

คุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใส ที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน

Physical and Microbiological Qualities of Clear Bottled Drinking Water Distributed in Nan Province

สุบันทิต นิมรัตน์¹ และ วีรพงศ์ วุฒิพันธ์ชัย²

Subuntith Nimrat¹ and Verapong Vuthiphandchai²

¹ภาควิชาจุลชีววิทยาและโครงการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ชลบุรี 20131

²Email: subunti@buu.ac.th

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน ในด้านคุณภาพทางด้านค่าความเป็นกรด-ด่าง ลักษณะกลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด ฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิตและสถานที่ผลิต) ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน จากผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีค่าความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 5.87-8.01 ส่วนฉลากบนผลิตภัณฑ์ของน้ำดื่มบรรจุขวดมีการระบุรายละเอียดของชื่อบริษัทและสถานที่ผลิต และจากการตรวจหาแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ในตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม และแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL ยกเว้น 4 ตัวอย่างที่พบปริมาณแบคทีเรียทั้งสองกลุ่มซึ่งมีค่าเท่ากับ 1.8 MPN/100mL. (ตัวอย่างที่ 1 และ 2 ของยี่ห้อ NC2) และ 5.6 MPN/100mL. (ตัวอย่างที่ 1 และ 2 ของยี่ห้อ NC8) และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่าง ดังนั้นผลประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่านผ่านมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยทางด้านคุณภาพทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาบางประการเท่ากับร้อยละ 69.77 และ 90.70 ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใส คุณภาพทางด้านกายภาพ แบคทีเรียโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์ม *E. coli* จังหวัดน่าน

Abstract

In this study, the examination quality of clear bottled drinking water distributed in Nan province, such as pH, odour, appearance, label information (name of manufacturer and location of product), coliform bacteria, fecal coliform bacteria and *E. coli* was investigated. The results showed that pH of tested samples were in a range of 5.87 - 8.01, while completely label information of total samples were found in all samples. Coliform bacteria and fecal coliform bacteria of water samples were less than 1.8 MPN/100 mL, except 4 samples of 43 samples were found both coliform bacteria and fecal coliform bacteria with 1.8 MPN/100mL. (sample 1 and 2 of brand NC2) and 5.6 MPN/100mL. (sample 1 and 2 of brand NC8) but *E. coli* was not found in all samples. After assessment of clear plastic bottled and glass bottled drinking water samples based on standard for drinking water in sealed container set by Ministry of Public Health of Thailand, the sample were tested quality assessment in this study met the standard of some physical and microbiological qualities with 77.42 % and 50 % respectively.

Keywords : Clear bottled drinking water, Physical Quality, Coliform bacteria, Fecal coliform bacteria, *E. coli*, Nan Province

บทนำ

ปัจจุบันน้ำดื่มบรรจุขวดและน้ำดื่มบรรจุปิดสนิทเป็นน้ำดื่มที่มีความสำคัญอย่างยิ่งทั่วโลก [1] เนื่องจากน้ำดื่มบรรจุขวดนั้นมีความจำเป็นอย่างมาก เพราะมีความสะดวกในการใช้และมีความรู้สึกว่ามีความปลอดภัยจากการดื่มน้ำที่บรรจุขวด น้ำดื่มที่มีจำหน่ายในประเทศไทยได้มาจากแหล่งน้ำบาดาล และน้ำประปาที่กรองผ่านชั้นถ่านเพื่อตกกลิน ตามด้วยการผ่านเรซินเพื่อลดความกระด้างและสารอื่น ๆ และขั้นตอนสุดท้ายคือ การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์หรือเชื้อแบคทีเรียที่อาจจะปนเปื้อนมากับน้ำ ด้วยการผ่านแสงอัลตราไวโอเลตหรือโอโซน หรือที่มักเรียกกันว่าน้ำยูวี หรือน้ำโอโซน [2]

การดื่มน้ำที่เพียงพอต่อชีวิตต้องดื่มน้อยวันละ 8 แก้วต่อวันแก้วละ 240 มิลลิลิตร แต่น้ำดื่มนั้นต้องคำนึงถึงทั้งปริมาณและคุณภาพของน้ำดื่มไปพร้อมๆ กัน ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีน้ำดื่มบรรจุขวดมากกว่า 700 ยี่ห้อ แต่พบว่าเมื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุขวดมากกว่า 1,000 ขวดและพบว่าร้อยละ 25 ของน้ำดื่มบรรจุขวดเป็นเพียงการนำน้ำประปามาใส่ขวดและปรับปรุงคุณภาพเพียงเล็กน้อยเท่านั้น [3] นอกจากนี้พบว่ามีน้ำดื่มมักพบแบคทีเรียหลากหลายชนิด เช่น *Acinetobacter*, *Actinomycetes*, *Alicalicogenes*, *Aeromonas hydrophila*, *Arthrobacter*, *Bacillus*, *Beggiatoa*, *Citrobacter freundii*, *Corynebacterium*, *Crenothrix*, *Enterobacter cloacae*, *Enterobacter agglomerans*, *Escherichia coli*, *Klebsiella pneumoniae*, *Flavobacterium meningosepticum*, *Hafnia alvei*, *Gallionella* spp., *Methylomonas* spp., *Moraxella* spp., *Micrococcus* spp., *Mycobacterium* spp., *Serratia liquefaciens*, *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas maltophilia*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Streptomyces* spp. และ *Yersinia enterocolitica* [4]

การศึกษาคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดในประเทศไทย โดยคุณณี สุทธิปริยากุล และคณะ [5] พบว่าน้ำดื่มบรรจุขวดพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียมากกว่าน้ำประปา โดยพบว่าปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (Heterotrophic plate count, HPC) ที่เกินมาตรฐานในตัวอย่งน้ำประปาเพียงร้อยละ 2 แต่ในน้ำดื่มบรรจุขวดกลับสูงถึงร้อยละ 97 การประปานครหลวง ได้เสนอแนะประชาชนผู้บริโภคควรตระหนักถึงความปลอดภัยในการดื่มน้ำบรรจุขวด ดังนั้นควรเลือกซื้อเฉพาะที่ผลิตจากโรงงานที่ได้มาตรฐานและมีผลการตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียเป็นประจำ [6]

หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ และคณะ [7] ได้ศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพบางประการ คือ ลักษณะกลิ่น ลักษณะน้ำดื่มที่บรรจุภายในขวด รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัทที่ผลิต สถานที่ผลิต และวันผลิต/หมดอายุ สถานที่ตั้ง) และคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยา ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* ด้วยวิธีเอ็มพีเอ็น (Most Probable Number; MPN) ของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส จำนวน 34 ยี่ห้อ ด้วยมาตรฐานของประเทศไทย จากผลการศึกษาพบว่า ตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดทั้งหมดมีการระบุรายละเอียดบนฉลากครบถ้วน และจากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาในตัวอย่งน้ำดื่มบรรจุขวดผลการศึกษาพบว่า มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และตรวจไม่พบ *E. coli* ในทุกตัวอย่างที่ทำการศึกษา ดังนั้น จากการประเมินคุณภาพทางด้านกายภาพและคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาเป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย [7]

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางจุลชีววิทยาเป็นดัชนีที่จะบ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำเนื่องจากมีแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิด และอหิวาตกโรค ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ เมื่อถูกขับถ่ายปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำ และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพ [8] จึงทำให้ต้องตระหนักถึงความปลอดภัยจากการดื่มน้ำยี่ห้อต่างๆ น้ำดื่มหรือน้ำที่ใช้ในการทำอาหารมีการปนเปื้อนด้วยจุลินทรีย์อาจจะทำให้เกิดโรคเพิ่มมากขึ้น [9] รวมทั้งจุลินทรีย์ที่อาจจะปนเปื้อนมากับน้ำดื่มได้ จากรายงานของวโรจัน เมืองศิลปศาสตร์ [10] กล่าวว่าแบคทีเรียที่เป็นจุลินทรีย์ขนาดกลาง ได้แก่ *E. coli*, *Vibrio cholera*, *Salmonella* และ *Campylobacter* [10] ถ้าพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์มและ *E. coli* จึงแสดงว่ามีการปนเปื้อนอุจจาระซึ่งบ่งถึงลักษณะสุขาภิบาลการผลิตของอาหารและน้ำนั้นไม่สะอาด และมีแนวโน้มที่จะมีแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุของโรคทางเดินอาหาร เช่น *Salmonella* และ *Shigella* ซึ่งเป็นแบคทีเรียในกลุ่มเดียวกัน [10], [11]

ในการศึกษครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาถึงมาตรฐานคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสทางด้านกายภาพและจุลชีววิทยาที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มในภาคเหนือของประเทศไทย ซึ่ง

จังหวัดน่าน ซึ่งเป็นจังหวัดท่องเที่ยวที่สำคัญจังหวัดหนึ่งของประเทศไทย รวมทั้งเป็นจังหวัดที่ติดต่อกับประเทศในอาเซียน คือ ประเทศลาว โดยการตรวจปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิฟอร์มและ *E. coli* ซึ่งเป็นแบคทีเรียชนิดหนึ่งที่กำหนดตามมาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข และเป็นการทำให้มีข้อมูลพื้นฐานทางด้านมาตรฐานคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน ทำให้สามารถรักษามาตรฐานหรือการปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มในจังหวัดน่านต่อไป

วัสดุอุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย

1. การจดบันทึก [12]

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุภาชนะปิดที่จำหน่ายภายในจังหวัดน่าน โดยเก็บน้ำดื่มบรรจุขวดจำนวน 7 ยี่ห้อ โดยแบ่งขวดพลาสติกใสจำนวน 5 ยี่ห้อ (31 ตัวอย่าง) และขวดแก้วใสจำนวน 2 ยี่ห้อ (12 ตัวอย่าง) จากนั้นทำการบันทึกคุณภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด ได้แก่ ยี่ห้อ รายละเอียดบนฉลาก (ชื่อบริษัท วันผลิต/หมดอายุ สถานที่ตั้ง) ลักษณะขวด ลักษณะน้ำ ลักษณะกลิ่น และค่าความเป็นกรดต่าง

2. การทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม ฟีคัลโคลิ-ฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number [13]

2.1 การทดสอบขั้นแรก (Presumptive test)

ปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร Lauryl Tryptose broth (LST) ที่มีความเข้มข้น 2 เท่า จำนวน 5 หลอดๆ ละ 10 mL และปิเปตตัวอย่างลงในอาหาร LST 10 mL ที่มีความเข้มข้น 1 เท่า หลอดละ 1 และ 0.1 mL อย่างละ 5 หลอดตามลำดับ นำไปบ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง เลือกหลอด LST ที่เป็นผลทดสอบเป็นบวก (ขุ่นและมีก๊าซใน Durham tube) เพื่อนำไปทำ Confirmed test ของ โคลิฟอร์ม และ ฟีคัลโคลิฟอร์ม

2.2 การทดสอบขั้นยืนยัน (Confirmed test)

ถ่ายเชื้อจากหลอด LST ที่เป็นผลทดสอบเป็นบวกลงใน 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 (แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม) 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 ที่ให้ผลบวกไปเชื้อลงบน Eosin Methylene Blue agar (EMB) บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง ลักษณะโคโลนีเฉพาะของ *E. coli* มีสีเขียวสะท้อนเงาโลหะ (Metallic sheen) และนำไปทดสอบยืนยันโดยใช้ IMViC test

ผลการวิจัย

จากตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสและชนิดขวดแก้วใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน จำนวน 43 ตัวอย่าง พบว่าทุกตัวอย่างที่ศึกษามีการระบุรายละเอียดของสถานที่ผลิต ชื่อบริษัท และวันผลิต/หมดอายุ บนฉลากของน้ำดื่มบรรจุขวดครบถ้วน ส่วนลักษณะน้ำดื่มพบว่าในทุกตัวอย่างมีลักษณะใสและไม่มีกลิ่น (ตารางที่ 1) และจากตรวจสอบการทดสอบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* โดยวิธี Most Probable Number (MPN) ผลการศึกษาตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวด พบตัวอย่างส่วนใหญ่ (95.35%) มีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL มีจำนวน 2 ตัวอย่าง น้ำดื่มมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 1.8 MPN/100mL ส่วนอีก 2 ตัวอย่างน้ำดื่มมีปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มน้อยกว่า 5.6 MPN/100 mL และทุกตัวอย่างน้ำดื่มไม่พบ *E. coli* (ตารางที่ 2)

โดยมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย ได้กำหนดให้ปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มต้องน้อยกว่า 1.8 MPN/100 mL และต้องไม่พบ *E. coli* ดังนั้นเมื่อประเมินจากปริมาณแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและแบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม พบว่ามีตัวอย่างน้ำดื่มร้อยละ 90.70 ที่ผ่านมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ประเทศไทย

ตารางที่ 1 คุณภาพบางประการและการประเมินลักษณะของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน

ยี่ห้อ	รายละเอียดบนฉลาก				จังหวัดที่ผลิต	ลักษณะของบรรจุภัณฑ์	ลักษณะน้ำ	กลิ่น	มาตรฐานน้ำดื่มประเภทนี้ที่ปดสนิท**
	ตัวอย่าง	ชื่อบริษัท*	วันผลิต/หมดอายุ*	สถานที่ตั้ง					
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส									
NC1	1	✓	✓	✓	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	6	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC2	1	✓	✓	✓	จังหวัดนครสวรรค์	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	6	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC3	7	✓	✓	✓	จังหวัดเชียงใหม่	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	1	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC4	6	✓	✓	✓	จังหวัดตาก	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	7	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	1	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC5	1	✓	✓	✓	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	6	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC6	1	✓	✓	✓	กรุงเทพมหานคร	ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	✓		ขวดพลาสติกใส ไม่มีรอยบุบ และไม่มีรอยดก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน

✓; พบ

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

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

ตารางที่ 1 (ต่อ) คุณภาพบางประการและการประเมินลักษณะของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน

ยี่ห้อ	รายละเอียดบนฉลาก				จังหวัดที่ผลิต	ลักษณะของบรรจุภัณฑ์	ลักษณะน้ำ	กลิ่น	มาตรฐานน้ำดื่มภาษา ที่ปิดสนิท **
	ตัวอย่าง	ชื่อบริษัท*	วันผลิต/หมดอายุ*	สถานที่ตั้ง					
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดแก้ว									
NC7	1	✓	✓	X	ไม่ระบุ	ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	✓	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	✓	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	✓	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	✓	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	6	✓	✓	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
NC8	1	✓	X	X	ไม่ระบุ	ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	2	✓	X	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	3	✓	X	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	4	✓	X	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	5	✓	X	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน
	6	✓	X	X		ขวดแก้วใส ไม่มีรอยบวม และไม่มีรอยถลอก	ใส	ไม่มีกลิ่น	ผ่าน

✓; พบ, x; ไม่พบ,

*: ตามมาตรฐานน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดโดยกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524)

เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ไม่ได้ระบุว่าต้องมีการตรวจ

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

ตารางที่ 2 ปริมาณแบคทีเรียดัชนีและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน

ยี่ห้อ	จังหวัดที่ผลิต	ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i>	มาตรฐานน้ำดื่มภาษาที่ปิดสนิท*
น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใส							
NC1	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	1	7.56±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.53±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	7.08±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		4	7.40±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		5	7.08±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		6	7.16±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
NC2	จังหวัดนครสวรรค์	1	5.87±0.01	1.8	1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		2	5.94±0.01	1.8	1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		3	5.63±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		4	6.14±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		5	6.37±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		6	6.23±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		7	6.03±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
NC3	จังหวัดเชียงใหม่	1	8.01±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.77±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	7.91±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		4	7.99±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		5	7.90±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		6	7.94±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		7	7.84±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน

ตารางที่ 2 (ต่อ) ปริมาณแบคทีเรียดัชนีและค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดใสที่จำหน่ายในจังหวัดน่าน

ยี่ห้อ	จังหวัดที่ผลิต	ตัวอย่าง	ค่าความเป็นกรด-ด่าง	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 mL)	<i>E. coli</i>	มาตรฐานน้ำดื่มภาชนะที่ปิดสนิท*
NC4	จังหวัดตาก	1	7.31±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.41±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	7.39±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
NC5	จังหวัดพระนครศรีอยุธยา	1	7.54±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.66±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	7.75±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		4	7.74±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		5	7.68±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
NC6	กรุงเทพมหานคร	1	7.24±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.08±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	6.97±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
NC7	ไม่ระบุ	1	7.61±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		2	7.50±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		3	7.32±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		4	7.41±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		5	7.28±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
NC8	ไม่ระบุ	6	7.24±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ผ่าน
		1	5.94±0.01	5.6	5.6	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		2	5.93±0.01	5.5	5.5	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		3	6.23±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		4	6.33±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		5	6.31±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน
		6	6.34±0.01	< 1.8	< 1.8	ไม่พบ	ไม่ผ่าน

*; ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่อง น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท กำหนดให้ ค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 6.5-8.5

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม เท่ากับ น้อยกว่า 1.8 MPN/น้ำบริโภค 100 มิลลิลิตร

E. coli เท่ากับ ตรวจไม่พบ

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาและลักษณะอื่นๆ ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสในครั้งนี้ พบว่ามีการระบุรายละเอียดครบถ้วน และมีลักษณะของน้ำและกลิ่นตรงตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทย นอกจากนี้การตรวจสอบความเป็นกรด-ด่าง พบว่าน้ำบรรจุขวดร้อยละ 69.77 ที่มีความเป็นกรด-ด่างที่น้อยเกินไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของกระทรวงสาธารณสุขของประเทศไทยที่กำหนดให้มีความเป็นกรด-ด่าง อยู่ในช่วง 6.5-8.5

ส่วนคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดพบว่ามีร้อยละ 90.70 เป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทที่กำหนดตามมาตรฐานของน้ำดื่มบรรจุขวดของประเทศไทย ดังนั้นสรุปได้ว่าเมื่อประเมินจากคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาจากค่าแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม แบคทีเรียกลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ร่วมกับค่าความ

เป็นกรด-ด่างพบว่าตัวอย่างน้ำ 13 ตัวอย่างจาก 43 ตัวอย่าง คิดเป็นร้อยละ 30.23 ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มชนิดนี้ได้มีการรายงานทั้งในประเทศและต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง ยกตัวอย่างเช่น รายงานของสัตยาพร สิโรตมรัตน์ [15] ที่ได้ประเมินผลคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่เป็นขวดพลาสติกใสพบว่า ตรวจไม่พบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* ปนเปื้อนในน้ำดื่ม ซึ่งการไม่พบแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวอาจเนื่องมาจากกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดมีมาตรฐานในการผลิต และรายงานของ Benito Aemas and Sutherland [16] ที่ทำการตรวจสอบคุณภาพทางกายภาพและจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดที่จำหน่ายในสหราชอาณาจักรพบว่าจากตัวอย่างน้ำดื่มจำนวน 8 ยี่ห้อ พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียหลายชนิด

นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงระยะเวลาในการเก็บตัวอย่าง มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของแบคทีเรียทั้งเชิงปริมาณและคุณภาพ รวมทั้งรายงานของ Kassenga [17] ได้ทำการศึกษาถึงคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดและบรรจุถุงพลาสติกหรือน้ำดื่มชนิดถุงจำนวน 130 ตัวอย่าง จาก 13 ยี่ห้อ ที่จำหน่ายในสหสาธารณรัฐแทนซาเนีย พบว่า มีการตรวจพบแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรีย กลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์มในตัวอย่างน้ำดื่มคิดเป็นร้อยละ 4.6 และ 3.6 ตามลำดับ จากตัวอย่างที่นำมาวิเคราะห์มีแนวโน้มของการปนเปื้อนที่สูงขึ้นในน้ำดื่มบรรจุถุงพลาสติก จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่า คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดและบรรจุถุงพลาสติกหรือน้ำดื่มชนิดถุงไม่เป็นไปตามมาตรฐานน้ำดื่มที่ควบคุมโดยสำนักงานมาตรฐานของสหสาธารณรัฐแทนซาเนีย เป็นต้น

นอกจากนี้กระบวนการในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดก็มีความสำคัญเนื่องจากอาจช่วยลดการปนเปื้อนในน้ำดื่มได้ ซึ่งในกระบวนการผลิตน้ำดื่มก็มีกระบวนการผลิตแตกต่างกันไป ได้แก่ การทำระบบ Reverse Osmosis (R.O.) การใช้แสงอัลตราไวโอเลต (หลอด U.V.) และใช้ระบบโอโซน (Ozone) นั้นน่าจะสามารถกำจัดแบคทีเรียได้ คือ แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มและ *E. coli* และแบคทีเรียก่อโรคอื่นๆ ที่ปนเปื้อนในน้ำ จึงทำให้น้ำดื่มบรรจุขวดน่าจะปราศจากเชื้อก่อโรคที่มีแหล่งมาจากการปนเปื้อนด้วยสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์เลื้อยคืบ [18] รวมทั้งมีความปลอดภัยต่อการบริโภค

ดังนั้นจากการศึกษาครั้งนี้พบว่า คุณภาพทางกายภาพบางประการและคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสของจังหวัดน่านเป็นไปตามมาตรฐานของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทของประเทศไทยเพียงร้อยละ 83.72 และเพื่อทำให้ผู้บริโภคมีความมั่นใจในผลิตภัณฑ์น้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสจึงควรมีการตรวจสอบถึงแหล่งที่มาของน้ำที่ใช้ผลิต ตลอดจนกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดกระบวนการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวดกลุ่มนี้ที่มีการจำหน่ายในจังหวัดน่านนี้ให้มากขึ้น รวมทั้งควรทำการทดสอบเพิ่มเติมถึงคุณสมบัติทางด้านอื่นๆ ได้แก่ ปริมาณสารแขวนลอย ความขุ่น ความกระด้างของน้ำ ปริมาณสารเคมีและโลหะหนัก เป็นต้น เนื่องจากยังมีการศึกษาทางด้านคุณสมบัติอื่นๆ ของตัวอย่างน้ำดื่มบรรจุขวดยังมีไม่มากนักของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดขวดใสในจังหวัดน่านและในจังหวัดอื่นๆ ของประเทศไทย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณภาควิชาจุลชีววิทยาและภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่ให้อาณัติและอุปกรณ์และสถานที่ในการทำวิจัย

เอกสารอ้างอิง

- [1] Olaoye, O. A.; Onilude, A. A. 2009. "Assessment of microbiological quality of sachet-packaged drinking water in Western Nigeria and its public health significance". *Journal of Public Health*, 123, 729-734.
- [2] สุนทร ตรีนันทวัน. 2555 "น้ำดื่มบรรจุขวด". 2555. URL; <http://edtech.ipst.ac.th/index.php/2011-07-29-04-02-00/2011-08-09-07-26-40.html?start=60>, 28 ตุลาคม.
- [3] สมศักดิ์ วรคามิน. 2557. "น้ำดื่มในอุดมคติ (WATER FOR LIFE)". กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [4] Allen, M. J.; Edberg, S. C.; Reasoner D. J. 2004. "Heterotrophic plate count bacteria-what is their significance in drinking water". *International Journal of Food Microbiology*, 92, 265-274.
- [5] ดุษณี สุทธิปรียาศรี, อัญชลี ดันตศุภศิริ และนิภาพรณ กังสกุลนิติ. 2539. "คุณภาพน้ำดื่มในกรุงเทพฯ". *วารสารมหิตล*, 3(4), 167-171.
- [6] การประปานครหลวง. 2541. "น้ำดื่มบรรจุขวดสะอาดและปลอดภัยจริงหรือ". *วารสารการประปา นครหลวง*, 14(1).
- [7] หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ, วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย, สุภัณฑิต นัมรัตน์. 2557. "การประเมินคุณภาพของน้ำดื่มบรรจุขวดที่ผลิตในสาธารณรัฐประชาชนจีน สาธารณรัฐเกาหลี และสาธารณรัฐฝรั่งเศส". *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 33(3), 242-248.
- [8] Assist-impact. 2555. การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรีย. URL; <http://www.assist-impact.net/articles/41987986/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%88%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%9F%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8C%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8>

- %84%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%80
%E0%B8%A3%E0%B8%B5%E0%B8%A2.
html, 11 พฤศจิกายน.
- [9] Suthar, S.; Chhimpia, V.; Singh, S. 2008.
"Bacterial contamination in drinking water:
a case study in rural areas of northern
Rajasthan, India". **Environmental Monitoring
and Assess**, 159, 43-50.
- [10] สำนักงานประกันสังคม. 2554. น้ำดื่มเพื่อการ
บริโภค. URL; <http://variety.teenee.com>,
28 ตุลาคม 2554.
- [11] อภิญา จันทรวินณะ. 2555. "การตรวจหา
Coliform bacteria และ *E.coli*".
URL; <http://www.agro.kmutnb.ac.th/e-learning/521302/10.php>, 28 ตุลาคม.
- [12] สุบัณฑิต นิมรัตน์, หทัยทิพย์ บรรเจิดจรัสเลิศ และ
วีรพงศ์ วุฒิพันธุ์ชัย. 2557. "การประเมินคุณภาพ
ของน้ำดื่มบรรจุขวดชนิดพลาสติกใสที่จำหน่ายใน
จังหวัดชลบุรี". **วารสารวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม**, 33(5),
454-459.
- [13] American 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.
- [14] U. S. Food and Drug Administration. 2012.
"Bacteriological Analytical Manual".
URL; <http://www.fda.gov/Food/ScienceResearch/LaboratoryMethods/BacteriologicalAnalyticalManualBAM/ucm064948.htm>, 23 Dec.
- [15] อุษามาส จริยวานกุล. 2549. "รายงานการตรวจ
สอบคุณภาพน้ำดื่ม : กรณีศึกษามหาวิทยาลัย
หอการค้าไทย". **วารสารวิชาการมหาวิทยาลัย
หอการค้าไทย**, 26(2), 71-83.
- [16] Benito Armas, A.; Sutherland, J. P. 1999.
"A survey of the microbiological quality of
bottled drinking water sold in UK and changes
occurring during storage". **International
Journal of Food Microbiology**, 48, 59-65.
- [17] Kassenga, G. R. 2007. "The health-related
microbiological quality of bottled drinking
water sold in Dar es Salaam, Tanzania".
Journal of Water and Health, 5(1), 179-185.
- [18] Smith, M. K. 2001. **Microbial contamination and
removal from drinking water in the terai
region of Nepal**. Master of Engineering in
Civil and Environmental Engineering,
Massachusetts Institute of Technology.