน 18 ตัวอย่าง จาก 36 ตัวอย่าง (50%) ของน้ำดื่มชนิดพลาสติกใส ส่วนน้ำดื่มชนิดขวดพลาสติกขุ่นจำนวน 4 ตัวอย่าง จาก 12 ตัวอย่าง (33.33%) ไม่ผ่านมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของประเทศไทยซึ่งกำหนดให้มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.5-8.5 นอกจากนี้ในการศึกษาครั้งนี้จากตัวอย่างน้ำดื่มในแต่ละตัวอย่างของบางยี่ห้อนั้นยังพบว่ามีความเป็นกรด-ด่างที่มีทั้งอยู่ในเกณฑ์และไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานอาจเนื่องมาจากหลายสาเหตุ ได้แก่ คุณภาพน้ำดิบที่ใช้ผลิตน้ำในช่วงเวลานั้น กระบวนการผลิต ตัวอย่างน้ำดื่มไม่ใช่รอบการผลิตเดียวกัน และสารต่าง ๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำแต่ละรอบการผลิต เป็นต้น จึงส่งผลให้คุณภาพของน้ำดื่มที่บรรจุขวดแต่ละขวดมีคุณภาพที่แตกต่างกันไปบ้าง แต่อย่างไรก็ตามความแตกต่างที่เกิดขึ้นพบว่าในช่วงของความแตกต่างค่อนข้างน้อยมาก ซึ่งในการผลิตน้ำต้องควบคุมคุณภาพของน้ำให้อยู่ในมาตรฐานมากที่สุด ดังนั้นการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดยังคงมีความเชื่อมั่นได้ แต่อย่างไรก็ตามทางด้านผู้บริโภคควรเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดโดยพิจารณาอย่างถี่ถ้วนก่อนการตัดสินใจ นอกจากนี้ในการบริโภคน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีฤทธิ์เป็นกรดจะมีโปรตอนของไฮโดรเจนซึ่งเป็นประจุบวก (H^+) สูง ดังนั้นจึงทำให้มีคุณสมบัติเช่นเดียวกับอนุมูลอิสระทั่วไปในการแข่งขันเข้าจับกับอิเล็กตรอนจากเซลล์ใกล้เคียงส่งผลให้น้ำนี้ไม่ควรบริโภค ส่วนน้ำที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างที่มีฤทธิ์เป็นด่างจะมีอิเล็กตรอนที่เป็นประจุลบในปริมาณที่มากพอที่จะเข้าไปหยุดหรือยับยั้งปฏิกิริยาห่วงโซ่ของอนุมูลอิสระ รวมทั้งสามารถป้องกันการเกิดมะเร็ง² นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มมีแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในเกณฑ์ผ่านมาตรฐานทั้งหมด ดังนั้นเมื่อพิจารณาคุณภาพทั้งหมดในการศึกษาครั้งนี้สามารถสรุปได้ว่าตัวอย่างที่ผ่านมาตรฐานเท่ากับ 26 ตัวอย่าง จาก 48 ตัวอย่าง (54.17%)

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าตัวอย่างน้ำดื่มที่จำหน่ายในจังหวัดระยองที่ไม่พบการปนเปื้อนแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของสุบัตินิต และคณะ⁶ ที่พบว่าทุกตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดพลาสติกใสในจังหวัดชลบุรีและน้ำดื่มบรรจุขวดในจังหวัดบุรีรัมย์มีค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มที่ไม่เกินค่ามาตรฐานทั้งหมดเช่นกัน สาเหตุของน้ำดื่มบรรจุขวดที่มีความสะอาดทางจุลชีววิทยาตามมาตรฐานของประเทศไทย รวมทั้งจากรายงานของหทัยทิพย์ และคณะ⁷ ที่กล่าวถึงตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดจากสาธารณสุขประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส ที่มีการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มไม่เกินค่ามาตรฐานเช่นกัน⁷ อาจจะเป็นเนื่องมาจากมีกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ การทำ Reverse Osmosis (R.O) การใช้แสงอัลตราไวโอเลต (หลอด U.V.) และใช้ระบบโอโซน (Ozone) นั้นน่าจะสามารถกำจัดแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำรวมทั้งในกระบวนการผลิต และจากการศึกษาจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายได้แก่ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดน่าจะปราศจากเชื้อก่อโรคที่มีแหล่งมาจากการปนเปื้อนด้วยสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลือดอุ่น⁸ ยกตัวอย่างเช่น *Vibrio cholerae* ก่อโรคอหิวาตกโรค (Cholera) *Shigella flexneri* หรือ *Shigella dysenteriae* ก่อโรคบิด (Bacillary Dysentery) และ *Samonella paratyphi* ก่อโรคไขวักหรือไข้ไทฟอยด์ (Typhoid Fever) เป็นต้น⁹ จึงทำให้พบว่าน้ำดื่มเหล่านั้นปลอดภัยต่อการบริโภค¹⁰

ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดพบว่าตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ (ร้อยละ 100) มีค่าอยู่ในเกณฑ์ที่มาตรฐานที่ประเทศไทยกำหนด รวมทั้งยังมีคุณภาพที่ผ่านเกณฑ์ของมาตรฐานในระดับนานาชาติอีกด้วย อาทิเช่น Food and Drug Administration (FDA), World Health Organization (WHO), International Bottled Water Association (IBWA) และ Codex Alimentarius Commission (CAC) เป็นต้น¹¹ ค่าของแข็งละลายน้ำทั้งหมดเท่ากับ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร (WHO เท่านั้นที่กำหนดให้เท่ากับ 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร)¹²

จากการศึกษาครั้งนี้พบว่าคุณภาพทั้งหมดของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งแบบพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่ทำการทดสอบได้แก่ ลักษณะน้ำดื่ม ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิตและสถานที่ผลิต) คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยา พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดทุกยี่ห้อผ่านมาตรฐานตามคุณสมบัติที่ได้ศึกษาในครั้งนี้ ส่วนค่าความเป็นกรด-ด่าง พบว่าควรมีการปรับปรุงจำนวน 8 ยี่ห้อ (22 ตัวอย่างจาก 48 ตัวอย่าง) คิดเป็นร้อยละ

45.83 เพื่อความปลอดภัยต่อสุขภาพของผู้บริโภคในระยะยาว เนื่องจากการดื่มน้ำเป็นสิ่งที่ขาดไม่ได้ของมนุษย์

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

1. Olaoya OA, Onilude AA. Assessment of microbiological quality of sachet-packaged drinking water in Western Nigeria and its public health significance. *Public Health* 2009;123:729-734.
2. สมศักดิ์ วรคามิน. น้ำดื่มในอุดมคติ. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : สามเจริญพาณิชย์, 2549.
3. Ashbolt NJ. Microbial contamination of drinking water and disease outcomes in developing regions. *Toxicology* 2004;198:229-238.
4. American Public Health Association, American Water Works Association & Water Environment Federation. *Standard Methods for the Examination of water and Wastewater*. (21th ed.). Washington DC: American Public Health Association, 2005.
6. สุปัทธิต นิมรัตน์, หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. การประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัย มหาสารคาม* 2557:33(5); 454-459.
7. หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และสุปัทธิต นิมรัตน์. การประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยมหาสารคาม* 2557:33(3);242-248.
8. Smith MK. Microbial contamination and removal from drinking water in the Terai region of Nepal. M.S. (Chemical Engineering), Massachusetts Institute of Technology, 2001.
9. ปราโมช เชี่ยวชาญ. (2552). น้ำดื่มในสถานประกอบการ/ โรงงานอุตสาหกรรม. เข้าถึงได้จาก <http://www.stou.ac.th>, เมื่อวันที่ 8 สิงหาคม 2556.
10. World Health Organization. *Guidelines for Drinking Water Quality, Vol. 1, Recommendations*. Geneva: WHO. 1993.

11. Kassenga GR. The health-related microbiological quality of bottled drinking water sold in Dar es Salaam, Tanzania. *Journal of Water Health* 2007;5(1); 179-185.
12. Semerjian L.A. Quality assessment of various bottled water marketed in Lebanon. *Environmental Monitoring Assessment* 2011:172;275-285.