บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาในครั้งนี้ เป็นการศึกษาคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเมืองและเขตชนบทจังหวัดเชียงใหม่ ผู้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องไว้ดังนี้

2.1 กระบวนการผลิตน้ำดื่ม

2.2 คุณภาพน้ำดื่มด้านจุลชีววิทยา

2.3 โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

2.4 คุณภาพน้ำดื่มโรงเรียนด้านจุลชีววิทยา

2.1 กระบวนการผลิตน้ำดื่ม

กระบวนการผลิตน้ำดื่ม หมายถึง กระบวนการผลิตน้ำให้มีความสะอาด สามารถนำมาใช้บริโภคได้เป็นน้ำที่มีคุณภาพปราศจากเชื้อโรคที่ทำให้เกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ และไม่มีสารพิษเจือปน ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย หากมีแร่ธาตุหรือสารบางอย่างปนอยู่ ต้องไม่เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (ปรีดา แย้มเจริญวงศ์, 2534) ประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

2.1.1 การจัดหาแหล่งน้ำอาจเป็นน้ำจากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ หรือน้ำประปา ควรเป็นน้ำที่มีคุณภาพเหมาะสมซึ่งแบ่งประเภทได้ ดังนี้

1) น้ำฝน (Rain water) คือ น้ำที่ได้จากการกลั่นตัวเป็นหยดน้ำของก้อนเมฆ เป็นน้ำสะอาดที่มีอยู่ตามธรรมชาติ แต่น้ำฝนได้ตกลงมาผ่านสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่นละออง แก๊สต่างๆ ทำให้น้ำฝนมีความสกปรกมากขึ้น (พัฒนา มูลพฤกษ์, 2546) ในชนบทประชาชนนิยมกักเก็บน้ำฝนไว้สำหรับใช้อุปโภคและบริโภค ดังนั้นเมื่อจะนำน้ำฝนมาดื่มต้องให้ความสำคัญในเรื่องความสะอาด ซึ่งขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ความสะอาดของพื้นที่รองรับน้ำฝน หลังคา รางรับน้ำฝน และภาชนะเก็บน้ำฝนซึ่งอาจเป็นแหล่งสะสมของเชื้อโรคได้(ดาริกา เศรษฐีธรรม และ เนตรนภา เจียระแม, 2555)

2) น้ำผิวดิน (Surface water) เป็นส่วนหนึ่งของน้ำฝนที่ตกลงมาบนพื้นดินและไหลไปตามผิวดินบริเวณที่ต่ำกว่า ได้แก่ ทะเลสาบ ลำคลอง แม่น้ำ หนอง บึง เป็นต้น น้ำประเภทนี้จะมีสิ่งปนเปื้อนมากกว่าแหล่งน้ำอื่นๆ โดยเฉพาะแร่ธาตุและเชื้อจุลินทรีย์(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) น้ำใต้ดิน(Ground water) ได้แก่ น้ำฝนที่ตกลงสู่ผิวดินแล้วซึมลงไปเก็บกักอยู่ใต้ผิวดินในชั้นน้ำใต้ดิน ในชั้นหินที่มีลักษณะเป็นชั้นน้ำ โดยการขุดเจาะน้ำบ่อตื้น และบ่อบาดาลเพื่อสูบน้ำขึ้นมาใช้ คุณภาพของน้ำใต้ดินทางกายภาพและทางจุลินทรีย์ค่อนข้างดี แต่อาจมีปัญหาทางด้านเคมี เพราะมีแร่ธาตุต่างๆเจือปน สาเหตุที่ทำให้น้ำใต้ดินมีการปนเปื้อน เกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544)

3.1) ถังเกรอะและส้วมซึมหากบ่อตื้นอยู่ใกล้ถังเกรอะหรือส้วมซึม อาจจะทำให้มีการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ที่ก่อให้เกิดโรค ซึ่งสามารถอยู่รอดในดินได้เป็นเวลานานหลายเดือน เช่น เชื้อกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นต้น

3.2) ขยะมูลฝอยน้ำชะมูลฝอย ที่เกิดจากขยะมูลฝอย จะไหลซึมผ่านใต้ดินเข้าสู่แหล่งน้ำใต้ดิน ทำให้มีการปนเปื้อนของสารพิษและเชื้อจุลินทรีย์ได้

3.3) โรงงานอุตสาหกรรมการขุดบ่อเพื่อใช้เก็บกักน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม พบว่ามีน้ำเสียบางส่วนไหลซึมผ่านเข้าสู่แหล่งน้ำใต้ดินในระดับชั้นตื้นๆได้

4) น้ำประปา (Tap water) เป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพ โดยผ่านกระบวนการตกตะกอน การกรอง และฆ่าเชื้อโรค เพื่อให้น้ำสะอาดปลอดภัย ส่วนใหญ่ไม่พบปัญหาคุณภาพด้านกายภาพและเคมี แต่พบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์จากการรั่วซึมของท่อประปา ดังนั้นควรตรวจสอบปริมาณคลอรีนที่เหลืออยู่ในน้ำประปาก่อนนำมาผลิตน้ำดื่ม หากไม่พบคลอรีนต้องมีการเติมคลอรีนเพิ่มตามความเหมาะสมต่อไป (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544)

2.1.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำแหล่งน้ำจากธรรมชาติไม่สามารถนำมาใช้ดื่มกินได้ทันที เนื่องจากมีการปนเปื้อนมลพิษต่างๆ ในสิ่งแวดล้อม ดังนั้นต้องปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการที่เหมาะสม เพื่อกำจัดสิ่งปนเปื้อนทั้งทางกายภาพ เคมี และจุลชีววิทยาที่พบในแหล่งน้ำให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัย

1) การปรับปรุงคุณภาพทางด้านกายภาพ และเคมี(สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544)

1.1) การกำจัดอนุภาคตะกอน และสารแขวนลอยด้วยการเติมสารเคมีบางชนิด เพื่อให้สารแขวนลอยที่มีอนุภาคเล็กๆ รวมตัวกันเป็นอนุภาคใหญ่และตกตะกอนลงมา สารที่นิยมใช้ในการตกตะกอน เช่น อะลูมิเนียม ซัลเฟต (Aluminium sulfate), เฟอร์ริคซัลเฟต (Ferric sulfate) และเฟอร์ริค คลอไรด์ (Ferric chloride) เป็นต้น เมื่อตกตะกอนแล้วจึงนำมากรองด้วยสารกรอง เช่น สารกรองทราย ซึ่งเมื่อใช้สารกรองไปเป็นระยะเวลาหนึ่ง ต้องทำความสะอาด ด้วยวิธีการล้างย้อน (Back wash) คือ ใช้แรงดันน้ำที่สะอาดอัดฉีดเข้าทางด้านล่างของถังกรองจากล่างขึ้นบนสวนทางกับการไหล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ของน้ำที่ผ่านเครื่องปกติ แรงดันน้ำจะทำให้เกิดการเสียดสีกัน โดยมีน้ำเป็นตัวพาสิ่งสกปรกที่ติดอยู่ในสารกรองหลุดออกไปได้

1.2) การกำจัดธาตุเหล็ก สารกรองที่ใช้ในการกำจัดธาตุเหล็ก ได้แก่ สารกรองแมงกานีสแซนด์ และสารกรองแอนทราไซต์ ซึ่งสารกรองแมงกานีสแซนด์มีคุณสมบัติกำจัดธาตุเหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว กำมะถัน และสังกะสี ออกจากน้ำได้ การล้างทำความสะอาดและคืนคุณสมบัติโดยใช้น้ำสะอาด ส่วนสารกรองแอนทราไซต์มีคุณสมบัติในการกรองธาตุเหล็ก และอนุภาคความขุ่นได้ การบำรุงรักษาทำโดยใช้น้ำสะอาดล้าง และล้างย้อน(Back wash)

1.3) การกำจัดสีและกลิ่น สารกรองที่ใช้ คือ ผงถ่านกัมมันต์ มีคุณสมบัติในการดูดซับสี กลิ่น และสารปนเปื้อนบางชนิดในน้ำ โดยเฉพาะคลอรีนที่อยู่ในน้ำ ทำการบำรุงรักษาด้วยการล้างย้อน (Back wash)

1.4) การกำจัดความกระด้าง โดยใช้สารกรองเรซิ่น มีคุณสมบัติในการดึงอนุมูลประจุบวกของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่เป็นสาเหตุของน้ำกระด้าง ทำความสะอาดด้วยวิธีล้างย้อน (Back wash) จากนั้นคืนสภาพสารกรองด้วยเกลือแกง(โซเดียมคลอไรด์)ที่สะอาด เมื่อพบว่าประสิทธิภาพของการกำจัดความกระด้างของสารกรองลดลง

2) การปรับปรุงคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาวิธีที่นิยมใช้ ได้แก่ การใช้ลำแสงอุลตราไวโอเลต(UV)และการใช้ก๊าซโอโซน ซึ่งการใช้ลำแสงอุลตราไวโอเลตเป็นที่นิยมมากกว่า เพราะใช้งานง่ายและมีราคาถูก โดยให้น้ำไหลผ่านหลอดไฟที่มีลำแสงอุลตราไวโอเลต ที่ผลิตลำแสงช่วงคลื่นที่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ (ประมาณ 2,537 อังสตรอม) ลำแสงจะต้องตกกระทบบนเชื้อจุลินทรีย์โดยตรง ในช่วงเวลาสัมผัสที่เหมาะสม เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในเซลล์ และทำให้เชื้อจุลินทรีย์ตายในที่สุด ปัจจัยสำคัญที่ทำให้ลำแสงอุลตราไวโอเลตฆ่าเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ น้ำต้องมีอัตราการไหลที่เหมาะสม เพื่อให้น้ำมีช่วงเวลาที่โดนลำแสงอุลตราไวโอเลต นานพอสมควร และน้ำต้องมีความใสเพียงพอ หลอดอุลตราไวโอเลตมีอายุการใช้งาน ดังนั้นควรบันทึกชั่วโมงการทำงานของหลอดอุลตราไวโอเลตไว้ด้วย

น้ำที่จะผ่านกระบวนการฆ่าเชื้อโดยใช้ลำแสงอุลตราไวโอเลต ต้องมีความใสเพียงพอ จึงจำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์การกรองเพิ่มขึ้นอีก 2 ชิ้น ได้แก่ ไส้กรองใยสังเคราะห์ และไส้กรองเซรามิค โดยไส้กรองใยสังเคราะห์ผลิตจากสารโพลิเมอร์ประเภทต่างๆ มีขนาดของรูตั้งแต่ 5 - 10 ไมโครเมตร ใช้กรองตะกอนหยาบที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ สำหรับไส้กรองเซรามิค ทำจากวัสดุประเภทเซรามิค มีขนาดของรู 0.3 - 1.0 ไมโครเมตร น้ำก่อนผ่านเข้าสู่ไส้กรองชนิดนี้ ต้องไม่มีตะกอนขนาดใหญ่อยู่ในน้ำ เพราะจะทำให้ไส้กรองอุดตันเร็ว สามารถใช้กรองตะกอนขนาดเล็กและจุลินทรีย์บางชนิดได้ จึงเป็นการปรับปรุงคุณภาพด้านกายภาพและจุลชีววิทยา ทำความสะอาดด้วยการล้างอย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง หรือเมื่อมีการหยุดใช้งานนานกว่า 1 วัน จากนั้นผึ่งให้แห้ง และแช่ในสารละลาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

คลอรีนความเข้มข้นประมาณ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร เป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำมาใช้งาน ส่วนไส้กรองเซรามิคควรนำมาขัดผิวด้วยแปรงอ่อนหรือฟองน้ำ แล้วนำไปผึ่งให้แห้ง ก่อนนำมาใช้งานควรมีการฆ่าเชื้อโรคเช่นเดียวกับไส้กรองใยสังเคราะห์สำหรับการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยา โดยใช้ก๊าซโอโซน ทำโดยใช้กระแสไฟฟ้าที่มีความต่างศักย์ 15,000 - 20,000 โวลต์ ทำปฏิกิริยากับอากาศที่แห้ง แล้วจึงพ่นลงในน้ำ ปริมาณก๊าซโอโซนที่เหลืออยู่ ที่มีผลในการทำลายแบคทีเรียและไวรัส อยู่ในช่วง 0.2 - 0.4 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 คุณภาพน้ำดื่มด้านจุลชีววิทยา

คุณภาพน้ำดื่มด้านจุลชีววิทยามีความสำคัญเนื่องจากน้ำดื่มอาจมีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water born disease) เช่น อุจจาระร่วง อหิวาตกโรค บิด และไทฟอยด์ เป็นต้น ซึ่งมีผลต่อสุขภาพมนุษย์องค์การอนามัยโลกได้แนะนำแนวทางปฏิบัติขั้นต่ำสุด (Minimum monitoring or critical parameter testing) เพื่อให้มีน้ำดื่มที่สะอาดปลอดภัยในชุมชน โดยตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ดังต่อไปนี้ (WHO, 1997)

1) ความเป็นกรด - ด่าง (pH) คือ ค่าความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออน น้ำบริสุทธิ์จะมีค่า pH เท่ากับ 7 สำหรับน้ำตามธรรมชาติทั่วไปจะมีค่า pH ประมาณ 6.0 - 8.5 หากน้ำมีค่า pH ต่ำจนเกินไป จะมีฤทธิ์กัดกร่อนท่อน้ำหรือภาชนะต่างๆ ได้ และค่า pH มีผลต่อปฏิกิริยาการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน ซึ่งคลอรีนจะมีประสิทธิภาพลดลงเมื่อค่า pH ของน้ำมากกว่า 8.0 (WHO, 1997)

2) ความขุ่น (Turbidity) เกิดจากสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำ เช่น สารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ แพลงตอน และเชื้อจุลินทรีย์ ความขุ่นของน้ำมีผลในด้านความน่าดื่มน่าใช้ และน้ำที่มีความขุ่นสูงจะอุดตันไส้กรองทำให้อายุการทำงานของเครื่องกรองน้ำลดลง ต้องล้างเครื่องกรองน้ำบ่อยขึ้น นอกจากนี้น้ำที่มีความขุ่นสูงจะส่งผลต่อการฆ่าเชื้อโรคของคลอรีน และลำแสงอุลตราไวโอเลต เนื่องจากความขุ่นจะห่อหุ้มเชื้อโรคเอาไว้ ทำให้สารฆ่าเชื้อโรคไม่สามารถสัมผัสกับเชื้อโรคได้ ประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อโรคในน้ำลดลง (พิชญากร มาพะเนาว์, 2554)

3) คลอรีนอิสระตกค้าง (Chlorine residual) คลอรีนเป็นสารเคมีที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายในการฆ่าเชื้อโรคในน้ำประปา เนื่องจากมีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาถูก สามารถตรวจวัดหาความเข้มข้นได้ง่าย และสามารถคงทนอยู่ได้เป็นระยะเวลาพอสมควร ซึ่งสามารถป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ภายหลังได้ จากข้อแนะนำขององค์การอนามัยโลก ในระบบท่อน้ำประปาควรมีคลอรีนอิสระตกค้าง 0.2 - 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (WHO, 1997)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.1 เชื้อแบคทีเรียชี้แนะ (Bacteriological indicator) (วีระชัย โชควิญญู, 2530)

การตรวจวิเคราะห์เชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคในน้ำ มีวิธีการยุ่งยาก ใช้เวลานาน และค่าใช้จ่ายสูง น้ำที่มีการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคอยู่เป็นจำนวนน้อย อาจจะทำให้ไม่สามารถตรวจพบได้ ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร เมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้ว จะออกมากับสิ่งขับถ่ายพร้อมกับแบคทีเรียประจำถิ่นที่อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหารของมนุษย์และสัตว์ ได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total coliform), อี.โคไล (*E.coli*), ฟีคัลสเตรปโตคอคไค (Fecal streptococci) และคลอสทริเดียมเพอร์ฟริงเจนส์ (*Clostridium perfringens*) โดยใช้เป็นดัชนีชี้แนะ (Bacteriological indicator) การปนเปื้อนแทนเชื้อจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรค โดยคุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะ คือ สามารถตรวจพบได้ในแหล่งน้ำทุกชนิด เมื่อพบแบคทีเรียก่อโรคอยู่ในน้ำจะต้องพบแบคทีเรียชี้แนะในน้ำด้วย โดยมีจำนวนแปรผันตามจำนวนแบคทีเรียก่อโรค มีความคงทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกร่างกายได้ดีและมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ง่าย รวดเร็ว ไม่สิ้นเปลือง แต่วิธีการตรวจวิเคราะห์ต้องมีความไวสูง สามารถตรวจพบแม้ว่าจะมีเชื้อจำนวนน้อย

2.2.2 เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria)

เป็นแบคทีเรีย ใน Family Enterobacteriaceaeรูปร่างท่อนสั้น แกรมลบไม่สร้างสปอร์ เจริญเติบโตได้ในที่มีและไม่มีออกซิเจน (facultative anaerobe) ส่วนใหญ่มักพบในระบบทางเดินอาหารของคนและสัตว์เลือดอุ่นถึง ร้อยละ 95.0 ดังนั้นถ้าตรวจพบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำ หมายความว่า น้ำนั้นอาจปนเปื้อนอุจจาระ จึงใช้เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียเป็นดัชนีบ่งชี้ความสะอาดในทางสุขาภิบาล (Sanitation Index) (WHO, 1996) เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียสามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ (วีระชัย โชควิญญู, 2530)

1) ฟีคัล โคลิฟอร์ม (Fecal Coliform) เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ใช้น้ำตาลแล็คโตสสร้างกรดและก๊าซภายใน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส ได้แก่ เชื้อ *E.coli*, *Klebsiella* และ *Citrobactor* ซึ่งเชื้อ *E.coli* ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในเด็กและผู้ใหญ่ เชื้อมักปนเปื้อนกับอาหาร น้ำ หรือ มือของผู้ประกอบอาหาร ปกติเชื้อเหล่านี้พบในอุจจาระ แม้จะไม่ทำให้เกิดโรค จึงใช้เป็นดัชนีบ่งชี้การปนเปื้อนจากอุจจาระ

2) นอน-ฟีคัล โคลิฟอร์ม (Non-fecal Coliform) เป็นแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในน้ำ ดิน และพืช ไม่สามารถใช้น้ำตาลแล็คโตสแล้วสร้างกรดและก๊าซภายใน 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 44.5 องศาเซลเซียส เช่น *Enterobactoraerogenes*ใช้เป็นแบคทีเรียบ่งชี้ความไม่สะอาดของน้ำได้ และมีอันตรายน้อยกว่ากลุ่ม Fecal Coliform

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.3 การตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำด้านจุลชีววิทยา

1) การเก็บตัวอย่างน้ำสำหรับการตรวจวิเคราะห์ทางด้านจุลชีววิทยา(การประปาส่วนภูมิภาค, 2553)

1.1) ภาชนะที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำ เป็นขวดแก้วปากกว้างชนิดทนความร้อนที่มีจุกแก้วปิดได้สนิท ใส่สารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ความเข้มข้น 10% ปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร ลงในขวดแก้วเพื่อทำลายคลอรีน หุ้มจุกแก้วด้วยอะลูมิเนียมฟอยด์ นำขวดแก้วใส่ลงในกระบอกโลหะ อบในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2ชั่วโมง

1.2) เปิดน้ำจากก๊อกให้น้ำไหลแรงเต็มที่ประมาณ 2 - 3 นาที เพื่อให้น้ำค้างท่อไหลออกให้หมดก่อน เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจวิเคราะห์ค่าเบื้องต้น ได้แก่ ค่าคลอรีนอิสระตกค้าง ค่าความขุ่น และค่าความเป็นกรด-ด่าง

1.3) เก็บตัวอย่างน้ำดื่มด้วยวิธีปราศจากเชื้อ (Aseptic Techniques)โดยใช้ไฟจากตะเกียงแอลกอฮอล์ลนปากก๊อกน้ำเพื่อฆ่าเชื้อโรค ใช้ไฟลนที่ปากขวดและจุก เปิดจุกออกรองรับน้ำประมาณ 2 ใน 3 ส่วนของความจุขวด เพื่อเหลือที่ว่างไว้สำหรับเขย่าตัวอย่างให้เข้ากันขณะทดสอบ เมื่อเปิดจุกออกต้องถือจุกไว้อย่าให้สัมผัสกับสิ่งอื่น ก่อนปิดจุกให้ใช้ไฟลนปากขวดและจุกอีกครั้ง ใส่ขวดเก็บตัวอย่างลงในกระบอกโลหะแล้วปิดฝาไว้ ติดฉลาดที่ขวดเก็บตัวอย่างโดยระบุสถานที่วันเวลาที่เก็บเก็บรักษาตัวอย่างไว้ในภาชนะที่เก็บความเย็นอุณหภูมิไม่เกิน 10 องศาเซลเซียส เพื่อรักษาสภาพของตัวอย่างไม่ให้เปลี่ยนแปลง ทำการวิเคราะห์ภายใน 24 - 30 ชั่วโมง

2.2.4 การตรวจวิเคราะห์ Total coliform bacteria และ *E.coli*

ตรวจวิเคราะห์ Total coliform bacteria ปฏิบัติตามAmerican Public Health Association Standard Method for the Examination of Waterand Wastewater 22nd Edition (2012) ด้วยวิธี Multiple tube fermentation technique แล้วนำผลที่ได้มาคำนวณในรูปของ Most Probable Number ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ

1) Presumptive test เป็นการทดสอบว่าในตัวอย่างนั้นมี Total coliform bacteria อยู่หรือไม่ โดยนำน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ Lauryl tryptose broth ที่มีความเข้มข้น 2 เท่าหลอดละ 10 มิลลิลิตรจำนวน 10 หลอด เพื่อดูความสามารถในการใช้น้ำตาลแล็คโตสและการเกิดก๊าซ นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง ตรวจสอบผลโดยสังเกตการเจริญของเชื้อที่มีการใช้น้ำตาลแล็คโตสแล้วเกิดก๊าซ แสดงว่าผลเป็นบวก

2) Confirmed test เพื่อทำให้ทราบชนิดของ Total coliform bacteria ว่าเป็น Fecal coliform หรือ Non fecal coliform โดยยืนยันว่าก๊าซที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องจากการเฟอร์เมนต์น้ำตาลแล็คโตสของ Coliform bacteria โดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ Brilliant green lactose bile broth ที่มีสารยับยั้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก จึงเป็นการคัดเลือกให้แบคทีเรียแกรมลบที่อยู่ในระบบทางเดินอาหารคือ Coliform bacteria เท่านั้นเจริญได้ โดยนำเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นPresumptive test ถ่ายลงในหลอดอาหาร Brilliant green bile broth หลอดละ 1 ลูป (loop) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 - 48 ชั่วโมง สังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ ถ้าเกิดก๊าซแสดงว่าผลเป็นบวก ยืนยันว่าเป็น Coliform bacteria ทำการนับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก นำไปหาค่า MPN จากตารางแสดงค่า MPN Index

การยืนยันว่าเป็นเชื้อ Fecal coliform ให้ถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกใน presumptive test ลงในหลอดอาหาร EC broth หลอดละ 1 ลูป (loop) ทำการบ่มที่อุณหภูมิ 44.5องศาเซลเซียส ในอ่างน้ำปรับอุณหภูมิ (Waterbath) เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยสังเกตการเกิดก๊าซในหลอดดักก๊าซ ถ้าเกิดก๊าซแสดงว่าผลเป็นบวก นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก นำไปหาค่า MPN จากตารางแสดงค่า MPN Index

3) Completed test เพื่อแยกลักษณะที่แตกต่างกันของเชื้อในกลุ่ม Total coliform bacteria ที่เจริญบนอาหารแข็งได้โดยถ่ายเชื้อจากหลอดอาหาร EC broth ที่ให้ผลบวก นำมา streak ลงบนอาหารแข็ง EMB agar ด้วยวิธีการ Isolation technique ให้ได้ลักษณะโคโลนีเดี่ยว (Isolated colony) นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ตรวจผลโดยการสังเกตลักษณะ Metallic sheen บน EMB agar แสดงว่าผลเป็นบวก แสดงว่าเป็นเชื้อ *E.coli*

ตารางที่ 2.1 แสดงค่า MPN Index และ 95% confidence limits สำหรับการทดสอบโดยใช้อาหารเลี้ยงเชื้อ ระบบ 10 หลอด

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	ค่า MPN Index/ 100 มล.	95% confidence Limits	
		Lower	Upper
0	<1.1	-	3.4
1	1.1	0.051	5.9
2	2.2	0.37	8.2
3	3.6	0.91	9.7
4	5.1	1.6	13
5	6.9	2.5	15
6	9.2	3.3	19
7	12	4.8	24

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก	ค่า MPN Index/ 100 มล.	95% confidence Limits	
		Lower	Upper
8	16	5.8	34
9	23	8.1	53
10	>23	13	-

ที่มา : APHA, AWWA (2012)

2.2.5 การตรวจวิเคราะห์ *Staphylococus aureus*

การตรวจวิเคราะห์ *Staphylococus aureus* ปฏิบัติตาม American Public Health Association Standard Method for the Examination of Waterand Wastewater 22nd Edition (2012) ด้วยวิธี Membrane filter technique ใช้ในการแยกและเพาะเลี้ยงเชื้อแบคทีเรียจากตัวอย่างน้ำดื่ม เนื่องจากน้ำดื่มมักมีปริมาณจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่จำนวนน้อยการตรวจวิเคราะห์ *S.aureus*มีขั้นตอนดังนี้

1) นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตรมากรองผ่านเยื่อกรอง (membrane filter) ซึ่งมีขนาดของรูที่ของเหลวผ่าน(pore size) 0.45 ไมโครเมตร

2) วางเยื่อกรองลงในขวดอาหาร Triptic soy broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเจริญของเชื้อ จะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น

3) ทำการ streak เชื้อลงบนอาหาร Baird Parker medium นำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีที่ให้ผลบวกคือ มีสีดำ เป็นมันวาว รอบโคโลนีมีบริเวณใส (clear zone)

4) นำโคโลนีที่ให้ผลบวก ที่คาดว่าจะเป็น *S.aureus* ทำการstreak ลงบนอาหาร Nutrient Agar บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ทำการแยกให้ได้ลักษณะโคโลนีเดี่ยว (isolated colony)

5) ถ่ายเชื้อที่มีลักษณะเป็นโคโลนีเดี่ยวในข้อ 4 ลงในอาหาร Brain heart infusion (BHI) broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 16-18 ชั่วโมง

6) ทำการทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมีของเชื้อ *S.aureus*โดยใช้ปิเปตดูดเชื้อ จากข้อ 5 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบแล้วเติม EDTA rabbit plasma จำนวน 0.5 มิลลิลิตรนำไปบ่มที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 - 6 ชั่วโมง สังเกตการแข็งตัวของ EDTA rabbit plasma ให้ผลบวก แสดงว่าเป็นเชื้อ *S.aureus*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.6 การตรวจวิเคราะห์ *Salmonella spp.*

การตรวจวิเคราะห์ *Salmonella spp.* ปฏิบัติตาม American Public Health Association Standard Method for the Examination of Waterand Wastewater 22nd Edition (2012) ด้วยวิธี Membrane filter technique. มีขั้นตอนดังนี้

1) นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตร มากรองผ่านเยื่อกรองซึ่งมีขนาดของรูที่ของเหลวผ่าน0.45 ไมโครเมตร

2) วางเยื่อกรองลงในขวดอาหาร Triptic soy broth นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเจริญของเชื้อ จะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น

3) ถ่ายเชื้อลงในอาหาร Selenite cystine broth นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (water bath) 43 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

4) ถ่ายเชื้อจากข้อ 3 ลงในอาหาร Hektoen enteric agar และอาหาร XLD agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีของ *Salmonella sp.* บนอาหารทั้ง 2 ชนิด ดังนี้

- บนอาหาร Hektoen enteric agar จะมีลักษณะโคโลนีสีน้ำตาลเข้มถึงดำ เป็นมันวาว อาหารรอบๆโคโลนีมีสีน้ำตาล
- บนอาหาร XLD agar จะมีลักษณะโคโลนีสีชมพูแดง ใส

5) ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยเลือกโคโลนีที่คาดว่าเป็น *Salmonella sp.* จากอาหาร *Hektoen* enteric agar และ XLD agar ถ่ายลงในอาหารTSI และ LIM agar นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

6) สังเกตลักษณะเฉพาะของ *Salmonella sp.* บนอาหาร TSI จะพบสีแดงที่ slant (สภาพเป็นด่าง) และสีเหลืองที่ butt (สภาพเป็นกรด) อาจมีการสร้าง H_2S ด้วยหรือไม่ก็ได้ สังเกตที่ butt จะมีสีดำ ลักษณะเฉพาะของ *Salmonella sp.* บนอาหาร LIM จะพบเชื้อเจริญได้ทั้งบริเวณผิวและตามรอยที่ลูบแทง อาหารจะมีสีม่วงทั่วทั้งหลอด ถ้ามี H_2S จะมีสีดำ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.7 การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens*

การตรวจวิเคราะห์ *Clostridium perfringens* ปฏิบัติตามAmerican Public Health Association Standard Method for the Examination of Waterand Wastewater 22nd Edition (2012) ด้วยวิธี Membrane filter technique มีขั้นตอนดังนี้ คือ

1) นำตัวอย่างน้ำปริมาตร 100 มิลลิลิตรมากรองผ่านเยื่อกรองซึ่งมีขนาดของรูที่ของเหลวผ่าน 0.45 ไมโครเมตร

2) วางเยื่อกรองลงในขวดอาหาร cook meat medium นำไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตการเจริญของเชื้อ จะทำให้อาหารเลี้ยงเชื้อขุ่น

3) ถ่ายเชื้อจากข้อ 2 จำนวน 0.1 มิลลิลิตร ลงในอาหาร Triptose sulfite cycloserine agar (TSC agar) ที่มี egg yorkนำไปบ่มใน anaerobic jar ที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง สังเกตลักษณะโคโลนีจะมีสีดำ รอบๆ ขอบโคโลนีใส

4) ทดสอบปฏิกิริยาทางชีวเคมี โดยเลือกโคโลนีที่คาดว่าเป็น *C.perfringen* จากข้อ 3 ไปทดสอบในอาหาร Motility Nitrate medium และ Lactose- gelatin medium

2.2.8 การควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

ตารางที่ 2.2 แสดงเชื้อจุลินทรีย์อ้างอิงในการควบคุมคุณภาพผลการทดสอบ

Group	Control culture	
	Positive	Negative
Total coliform	*Escherichia coli*	*Staphylococcus aureus*
	Enterobactoraerogenes	*Proteus vulgalis*
	Klebsiella pneumonia	*Pseudomonas aeruginosa*
Fecal coliform	*Escherichia coli*	*Enterobactoraerogenes*
	Klebsiella pneumonia	
Escherichia coli	*Klebsiella pneumonia*	*Enterobactoraerogenes*
	(MUG positive strain)	

ที่มา : APHA, AWWA (2012)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 โรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ

Water borne diseaseโรคที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ น้ำสามารถเป็นสื่อกลางนำพาสิ่งสกปรกหรือเชื้อโรคมาสู่คนได้ โรคที่เกิดขึ้นมักเป็นโรคในกลุ่มของโรคระบบทางเดินอาหารอันเนื่องมาจากการดื่มน้ำที่มีเชื้อโรคเข้าไป โดยเฉพาะในประเทศกำลังพัฒนา พบว่าประชากร 2.5 พันล้านคน ที่ไม่มีน้ำสะอาดใช้ และมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค ส่งผลให้เด็กมากกว่า 1.5 ล้านคน ตายด้วยโรคอุจจาระร่วง โดยเฉพาะเด็กที่มีอายุน้อยกว่า 5 ปี (Fenwick, 2006) จากรายงานขององค์การอนามัยโลก อัตราการตายเนื่องจากโรคที่มีสาเหตุเกี่ยวเนื่องจากน้ำ(Water-associateddiseases) มากกว่า5 พันล้านคนต่อปี

ร้อยละ 50 เกิดจากการติดเชื้อโรคอหิวาตกโรค (WHO, 2008) โดยทั่วไปแล้วการติดเชื้อมักเกี่ยวข้องกับการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนอุจจาระของคนหรือสัตว์ที่มีเชื้อเข้าไป จากการทิ้งสิ่งปฏิกูลลงสู่น้ำทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อโรคลงสู่น้ำ เกิดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ สำหรับโรคที่มีน้ำเป็นสื่อ (Water borne disease) ในมนุษย์ แบ่งตามชนิดของเชื้อ ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงโรคติดต่อที่มีน้ำเป็นสื่อ (Water borne disease) ที่เกิดจากการติดเชื้อแบคทีเรีย

โรคติดต่อที่มีน้ำเป็นสื่อ	ชนิดแบคทีเรีย
อหิวาตกโรค	*Vibrio cholera* O1 และ O139
ไข้ไทฟอยด์	*Salmonella typhi , Salmonella paratyphi*
โรคบิด	*Shigelladysenteriae , Shigellaflexneri*
	Shigellaboydii , Shigellasonnei
โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน	*Escherichia coli*O148,O157 และ O124

ที่มา : CabralJ.P. (2010)

2.3.1 อหิวาตกโรค(Cholera)

เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย วิบริโอ คลอเล่า (*Vibrio cholera*) เป็นเชื้อแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างแท่งโค้ง สามารถเจริญได้ในที่มีอากาศ และไม่มีอากาศ (facultative anaerobe)ต้องการเกลือโซเดียมคลอไรด์ในการเจริญเติบโต ไวต่อความเป็นกรดและความแห้ง เคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจลลัม (flagellum)ซึ่งติดอยู่ที่ปลายข้างหนึ่ง มีการจำแนกเชื้อออกตามลักษณะของโครงสร้างของสารลิโพโพลีแซคคาไรด์ (Lipopolysaccharide, LPS) หรือ O antigen บนผนังเซลล์แต่พบว่ามีเฉพาะสายพันธุ์ O1 และ O139 เท่านั้นที่ทำให้เกิดการระบาดได้ (CabralJ.P., 2010)

*V. cholera*อาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์ และอยู่เป็นอิสระในสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในน้ำเค็ม อาศัยและขยายพันธุ์ในแพลงตอนสัตว์ แพลงตอนพืช และสัตว์ทะเลที่มีเปลือก ถ้าสภาพแวดล้อมไม่เหมาะสม จะเปลี่ยนรูปร่างจากรูปแท่งเป็นรูปกลม สร้างพลังงานลดลง และไม่มีการแบ่งตัว (Colwell R.R., 2000) มีการสร้าง Exo polysaccharide biofilm จึงมีความทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้นาน (Faruque S.M., 2008) คนได้รับเชื้อจากการรับประทานอาหารและน้ำดื่มที่มีเชื้อปนเปื้อน มากกว่าการสัมผัสผู้ป่วยโดยตรง เพราะต้องใช้เชื้อจำนวนมากในการก่อให้เกิดโรค ปัจจัยเสี่ยงได้แก่ การปนเปื้อนของแหล่งน้ำที่มีคนจำนวนมากใช้ร่วมกัน การรับประทานอาหารที่ปนเปื้อนเชื้อ สภาพภูมิอากาศเปลี่ยนแปลงทำให้อากาศร้อนขึ้น การเกิดภัยพิบัติ การขาดแคลนน้ำดื่มสะอาด และการสุขาภิบาลที่ดี (WHO, 2010)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

อาการของโรค เมื่อผู้ป่วยได้รับเชื้อจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเข้าไป จะมีระยะฟักตัวของโรคประมาณ 1 - 3 วัน อาการที่พบ คือ ถ่ายอุจจาระเป็นน้ำอย่างฉับพลันอาเจียน อุจจาระไม่มีสี หรือมีมูกเป็นจุดสีขาวกระจายอยู่ทั่วไป ลักษณะเป็นน้ำซาวข้าว มีกลิ่นคาว บางรายอาจมีมูกเลือดปน มีอาการกระสับกระส่ายและกระหายน้ำมาก ถ้าไม่ได้รับการทดแทนด้วยสารน้ำและเกลือแร่ เด็กอาจซึม หมดสติ ปัสสาวะน้อยหรือไม่มีปัสสาวะ ชีพจรเต้นเร็ว อาจมีตะคริว ชัก มีภาวะเลือดเป็นกรด โพแทสเซียมต่ำ น้ำตาลในเลือดต่ำ ช็อก หมดสติ และตายได้ หากไม่ได้รับน้ำมาทดแทนในส่วนที่ร่างกายสูญเสียไปได้ทันท่วงที (Mandell G., 2009)

ความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณของเชื้อที่ได้รับ ความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร ภาวะภูมิคุ้มกันของผู้ป่วย และหมู่เลือดของผู้ป่วย (Sack D.A., 2004, Todar K., 2009) พบว่าในคนปกติที่ยังไม่มีภูมิคุ้มกัน ต้องได้รับเชื้อประมาณ 10^8เซลล์จึงจะทำให้เกิดอาการได้ ความเป็นกรดในกระเพาะอาหาร เมื่อมีภาวะกรดต่ำ หรือผู้ที่รับประทานยาลดกรดในกระเพาะอาหาร สามารถเป็นโรคได้ เมื่อรับเชื้อในปริมาณต่ำ (Clemens J., 1995) รวมทั้งคนที่มีหมู่เลือด O จะมีอาการรุนแรงกว่าหมู่เลือด A, B และ AB เพราะที่รับจำเพาะ (receptor)ของคนหมู่เลือด O สามารถจับกับ Cholera toxin ได้ดีกว่าหมู่เลือดอื่น เด็กที่รับประทานนมมารดาสามารถลดการติดเชื้อได้ เพราะมี IgA Anti cholera toxin ในน้ำนมมารดาช่วยป้องกันการเกิดโรคได้ (Qureshi K., 2006) การป้องกันโรคโดยการดื่มน้ำและอาหารที่สะอาด และมีสุขอนามัยส่วนบุคคลที่ดี เช่น การล้างมือก่อนออกจากห้องน้ำ การล้างมือก่อนรับประทานอาหาร และการให้วัคซีนป้องกันโรคอหิวาตกโรค

2.3.2 โรคไข้ไทฟอยด์ (Typhoid fever)

โรคไข้ไทฟอยด์(Typhoid fever) หรือไข้รากสาดน้อยเกิดจากเชื้อซาล-โมเนลล่า ไทฟิ (*Salmonella typhi*) ส่วนไข้พาราไทฟอยด์ (Paratyphoid fever) หรือไข้รากสาดเทียมเกิดจากเชื้อซาลโมเนลล่า พาราไทฟิ (*S.paratyphi)* เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปร่างท่อน ดำรงชีวิตแบบFacultative anaerobe ใช้ซิเตรทเป็นแหล่งคาร์บอน ใช้น้ำตาลกลูโคส สามารถสร้างก๊าซได้ สามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยแฟลกเจล-ลา (Flagella) ผลิตสารพิษชนิด endotoxinถิ่นที่อยู่ของเชื้อนี้ คือ ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์สามารถพบได้ทั่วไปในสิ่งแวดล้อม เนื่องจากถูกขับถ่ายออกมาจากสิ่งขับถ่ายของมนุษย์และสัตว์ โดยพบในอุจจาระของผู้ป่วยหรือผู้ที่เป็นพาหะของโรค ทำให้เกิดโรคจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเข้าไป (Minor L., 2003)

อาการของโรคไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์คล้ายกันแต่ไข้พาราไทฟอยด์มีความรุนแรงน้อยกว่า คือ มีระยะฟักตัวของโรค 1 - 10 วัน มีอาการโลหิตเป็นพิษเนื่องจากเชื้อเข้าสู่กระแสเลือดมักมีไข้อยู่ 1 - 3 สัปดาห์ ไม่ค่อยมีผื่น ส่วนไข้ไทฟอยด์มีระยะฟักตัวของโรค 10 - 14 วัน มีไข้สูง ปวดศีรษะ ท้องผูกสลับกับท้องเสีย อ่อนเพลีย อาจมีผื่นขึ้นตามลำตัวหัวใจเต้นช้ากว่าปกติ ปวด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กล้ามเนื้อ ตับและม้ามโตเม็ดเลือดขาวลดน้อยลง อุจจาระมีเลือดปน เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกายจะทำให้เกิดการอักเสบของลำไส้เชื้อจะผ่านเข้ามาในเยื่อบุเมือก (mucosa) เข้าสู่ต่อมน้ำเหลืองในลำไส้เชื้อจะมีการเพิ่มจำนวนขึ้นและเข้าสู่กระแสเลือดผ่านทางท่อน้ำเหลืองขนาดใหญ่ที่อกและกระจายเข้าสู่ตับ ถุงน้ำดี ม้าม ไต และไขกระดูกในระหว่างที่มีการติดเชื้อในกระแสเลือดเชื้อบางส่วนจะถูกทำลายโดยฟาโกไซต์เชื้อส่วนที่เหลือจะมีการเจริญเพิ่มจำนวนขึ้นและเข้าสู่กระแสเลือดอีกครั้งทำให้เชื้อกระจายไปยังอวัยวะต่างๆ ระยะที่เชื้อเข้าสู่กระแสเลือด เชื้อบางส่วนจะถูกทำลายด้วยแอนติบอดีและคอมพลีเมนต์ทำให้ปล่อยendotoxin ออกมาส่งผลให้เกิดอาการไข้ เมื่อเชื้อเข้าสู่ถุงน้ำดีและกระจายเข้าเนื้อเยื่อน้ำเหลือง (Peyer's patches) และอวัยวะน้ำเหลืองที่ลำไส้ จะทำให้เกิดการอักเสบ และเกิดการตายของเนื้อเยื่อและลอกออก จึงมีเลือดปนออกมากับอุจจาระ(CabralJ., 2010)

2.3.3 โรคบิด (Bacillary dysenteryor shigellosis)

โรคบิดไม่มีตัวหรือชิเจลโลซิส เกิดจากเชื้อ *Shigella*เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน ไม่สร้างสปอร์ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ สร้างสารพิษ exotoxin เรียกว่า Shiga toxin ทำให้ลำไส้อักเสบได้ ถิ่นที่อยู่ของเชื้อนี้ คือ ลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม สามารถแพร่กระจายได้โดยการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีปนเปื้อนเชื้อนี้เข้าไป หรือการสัมผัสโดยตรงกับผู้ป่วยที่ติดเชื้อ เชื้อ *Shigella*สามารถมีชีวิตรอดอยู่ในน้ำเป็นเวลาอย่างน้อย 6เดือน ที่อุณหภูมิปกติ ทำให้เชื้อสามารถแพร่กระจายได้ดีในน้ำ (Cabral J., 2010)

อาการของโรคเมื่อผู้ป่วยได้รับเชื้อจากการดื่มน้ำที่ปนเปื้อนเชื้อนี้เข้าไป พบว่าปริมาณเชื้อ 10^3เซลล์ก็ทำให้เกิดโรคได้มีระยะฟักตัวของโรค1-4วัน อาการที่พบ คือ มีไข้สูง คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย ปวดเบ่งเวลาถ่ายอุจจาระมีมูกเลือดและหนองปน ปัจจัยความรุนแรงของโรคขึ้นอยู่กับภาวะของบุคคล เช่น อายุ พบว่า 2 ใน 3 ของผู้ป่วยและผู้เสียชีวิตส่วนใหญ่เป็นเด็กอายุต่ำกว่า 10 ปี การติดเชื้อภายในบ้านเดียว จำนวนเชื้อและชนิดของเชื้อ โดย *S.dysenteriae*ก่อให้เกิดความรุนแรงของโรคมากที่สุด เนื่องจากสามารถสร้าง Shiga toxin ได้สูงที่สุด รองลงมาคือ *S.boydii S. flexneri* และ *S.sonnei* (Todar K.,2009)

เมื่อเชื้อเข้าสู่ร่างกาย จะผ่านเข้าสู่ Epithelial cells ของเซลล์เยื่อบุเมือกในลำไส้ใหญ่เมื่อเข้ามาในเซลล์แล้วจะเกิดเป็นแวคิวโอล และเป็นอิสระอยู่ในเซลล์ มีการเจริญเพิ่มจำนวนอย่างรวดเร็ว มีผลทำให้เซลล์ตาย และมีการติดเชื้อกับเซลล์เยื่อบุข้างเคียง เชื้อจะทำลายเซลล์ทำให้เกิดการอักเสบของชั้นใต้เยื่อเมือก ทำให้ลำไส้เกิดแผลอักเสบ ส่วนอาการท้องร่วงเกิดจาก endotoxin ของเชื้อ ทำให้ลำไส้เล็กดูดซึมของเหลาวเข้าสู่เซลล์ เนื่องจากเซลล์เยื่อบุผิวที่ทำหน้าที่ดูดซึมถูกทำลาย(Todar K., 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3.4 โรคอุจจาระร่วงเฉียบพลัน

เกิดจากเชื้อ *E.coli*ซึ่งอาศัยอยู่ในลำไส้ของมนุษย์ เป็นแบคทีเรียแกรมลบ รูปท่อน และดำรงชีวิตแบบ facultative anaerobe โดยปกติแล้วเป็นเชื้อประจำถิ่นในลำไส้ของมนุษย์และสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม และเนื่องจากเป็นเชื้อที่พบมากที่สุดในลำไส้ จึงใช้เป็นตัวชี้บ่งว่าน้ำหรืออาหารนั้นมีอุจจาระปนเปื้อนอยู่หรือไม่ นอกจากจะเป็นเชื้อประจำถิ่นแล้ว มีบางสายพันธุ์ที่สามารถก่อให้เกิดโรคติดเชื้อในระบบทางเดินอาหาร ได้แก่

1) Enterotoxigenic *E.coli* (ETEC) ทำให้เกิดโรคอุจจาระร่วงในประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มเด็กอายุน้อยกว่า 5 ปี สร้างสารพิษ exotoxin ที่เรียกว่า Enterotoxin ซึ่งบางชนิดทนความร้อนได้ คล้ายกับสารพิษของเชื้อ *V. cholera*จึงเรียกว่า cholera-like toxin การติดเชื้อเกิดจากการรับประทานอาหารหรือดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อน ทำให้เกิดอุจจาระร่วงเป็นเวลานานติดต่อกันหลายวัน ผู้ป่วยจะมีการสูญเสียน้ำและเกลือแร่ โดยเฉพาะในเด็กเล็ก (WHO, 2012)

2) Enterohemorrhagic *E.coli* (EHEC) การติดต่อของเชื้อเกิดจากการบริโภคอาหารที่มีการปนเปื้อน เช่น อาหารที่ไม่สุก ผลิตภัณฑ์จากเนื้อ และน้ำนมดิบที่ไม่ได้ผ่านการฆ่าเชื้อ การปนเปื้อนของเชื้อจากอุจจาระสู่อาหารและน้ำ และการปนเปื้อนระหว่างการเตรียมและปรุงอาหาร สายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรครุนแรง ได้แก่ เชื้อ *E.coli* O 157: H7 ทำให้เกิดอาการปวดท้อง อุจจาระเป็นเลือด มีภาวะเม็ดเลือดแดงแตกและไตวาย (Hemolytic uremic syndrome, HUS) สร้างสารพิษคล้ายกับเชื้อ *Shigella*sp. เรียกว่า Shiga-like toxin มีระยะฟักตัวของโรค 3 - 4 วัน และมีอาการ 7 - 10 วัน การติดเชื้อเกิดจากการดื่มน้ำที่มีการปนเปื้อนอุจจาระของมนุษย์และสัตว์ และนอกจากนี้มีรายงานการระบาดจากการรับประทานผักและผลไม้ที่ปนเปื้อนเชื้อจากอุจจาระ ในขั้นตอนการเก็บเกี่ยวและขนส่ง ส่วนใหญ่ก่อให้เกิดโรคในเด็กเล็กและผู้สูงอายุ โดยมักเป็นการระบาดชนิดประปราย น้อยครั้งที่จะมีการระบาดใหญ่ เช่น การระบาดของเชื้อ *E.coli* O 104 ที่ประเทศเยอรมัน ในปี 2554 ซึ่งพบว่าผู้ป่วยร้อยละ 86 เกิดกับผู้มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป (WHO, 2012)

3) Enteroinvassive *E.coli* (EIEC) เชื้อในกลุ่มนี้จะมีลักษณะการเกิดโรคคล้ายเชื้อ *Shigella* โดยเชื้อจะเข้าบุกรุกเซลล์และเจริญเพิ่มจำนวนใน epithelial cells ของลำไส้ ทำให้ลำไส้เป็นแผล ผู้ป่วยจะมีอาการคล้ายโรคบิด ปวดท้องเกร็ง อุจจาระร่วง อาเจียน มีไข้ หนาวสั่น อุจจาระมีมูกเลือดปน สายพันธุ์ที่ก่อให้เกิดโรครุนแรง ได้แก่ เชื้อ *E.coli* O 124 (Cabral J., 2010)

2.4 คุณภาพน้ำดื่มโรงเรียนด้านจุลชีววิทยา

การเฝ้าระวังการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำดื่มของโรงเรียน เพื่อป้องกันการเกิดโรคที่มีน้ำเป็นสื่อในเด็กเป็นสิ่งสำคัญ เนื่องจากเด็กมีความต้านทานต่อเชื้อโรคได้น้อยกว่าผู้ใหญ่ โดย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โรงเรียนควรมีการเฝ้าระวังคุณภาพน้ำดื่ม และตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนให้มีความปลอดภัย ไม่มีสิ่งเจือปนและสะอาดปราศจากเชื้อโรคอยู่เสมอ จากข้อมูลขององค์การอนามัยโลก คาดคะเนว่ามีคนเสียชีวิตประมาณ 2.2 ล้านคนต่อปี จากโรคอุจจาระร่วงที่เกิดจากอาหารและน้ำเป็นสื่อ ในจำนวนนี้เป็นเด็ก 1.9 ล้านคน และจากการรายงานขององค์การอนามัยโลก พบว่าในแต่ละปีจะมีผู้เสียชีวิตประมาณ 5 ล้านคน ด้วยโรคติดต่อที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อ (Water borne diseases) ซึ่งร้อยละ 50 เกิดจากการติดเชื้ออหิวาตกโรค (WHO, 2012) และมีรายงานว่าในแต่ละปีมีผู้ป่วยด้วยโรคบิดทั่วโลกประมาณ 164.7 ล้านคน โดยเป็นผู้ป่วยที่อาศัยอยู่ในประเทศกำลังพัฒนาจำนวน 163.2 ล้านคน และมีผู้เสียชีวิตจำนวน 1.1 ล้านคนต่อปี โดยร้อยละ 61.0 เป็นเด็กอายุต่ำกว่า 5 ปี (Cabral J., 2010)

โรคติดต่อที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อในประเทศกำลังพัฒนา ยังเป็นปัญหาสาธารณสุขที่สำคัญ สาเหตุเกิดจากการดื่มน้ำที่ไม่สะอาดปลอดภัย มีการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ จากการศึกษาคุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยาและความชุกของโรคอุจจาระร่วงในประเทศฟิลิปปินส์ โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มเพื่อตรวจวิเคราะห์เชื้อแบคทีเรียบ่งชี้ (Bacterial indicator) 4 ชนิด ได้แก่ Fecal coliform, *E. coli*, Enterococci และ Fecal streptococci เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำดื่มกับความชุกของการเกิดโรคอุจจาระร่วงในประชากรที่เป็นเด็กอายุน้อยกว่า 2 ปี จำนวน 690 คน พบว่ามีการใช้น้ำบาดาลเป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำดื่มมากที่สุด ร้อยละ 50.7 รองลงมาคือน้ำประปา ร้อยละ 24.3 ผลการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยา พบว่าตัวอย่างน้ำบาดาลมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียบ่งชี้ทั้ง 4 ชนิดน้อยกว่า 1 MPN/100 ml. ร้อยละ 38.0 - 77.0 และมากกว่า 100 MPN/100 ml. ร้อยละ 5.0 - 18.0 โดยพบเชื้อEnterococci มากที่สุด รองลงมาคือ Fecal streptococci,Fecal coliform และ *E.coli*ในขณะที่ตัวอย่างน้ำประปาส่วนใหญ่พบเชื้อแบคทีเรียบ่งชี้ทั้ง 4 ชนิดน้อยกว่า 1 MPN/100 ml. ร้อยละ 42.0 - 80.0 และพบมากกว่า 100 MPN/100 ml. ร้อยละ 4.0 - 13.0 การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำประปา ส่วนใหญ่มีสาเหตุจากการรั่วซึมของท่อประปา และพบว่าการได้รับเชื้อ *E.coli*และ Enterococci ในน้ำดื่มและการเกิดโรคอุจจาระร่วงมีความสัมพันธ์กันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า relative risk เท่ากับ 1.52 (95% CI : 1.06 - 2.18) (p= 0.02) สำหรับเชื้อ *E.coli* และมีค่า relative risk เท่ากับ 1.56 (95% CI : 1.04 - 2.33) (p= 0.03) สำหรับเชื้อ Enterococci (Moe C.L., 1999) และจากการศึกษา Retrospective cohort study เพื่อศึกษาอุบัติการณ์การเกิดโรคติดต่อที่มีน้ำเป็นสื่อ ได้แก่ อุจจาระร่วงไทฟอยด์ อหิวาตกโรค โรคบิด และโรคลำไส้อักเสบ ในเมืองโซโกโท (Sogoto) เมืองซุนิ (Shuni) และเมืองแทมบูวาล (Tambuwal) ของประเทศไนจีเรีย ซึ่งเป็นพื้นที่ขาดแคลนน้ำ ไม่มีน้ำดื่มที่สะอาด และมีการระบาดของโรคเนื่องจากการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำดื่ม ได้แก่ เชื้อ *E.coli , Salmonella, Shigella* และ *Vibrio* ที่เกินค่ามาตรฐานที่องค์การอนามัยโลกกำหนดพบว่ามีอุบัติการณ์การเกิดโรคติดต่อที่เกิดจากน้ำเป็นสื่อในกลุ่มเด็ก อายุน้อยกว่า 5 ปีมากที่สุดร้อยละ 67.0

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รองลงมาคืออายุ 18 - 30 ปี ร้อยละ 13.6 และอายุ 6 - 10 ปี ร้อยละ 6.2 และจำนวนผู้ป่วยด้วยโรคที่มีน้ำเป็นสื่อในเพิ่มขึ้นจากร้อยละ 10.0 ในปี 2004 เป็นร้อยละ 14.1 ในปี 2005 (Raji M.I., 2011)

สำหรับคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนของประเทศไทย ยังพบปัญหาน้ำดื่มไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเกิดจากปัจจัยต่างๆ ได้แก่ คุณภาพของแหล่งน้ำที่นำมาใช้สำหรับผลิตน้ำดื่ม ซึ่งน้ำฝน น้ำบาดาล และน้ำบ่อ พบว่าไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทั้งทางด้านเคมีและจุลชีววิทยา สาเหตุเกิดการปนเปื้อนของสารเคมีและเชื้อจุลินทรีย์จากสิ่งแวดล้อม และความสะอาดของภาชนะเก็บน้ำ สำหรับน้ำประปาส่วนใหญ่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานทางด้านเคมี มีความใสสะอาด เนื่องจากน้ำประปาผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพแล้วแต่ยังพบปัญหาคุณภาพด้านจุลชีววิทยาพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียเนื่องจากความไม่สะอาดของภาชนะเก็บน้ำ และเครื่องกรองน้ำ ทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ ที่ก่อให้เกิดการเจ็บป่วยได้ จากผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครและจังหวัดต่างๆ ของกรมอนามัย ปี 2547 พบว่าโรงเรียนในพื้นที่กรุงเทพมหานครเกือบทุกสังกัดใช้น้ำประปาเป็นน้ำดื่ม ร้อยละ 98.0 และนำมาปรับปรุงคุณภาพน้ำก่อนบริโภคด้วยการกรอง พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย ร้อยละ 7.0 ส่วนโรงเรียนในพื้นที่จังหวัดต่างๆ มีการใช้แหล่งน้ำต่างๆ กัน ได้แก่ น้ำประปา น้ำฝน น้ำบาดาล น้ำบ่อตื้น และน้ำบรรจุขวด นำมาปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการกรอง ร้อยละ 71 มีการทำความสะอาดเครื่องกรอง 1 - 6 เดือนต่อครั้ง ยกเว้นโรงเรียนในสังกัดสำนักงานการประถมศึกษา ร้อยละ 18.0 ไม่เคยทำความสะอาดเครื่องกรอง คุณภาพน้ำทางด้านจุลชีววิทยาพบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรีย ร้อยละ 65.3 โดยพบว่าน้ำฝนมีการปนเปื้อนสูงสุด ร้อยละ 80.0 รองลงมาคือน้ำบาดาล ร้อยละ 67.0 น้ำบรรจุขวด ร้อยละ 66.0 น้ำบ่อตื้นร้อยละ 61.0 และน้ำประปา ร้อยละ 59.0 (กรมอนามัย, 2547) และจากรายงานของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ 14แห่งทั่วประเทศ ทำการเก็บตัวอย่างน้ำดื่มในโรงเรียนในเขตชนบทและเขตเทศบาลเพื่อตรวจวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา พบว่าแหล่งน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตเมืองส่วนใหญ่ใช้แหล่งน้ำจากน้ำประปาของการประปาส่วนภูมิภาค ร้อยละ 92.7 และน้ำถัง ร้อยละ 7.3 สำหรับแหล่งน้ำดื่มของโรงเรียนในเขตชนบท เป็นน้ำบาดาล ร้อยละ 84.7 น้ำผิวดิน ร้อยละ 10.3 และน้ำฝน ร้อยละ 2.62 คุณภาพน้ำดื่มของโรงเรียนเขตเทศบาล ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา ร้อยละ 27.9สำหรับโรงเรียนในเขตชนบท ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานด้านจุลชีววิทยา ร้อยละ 20.6 โดยตรวจพบเชื้อ E.coli, *Staphylococcus aureus*, *Salmonell spp* .และ *Clostridium perfringens* ซึ่งการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำดื่มมีสาเหตุจากการดูแลความสะอาดเครื่องทำน้ำเย็นและการทำความสะอาดระบบกรองน้ำดื่มของโรงเรียน (คมชัดลึกออนไลน์, 2550)

จังหวัดเชียงใหม่พบปัญหาน้ำดื่มของโรงเรียนไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน จากข้อมูลของศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ได้สำรวจคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนของจังหวัดเชียงใหม่ ในปี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พ.ศ. 2549 - 2550 จำนวน 39 โรงเรียน โดยเก็บตัวอย่างน้ำดื่มโรงเรียนในเขตเทศบาลเมืองเชียงใหม่ จำนวน 11 แห่งและเขตชนบทในอำเภอแม่ริม สันกำแพง และสารภี จำนวน 28 แห่ง ตรวจวัดโดยใช้เกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 61 (พ.ศ. 2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ. 2534) พบว่ามีโรงเรียนที่คุณภาพน้ำดื่มผ่านเกณฑ์มาตรฐานทุกรายการร้อยละ 35.9 ไม่เป็นไปตามมาตรฐานร้อยละ 64.1 โดยพบปัญหาด้านจุลชีววิทยาร้อยละ 43.6 และด้านเคมีร้อยละ 58.9 ซึ่งโรงเรียนในเขตเมืองส่วนใหญ่ใช้น้ำประปา นำมาผ่านเครื่องกรอง พบว่าไม่มีปัญหาคุณภาพด้านเคมี แต่พบปัญหาด้านจุลชีววิทยาโดยตรวจพบ *Staphylococcus aureus* ร้อยละ 27.3 สำหรับน้ำดื่มของโรงเรียนเขตชนบทใช้น้ำจากประปาหมู่บ้าน น้ำบาดาล และน้ำบ่อตื้น ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 21.4 และไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน ร้อยละ 78.6 โดยพบปัญหาทั้งทางเคมีและจุลชีววิทยา (สุพัตรา พิชัย และไพรินทร์ บุตรกระจ่าง, 2550) และในปี 2551 ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์เชียงใหม่ได้เก็บตัวอย่างน้ำดื่มในโรงเรียนจำนวน 150 แห่งในอำเภอแม่แตง อำเภอสันทราย และอำเภอเชียงดาว พบน้ำดื่มไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 82.0 เป็นน้ำดื่มของโรงเรียนในอำเภอแม่แตง อำเภอสันทรายและอำเภอเชียงดาวร้อยละ 78.8, 68.8 และ 92.8 ตามลำดับ สาเหตุสำคัญคือมีการปนเปื้อนเชื้อColiform, *E.coli*, *Clostridium perfringens* และ *Staphylococcus aureus* ส่วนปัญหาคุณภาพทางเคมี พบค่าความเป็นกรดด่าง ความกระด้าง และค่าแมงกานีสไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐาน (กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 2551) และจากการศึกษาในโรงเรียนขยายโอกาสบางแห่งของจังหวัดเชียงใหม่ จำนวน 9 โรงเรียน ในอำเภอเชียงดาว อำเภอแม่อาย อำเภอพร้าว และอำเภอแม่แตง พบว่าแหล่งน้ำดื่มที่โรงเรียนใช้เป็นน้ำบาดาล น้ำประปาหมู่บ้าน และน้ำประปาภูเขา โดยน้ำดื่มจะผ่านการกรองด้วยเครื่องกรองน้ำก่อนนำไปดื่ม และผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านจุลชีววิทยา พบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำก่อนเข้าเครื่องกรองและในตัวอย่างน้ำดื่มเท่ากับ 4 - 460 MPN/100ml. และ 4 - 93 MPN/100ml. ตามลำดับ ซึ่งสาเหตุเกิดจากขาดการบำรุงรักษาระบบน้ำดื่มอย่างถูกวิธี สำหรับเชื้อ *E.coli*, *Salmonella spp*., *Staphylococcus aureus*และ *Clostridium perfringens*ตรวจไม่พบในน้ำดื่มทุกตัวอย่าง (นาวรี ปิงเมือง, 2554)

จากข้อมูลคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนจากข้อมูลคุณภาพน้ำดื่มทางด้านจุลชีววิทยาของโรงเรียนในจังหวัดเชียงใหม่ พบปัญหาการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคในน้ำดื่มทั้งโรงเรียนในเขตเมืองและชนบท ถึงแม้ว่าจะใช้น้ำประปาเป็นแหล่งน้ำสำหรับผลิตน้ำดื่มในโรงเรียน จึงมีความจำเป็นต้องศึกษาคุณภาพทางด้านจุลชีววิทยาของน้ำดื่มของโรงเรียนในพื้นที่เขตเมืองและเขตชนบทในจังหวัดเชียงใหม่ โดยโรงเรียนในเขตเมืองที่ทำการศึกษา ได้แก่ โรงเรียนในสังกัดเทศบาลนครเชียงใหม่ จำนวน 11 โรงเรียน และโรงเรียนในเขตชนบท จำนวน 7 โรงเรียน ได้แก่ โรงเรียนในเขตนอกเขตเทศบาลนครเชียงใหม่ โรงเรียนในเขตอำเภอแม่วาง สันป่าตอง สันกำแพง สันทราย และดอยสะเก็ด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ยังไม่เคยมีการศึกษามาก่อน เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์คุณภาพน้ำดื่มภายในโรงเรียน และใช้เป็นแนวทางเพื่อปรับปรุงคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนให้มีคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved