การประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย
Assessment of Physical, pH and Microbiological Qualities of Bottled Drinking Water Produced in Burirum Province, Thailand

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์[1]* ณัฐกานต์ ชื่อจำนงกิจการ[2] กิตติธัช สุพรรณพันธุ์[2] และ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย[3]

[1]รองศาสตราจารย์ [2]นักศึกษา ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131
[3]รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวาริชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา จังหวัดชลบุรี 20131

บทคัดย่อ

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการศึกษาคุณภาพคุณภาพทางด้านกายภาพ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย โดยทำการวิเคราะห์ 22 ตัวอย่าง แบ่งเป็นน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสจำนวน 8 ตัวอย่าง และชนิดขุ่นจำนวน 14 ตัวอย่าง จากผลการศึกษา พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทุกตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.04±0.03 ถึง 7.61±0.01 ซึ่งมีตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด 7 ตัวอย่าง ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.8 MPN/100mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ดังนั้น การบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์จึงควรคำนึงถึงความปลอดภัย ทางด้านสุขภาพเนื่องจากน้ำดื่มบางตัวอย่างไม่ผ่านมาตรฐานด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่านั้น

Abstract

In this study, pH, physical, and microbiological qualities of clear and opaque plastic bottled drinking water produced in Buriram Province, Thailand, were investigated. Samples of bottled drinking water (N=22) were 8 clear plastic bottles and 14 opaque plastic bottles. Results showed that pH value of all samples were in a range of 6.04±0.03 to 7.61±0.01 in which 7 samples were not acceptable according to the criteria for drinking water in sealed containers declared by the Ministry of Public Health of Thailand. Coliform bacteria in all tested samples were less than 1.8 MPN/100mL and none of *E. coli* was detected. Therefore, consumers of bottled drinking water produced from Buriram province should be aware of health safety because some drinking water products were unacceptable in terms of pH value.

คำสำคัญ : น้ำดื่มบรรจุขวด ค่าความเป็นกรด-ด่าง แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม *E. coli* จังหวัดบุรีรัมย์
Keywords : Bottled Drinking Water, pH, Coliform Bacteria, *E. coli*, Buriram Province

* *ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ subunti@buu.ac.th โทร. 0 3810 3120*

1. บทนำ

น้ำเป็นสิ่งที่สำคัญมากในการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตและมนุษย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศที่กำลังพัฒนาที่มักพบปัญหาการแพร่กระจายของโรคต่าง ๆ เนื่องจากการปนเปื้อนของน้ำดื่มด้วยจุลินทรีย์ก่อโรค ดังนั้น การดื่มน้ำดื่มที่มีการปนเปื้อนจึงมีความเสี่ยงต่อสุขภาพของผู้บริโภค (Howard & Bartram, 2003; Bartram & Helmer, 1996) ซึ่งในแต่ละปีมีผู้ป่วยนับล้านคนและล้มตายนับพันคนทั่วโลก จากการบริโภคน้ำดื่มที่ปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์ก่อโรค (Tryland *et al.,* 2003)

การระบาดของโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหารที่สำคัญ ได้แก่ ไทฟอยด์ บิด และอหิวาห์ ซึ่งเกิดจากการแพร่กระจายของแบคทีเรียก่อโรค (Pathogenic Bacteria) ได้แก่ *Salmonella enterica* serovar Typhi, *Shigella* spp. และ *Vibrio cholerae* ตามลำดับ ในอาหารและน้ำ (สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545; สำนักงานประกันสังคม, 2554) การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มเพื่อป้องกันและควบคุมการแพร่กระจายของแบคทีเรียจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง โดยพารามิเตอร์ที่สามารถบ่งชี้คุณภาพทางจุลชีววิทยาและได้รับความนิยมในการตรวจประเมินคุณภาพน้ำดื่ม คือ การตรวจประเมินปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม ซึ่งใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนของอุจจาระ ด้วยวิธี Most Probable Number (MPN; U.S. Food and Drug Administration, 2010) ซึ่งแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มนิยมใช้เป็นดัชนีบ่งชี้สุขาภิบาลของอาหารและน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำดื่ม แบคทีเรียในกลุ่มนี้ คือ *E. coli* มีแหล่งอาศัยในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์และคณะ, 2552) การตรวจพบ *E. coli* ในอาหารและน้ำดื่มจึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระซึ่งบอกถึงลักษณะสุขาภิบาลการผลิตของอาหารและน้ำนั้นไม่สะอาด และมีแนวโน้มที่จะมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* และ *Shigella* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่มเดียวกัน (อภิญญา จันทรวัฒนะ, 2551)

นอกจากความสำคัญทางด้านจุลชีววิทยาดังที่กล่าวมาข้างต้น คุณภาพทางด้านกายภาพ เช่น ค่าความเป็นกรด-ด่าง กลิ่น ฉลาก นับเป็นสิ่งสำคัญประการหนึ่งของการเลือกบริโภคน้ำดื่ม อีกทั้งการเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวด ควรพิจารณาเลือกซื้อน้ำดื่มที่มีฉลากระบุ ชื่อยี่ห้อน้ำดื่ม ผู้ผลิต สถานที่ตั้ง ปริมาตรสุทธิ เครื่องหมายองค์การอาหารและยา และเลขทะเบียนตำรับอาหารหรือเลขอนุญาตใช้ฉลาก ซึ่งรายละเอียดบนฉลากนั้นสามารถแสดงถึงความน่าเชื่อถือและคุณภาพของน้ำดื่มที่ผ่านการตรวจสอบตามมาตรฐานที่มีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค แต่อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีรายงานการศึกษาคุณภาพทางกายภาพและทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งจากข้อมูลจำนวนประชากรภายในจังหวัดบุรีรัมย์ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2549-2556 มีการเพิ่มขึ้นของประชากรอย่างต่อเนื่อง (สารานุกรมเสรี, 2556) ดังนั้น การขยายตัวของประชากรจึงส่งผลทำให้ความต้องการบริโภคน้ำดื่มบรรจุขวดของประชากรภายในจังหวัดบุรีรัมย์มีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นทำให้การตั้งโรงงานผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดจึงขยายตัวเพิ่มมากขึ้น เพื่อตอบสนองต่อความต้องการบริโภคของประชากร ดังนั้น เพื่อเป็นการคุ้มครองผู้บริโภคและเพื่อประโยชน์กับประชาชน

ในท้องถิ่นจึงควรมีการวิเคราะห์คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ประเทศไทย ในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพ ได้แก่ การตรวจวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง กลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต) และทางด้านจุลชีววิทยา ได้แก่ ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในจังหวัดบุรีรัมย์ ดังนั้น เพื่อใช้เป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับผู้บริโภคในการเลือกบริโภคน้ำดื่มที่สะอาดรวมทั้งเพื่อเป็นแนวทางแก้ไขปรับปรุง และยกระดับมาตรฐานในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดต่อไป

2. วิธีการศึกษา

2.1 การจดบันทึกคุณภาพภายนอกบางประการ (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ, 2557)

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุภาชนะปิดพร้อมดื่มที่ผลิตภายในจังหวัดบุรีรัมย์ โดยเก็บน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 22 ตัวอย่าง จากนั้นทำการบันทึกคุณภาพบางประการของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ ยี่ห้อ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัท วันผลิต/หมดอายุ สถานที่ตั้ง) ลักษณะขวด ลักษณะน้ำ ลักษณะกลิ่น และค่าความเป็นกรดด่าง

2.2 การทดสอบลักษณะทางกายภาพ (สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ, 2557)

สังเกตลักษณะน้ำโดยการสังเกตด้วยตาเปล่าและดมกลิ่นของน้ำโดยการเปิดฝาและดมจากขวด รวมทั้งการวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง ด้วยเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่างโดยทำการปรับเทียบค่าการวัดของเครื่องวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง (Denver Instrument, pH/mv/Temp. Meter Model UB-10, USA) ที่ค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4, 7 และ 10 ก่อนทำการวัดตัวอย่างน้ำดื่ม ต่อจากนั้นทำการวัดค่าความเป็นกรดด่างของตัวอย่างน้ำดื่มโดยทำการตรวจวัดซ้ำจำนวน 3 ครั้ง จากนั้นนำค่าที่ได้ไปหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation)

2.3 การทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (APHA, AWWA & WEF, 2012)

2.3.1 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 เลือกหลอด LST บวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham Tube) เพื่อนำไปทำ Confirmed Test ของโคลิฟอร์ม และฟีคัลโคลิฟอร์ม

2.3.2 การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

นำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB) นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สำหรับตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และนำหลอด LST ที่ให้ผลบวกถ่ายเชื้อลงใน Escherichia Coli (EC) Medium

นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 45.5 องศาเซลเซียส ใน Water Bath นาน 24-48 ชั่วโมง สำหรับตรวจสอบแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม 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

2.3.3 การทดสอบขั้นสมบูรณ์ (Completed Test) ของ *E. coli*

นำหลอด BGLB และ/หรือ EC ที่ให้ผลบวกไปเขี่ยลงบน Eosin Methylene Blue Agar (EMB) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *E. coli* มีสีเขียวสะท้อนเงาโลหะ (Metallic Sheen) และนำไปทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC Test

2.4 วิธีการตรวจสอบทางชีวเคมี IMViC Test (US.FDA, 1998)

ทำการตรวจสอบคุณสมบัติทางชีวเคมีของแบคทีเรียจากข้อ 3.3 โดยทดสอบคุณสมบัติทางชีวเคมี ได้แก่ Indole Production Test, Methyl Red Test (MR Test), Voges-proskauer Test (VP Test) และ Citrate Utilization Test

2.4.1 Indole 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 สังเกตการเปลี่ยนสีที่ผิวของอาหารอ่านผลเป็นบวกเมื่อเกิดวงสีแดงที่ผิวอาหาร

2.4.2 Methyl red (MR) test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบลงไปใน MR-VP Broth นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง หยด Methyl Red ลงไป 5 หยด สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหารทันทีหลังจากหยด Indicator อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนเป็นสีแดง

2.4.3 Voges-proskauer (VP) Test

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

2.4.4 Citrate Utilization Test

ถ่ายเชื้อที่ต้องการทดสอบโดยการเขี่ยลงบนผิวอาหาร Simmons' Citrate Agar นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง สังเกตการเปลี่ยนสีของอาหาร และการเจริญของแบคทีเรีย อ่านผลเป็นบวกเมื่ออาหารเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีน้ำเงิน

3. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

3.1 ลักษณะทางกายภาพบางประการของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์

การเลือกซื้อน้ำดื่มบรรจุขวดที่ดีนั้นควรตรวจ

ดูว่ามีฉลากที่มีข้อความบอกชื่อน้ำดื่ม ผู้ผลิต สถานที่ตั้ง ปริมาตรสุทธิ เครื่องหมาย อย. และเลขทะเบียน ซึ่งแสดงถึงการรับรองว่าน้ำดื่มบรรจุขวดนั้นผ่านตรวจสอบมาตรฐานของประเทศไทย รวมทั้งควรสังเกตลักษณะของขวดบรรจุน้ำดื่ม ลักษณะของน้ำ ความขุ่นหรือตะกอนที่ปรากฏในน้ำดื่ม แต่อย่างไรก็ตาม ลักษณะน้ำดื่มที่มีคุณภาพและมีความปลอดภัยต่อการบริโภคนั้นการสังเกตลักษณะทางกายภาพด้วยสายตาอาจไม่เพียงพอ เนื่องจากน้ำดื่มที่มีลักษณะใสนั้นอาจเจือปนด้วยสารปนเปื้อนต่าง ๆ และจุลินทรีย์ที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพได้เช่นกัน โดยน้ำดื่มที่มีคุณภาพดีนั้นต้องคำนึงถึงการปราศจากสิ่งปนเปื้อนอันตรายต่าง ๆ อาทิ เชื้อจุลินทรีย์ โลหะหนัก สารเคมีต่าง ๆ ซึ่งส่งผลกระทบทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อมนุษย์ (Saleh *et al.*, 2001) การตรวจคุณภาพของน้ำดื่มจึงมีความสำคัญและเป็นประโยชน์โดยตรงต่อสุขภาพของผู้บริโภค จากการศึกษาลักษณะบางประการของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ทั้งหมด 22 ตัวอย่าง โดยแบ่งเป็นน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสจำนวน 8 ยี่ห้อ และชนิดพลาสติกขุ่นจำนวน 14 ยี่ห้อ พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด 22 ตัวอย่างมีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 6.04-7.61 ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545) ซึ่งกำหนดค่ามาตรฐานความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 6.5-8.5 โดยมีน้ำดื่มบางยี่ห้อได้แก่ ตัวอย่างที่ 1, 2, 3, 8, 13, 14 และ 22 ที่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ดังแสดงในตารางที่ 1

ความเป็นกรด-ด่างในน้ำดื่มเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อคุณภาพของน้ำดื่ม ซึ่งค่าความเป็นกรด-ด่าง เกิดจากการควบคุมของระบบสมดุลระหว่างก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สารไบคาร์บอเนต สารคาร์บอเนต (Carbon Dioxide – Bicarbonate – Carbonate Equilibrium System) โดยปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มากขึ้นในน้ำจะทำให้ความเป็นกรด-ด่างของน้ำลดลง (World Health Organization, 2003) ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มสากลที่กำหนดโดย United States Environmental Protection Agency (EPA) ได้กำหนดให้การตรวจค่าความเป็นกรดด่างของน้ำดื่มเป็น Secondary Drinking Water Standard (Water Systems Council, 2007) เนื่องจากค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำดื่มไม่ได้ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของมนุษย์ แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ในกระบวนการต่าง ๆ ภายในร่างกายของมนุษย์ส่วนใหญ่มีความไวต่อค่าความเป็นกรดด่าง (Mohan, 2006; Song *et al.*, 2006) อีกทั้งค่าความเป็นกรด-ด่างในน้ำดื่มยังถือเป็นปัจจัยที่สามารถส่งผลต่อคุณภาพของน้ำดื่มได้ (World Health Organization, 2003) ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการวิเคราะห์คุณภาพด้านความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่ม ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า มี 7 ตัวอย่าง มีค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ในช่วง 5.53-6.48 โดยความเป็นกรด-ด่างที่พบน้อยกว่า 6.5 ของน้ำมีแนวโน้มที่แสดงความเป็นกรด ซึ่งน้ำที่มีความเป็นกรด หรือเรียกว่าน้ำอ่อนจะแสดงคุณสมบัติในการกัดกร่อนโลหะ ดังนั้น จึงมีความเสี่ยงที่ภายในน้ำดื่มอาจปนเปื้อนด้วยไอออนของโลหะชนิดต่าง ๆ ยกตัวอย่างเช่น สังกะสี เหล็ก แมงกานิส และทองแดง สารโลหะไอออนเหล่านี้สามารถทำให้น้ำมีรสชาติของโลหะ อีกทั้งสารโลหะไอออนบางชนิดยังมีความพิษต่อมนุษย์และเป็นสาเหตุของโรคต่าง ๆ (World Health Organization, 2003)

ตารางที่ 1 คุณภาพบางประการและลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์

ตัวอย่าง	รายละเอียดบนฉลาก				ลักษณะขวด	ลักษณะน้ำ	กลิ่น	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	มาตรฐานน้ำดื่ม สาธารณสุขที่ปิดสนิท**
	ชื่อบริษัท	วันผลิต/หมดอายุ*	สถานที่ตั้ง	จังหวัดที่ผลิต					
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส									
1	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.07 ±0.04	ไม่ผ่าน
2	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.13 ±0.03	ไม่ผ่าน
3	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.04 ±0.03	ไม่ผ่าน
4	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.15 ±0.05	ผ่าน
5	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.76 ±0.01	ผ่าน
6	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.64 ±0.03	ผ่าน
7	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.58 ±0.03	ผ่าน
8	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกใส มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.33 ±0.03	ไม่ผ่าน
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่น									
9	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.67 ±0.03	ผ่าน
10	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.56 ±0.03	ผ่าน
11	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.63 ±0.03	ผ่าน
12	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.63 ±0.03	ผ่าน
13	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.32 ±0.02	ไม่ผ่าน

ตารางที่ 1 คุณภาพบางประการและลักษณะทางกายภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ (ต่อ)

ตัวอย่าง	รายละเอียดบนฉลาก				ลักษณะขวด	ลักษณะน้ำ	กลิ่น	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	มาตรฐานน้ำดื่มภาชนะที่ปิดสนิท**
	ชื่อบริษัท	วันผลิต/หมดอายุ*	สถานที่ตั้ง	จังหวัดที่ผลิต					
14	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.34 ±0.06	ไม่ผ่าน
15	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.20 ±0.06	ผ่าน
16	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.24 ±0.02	ผ่าน
17	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.75 ±0.03	ผ่าน
18	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.61 ±0.01	ผ่าน
19	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.58 ±0.01	ผ่าน
20	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	7.10 ±0.03	ผ่าน
21	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.97 ±0.03	ผ่าน
22	✓	-	✓	จังหวัดบุรีรัมย์	ขวดพลาสติกขุ่น มีรอยถลอกเล็กน้อย ไม่บุบ	ใส	ไม่มีกลิ่น	6.44 ±0.04	ไม่ผ่าน

หมายเหตุ: ✓คือ พบ ; - คือ ไม่พบ

*,**; ตามมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ได้ระบุว่าต้องมีการตรวจ

**; ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

3.2 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์

จากการศึกษาถึงปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรรจุขวดที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ด้วยวิธี Most Probable Number (MPN) แบบ 5 หลอด พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นทั้งหมด 22 อย่าง มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 2 และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545) พบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมด 22 ยี่ห้อมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัล-โคลิฟอร์ม และตรวจไม่พบ *E. coli* ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดให้มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม ในน้ำดื่มบรรจุขวดต้องมีค่าน้อยกว่า 2.2 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli*

จากการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาครั้งนี้ พบว่า ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งแบบพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มอยู่ในระดับต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนด คือ มีปริมาณน้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่าง โดยทั่วไปน้ำดื่มบรรจุภาชนะปิดสนิทต้องมีคุณภาพตามมาตรฐานของแต่ละประเทศกำหนดไม่ว่าจะเป็นภายในประเทศไทยเองรวมถึงในต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผ่านมาของสุบัณฑิต นิ่มรัตน์ และคณะ (2557) ที่พบว่า ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดผลการศึกษา พบว่า มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* เช่นเดียวกันกับการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มในต่างประเทศที่ทำการศึกษาโดยหทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ และคณะ (2557) พบว่า น้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส จำนวน 34 ยี่ห้อ จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดผลการศึกษา พบว่า มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา รวมทั้งคล้ายกับการศึกษาของ Addo *et al.* (2009) ที่รายงานว่าคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 70 ตัวอย่าง ที่จำหน่ายในตลาดของสาธารณรัฐกานา พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.2 MPN/mL และมีคุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยาอยู่ในมาตรฐานของน้ำดื่มที่กำหนดโดยองค์การอนามัยโลก และการศึกษาของ Tahir (2011) ที่ทำการถึงการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มทางจุลชีววิทยาของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด 6 ตัวอย่าง ที่รวบรวมจากตลาด Defence ในเมืองลาฮอร์ สาธารณรัฐอิสลาม

ปากีสถาน ซึ่งพบว่า ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดตรวจไม่พบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มในทุกตัวอย่าง การตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและพลาสติกขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับ 61 พ.ศ. 2524 ดังนั้นอาจจะสามารถกล่าวได้ว่ากระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดทั้ง 2 แบบ ที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ ได้มาตรฐานทางด้านจุลชีววิทยาอยู่ในระดับที่เหมาะสม

ตารางที่ 2 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์

ตัวอย่างที่	จังหวัดที่ผลิต	โคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	*E. coli* (MPN/100mL)	มาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท*
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส					
1	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
2	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
3	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
4	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
5	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
6	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
7	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
8	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกขุ่น					
9	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
10	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน

ตารางที่ 2 ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและขุ่นที่ผลิตในจังหวัดบุรีรัมย์ (ต่อ)

ตัวอย่างที่	จังหวัดที่ผลิต	โคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	ฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100mL)	*E. coli* (MPN/100mL)	มาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท*
11	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
12	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
13	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
14	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
15	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
16	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
17	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
18	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
19	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
20	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
21	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
22	จังหวัดบุรีรัมย์	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน

หมายเหตุ: มาตรฐานน้ำดื่มบรรจุขวดต้องมีค่า น้อยกว่า 2.2 MPN/100mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545)

*; ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) เรื่องน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท

4. สรุป

ดังนั้น จากการศึกษาครั้งนี้ พบว่า คุณภาพทางกายภาพบางประการ (ทางด้าน กลิ่น ฉลาก) และคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา (และปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และ *E. coli*) ของน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งชนิดพลาสติกใสและขุ่นของจังหวัดบุรีรัมย์เป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของประเทศไทยเพียง 68.18% (จาก 22 ตัวอย่าง) ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะที่ปิดสนิทของกระทรวงสาธารณสุขประเทศไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 256 (พ.ศ. 2545) เนื่องจากขาดคุณสมบัติทางด้านความเป็นกรด-ด่าง เท่านั้น และเพื่อทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดจากจังหวัดดังกล่าว จึงควรทำการทดสอบเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติทางด้านอื่น ๆ ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น ความกระด้างของน้ำ ปริมาณสารเคมีและโลหะหนัก เป็นต้น รวมทั้งมีการตรวจสอบกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด เนื่องจากยังมีการศึกษาไม่มากนักของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดพลาสติกขุ่นในจังหวัดนี้และในจังหวัดอื่น ๆ ของประเทศไทย

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 256. 2545. **น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท.** วันที่สืบค้น 24 มีนาคม 2557, เข้าถึงได้จาก http://plan.dgr.go.th

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 2545. **น้ำและการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ: ชุมชนสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สารานุกรมเสรี. 2556. **จังหวัดบุรีรัมย์.** วันที่สืบค้น 6 ธันวาคม 2556, เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki/บุรีรัมย์

สุบัณฑิต นิ่มรัตน์ หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ และวีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2557. การประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดชลบุรี. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 33(4) In press.

สำนักงานประกันสังคม. 2554. **น้ำดื่มปนเปื้อนเชื้อโรค ภัยสุขภาพที่ไม่ควรมองข้าม.** วันที่ค้นข้อมูล 28 ตุลาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://variety.teenee.com

หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย และสุบัณฑิต นิ่มรัตน์. 2557. คุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส. **วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.** 33(4) In press.

อภิญญา จันทรวัฒนะ. 2551. **การตรวจหา Coliform bacteria และ *E. coli*.** วันที่ค้นข้อมูล 28 ตุลาคม 2555, เข้าถึงได้จาก http://www.agro.kmutnb.ac.th

Addo, K.K., Mensah, G.I., Donkor, B., Bonsu, C. and Akyeh, M.L. 2009. Bacteriological quality of bottled water sold on the Ghanaian market. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition**

and Development 9(6): 1378-1387.

American Public Health Association. 2012. **Standard Methods for the Examination of water and Waste water.** (22nd ed.).

Edition, American Public Health Association.

Bartram, J. and Ballance, R. 1996. **Water quality monitoring: a practical guide to the design and implementation of freshwater quality studies and monitoring programmes.** CRC Press.

Howard, G. and Bartram, J. 2003. **Domestic water quantity, service level, and health** (p. 33). Geneva: World Health Organization.

Mohan, C. 2006. **Buffers.** Darmstadt, EMD Bioscience.

Saleh, M.A., Ewane, E., Jones, J. and Wilson, B.L. 2001. Chemical evaluation of commercial bottled drinking water from Egypt. **Journal of Food Composition and Analysis** 14(2): 127-152.

Song, C.W., Griffin, R. and Park, H.J. 2006. Influence of tumor pH on therapeutic response. **In Cancer Drug Resistance** (pp. 21-42). Humana Press.

Tahir, A. 2011. Microbial Examination of Bottled Water Available in Local Market of Lahore. **Journal of Applied Pharmacy** 3(4): 431-437.

Tryland, I., James, D.B. and Skjanes, K. 2003. **Rapid coliform detection system.** US Patent No. US 6,511,819 B2.

U.S. Food and Drug Administration. [Online]. 1998. [cited 23 Dec 2012]; Available from http://www.fda.gov/

Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm064948.htm

U.S. Food and Drug Administration. [Online]. 2010. **Bacteriological Analytical Manual Appendix 2 Most Probable Number from Serial Dilutions.** [cited 24 March 2014]; Available from http://www.fda.gov/food/foodscienceresearch/laboratorymethods/ucm109656.htm

Water Systems Council. [Online]. 2007. **pH in Drinking Water.** [cited 24 March 2014]; Available from http://www.watersystemscouncil.org/VAiWebDocs/WSCDocs/9709284pH_Update_September_2007.pdf

World Health Organization. [Online]. 2003. **pH in Drinking-water.** [cited 24 March 2014]; Available from http://www.who.int/water sanitation_health/dwq/chemicals/en/ph.pdf