



รายงานการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

The Study of Drinking Water Quality form the Water Cooler at
Songkhla Rajabhat University



รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา



ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม

โครงการนวัตกรรมวิชาชีวศึกษาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

The Study of Drinking Water Quality form the Water Cooler at Songkhla Rajabhat University

ผู้วิจัย นายดุลกรอเชษฐ์ เล้าโอด รหัส 494273010
นายอาทิตย์เหลดต หมายหลี รหัส 494273043

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา.....
วันที่ ๓๐ มิ.ย. ๕๓

(นางสาวนัดดา โปคำ)

อาจารย์ประจำวิชา.....
วันที่ ๓๐ มิ.ย. ๕๓

(นางสาวสายสิริ ไชยชนะ)

อาจารย์ประจำวิชา.....
วันที่ ๓๐ มิ.ย. ๕๓

(นางสาวนัดดา โปคำ)

อาจารย์ประจำวิชา.....
วันที่ ๓๐ มิ.ย. ๕๓

(นางสาวปิยวรรณ นาคินชาติ)

ประธานบวหาร โครงการนวัตกรรมวิชา.....
วันที่ ๓๐ มิ.ย. ๕๓

(นางสาววัญกุมล บุนพิทักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปะพิทยาชาร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

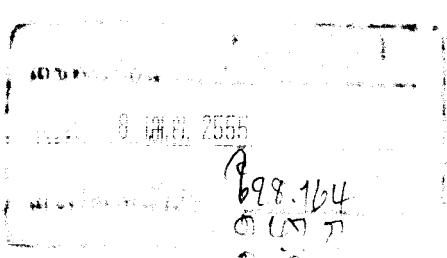
วันที่

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลือและสนับสนุนด้วยดีจากบุคคลหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่งของพระคุณอาจารย์นัດดา โปคำ อารย์ที่ปรึกษางานวิจัยที่เคยให้คำแนะนำ คำปรึกษาที่ดี และตรวจแก้ไขจนเสร็จสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านของโปรแกรมวิชา วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาจารย์สายสิริ ไชยชนะ อาจารย์ปิยวารรณ นาคินชาติ ที่ให้คำแนะนำ ต่างๆ ขอขอบพระคุณดร.พิพัฒ์ ลิมปะพิพากษ์ คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ศูนย์วิทยาศาสตร์ที่อำนวยความสะดวกในด้านเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการวิจัย คอยให้ความรู้และให้คำชี้แนะในการใช้เครื่องมือวิเคราะห์ผลการทดลอง พร้อมทั้งให้คำปรึกษาในการวิจัยครั้งนี้ รวมถึงสำนักวิทยบริการ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา หอสมุดมหาวิทยาลัยทักษิณ และหอสมุดคุณหญิงหลังอรรถกระวีสุนทร มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อันเป็นแหล่งข้อมูลในการตรวจสอบประกอบการเขียนวิจัย ในครั้งนี้ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษา โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 8 ที่ให้ความช่วยเหลือ ในด้านต่างๆ ด้วยความอดทนและสุภาพที่ดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้กำลังใจ และได้ให้ การสนับสนุนในการวิจัยครั้งนี้จนสามารถสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ดุกรอเชษา	เลาะโอด
อาดีเหลด	หมายหลี



ชื่อการวิจัยสิ่งแวดล้อม	การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลา
ผู้วิจัย	1. นายคุล戎เชษ เลาะโอด 2. นายอาทีเหลด หมายหลี
วิทยาศาสตรบัณฑิต	วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์นัดดา โป๊คำ

บทคัดย่อ

การศึกษาคุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลา เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำด้านกายภาพ เกมี และชีวิทยา ทำการเก็บตัวอย่าง 20 จุดบริการ ศึกษาในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 โดยทำการศึกษา 8 พารามิเตอร์ ประกอบไปด้วย สภาพน้ำไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้น ความเป็นกรด-ด่าง ความกระด้าง โคลิฟอร์ม พิคัลโคลิฟอร์ม และอีโคไอล

ผลจากการศึกษาพบว่า สภาพน้ำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 197.4 ในโครซิเมนต์ ต่อเซนติเมตร อุณหภูมิมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ความชื้นมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 1.802 NTU pH มีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 8.16 ความกระด้างมีค่าเฉลี่ยสูงสุด 107 มิลลิกรัมต่อลิตร โคลิฟอร์มนี การปนเปี้ยนจำนวน 10 จุดบริการ พิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีการปนเปี้ยน 10 จุดบริการ และพบการปนเปี้ยนของอีโคไอลจำนวน 2 จุดบริการ

ผลการศึกษาพบว่าด้านนีคุณภาพน้ำมีสภาพเป็นไปตามธรรมชาติหรืออยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มของกรมอนามัยโลก ยกเว้นค่าพิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียม และอีโคไอล ดังนั้น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลาควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มและเครื่องทำน้ำเย็นอย่างต่อเนื่อง

Research title The study of drinking water quality form the water cooler at Songkhla Rajabhat University.

Researcher

- 1.Mr.Dulroseh Lohdod
- 2.Mr.Adeeled Yalee

Bachelor of science Environmental Science (Environmental Technology)

Advisor Miss.Nadda Podam

Abstract.

The quality of drinking water from the water cooler has study at. Songkhla Rajabhat University in the physical chemical and biological Characteristic. The samples were collected two times between May 2552 to June 2552 of 20 service points. This study were analysis for 8 parameter included conductivity, temperature, turbidity, acidity - alkalinity, hardness, total coliform bacteria, fecal coliform bacteria, and *E. coli*.

The results found that the highest mean value were ; conductivity for 197.4 $\mu\text{s}/\text{cm}$, temperature for 26.6°C , turbidity for 1.802 NTU, acidity-alkalinity for 8.16, hardness for 107 mg/L, total coliform bacteria and fecal coliform bacteria has contaminated in 10 service points, and found contamination of *E. coli* in 2 service points.

The results showed that the water quality of drinking water from study this are in standards department of the world health especially fecal coliform bacteria and *E. coli*. There for, Songkhla Rajabhat University should monitor drinking water and the water cooler continuously.

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ	๑
Abstract	ค
สารบัญ	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ตัวแปร	2
1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย	2
1.5 สมมติฐาน	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้อง	
2.1 คุณสมบัติของน้ำ	4
2.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ	13
2.3 การทำน้ำให้บริสุทธิ์	15
2.4 ประเภทของน้ำที่ใช้ในการบริโภค	16
2.5 ชลินทรีย์ในน้ำ	16
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	17
บทที่ 3 วิธีการวิจัย	
3.1 พื้นที่ศึกษา	19
3.2 วัสดุและอุปกรณ์	20
3.3 การเก็บตัวอย่างและการเก็บรักษาตัวอย่าง	21
3.4 วิธีการวิเคราะห์	21

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ 4 ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

4.1 คุณลักษณะทางกายภาพ	22
4.2 คุณลักษณะทางเคมี	25
4.3 คุณลักษณะทางชีววิทยา	28

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย	32
5.2 ข้อเสนอแนะ	33

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก	35
ภาคผนวก ข	37
ภาคผนวก ค	41
ภาคผนวก ง	43
ภาคผนวก จ	48



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

น้ำเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่สำคัญที่สุดในการดำรงชีวิตของมนุษย์ และสิ่งมีชีวิตอื่นๆ เพร่านอกจากโภคจะประกอบด้วยน้ำ 3 ใน 4 ส่วนแล้ว น้ำยังเป็นส่วนประกอบสำคัญในร่างกาย เพราะในร่างกายของมนุษย์ประกอบด้วยน้ำ 70%

น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากการแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี อาจเป็นน้ำาดาลหรือน้ำประปาซึ่งผ่านขั้นตอน (activated) เพื่อดูดกลืนและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุ เช่น แคลเซียม และแมgnีเซียม หลังจากนั้นก็ฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุตสาหกรรม หรือก๊าซออกไซด์

น้ำที่ใช้ในการบริโภคต้องสะอาดและมีคุณภาพได้มาตรฐาน ปราศจากสิ่งปนเปื้อนใดๆ อันก่อให้เกิดอันตรายและโรคภัยต่อร่างกายมนุษย์ได้ น้ำส่วนใหญ่ที่นำมาใช้ในการผลิตเป็นน้ำดื่ม ได้จากแหล่งน้ำตามธรรมชาติ เช่น แม่น้ำ ลำคลอง เป็นต้น โดยนำมาผ่านกระบวนการการทำให้บริสุทธิ์เพื่อความปลอดภัยในการดื่ม ซึ่งน้ำที่ได้จากแหล่งน้ำเหล่านี้อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในลำไส้ของคนหรือสัตว์ที่เกิดจากการขับถ่ายของคนหรือสัตว์ลงสู่แม่น้ำ ทำให้เกิดการแพร่กระจายของเชื้อแบคทีเรียในแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อน โดยทั่วไปอาจพบจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคหลายชนิดปนเปื้อนอยู่และจุลินทรีย์เหล่านี้ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารโดยเฉพาะโรคที่เกิดจากแบคทีเรียต่างๆ เช่น อหิวาต์โคโรน่า (vibro chlerae) บิคิด (shigella dysenteriae) ไทฟอยด์ (salmonella typhi) โบทูลิซึม (clostridium botulinum) เป็นต้น

เชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้การปนเปื้อนอุจจาระในน้ำนั้น ประกอบด้วยแบคทีเรียในจีนัส *Escherichia* *Enterobacter* *Citrobacter* และ *Klebsiella* ซึ่งเชื้อในกลุ่มนี้มีแหล่งกำเนิดมาจากอุจจาระ (fecal source) และอีกส่วนหนึ่งมาจากสิ่งแวดล้อมที่ไม่ใช่อุจจาระ (nonfecal source) ดังนั้นถ้าต้องการทราบถึงความปลอดภัยของน้ำจริงๆ แล้ว ควรตรวจหาเชื้อจากอุจจาระหรือจากลำไส้ ซึ่งสามารถทำได้โดยการตรวจหาฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โคลิฟอร์ม และอีโคไอล

ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีเครื่องทำน้ำเย็นตั้งอยู่ในอาคารเรียนทั้งหมด 29

เครื่อง ซึ่งจะกระจายกันอยู่แต่ละอาคารเรียน เครื่องทำน้ำเย็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลานันน์ในแต่ละอาคารเรียนจะมีลักษณะสภาพของเครื่องทำน้ำเย็นแตกต่างกัน คือ จะมีทั้งที่สภาพยังใหม่แต่ไม่มีการใช้งาน สภาพเก่าแต่ยังมีการใช้งานอยู่ รวมทั้งเครื่องทำน้ำเย็นที่อยู่ในสภาพกลางเก่ากลางใหม่ที่ยังใช้งานอยู่ จากสภาพเครื่องทำน้ำเย็นดังกล่าวทำให้ผู้วิจัยมีความสนใจที่จะทำการทดลองเพื่อวิเคราะห์หาคุณภาพของน้ำดื่มน้ำดื่มที่ได้จากเครื่องทำน้ำเย็นที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละอาคารนั้น ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้จะมีการตรวจสอบคุณภาพของน้ำดื่มน้ำดื่มว่ามีการปนเปื้อนของแบคทีเรียโคลิฟอร์มและอีโคไลอยู่เกินมาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มหรือไม่ และมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางกายภาพ โดยมีการตรวจวัด pH ความชุ่ม สี ความนำไฟฟ้า และความกระด้างของน้ำ นอกจากนี้ผู้วิจัยต้องการเสนอแนวทางและการปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นของมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาในโอกาสต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพ เคมี และทางชีวภาพในน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น
2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปเผยแพร่และศึกษาแนวทางการปรับปรุงคุณภาพน้ำจากเครื่องทำน้ำเย็น

1.3 ตัวแปร แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

- | | |
|--------------|---|
| ตัวแปรต้น | : น้ำดื่มของเครื่องทำความเย็น |
| ตัวแปรตาม | : คุณภาพน้ำดื่มของเครื่องทำน้ำเย็น |
| ตัวแปรควบคุม | : เวลาในการเก็บตัวอย่าง จุดเก็บตัวอย่าง |

1.4 นิยามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย

น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี อาจเป็นน้ำบาดาล หรือน้ำประปาซึ่งผ่านกระบวนการชั้นhin (activated) เพื่อดูดกลืนและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุ เช่น แคลเซียม และแมกนีเซียม หลังจากนั้นก็มีเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุตตราไวโอเลต หรือก๊าซโอโซน

1.5 สมมติฐาน

ปัจจัยทางกายภาพ และชีวภาพมีผลต่อกุณภาพน้ำดื่มน้ำดื่มของเครื่องทำน้ำเย็นแต่ละเครื่องมีความแตกต่างกัน

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงคุณภาพน้ำทางกายภาพ และปริมาณการปนเปื้อนของโคลิฟอร์มและอีโคไลในน้ำดื่มเครื่องทำน้ำเย็น
2. คุณภาพน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นสามารถดื่มได้อย่างปลอดภัย
3. สามารถนำผลงานวิจัยไปเผยแพร่ประชาสัมพันธ์และเป็นข้อมูลอ้างอิงให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องได้

1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย

ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนกันยายน พ.ศ. 2552



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

น้ำคุณภาพน้ำจากแม่น้ำ ลำธาร ทะเลสาบ ซึ่งอาจถูกปนเปื้อนด้วยของเสียจากบ้านเรือนและโรงงานอุตสาหกรรม ดังนั้นจึงทำให้ระบบบำบัดน้ำให้บริสุทธิ์เพื่อให้ชุมชนใช้บริโภค ในขณะที่ชุมชนเติบโตขึ้นปริมาณความต้องการน้ำที่ใช้คุ้มมีมากขึ้นพร้อมกับน้ำเสียมีมากขึ้นและต้องมีการทำจัดทิ้ง เพราะจะมีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปะปนอยู่ เช่น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคไทฟอยด์ พาราไทฟอยด์ บิค อะไวตอกโรค เป็นต้น จุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้มักจะอยู่ในปัสสาวะ อุจจาระ เมื่อปลดปล่อยลงสู่แหล่งน้ำที่ใช้เป็นแหล่งของน้ำคุณภาพจะทำให้เกิดโรคระบาด ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้อง 1) บำบัดน้ำเสียก่อนทิ้ง และ 2) ทำให้น้ำนั้นบริสุทธิ์เพื่อให้ปลอดภัยในการดื่ม (นงลักษณ์ สุวรรณพินิช และปรีชา สุวรรณพินิช, 2544)

2.1 คุณสมบัติของน้ำ

น้ำจะมีคุณสมบัติที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับสารต่างๆ ที่ละลายไปในน้ำ คุณสมบัติของน้ำมีดังนี้

2.1.1 คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

คุณลักษณะทางด้านกายภาพของน้ำ เกิดขึ้นจากสารบางอย่าง ซึ่งทราบได้จากประสานสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ สารเหล่านี้สามารถกำจัดออกจากน้ำได้โดยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติต่อไปนี้มีดังนี้

1) ความขุ่น (turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากมีสารแขวนลอยต่างๆ อยู่ เช่น ดิน ตะกอน สารอินทรีย์ แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กชนิดอื่นๆ ซึ่งจะทำให้แสงเกิดการหักเห และอาจดูดแสงเอาไว้ ไม่ให้ผ่านทะลุไป จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตได้ก่อน เพราะสีดูดตาได้ง่าย ความขุ่นจึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่าผู้บุกรุกจะใช้น้ำได้หรือไม่ เพื่อมิให้เป็นที่รังเกียจและเพื่อความปลอดภัย น้ำประปาจึงไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วยความขุ่น (NTU) (วราวดา สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

2) สี (color)

สีในแหล่งน้ำธรรมชาติที่เราเห็นนั้นเป็นสีที่ปราศจากซึ่งมาจากแสงที่ส่องลงในน้ำ แล้วเกิดการกระจายของแสงโดยไม่เกิดข้อห้าม น้ำกับเข้าสู่ตาของเรา การที่ปราศสีของแหล่งน้ำ เป็นสีต่างๆ กัน เพราะอนุภาคต่างๆ ที่แพร่ลงในน้ำจะสามารถดูดกลืนและกระจายแสงกลับคืนเข้าสู่เราแต่ก็ต่างกัน ขึ้นกับองค์ประกอบของอนุภาคและขนาดของอนุภาคนั้น น้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค ค่าท่อน้ำโดยสูงสุดได้ไม่เกิน 50 หน่วยสี (วรางคณा สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

3) กลิ่นและรส (oder and taste)

เกิดจากวัตถุแปลงปลอมที่ปนอยู่ในน้ำ เช่น ส่วนประกอบของพวงอินทรีย์สารหรือพวงก้าวที่ละลายน้ำได้ สิ่งแปลงปลอมเหล่านี้อาจมาจากการบ้านพักอาศัย พื้นที่ทำการเกษตรหรือเกิดขึ้นตามธรรมชาติก็ได้ กลิ่นและรสในน้ำเกิดจากสาเหตุดังต่อไปนี้ (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2538)

1. จุลินทรีย์ต่างๆ เช่น สาหร่าย ไดอะตوم และโปรโตซัว (สาหร่ายมักเป็นสาเหตุสำคัญที่สุด)

2. ก้าชต่างๆ ที่ละลายน้ำ เช่น ก้าชไข่เน่า
3. การเน่าเสียของสารอินทรีย์ในน้ำซึ่งขาดออกซิเจน
4. น้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรม
5. ผลจากการเติมสารเคมีบางอย่าง เช่น คลอรีน
6. สารอินทรีย์ที่ละลายในน้ำ เช่น เหล็ก

มนุษย์รับรู้กลิ่นและรสได้ด้วยการคอมและซิม ตามลำดับ แต่การบอกเป็นปริมาณตัวเลขว่ามีกลิ่นมากน้อยเพียงใดนั้น ยังไม่มีวิธีมาตรฐาน ด้วยเหตุนี้ จึงจำกดของกลิ่นและรสในมาตรฐานน้ำดื่มน้ำดื่มหรือน้ำประปาจึงกำหนดไว้อย่างกว้างๆ ว่าต้องไม่เป็นที่น่ารังเกียจเท่านั้น

4) อุณหภูมิ (temperrater)

น้ำในธรรมชาติตามที่มีอุณหภูมิอยู่ในช่วงปกติ จึงไม่มีการพูดถึงปัจจัยดังของอุณหภูมิไว้ในน้ำดื่ม (มั่นสิน ตัณฑุลเวศน์, 2538)

5) สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

เป็นการวัดความสามารถของน้ำในการนำไฟฟ้า สภาพนำไฟฟ้าจึงขึ้นกับความเข้มข้น และชนิดของไอออนที่มีอยู่ในแหล่งน้ำ และอุณหภูมิ

2.1.2 คุณลักษณะทางด้านเคมี

ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำ สารเหล่านี้มีพิษหรือไม่มีพิษก็ได้ ซึ่งลักษณะทางด้านเคมี ได้แก่

1) ความเป็นกรด-ด่าง (pH)

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่าง เป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิオンในน้ำ ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ นำบริสุทธิ์รวมมีพิเศษเท่ากับ 7 ในน้ำธรรมชาติมีค่าพิเศษอยู่ ในช่วง 4-9 นำ้ำาคาดจะมีค่าพิเศษต่ำ เพราะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ละลายอยู่มาก เพราะมีความสามารถในการกัดกร่อนท่อโลหะสูง ส่วนนำ้าที่มีพิเศษสูงมากจะเป็นอุปสรรคต่อการใช้สารเคมีตกตะกอน การฆ่าเชื้อ และการแก้ความกระด้างในกระบวนการการทำนำ้าประปา ค่าพิเศษของนำ้าทึ่งจากโรงงานอุตสาหกรรมมีความสำคัญต่อการบำบัดคุณภาพนำ้าด้วยวิธีทางเคมี พลิกส์ และชีวภาพ จึงจำเป็นควบคุมค่าพิเศษของนำ้าทึ่งให้อยู่ในช่วงที่กำหนด ตามมาตรฐานนำ้าดื่มนักกำหนดค่าพิเศษให้อยู่ในช่วง 6.5-8.5 (มั่นสิน ตั้มทูลเวศน์, 2546)

2) เหล็ก (iron)

ในนำ้าธรรมชาติตัวน้ำใหญ่ โดยเฉพาะนำ้าใต้ดินจะพบเหล็กอยู่เสมอ เหล็กถือว่าเป็นธาตุที่ไม่เป็นอันตรายค่อนขุนย์แต่เป็นสารที่ก่อปัญหาแก้ไขนำ้าประปา เช่น ทำให้มีสีแดงและมีกลิ่น ทำให้เกิดคราบสนิมขึ้นกับเครื่องสุขภัณฑ์ หรือทำให้ผ้าเปื้อน เป็นต้น นอกจากนี้แล้ว เหล็ก เป็นแหล่งอาหารให้กับแบคทีเรียที่เรียกว่า iron bacteria อีกด้วย แม้ว่าเหล็กเป็นธาตุอาหารของมนุษย์ เพราะช่วยทำให้มีค่าเดื่อมนีสีแดง นำ้าดื่มไม่ควรมีเหล็กเกินกว่า 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่ถ้าร่างกายได้รับเหล็กมากเกินไปและไม่สามารถขับถ่ายออกได้หมด เหล็กจะถูกสะสมที่ตับและทำให้เป็นโรคเกี่ยวกับตับได้ (มั่นสิน ตั้มทูลเวศน์, 2551)

3) ฟลูออไรด์ (fluoride)

สารประกอบฟลูออไรด์มีอยู่บนเปลือกโลกประมาณ 0.08% เป็นผลให้ธาตุฟลูออรินเป็นธาตุที่มีมากเป็นอันดับที่ 13 ฟลูออไรด์มีในนำ้าธรรมชาติตั้งแต่จำนวนน้อยมากจนกระทั่งสูงถึง 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ฟลูออไรด์ในนำ้ามักมาจากแร่ธาตุ 3 ชนิด คือ ฟลูออร์สปาร์ (fluorspar) ไครโอลายท์ (cxryolite) และแอปพาไทต์ (appatite) ฟลูออไรด์เข้มข้นประมาณ 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ในนำ้าช่วยป้องกันโรคฟันผุได้ อำนวยในการป้องกันโรคฟันผุจะลดน้อยลงไปตามส่วน แต่ถ้านำ้ามีฟลูออไรด์สูงกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร อาจเกิดโรคฟันลาย (mottled teeth) ได้ (มั่นสิน ตั้มทูลเวศน์, 2551)

4) ไนเตรท (nitrate)

ไนเตรทเป็นสารที่เกิดจากการย่อยสลายสารในไตร ซึ่งเกิดจากสารแอมโมเนียม ถ้าพบในน้ำแสดงว่าสารอินทรีย์ที่อยู่ในน้ำได้ถูกย่อยสลายไปจนหมดสิ้นแล้ว โดยทั่วไปจะไม่มีอันตรายต่อสุขภาพถ้าหากพบในปริมาณน้อย แต่ถ้าพบในปริมาณสูงในน้ำบริโภคจะมีพิษต่อร่างกาย โดยเฉพาะในเด็กทารกซึ่งจะทำให้ร่างกายเกิดการขาดออกซิเจน เกิดอาการตัวเขียวและชักอาจทำให้เด็กถึงแก่ความตายได้ ค่ามาตรฐานสำหรับไนเตรทในน้ำดื่มนั้นมีค่าไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร (คณากร ศีโภตร, 2542)

5) คลอไรด์ (chloride)

คลอไรด์มักจะมีอยู่ตามแหล่งน้ำธรรมชาติทั่วไป โดยเฉพาะน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำลำคลอง และจะมีมากขึ้น ในน้ำที่อยู่ใกล้ปากน้ำหรือผ่านน้ำกร่อย ซึ่งเป็นบริเวณที่น้ำทะเลเข้ามา ปริมาณของคลอไรด์เพิ่มมากขึ้น เป็นสัดส่วนกับปริมาณเกลือแร่ที่เพิ่มขึ้น ตามภูเขารือที่สูงจะมีปริมาณคลอไรด์ต่ำ และน้ำทะเลสมุทรจะมีคลอไรด์สูงมาก

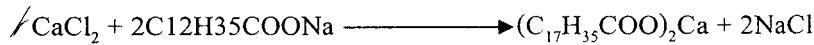
สิ่งขับถ่ายของมนุษย์โดยเฉพาะอย่างยิ่งปัสสาวะจะมีปริมาณคลอไรด์อยู่ในปริมาณที่เท่ากับคลอไรด์ที่บริโภคเข้าไปกับอาหารและน้ำดื่ม เฉลี่ย 6 กรัม ต่อคนต่อวัน และทำให้ปริมาณคลอไรด์ในน้ำเสียเพิ่มขึ้นจากเดิมอีกประมาณ 15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งในน้ำทึบที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำคลองมีจำนวนคลอไรด์เพิ่มขึ้นด้วย ดังนั้นถ้าพบคลอไรด์อาจสันนิษฐานได้ว่าน้ำนั้นส้ม屁股กับแหล่งน้ำโสโครกมาก่อน คลอไรด์ในน้ำถ้ามีปริมาณที่เหมาะสมจะไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ค่ามาตรฐานสำหรับคลอไรด์ในน้ำดื่มนั้นมีค่าไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร (ว่างคณาฯ สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

6) ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำ หมายถึง ความสามารถในการจัดทำให้สบู่ตกลงกอนได้โดยอิอน Ca^{2+} และ Mg^{2+} ในน้ำเป็นส่วนใหญ่ แต่อาจจัดตกลงกอนโดยอิอนตัวอื่น เช่น Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} ได้ด้วย เนื่องจากอิอน 2 ตัวแรก คือ Ca^{2+} , Mg^{2+} มีมากในน้ำธรรมชาติจึงใช้ Ca^{2+} และ Mg^{2+} ที่อยู่ในรูป CaCO_3 (มิลลิกรัมต่อลิตร) เป็นตัววัดความกระด้างของน้ำ ระดับความกระด้างของน้ำ แบ่งเป็น 4 ระดับ คือ 0-75, 75-150, 150-300 และมากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต CaCO_3 (ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จาเรวราณ สมศรี, 2528) ส่วน garland ได้แบ่งความกระด้างของน้ำตามธรรมชาติ 3 ระดับ ปริมาณความกระด้างน้อย 0-60, 60-120 และมากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนต เป็นน้ำกระด้างชั้วคราวและน้ำกระด้างถาวร

สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากพอกอิօนบวกของโลหะที่มีว่าเลนซ์ 2 ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม สตรอนเซียม เหล็ก และแมงกานีส ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสูญแล้ว เกิดเป็นตะกอนขึ้น หรือทำปฏิกิริยากับอิօนที่มีประจุลบในน้ำและเกิดเป็นตะกรันขึ้น ได้เมื่อน้ำมี อุณหภูมิสูงขึ้น

สมการแสดงการตกตะกอนของสูญเสียจากอิօนของโลหะที่มีว่าเลนซ์ 2 ในน้ำ



แต่เนื่องจากในน้ำธรรมชาติมักมีแคลเซียมและแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้นเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงหมายถึงแคลเซียมและแมกนีเซียม และถือว่าค่าความกระด้างทั้งหมดของน้ำอย่างไรก็ตามอิօนโลหะตัวอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ ต้องนำมาคิดรวมด้วย การคืนน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างในน้ำ ส่วนใหญ่มาจากการชั้นของดินและหินของน้ำที่ไหลผ่าน น้ำได้ดินมักจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิว ดิน (คณากร ศีโภคร, 2542)

7) ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids)

ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึง ปริมาณสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากที่ ผ่านการระเหยเอาไอน้ำออกและทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส สิ่งที่กลাযเป็นไอได้ จะสูญไปเหลือเพียงตะกอนของสารที่มีในน้ำตัวอย่างเท่านั้น ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์และ สารอนินทรีย์ ในการวิเคราะห์หาค่าของแข็งค่าที่ได้จะบอกในรูปของค่าน้ำหนักของสารต่อปริมาณ ของน้ำตัวอย่าง ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด มีประโยชน์มากในการที่จะพิจารณาถึงความเหมาะสม ของน้ำที่จะนำมาอุปโภคบริโภค (ปราศรี พิพงษ์, 2539)

2.1.3 คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ

การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ เป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำดื่ม ที่นิยมที่สุดคือการศึกษาแบบคทเรีย ซึ่งนับว่ามีความสำคัญมาก เนื่องจากแบบคทเรียทำให้เกิดโรค หลายชนิดที่สามารถแพร่กระจายได้ในน้ำ เช่น อะหิวัตโคโรค โรคทางเดินอาหาร ไข้รากสาด โรคโปลิโอ โรคไวรัสตับอักเสบ และโรคบิด เป็นต้น กลุ่มแบบคทเรียที่นิยมศึกษา ได้แก่ โคลิฟอร์ม แบบคทเรีย (coliform bacteria) และฟีคัล โคลิฟอร์มแบบคทเรีย (fecal coliform bacteria) เนื่องจากเป็น กลุ่มแบบคทเรียที่พบในทางเดินอาหารสัตว์เลือดอุ่น ไม่พบในน้ำสะอาด ไม่เพิ่มจำนวนใน ตั้งแต่เดือน สามารถตรวจหาได้โดยวิธีที่ไม่ซับซ้อน การตรวจวิเคราะห์แบบคทเรียหรือเชื้อโรคในน้ำ สามารถทำได้ทั้งทางตรงและทางอ้อม ดังต่อไปนี้

ทางตรง เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนั้นๆ โดยเฉพาะ ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานในการตรวจและวิธีการตรวจวิเคราะห์ก็ยุ่งยากซับซ้อน

ทางอ้อม เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียชี้แนะ เช่น พากโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (*Coliform bacteria*) และ *E. coli* ซึ่งถ้าตรวจพบแสดงว่ามีน้ำที่ไม่ปลอดภัย วิธีนี้รวดเร็วกว่าวิธีแรก จึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก คุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะมีดังนี้ (คงชัย พรรณสวัสดิ์ และ วิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิ์, 2540)

1. มีอยู่ในน้ำขยะที่มีแบคทีเรียที่ก่อโรคอยู่ และเป็นเชื้ออาศัยปกติในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์

2. มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียก่อโรค

3. สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ก่อโรค ทนต่อสภาพแวดล้อมภายนอกได้ดี

4. ไม่ควรพบในน้ำบริสุทธิ์

5. วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก และไม่สิ้นเปลือง

แบคทีเรียที่ถูกเลือกให้เป็นแบคทีเรียชี้แนะมีอยู่ด้วยกันหลายตัว เช่น *Coliform bacteria*, *Streptococcus*, *Clostridium*, *Pseudomonas* และ *Escherichia coli* ซึ่งการจะเลือกใช้แบคทีเรียนิดใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำที่จะตรวจวิเคราะห์ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่านั้น

2.1.3.1 โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (*coli form bacteria*)

เป็นกลุ่มแบคทีเรียที่จัดอยู่ในวงศ์เออนเทอโรแบคเทอโรไวโอซี (enterobacteriaceae) มีลักษณะรูปร่างเป็นท่อน ติดสีเกรมลุบ ไม่สร้างสปอร์ สามารถเจริญได้ทั้งในที่มีออกซิเจนและไม่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติเฉพาะที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและก๊าซภายในเวลา 24-48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 35-37 องศาเซลเซียส โคลิฟอร์มแบ่งตามที่มาได้เป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) แบคทีเรียชี้แนะโคลิฟอร์ม แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งที่มา

- fecal coliform พากนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ทุกครั้งที่เกิดโรคระบาดเกี่ยวกับทางเดินอาหาร จะพบแบคทีเรียชี้แนะนี้ เช่น *E. coli*

- non-fecal coliform พวgnีอาศัยอยู่ในคินและพีช อันตรายน้อยกว่าพวgnแรก แต่ใช้เป็นแบบคที่เรียชีแบบถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ เช่น *Enterobacter aerogenes*

(2) คุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบบคที่เรียกมีดังนี้

- รูปร่างเป็นท่อนสัน ไม่มีสปอร์
- เป็นพวgnแกรนูล (gram negative)
- สามารถย่อยพวgnแลคโตสให้เกิดกรดและแก๊ส เมื่อเอาไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 24-48 ชั่วโมง
- สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ จึงนับแบบคที่เรียกพวgnนี้เป็น facultative anaerobes
- สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหารเหลวชนิด brilliant green lactose bile broth
- สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารแข็งอีเมบี (EMB)

(3) การตรวจหาโคลิฟอร์มแบบคที่เรียกที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี

- วิธีเอ็มพีเอ็น (most probable number : MPN or multiple tube fermentation technique)
- วิธีเยื่อกรอง (membrane filter technique)
- วิธีนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (standard plate count technique)

(4) การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้สภาวะทางฟิสิกส์

การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้วิธีการทางฟิสิกส์ที่สำคัญ ได้แก่ การใช้อุณหภูมิ (สูงและต่ำ) ความแห้ง (desiccation) ความดันออกซิเจน (radiation) และการกรอง (filtration) แต่ในที่นี้จะกล่าวเฉพาะการใช้อุณหภูมิต่ำในการควบคุมจุลินทรีย์เท่านั้น

การใช้อุณหภูมิต่ำ (low temperatures)

ในการควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้อุณหภูมิต่ำ เป็นการขับย้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าที่จะเป็นการทำลาย ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถ้าอยู่ในที่มีอุณหภูมิต่ำจะเจริญได้ช้ามาก ความเย็นจะไปลดกิจกรรมเมtabolic activity ของเซลล์ ลดอาหารและออกซิเจนที่ต้องการ ทำให้ไม่มีการสะสมของเสียจากผลิตภัณฑ์ (waste product) agar slant culture ของแบบคที่เรียกเก็บไว้ได้นานเป็นเดือนๆ ในตู้เย็นเวลาแข็ง (freezing) เซลล์ของแบบคที่เรียกอาจจะ

ถูกบดกับผลึกน้ำแข็ง ถ้าทำชำๆ ระหว่างที่แข็งเย็นและละลาย (thawing) ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ตายได้ (วิยะดา อุมาเรนทร์, 2522) ดังนั้นวิธีนี้จึงนิยมใช้ในการเก็บรักษาเชื้อและใช้ในการถนอมอาหาร (ภาควิชาจุลชีววิทยา, 2539)

ถ้าต้องการเก็บวัสดุไม่ให้เน่าเสียเป็นเวลานาน ต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง แต่ต้องคำนึงด้วยว่าการแข็งแข็งจะไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไป เรายิ่งใช้ในการเก็บถนอมอาหารพอกเนื้อสัตว์และผักผลไม้บางชนิด อุณหภูมิที่นิยมใช้ประมาณ -20 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้สามารถเก็บวัสดุนั้นได้นานเป็นสัปดาห์หรือเดือน แต่อย่างไรก็ตามที่อุณหภูมิระดับนี้ จุลินทรีย์บางชนิดยังสามารถเจริญได้ ถ้าต้องการเก็บเป็นเวลานานควรใช้อุณหภูมิต่ำกว่านี้ เช่น -70 องศาเซลเซียส โดยใช้น้ำแข็งแห้งหรือในไตรềnเหลวซึ่งจะให้ระดับอุณหภูมิประมาณ -195 องศาเซลเซียส แต่จะต้องเปลี่ยนค่าใช้จ่ายมาก (เสาวนิต พงษ์พิมพ์, 2527)

2.1.3.2 ฟิคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform)

เป็นแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มที่สามารถใช้น้ำตาลแลคโตสแล้วให้กรดและแก๊สที่อุณหภูมิประมาณ 44.5-45.5 องศาเซลเซียส พ沃นีอาศัยอยู่ในลำไส้ของคนและสัตว์เลือดอุ่น ถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระเมื่อเกิดการระบาดของไวรัสระบบทางเดินอาหาร ตัวอย่างเช่นฟิคัลโคลิฟอร์มได้แก่ *E.coli* nond-fecal coliform (non-fecal coliform) พ沃นีอาศัยอยู่ในเดินและพืช มีอันตรายน้อยกว่าพวกราก ใช้บ่งบอกถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ ตัวอย่างของ นond-fecal โคลิฟอร์ม เช่น *Enterobacter aerogenes*

2.1.3.3 อีโคไล (escherichia coli)

E. coli มีลักษณะเป็นรูปท่อน แกรมลบ ไม่สร้างสปอร์ อาจเคลื่อนที่ได้หรือไม่เคลื่อนที่ บางสายพันธุ์ที่แยกได้จากนอกลำไส้สร้างแคนปชูลได้ ให้โคลินีเรียบ ไม่มีสี มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 2-3 มิลลิเมตร ในเวลา 18 ชั่วโมง แต่ถ้าเลี้ยงในอาหารที่แสดงความแตกต่าง (differential media) เช่น mac donkey agar โคลินีมีสีแดงชนพุขนาดใหญ่ เมื่องจาก ferment แคนปชูล หรือเลี้ยงในอาหาร eosine methylene blue agar (EMB) และ endo agar โคลินีมีสีมันขาวคล้ายโลหะ ถ้าเลี้ยงบนอาหารผสมเลือดบางสายพันธุ์เกิดการย่อยสลายเม็ดเลือดแดงแบบเบتاชีโนไลซิส เชื่อนี้เจริญได้ในอุณหภูมิช่วงกว้าง ประมาณ 15-45 องศาเซลเซียส บางสายพันธุ์ ทนความร้อน 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที หรือ 55 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 60 นาที

สมบัติทางชีวเคมีที่สำคัญคือ สามารถใช้ริปโทเฟน ให้อินไซด์และให้ผลบวกกับ เมททิลเรค แต่ไม่สร้างอะซิติโลเมททิลคาร์บินอล (acetyl methyl carbinol) และไม่ใช้ซิเตอตเป็นแหล่ง คาร์บอน นอกจากนี้ยังมี lysine decarboxylase และสามารถให้ acetate เป็นแหล่งการ์บอนได้

(1) ปัจจัยในการทำให้เกิดโรค

การที่ *E. coli* ทำให้เกิดโรคได้เนื่องจากมี virulence factors หลายชนิด ที่ไม่พบใน *E. coli* ที่เป็นเชื้อประจำถิ่น อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีปัจจัยอย่างใดอย่างหนึ่ง คือ

- มีความสามารถที่จะเกาะติดกับเซลล์บางชนิดของสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม
- มีความสามารถที่จะบุกรุกและเข้าไปเจริญในเซลล์ของเยื่อบุผิวลำไส้
- มีความสามารถในการสร้าง enterotoxin ที่ทำให้ร่างกายสูญเสียน้ำและของเหลว จึงเกิดอาการท้องร่วง การสร้าง cytotoxin ที่ไปขัดขวางการสังเคราะห์โปรตีน จึงทำให้เกิดการตกเดือดที่ลำไส้ (hemorrhagic colitis)
- การมีแอนติบอดี้ที่ป้องกันไม่ให้ลูกมีเดือดขาวขับกิน

virulence factors ที่ทำให้เกิดโรคท้องร่วงนี้ เกิดจากยืนในพลาสมิด จึงสามารถถ่ายทอดยืนไปยัง *E. coli* สายพันธุ์อื่น โดยวิธี transduction หรือวิธี recombination *E. coli* สายพันธุ์ต่างๆ ที่ทำให้เกิดโรค แบ่งออกได้ดังนี้

1. **Enterotoxigenic *E. coli*** เป็นสาเหตุของโรคอุจาระร่วงอย่างรุนแรง สารพิษที่ทำให้เกิดโรคเป็นพอก exotoxin แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ สารพิษที่ไม่ทนความร้อน และสารพิษที่ทนความร้อนได้
2. **Enteroinvasive *E. coli*** ทำให้เกิดโรคแพลงในลำไส้ เพราะเชื้อบุกรุกเข้าไปในผนังลำไส้แล้วทำให้เกิดแพลง อาการคล้ายโรคบิดไม่มีดัว ที่เกิดจาก *Shigella*
3. **Enteropathogenic *E. coli*** ก็ไกในการทำให้เกิดโรคบังไม่ทราบแน่ชัด เป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดโรคอุจาระร่วงในเด็กเล็ก

(2) โรคที่เกิดจาก *E. coli* มีหลายโรค ได้แก่

1) โรคอุจาระร่วง

จะพบในกลุ่มคน 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นเด็กเล็ก เรียกโรคที่เกิดขึ้นว่า infantile diarrhea ส่วนใหญ่เกิดจากเชื้อ Enteropathogenic เด็กได้รับเชื้อปอนมากับน้ำนมและอาหาร อีกกลุ่ม

หนึ่งเป็นโรคอุจจาระร่วงจาก *E. coli* คือ ผู้ใหญ่ที่เดินทางไปต่างถิ่น เรียกโรคนี้ว่า travelers diarrhea เกิดจากเชื้อ *Enteropathogenic E. coli* ระยะเวลา 5-15 วัน อาการถ่ายอุจจาระเป็นน้ำ มีไข้ต่ำๆ คลื่นไส้อาเจียน

2) โรคติดเชื้อในทางเดินปัสสาวะ

มักมีสาเหตุมาจากการเชื้อที่อาศัยอยู่ในลำไส้ของผู้ป่วยเอง การติดเชื้อพบบ่อยในผู้หญิง เนื่องจากห้องปัสสาวะค่อนข้างจะสั้นและตรงเข้าสู่กระเพาะปัสสาวะ จึงทำให้เกิดโรคการติดเชื้อที่กระเพาะปัสสาวะ เกิดกระเพาะปัสสาวะอักเสบ ซึ่งอาจจะลุกตามไปยังไตได้ด้วย

3) โรคติดเชื้ออื่นๆ

ที่เกิดจากเชื้อ *E. coli* เช่น เมื่อหุ้นสมองอักเสบในเด็กเกิดใหม่ ปอดบวม แพลติก เชื้อ และโลหิตเป็นพิษ มักเกิดเนื่องจากการผ่าตัด การใช้เครื่องช่วยหายใจ การใช้สายสวนห่อปัสสาวะ (<http://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php>)

2.2 การปรับปรุงคุณภาพน้ำ

น้ำที่ใช้เพื่อการบริโภค อยู่ปัจจุบันของคนเรานั้นต้องเป็นน้ำสะอาด ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี

2.2.1 การต้ม เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ง่ายที่สุด รู้จักกันแพร่หลายตั้งแต่โบราณกาล กรรมวิธีคือ ต้มน้ำให้เดือดนานประมาณ 15-30 นาที ความร้อนของน้ำจะต้องเดือดจะมีอุณหภูมิประมาณ 90-100 องศาเซลเซียส เป็นความร้อนที่พอจะทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ แต่คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีอาจเปลี่ยนแปลงไปเพียงเล็กน้อย เช่น อาจลดปริมาณความชุ่น กลิ่น และสามารถลดความกรดด่างของน้ำได้ด้วย ซึ่งวิธีนี้เสียค่าใช้จ่ายน้อยหมายความที่จะใช้ภายในครัวเรือน

2.2.2 การกรอง เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ทำให้คุณภาพน้ำดีที่สุด คือ สามารถทำให้น้ำปราศจากทั้งคุณสมบัติทั้งทางเคมี ฟิสิกส์ และจุลินทรีย์ แต่กรรมวิธีค่อนข้างทำได้ยากและเสียค่าใช้จ่ายมาก ส่วนใหญ่จะนิยมใช้ในวงจำกัด เช่น ในวงการวิทยาศาสตร์และการแพทย์ เป็นต้น เพราะในสองวงการดังกล่าวต้องใช้น้ำที่มีคุณภาพดีที่สุด อีกทั้ง การนำน้ำกรองเพื่อผสมยาไว้ยาโรค

2.2.3 การกรอง เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำให้สะอาด ที่สามารถลดจำนวนเชื้อโรคลงได้ 95-99% นิยมใช้กันทั่วไปในกิจกรรมประจำ การกรองสามารถทำได้โดยผ่านเครื่องกรองสองแบบซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกใช้แบบใดแบบหนึ่งหรือทั้งสองแบบ ขึ้นอยู่กับความต้องการและคุณภาพของน้ำที่นำมากรองคือ

1) เครื่องกรองช้า เครื่องกรองแบบน้ำสามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำดิบได้ถึง 98-99% เป็นการกรองโดยให้น้ำไหลผ่านทรายอย่างช้าๆ ในอัตราไม่เกิน 50 แกลลอน ต่อเนื้อที่ผิวทราย 1 ตารางฟุต ในเวลา 1 วัน การกรองวิธีนี้ ต้องบรรจุทราย กรวด และหิน ลงในถังกรองตามลำดับ ทรายที่ใช้ต้องเป็นทรายละเอียด ชั้นทรายมีความหนาประมาณ 2-5 ฟุต แต่จะต้องไม่ต่ำกว่า 20 นิ้ว เม็ดทรายควรมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 0.25-0.35 มิลลิเมตร ชั้นกรวดและชั้นหินหนาประมาณ 18 นิ้ว น้ำที่กรองมีความ潔度 ไม่เกิน 50 ส่วนในน้ำล้านส่วน ถ้าความ潔度มากกว่านี้ควรใช้สารเคมีทำให้ความ潔度ลดลงเสียก่อน มิฉะนั้นถังกรองจะอุดแน่นเร็วกว่าปกติ การทำความสะอาดถังกรอง ทำได้โดยตักเอาทรายที่อยู่ผิวน้ำของถังกรองออกไปล้างเสียก่อน แล้วจึงนำกลับมาใส่ที่เดิม หรือจะใช้วิธีตักเอาทรายผิวน้ำออกทิ้งแล้วเอาทรายใหม่มาราไชน์ ทำการทำความสะอาดถังกรองควรประมาณ 7 วันต่อครั้ง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ潔度ของน้ำที่นำมากรอง

2) เครื่องกรองเร็ว สามารถลดปริมาณจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับน้ำคิบได้ 80-90% เครื่องกรองน้ำแบบนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับเครื่องกรองช้าแต่มีอัตราการกรองสูงกว่า คือ กรองได้ในอัตรา 3 แกลลอนต่อพื้นที่ผิวทราย 1 ตารางฟุต ในเวลา 1 นาที เครื่องกรองเร็วมีวิธีการที่ง่ายกว่า เครื่องกรองช้า การทำความสะอาดถังกรองทำได้โดยใช้น้ำที่สะอาดปล่อยเข้ากับถังกรอง โดยอาศัยความดันอากาศเข้าช่วยเพื่อขัดตะกอนออกให้หมด ซึ่งวิธีนี้ทำได้ง่ายและรวดเร็ว

2.2.4 สารเคมี สารเคมีหลายชนิดสามารถทำลายเชื้อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ในน้ำได้ เช่น

1) การใช้ด่างทับทิม เมื่อละลายน้ำจะเป็นสีชมพูหรือชมพูอมม่วง ด่างทับทิมสามารถทำลายเชื้อโรคได้เพียงบางชนิดเท่านั้นและต้องใช้เวลานาน เช่น ด่างทับทิมที่นำมาละลายน้ำในอัตรา 1:100 ถึง 1:5000 จะสามารถทำลายเชื้อโรคได้ต้องใช้เวลานานเป็นชั่วโมง ส่วนเชื้อโรคจำพวกบакเตรีที่มีสปอร์ ด่างทับทิมไม่สามารถทำลายได้ ($1 : 5000$ คือ ใช้ด่างทับทิม 1 กรัม ละลายน้ำ 5000 กรัม หรือ 5000 ลูกบาศก์เซนติเมตร) ใช้ทิงเจอร์ไอโอดีน ในกรณีฉุกเฉินหรือจำเป็นต้องทำความสะอาดน้ำเพียงเล็กน้อย เราสามารถใช้ทิงเจอร์ไอโอดีนสำหรับใส่แพลงท์มีความแรงขนาด 1.5 - 2 % 2 หยดในน้ำ 1 ลิตร น้ำที่ใส่ทิงเจอร์ไอโอดีนแล้วจะมีรสเผ็ดได้โดยต่ำ 7% โซเดียมไทโอซัลเฟตลงไป 2 หยด

2) การใช้คลอรีน คลอรีนที่นิยมใช้สำหรับฆ่าเชื้อโรคในน้ำมี 2 ชนิด คือ ชนิดผงและชนิดก๊าซ การใช้คลอรีนจะต้องผ่านกรรมวิธีดังนี้ นำน้ำที่ต้องการปรับปรุงคุณภาพมาแก้วด้วยสารส้มขนาดของสารส้มที่ใช้ให้สังเกตคุณว่า เมื่อตากจนเริ่มจับตัวกันให้หยุดแก้วสารส้มแล้วทิ้งไว้ให้ตกตะกอน นำน้ำที่ใส่ส่วนบนมาทำการฆ่าเชื้อโรคด้วยผงคลอรีนขนาด 60% ซึ่งผลิตขายโดยองค์การเภสัชกรรม ขนาดที่ใช้ดังนี้

1. ใช้คลอริน 0.5 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับทำน้ำดื่ม
2. ใช้คลอริน 1 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับนำไปใช้ล้างภาชนะ
3. ใช้คลอริน 0.5 ช้อนโต๊ะ ต่อน้ำ 1 ปีป สำหรับล้างผักผลไม้

การเติมคลอรินลงไปในน้ำก็เพื่อต้องการฆ่าเชื้อโรค แต่อย่างไรก็ตามคลอรินจะทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ด้วย จึงจำเป็นต้องเติมคลอรินให้มีปริมาณพอเพียงที่จะต้องใช้คลอรินตกค้างอยู่ด้วย คลอรินตกค้างอาจจะอยู่ในรูปของคลอรินอิสระ ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้ดี หรืออยู่ในรูปของคลอรินรวมตัว ซึ่งมีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อโรคได้น้อย

พวกระบบทะกอนจะค่อยๆ จมลงสู่ก้นของแหล่งเก็บกักน้ำ จะช่วยให้ความชุ่นลดลง แล้วจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในน้ำก็จะค่อยๆ ลดปริมาณลงด้วย ทำให้ตะกอนรวมตัวกันตะกอน เป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพน้ำโดยอาศัยเครื่องมือและสารเคมี แล้วจุลินทรีย์ที่มีเหลืออยู่ในน้ำก็จะค่อยๆ ลดปริมาณลงด้วย เช่น ให้ความร้อนแก่น้ำ การปรับความเป็นกรด เป็นด่างของน้ำ การเติมสารเคมีแล้ว จึงทำให้เกิดการตกตะกอน โดยบังคับตะกอนให้จับตัวรวมกันเป็นกลุ่มก้อนมีขนาดโตๆ ด้วยเครื่องมือกล วิธีการนี้นิยมใช้กับกิจการประปาขนาดใหญ่ๆ ทั่วไป เพราะมีประสิทธิภาพดี แต่ใช้ทุนสูง ใช้ปูนขาว เป็นวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่ไม่ยุ่งยากและใช้ทุนต่ำ โดยมุ่งขัดความกระต้างของน้ำก่อร่องคือ ปูนขาวจะทำให้น้ำที่ขุ่นตกตะกอน น้ำใสที่อยู่ส่วนบนสามารถนำไปใช้เพื่อการอุปโภคได้

น้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่ามีความสะอาดแตกต่างกัน น้ำที่สามารถนำไปใช้เพื่อการบริโภคได้นั้นเป็นน้ำที่ผ่านการปรับปรุงคุณภาพด้วยวิธีการต้ม กลั่น กรอง และฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยใช้คลอริน (ซึ่งส่วนใหญ่เป็นน้ำประปา ส่วนน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคนั้น กือน้ำที่ผ่านกรรมวิธีการปรับปรุงคุณภาพน้ำด้วยวิธีการอื่นๆ นอกเหนือจากวิธีที่กล่าวมาแล้ว)

2.3 การทำน้ำให้บริสุทธิ์

แหล่งน้ำเล็กๆ ตามบ้านหรือชนบทอาจเป็นบ่อน้ำหรือน้ำพุซึ่งน้ำได้ถูกเก็บกักไว้ยังใช้ดื่มน้ำได้จนกว่าจะได้น้ำดีเสียก่อน เช่น โดยการกรองหรือการต้ม ถ้าเป็นน้ำอ่อนหรือน้ำพุอยู่ได้ดิน น้ำนั้นจะซึมผ่านตามชั้นหินและดินชั้นมาซึ่งพอกอนน้ำภาคต่างๆ รวมทั้งจุลินทรีย์จะถูกกรองออก แต่ทำเลที่ดีของบ่อน้ำนั้นจะต้องอยู่ห่างจากชุมชนหรือแหล่งที่มีโสโครกฯ เช่น ถ้ำวม

สำหรับแหล่งน้ำที่ใช้กับชุมชนใหญ่ๆ ในเมืองจะต้องมีการรักษาให้น้ำมีคุณภาพ สำหรับดื่ม โดยจะต้องทำให้น้ำตกตะกอน กรอง และฆ่าเชื้อโรค

การตกตะกอน (sedimentation) ทำได้โดยใช้พื้นที่กว้างๆ ขังน้ำไว้ทำให้อุ่นภาคขนาดใหญ่ตกตะกอนได้ อาจช่วยให้ตกตะกอนเร็วขึ้น โดยส่วนส่วนช่วงจับกับอนุภาคต่างๆ จุลินทรีย์จำนวนมากและสารแbewn้อยจะถูกกำจัดทิ้งในถังตกตะกอน ต่อไปกรองผ่านทรายทำให้กำจัดแบคทีเรียได้ 90 % และต่อไปเป็นการทำลายเชื้อโรคโดยเติมคลอรีน ปริมาณที่ใส่ต้องให้มากพอที่จะเหลือเศษของคลอรีนอยู่ 0.2-2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร นอกจากนี้อาจทำลายเชื้อโรคโดยวิธีอื่น เช่น ผ่านโซโนนหรือผ่านรังสีอัลตราไวโอเลต

การทำน้ำให้บริสุทธิ์นี้จะต้องกำจัดแร่ธาตุบางอย่างที่ทำให้กระด้างออกໄປและปรับ pH ให้เหมาะสม กำจัดสี กลิ่น รสที่ไม่ต้องการและเติมฟลูออไรด์เพื่อป้องกันฟันผุ (นงลักษณ์ สุวรรณพินิจและปรีชา สุวรรณพินิจ, 2544)

2.4 ประเภทของน้ำที่ใช้ในการบริโภค

1.น้ำดื่ม (drinking water) เป็นน้ำที่มาจากการแหล่งน้ำที่มีคุณภาพดี โดยอาจเป็นน้ำบาดาลหรือน้ำประปาซึ่งผ่านกระบวนการขั้นพื้นฐาน (activated) เพื่อคุณภาพล้วนและผ่านเรซิน (resin) เพื่อลดความกระด้างของน้ำ โดยการจับเกลือแร่ที่มีประจุบวก เช่น แคลเซียมและแมกนีเซียม หลังจากนั้นก็มีเชื้อจุลินทรีย์ที่อาจปนเปื้อนในน้ำ โดยการผ่านแสงอุลตร้าไวโอเลตหรือก๊าซโซโนน

2.น้ำธรรมชาติ (natural water) หรือน้ำแร่ (mineral water) หมายถึงน้ำธรรมชาติที่มาจากแหล่งกำเนิดที่ต่างกัน เช่น น้ำใต้ดิน ซึ่งรวมถึงน้ำพุ น้ำแร่ บ่อน้ำ และน้ำพุที่เจาะขึ้นมาจากการแหล่งน้ำใต้ดิน โดยทั่วไปการผลิตน้ำแร่ไม่มีกระบวนการอื่นใด นอกจากการฆ่าเชื้อโรคตามวิธีเดียวกับน้ำดื่มน้ำแร่จึงมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับแหล่งกำเนิดมาก

3.น้ำกลั่น (purified water) ที่ผลิตในระดับอุตสาหกรรมมีหลายวิธีโดยการกลั่น (distillation) โดยเป็นการต้มน้ำให้เดือดเป็นไออก เมื่อไออกจะกับพื้นผิวที่เย็นก็กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ หรือผลิตโดยการแยกเกลือแร่ออกโดยกราฟฟิลเตอร์ (deionization) หรือไฮเปอร์ฟิลเตอร์ (hyperfilter) ซึ่งหลังจากการกรองเพื่อคุณภาพด้วยถ่านแล้วก่อการกรองด้วยวัสดุที่รูปขนาดเล็กกว่าอะตอมของแร่ธาตุชนิดทำให้แร่เหล่านั้นถูกกรองออกจากน้ำกลั่น ไม่ว่าจะได้มาจากวิธีการใดก็มีความบริสุทธิ์อย่างมาก (อารี อ่องสมหวัง, 2541)

2.5 จุลินทรีย์ในน้ำ

น้ำดื่มน้ำบริโภคส่วนใหญ่เป็นน้ำจากผู้คนตามแม่น้ำลำคลองหรือทะเลสาบ จุลินทรีย์มีโอกาสที่จะปะปนลงในน้ำเหล่านี้จำนวนมาก การตั้งบ้านเรือนอยู่ริมแหล่งน้ำแล้วปล่อยน้ำ

โสโตรกลงไปหรือปล่อยน้ำเสียจากโรงงานต่างๆ ลงไปอาจทำให้น้ำนั้นเน่าเสียได้เร็วขึ้น จึงควรมีการควบคุมการตั้งบ้านเรือนหรือโรงงานใกล้แหล่งน้ำ โดยเฉพาะในอนาคตเมื่อชุมชนขยายตัวใหญ่ขึ้นปัญหา แหล่งน้ำเสีย ทำให้น้ำดื่มน้ำบริโภคไม่เพียงพอจะเป็นปัญหาใหญ่ เพราะชุมชนหนาแน่นย่อมมีการใช้น้ำมากขึ้น และมีน้ำทิ้งมากขึ้นน้ำทิ้งหากจัดการไม่ถูกวิธีก็จะหลอกับไปบังแหล่งน้ำที่ใช้ทำเป็นน้ำดื่มและน้ำบริโภคได้ หากมีจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคหลายชนิดสามารถแพร่กระจายผ่านน้ำได้ โรคที่ถ่ายทอดผ่านน้ำมักเป็นโรคที่เกี่ยวข้องกับระบบทางเดินอาหาร เช่น อหิวาตโรค (vibro cholerae) บิค (shigella dysenteriae) ไทฟอยด์ (salmonella typhi) โบตูลิซึม (clostridium botulinum) ซึ่งจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคจะอยู่ในอุจจาระหรือปัสสาวะของคนป่วย เมื่อมีการกำจัดของเสียเหล่านี้ไม่ถูกต้องก็จะปะปนเข้าไปในแหล่งน้ำบริโภคได้ ดังนั้นน้ำที่ใช้ดื่มน้ำบริโภคควรจะมีการทำให้น้ำสะอาดปราศจากจุลินทรีย์ที่ก่อโรค โดยทำ water purification และน้ำโสโตรกี กรรมการทำลายจุลินทรีย์ก่อน (sewage treatment) จึงจะปล่อยน้ำลงสูแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

น้ำดื่ม (drinking water) หมายถึง น้ำสะอาด ปราศจากจุลินทรีย์ที่เป็นเชื้อโรคและปราศจากสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ส่วนน้ำเสีย (non potable water or polluted water) เป็นน้ำทิ้งจากบ้านเรือนหรือโรงงาน ในการทำน้ำให้สะอาดเหมาะสมสำหรับดื่มจะต้องดำเนินการ เชื้อโรค และสารเคมีที่เป็นพิษ ถ้าเป็นน้ำไดคิน เช่น น้ำบ่อ น้ำบาดาลที่ใช้ตามหมู่บ้านมักจะปราศจากจุลินทรีย์ รวมถึงการกรองโดยชั้นดินและหินแล้ว แต่ต้องเลือกแหล่งน้ำที่ห่างไกลจากที่ทิ้งน้ำเสียของหมู่บ้านและก่อสัตว์

ถ้าเป็นน้ำผิดนิตามหมู่บ้านควรมีการกรองหรือต้มก่อน สำหรับน้ำที่ใช้ตามชุมชนใหญ่ๆ วิธีการทำให้สะอาดปราศจากจุลินทรีย์นั้นต้องมีกระบวนการการทำเป็นพิเศษ (สมศรี ศิริพิทยาภูร, ม.ป.ป)

2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จำเนียร จิรพิทักษ์กุล (2529) สฤทธิ์ ใจน์สกุลพานิช (2527) และอาณัต มะแฉ เกียน (2541) รายงานว่า น้ำดื่มจากร้านค้าและจุดบริการต่างๆ ภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จากการวิเคราะห์พบว่า น้ำดื่มส่วนใหญ่ไม่ได้มาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 36 พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดน้ำบริโภค และเครื่องดื่มที่เป็นอาหารควบคุม

แฉล้ม จันทร์ศรี และคณะ (2533) ศึกษาคุณภาพอาหารทางด้านจุลชีววิทยาโดยตรวจอาหารสำเร็จรูป น้ำดื่มและภาชนะจากร้านอาหาร ในเขตพระโขนง กรุงเทพมหานคร จำนวน 100 ตัวอย่าง จากร้านอาหาร 109 ร้าน เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบนค์ที่เรียกว่าโคลิฟอร์ม

และเชื้อก่อโรคทางเดินอาหารบางตัว ผลการทดลองพบว่า อาหาร นำดีม์ และภาชนะมีเชื้อแบคทีเรีย หั้งหมด และแบคทีเรีย โคลิฟอร์มเกินมาตรฐาน โดยภาชนะมีการปนเปื้อนมากที่สุด

ณรงค์ ณ.เชียงใหม่ (2520) ซึ่งได้ตรวจตัวอย่างนำดีม์หั้งหมด 100 ตัวอย่าง พบร่วมกับ 16 ตัวอย่างเท่านั้นที่ได้มาตรฐาน standard plate count คิดร้อยละ 16 นอกนั้นร้อยละ 84 ต่ำกว่า มาตรฐาน พบ *E. coli* 39 ร้าน คิดเป็นร้อยละ 39 ซึ่งผลการทดสอบพบว่า ร้านจำหน่ายอาหารและ เครื่องดื่มภายในเขตเทศบาลหาดใหญ่ทั้งร้านที่ได้รับการอบรมกับร้านที่ยังไม่เคยรับการอบรมให้ ความรู้เรื่องการสุขาภิบาลอาหารด้านโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ไม่แตกต่างกันเลย

ทิวทัศน์ จันตะมงคล (2541) ตรวจหาแบคทีเรียบางชนิดในอาหาร นำดีม์ และ ร้านอาหารภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ โดยเก็บตัวอย่างอาหารปูรุ่งสำเร็จรูป 1 ชนิด จำนวน 10 ตัวอย่าง เครื่องดื่มบรรจุถุงพลาสติก 14 ชนิด จำนวน 30 ตัวอย่าง และภาชนะต่างๆ รวม 40 ตัวอย่างจากร้านอาหาร 9 ร้าน พบร่วมกับจำนวนแบคทีเรียหั้งหมดของอาหารและเครื่องดื่มอยู่ในช่วง $3.10 - 1.65 \times 10^6$ เชลล์/กรัมอาหาร และพบ $0-4900$ เชลล์/ภาชนะ 1 ชิ้น จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม และพีคัลโคลิฟอร์มในอาหารและเครื่องดื่มอยู่ในช่วง 0-มากกว่า 240 เชลล์/กรัมอาหาร และต่อ เครื่องดื่ม 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนภาชนะพบว่า จำนวนแบคทีเรียโคลิฟอร์ม ร้อยละ 50 และ พบ *vibrio cholerae* และ *V.parahaemolyticus* จำนวน ร้อยละ 40 และ 20 ตามลำดับ

ปิยะรัตน์ อภิวัฒนาภูมิ (2547) รายงานว่าจากการเก็บตัวอย่างนำดีม์จำนวน 24 ตัวอย่าง ในช่วงเดือนตุลาคม 2547 ถึงเดือนกุมภาพันธ์ 2548 มาตรวัดแบคทีเรียตัวชี้วัด เพื่อประเมิน คุณภาพของตัวอย่างที่นำมาตรวจพบว่าตัวอย่างนำดีมีการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียที่เกินมาตรฐาน ร้อยละ 48.8 โดยตัวอย่างนำดีมีการปนเปื้อนแบคทีเรียในปริมาณที่เกินมาตรฐาน คือ total bacterial count (TBC) ร้อยละ 90.9 และ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย ร้อยละ 27.3 ตามลำดับ

วัลลีย์ ปรีชาวดีภานุกูล (2526) รายงานว่าจำนวนแบคทีเรียหั้งหมดที่ตรวจพบใน นำดีม์ที่สุ่มตัวอย่างจากร้านค้าภายในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ มีค่าเท่ากับ 6.65×10^3 CFU/ml ค่า MPN เฉลี่ยของ โคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่ากับ 39.58 และค่า MPN เฉลี่ย ของพีคัลโคลิฟอร์ม แบคทีเรียเท่ากับ 1.56

ใหม่ ตัน และสตีรินทร์ เวศกิจกุล (2525) รายงานว่าคุณภาพนำดีม์และสมรรถนะและ ระบบประปาด้านแบคทีเรีย ในมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ คุณภาพของนำดีมี นีปริมาณแบคทีเรียและ โคลิฟอร์มจำนวนมาก ทั้งนี้เนื่องจากมีฝนตกในช่วงเวลานี้ แต่มีผ่าน กระบวนการประปาจะดับของแบคทีเรียและ โคลิฟอร์มลดลงมาอยู่ในระดับเดียวกัน ซึ่งอยู่ในมาตรฐาน นำดีม์ของกรมวิทยาศาสตร์กระทรวงสาธารณสุข

บทที่ 3

วิธีการวิจัย

3.1 พื้นที่ศึกษา

พื้นที่ศึกษา คือ เครื่องทำน้ำเย็นที่อยู่ในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา โดยเก็บตัวอย่าง นำค่ามีจากเครื่องทำน้ำเย็น 20 จุดบริการ โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง เป็นระยะเวลา 2 เดือน คือ พฤษภาคม และมิถุนายน ดังต่อไปนี้ (ดังตารางที่ 3.1)

ตารางที่ 3.1 จุดเก็บตัวอย่างนำค่ามีจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

จุดเก็บตัวอย่าง	อาคาร
จุดบริการที่ 1	อาคาร 4 ชั้น 2
จุดบริการที่ 2	อาคาร 4 ชั้น 3
จุดบริการที่ 3	อาคาร 8 ชั้น 2
จุดบริการที่ 4	อาคาร 9 ชั้น 2
จุดบริการที่ 5	อาคาร 10 ชั้น 2
จุดบริการที่ 6	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 1
จุดบริการที่ 7	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 2
จุดบริการที่ 8	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 3
จุดบริการที่ 9	ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 4
จุดบริการที่ 10	อาคารเทคโนโลยีการยางและพอดิเมอร์
จุดบริการที่ 11	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศชั้น 4
จุดบริการที่ 12	สำนักวิทยบริการและเทคโนโลยีสารสนเทศชั้น 5
จุดบริการที่ 13	อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1
จุดบริการที่ 14	อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2
จุดบริการที่ 15	อาคาร 48 ชั้น 2
จุดบริการที่ 16	อาคาร 48 ชั้น 4
จุดบริการที่ 17	อาคาร 48 ชั้น 6
จุดบริการที่ 18	อาคาร 3 ชั้น 2
จุดบริการที่ 19	อาคาร 3 ชั้น 2
จุดบริการที่ 20	อาคาร 2 ชั้น 2

3.2 ວັດຖະແລະອຸປະກຣຜົນ

3.2.1 ສາຮເຄມື

1. Lactose Broth
2. EC medium
3. BGLB
4. EMB Agar
5. ກຣດ ເອົ້ບີ່ນ ໄດ້ອາມືນ ເຕຕະຮິຕິກ (EDTA di-Sodium Salt: $C_{10}H_{16}N_2O_8$)
6. ແມກນີ້ເຊີຍມັກພຶກ (magnesium sulfate: $MgSO_4 \cdot 7H_2O$) ທີ່ໄດ້ມັກນີ້ເຊີຍມັກລອ
ໄຣດ້ $MgCl_2 \cdot 6H_2O$)
7. ແອມໂມນີ້ເຊີຍໄໝຄຣອກໄໝດ້ (Ammonium hydroxide: NH_4OH)
8. ຜົມໂອໂຄຣມ ແບລັກ ທີ່ອິນດິເຄເທອຣ໌ (Eriochrome Black T Indicator)
9. ແຄດເຊີຍມາຮັບອຸນເນຕ (Calcium Carbonate: $CaCO_3$)
10. ກຣດໄຫໂໂຄຣຄລອຣິກ (Hydrochloric acid: HCl)
11. ເມທີ່ຈິວເຣດ Methyl red Indicator

3.2.2 ອຸປະກຣຜົນແລະເກົ່າງມືອ

1. ຫລອດທດລອງບනາດ 20 150 ມິລັດິມີຕຣ
2. ຫລອດດັກກຳ້າ (durhams's tube)
3. ປີເປີຕະບັດ 10 ແລະ 1 ມິລັດິລີຕຣ
4. ຕະເກີບແລກອອສອດ໌
5. ທ່ວງເຂີຍເຊື້ອ (wire loop)
6. ຕະເກຽງວາງກລອດທດລອງ
7. ໄນເຈົ້າໄຟ
8. ອຸງພລາສົດິກພຣ້ອມຍາງຮັດ
9. ສຳເຖິງ
10. ນຳກລັ້ນ
11. ຂວດສື່ชาວັດໄພລືເອທີ່ລືນ (polyethylene)

3.3 การเก็บตัวอย่าง

เก็บตัวอย่างน้ำดื่ม โดยใช้ขวดโพลีเอทธิลีน (polyethylene) ขนาด 500 มิลลิลิตร ที่ถังสะสม ปิดฝาให้สนิท และขาดสีชาที่ผ่านการฆ่าเชื้อโดยการอบที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส หรือถังคั่วขยะก่อซอร์ปิดฝาสนิท สำหรับพารามิเตอร์ที่ทำการวัด ณ จุดเก็บตัวอย่าง คือ pH และ อุณหภูมิ ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ นำมาวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ แต่พารามิเตอร์ทางด้านชีววิทยา แข็งเย็นที่ 4 องศาเซลเซียส เพื่อทำการวิเคราะห์ในวันต่อไป

3.4. วิธีการวิเคราะห์

1. ความขุ่น ตรวจวัดโดยเครื่อง Turbidity meter
2. อุณหภูมิ ตรวจวัดโดยเครื่อง Thermometer
3. ความนำไฟฟ้า ตรวจวัดโดยเครื่อง Conductivity meter
4. ค่าความเป็นกรด–ด่าง ตรวจวัดโดยเครื่อง pH meter
5. ความกระด้างทึบหมด วิเคราะห์วิธีไตรเตรตชัน
6. แบนค์ทีเริยกลุ่มโคลิกฟอร์มทึบหมด วิเคราะห์วิธีเอ็มพีเอ็น
7. แบนค์ทีเริยกลุ่มอีโคไล วิเคราะห์วิธีเอ็มพีเอ็น

บทที่ 4

ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

ผลการตรวจวัดคุณภาพน้ำคั่งจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา จำนวน 20 จุดเก็บตัวอย่าง ซึ่งทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2552 พารามิเตอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดคุณภาพน้ำ คือ คุณลักษณะทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี และคุณลักษณะทางชีววิทยา รายละเอียดดังนี้

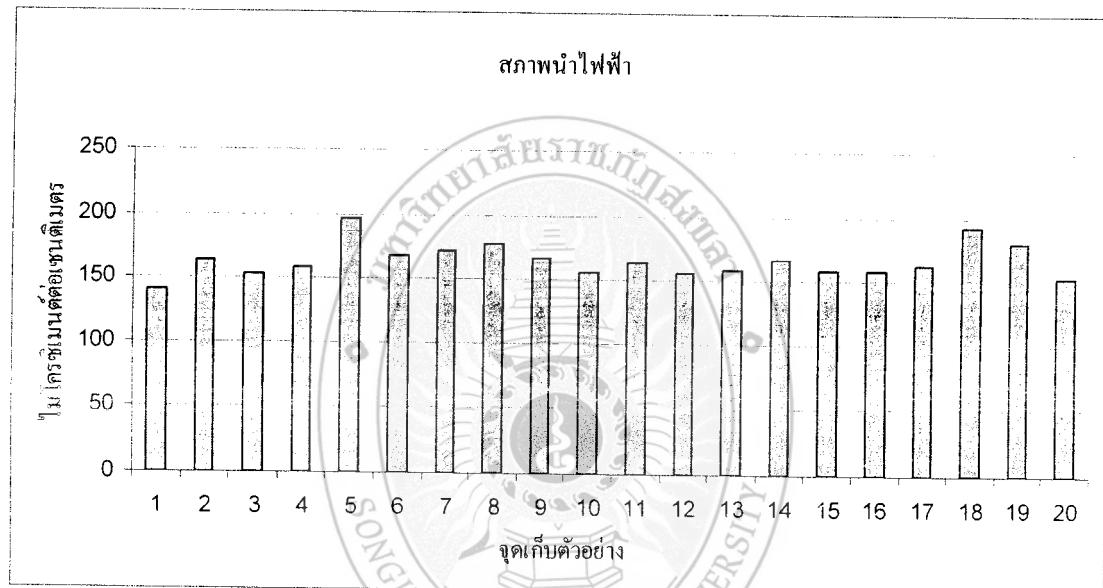
ตารางที่ 4.1 ค่าเฉลี่ยของ สภาพกรด-ด่าง (pH) อุณหภูมิ สภาพนำไฟฟ้า ความชุ่น และความกระด้าง

จุดเก็บตัวอย่าง	ค่าเฉลี่ย				
	pH	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	สภาพนำไฟฟ้า (ไมโครโอมิเตอร์ต่อ เซนติเมตร)	ความชุ่น (NTU)	ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อ ลิตร)
1. อาคาร 4 ชั้น 2	7.28	22.60	141.10	0.391	27
2. อาคาร 4 ชั้น 3	7.36	22.30	163.25	0.687	59
3. อาคาร 8 ชั้น 2	7.16	20.95	153.05	0.575	15
4. อาคาร 9 ชั้น 2	7.17	20.80	158.45	0.739	43
5. อาคาร 10 ชั้น 2	7.27	22.60	197.40	0.721	26
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	7.15	19.90	167.45	1.476	39
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	6.54	22.70	171.45	1.201	107
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	7.40	20.25	177.70	0.754	24
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	7.37	23.95	167.30	0.540	34
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	7.20	20.00	155.40	0.759	77
11. ห้องสมุด ชั้น 4	7.46	19.60	164.05	0.796	25
12. ห้องสมุด ชั้น 5	7.49	19.95	156.35	0.577	24
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	7.43	23.95	159.90	0.456	42
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	7.48	23.30	166.10	0.626	24
15. อาคาร 48 ชั้น 2	7.13	22.25	159.10	1.760	21
16. อาคาร 48 ชั้น 4	6.61	21.70	158.55	1.802	21
17. อาคาร 48 ชั้น 6	6.81	22.80	162.55	1.226	10
18. อาคาร 3 ชั้น 2	8.16	21.45	192.30	0.893	18
19. อาคาร 3 ชั้น 3	7.40	23.10	179.80	0.828	15
20. อาคาร 2 ชั้น 2	7.49	22.20	152.50	0.536	19
ค่าเฉลี่ย	7.27	21.99	165.19	0.87	55.7

4.1 คุณลักษณะทางกายภาพ

4.1.1 สภาพนำไฟฟ้า (conductivity)

สภาพนำไฟฟ้าของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว. มีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 197.4 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 141.1 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ดังภาพที่ 4.1

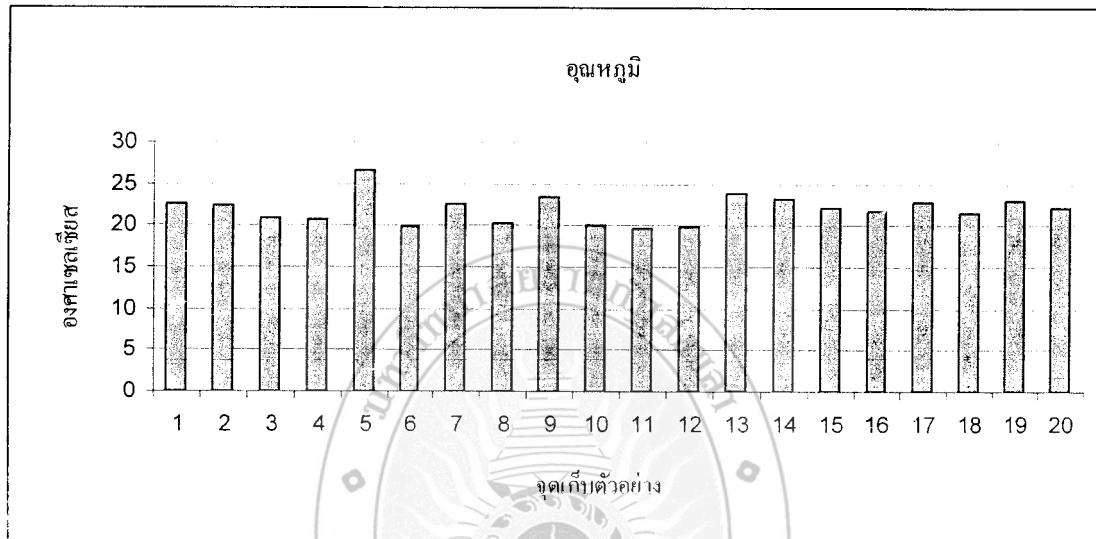


ภาพที่ 4.1 ค่าสภาพนำไฟฟ้าเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงหรือต่ำไม่ส่งผลต่อคุณภาพน้ำโดยตรง ถ้าค่าสภาพนำไฟฟ้าสูงทำให้ไอออนในน้ำสูง ส่งผลต่อการกัดกร่อน เมื่อค่าสภาพนำไฟฟ้ายิ่งสูงทำให้ความรุนแรงของการกัดกร่อนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้เครื่องทำน้ำเย็นเสื่อมสภาพเร็ว และทำให้เครื่องทำน้ำเย็นสูญเสียความสามารถในการทำงาน แล้วยังทำให้เกิดสนิม เมื่อดื่มน้ำข้าไปสนิมจะสะสมในร่างกายทำให้เกิดโรคต่างๆ ตามมา (กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2539)

4.1.2 อุณหภูมิ (temperrater)

อุณหภูมิของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบวมีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 หอสมุด ชั้น 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.6 องศาเซลเซียส ดังภาพที่ 4.2



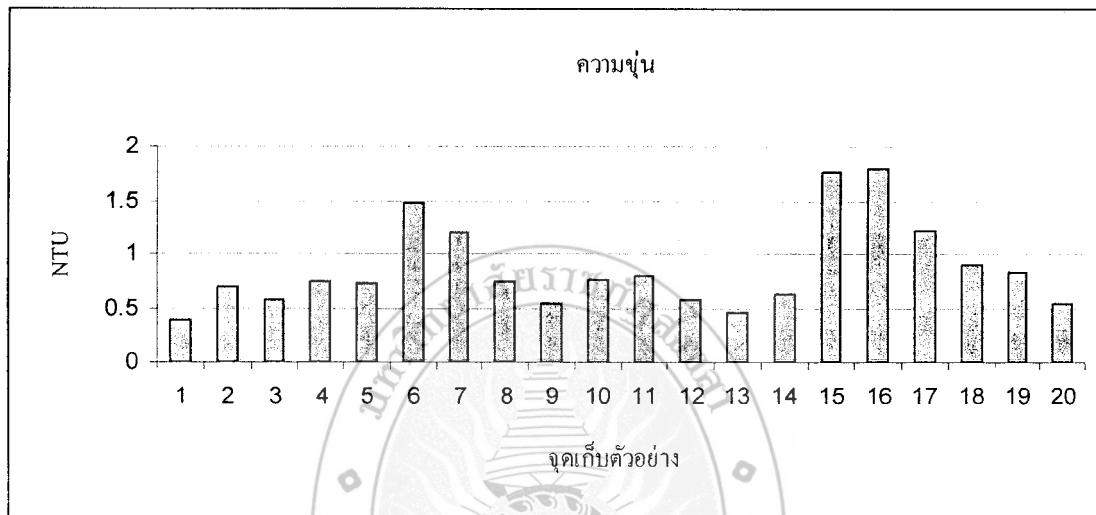
ภาพที่ 4.2 ค่าอุณหภูมิเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำไม่มีผลต่อคุณภาพน้ำดื่มโดยตรง แต่ส่งผลกระทบแบบที่เรียกว่าโคลีฟอร์ม ฟิคัล โคลิฟอร์ม และอีโคไอล เมื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ในน้ำที่อุณหภูมิ 15-45 องศาเซลเซียส (<http://science.kmutt.ac.th>)



4.1.3 ความชุ่น (turbidity)

ความชุ่นของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงห์ลา พบวมีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.80 NTU ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39 NTU ดังภาพที่ 4.3



ภาพที่ 4.3 ค่าความชุ่นเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงห์ลา

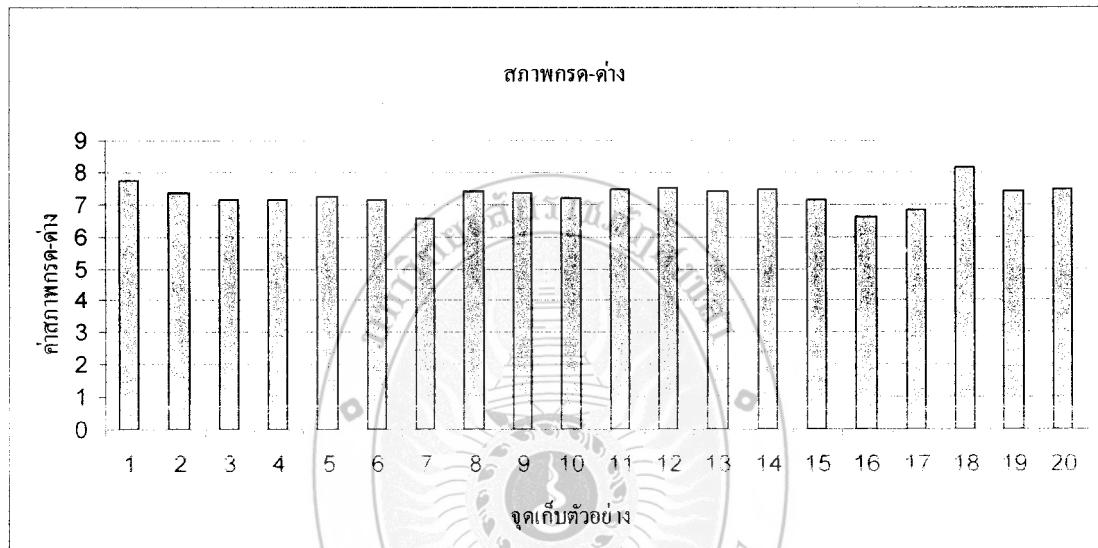
ค่าความชุ่นของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นทุกตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก ถ้าความชุ่นสูงจะพบสารพิษ เหล็ก แมลงวนิช อยู่มาก ธาตุเหล็กและแมลงวนิชจะทำให้น้ำมีสี มีรสไม่น่าดื่ม ทำให้เกิดคราบสนิม และแบคทีเรียที่อ้าศัยเหล็ก และแมลงวนิช เป็นแหล่งพลังงานในการดำรงชีวิต เมื่อมีธาตุเหล่านี้อยู่ในน้ำก็จะเจริญเติบโต ทำให้น้ำชุ่นได้ (กรมอนามัยกระทรวงสาธารณสุข, 2539)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็นบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบวมีค่าความชุ่นเฉลี่ย 0.37 NTU และ 0.37 NTU ตามลำดับ (บริษัท เอ็นบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนนศักดิ์ชัยมนินทร์, มปป.) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงห์ลา มีค่าเฉลี่ย 0.87 NTU

4.2 คุณลักษณะทางเคมี

4.2.1 สภาพกรด-ด่าง (pH)

สภาพกรด-ด่างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่าค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.16 ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.54 ดังภาพที่ 4.4



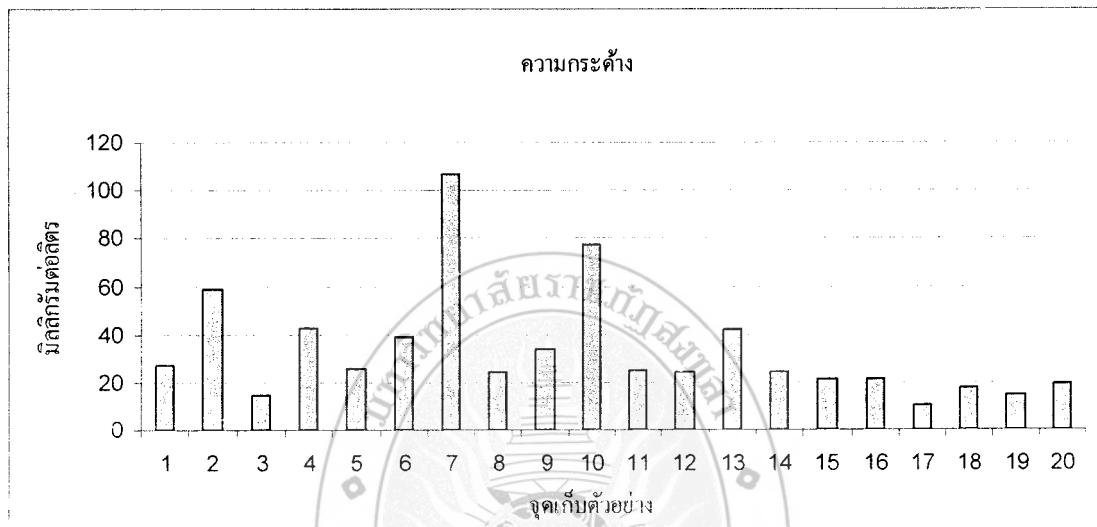
ภาพที่ 4.4 ค่าสภาพกรด-ด่างเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าสภาพกรด-ด่างของน้ำทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก ถ้าสภาพกรด-ด่าง ต่ำทำให้น้ำเป็นกรด ส่งผลให้น้ำมีรสเปรี้ยว เมื่อต่ำน้ำที่มีรสเป็นกรดมากๆ ทำให้ปวดท้อง กัดกระเพาะอาหารทะลุ ถ้าสภาพกรด-ด่าง สูงทำให้น้ำเป็นเบส ส่งผลให้น้ำมีรสขม ไม่น่าบริโภค (ธงชัย พรมสวัสดิ์ และวิญญาณ์ลักษณ์ วิสุทธิ์, 2540)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มน้ำประจําปี 2552 บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มน้ำประจําปี 2552 พบว่ามีค่าสภาพกรด-ด่าง เฉลี่ย 7.5 และ 7.26 ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนนศักดิ์ ชัยมินทร์, นปป.) ซึ่งมีค่าสภาพกรด-ด่างใกล้เคียงกันกับน้ำดื่มน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่าเฉลี่ย 7.27

4.2.2 ความกระด้าง (hardness)

ความกระด้างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนวณว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 107 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ค่าความกระด้างเฉลี่ยของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ค่าความกระด้างทุกตัวอย่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ถ้าความกระด้างสูงน้ำจะมีสารพิษแผลเชื้อ แมลงนีเชื้อ เหล็ก และแมลงกานิสอยู่มาก มีผลต่อสชาติของน้ำ ทำให้น้ำมีสีและรสไม่น่าดื่ม และเกิดตะกรันในระบบท่อส่งน้ำ เมื่อดื่มเข้าไป ทำให้เกิดโรคนิวได้ (เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์, 2537)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็นบีเค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มน้ำบรรจุปิดสนิท พนวณว่ามีค่าความกระด้างเฉลี่ย 64 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 68 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (บริษัท เอ็นบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนนศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) ซึ่งมีค่าสูงกว่าน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา มีค่าเฉลี่ย 55.7 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 คุณลักษณะทางชีววิทยา

4.3.1 ฟิคัลโคลิฟอร์มแบบที่เรีย

ตารางที่ 4.2 การตรวจวิเคราะห์ฟิคัลโคลิฟอร์มแบบที่เรีย

จุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนฟิคัลโคลิฟอร์ม		ผลตามเกณฑ์ มาตรฐาน
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1. อาคาร 4 ชั้น 2	<3	>2400	ไม่ได้มาตรฐาน
2. อาคาร 4 ชั้น 3	<3	<3	ได้มาตรฐาน
3. อาคาร 8 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
4. อาคาร 9 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
5. อาคาร 10 ชั้น 2	<3	>2400	ไม่ได้มาตรฐาน
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	7	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	4	4	ไม่ได้มาตรฐาน
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	460	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	4	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	210	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
11. หอสมุด ชั้น 4	<3	4	ไม่ได้มาตรฐาน
12. หอสมุด ชั้น 5	<3	<3	ได้มาตรฐาน
13. อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1	23	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
14. อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2	9	<3	ไม่ได้มาตรฐาน
15. อาคาร 48 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
16. อาคาร 48 ชั้น 4	<3	<3	ได้มาตรฐาน
17. อาคาร 48 ชั้น 6	<3	<3	ได้มาตรฐาน
18. อาคาร 3 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน
19. อาคาร 3 ชั้น 3	<3	<3	ได้มาตรฐาน
20. อาคาร 2 ชั้น 2	<3	<3	ได้มาตรฐาน

การวิเคราะห์หาฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลา พนว่าค่า MPN จะมีค่าตั้งแต่ <3 ถึง $>2,400$ เชลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อ นำค่า MPN ดังกล่าวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก พนว่า น้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลา จำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐาน คุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก และจำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างไม่ได้ มาตรฐานคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 อาคาร 10 ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ หอสมุด ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1 และอาคาร เทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2 ดังตารางที่ 4.2 และรายละเอียดดังภาคผนวก ง

การปนเปื้อนของฟีคัลโคลิฟอร์ม 10 จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกได้ว่าแหล่งน้ำนั้น ปนเปื้อนโดยอุจจาระของคนและสัตว์เลี้ยดอุ่น และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มอาจเกิดจากปัจจัย ทางด้านข้อบกพร่องของอุปกรณ์ผลิตน้ำดื่ม เช่น เครื่องกรองน้ำ ท่อจ่ายน้ำ และปนเปื้อนจากสภาวะ แวดล้อมภายนอกของเครื่องทำน้ำเย็นก็ได้ เช่น จากแหล่งน้ำที่นำมากำหนด

<http://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php>

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัย การตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็น บี เค จำกัด มหาชน งานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มน้ำบรรจุบOTTLE สดนิท และงานวิจัยการตรวจหา ฟีคัลโคลิฟอร์มในน้ำดื่มสารเคมี ภายในสถาบันราชภัฏสังขลา พนว่ามีค่าฟีคัลโคลิฟอร์ม <1.1 MPN/100ml และ $<1.1->23$ MPN/100ml $<2-5$ เชลล์ต่อ 100 มิลลิลิตร ตามลำดับ (บริษัท เอ็นบีเค จำกัด มหาชน, 2552 ถนนศักดิ์ ชัยมินทร์, นนทบุรี, และช่องทาง แก้วสาร และวัชรากรณ์ พระราม 9, 2545) ซึ่งมีค่าฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียใกล้เคียงกันกับน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสังขลา มีค่า $<3-<2$ MPN/100ml

4.3.2 อีโคไอล

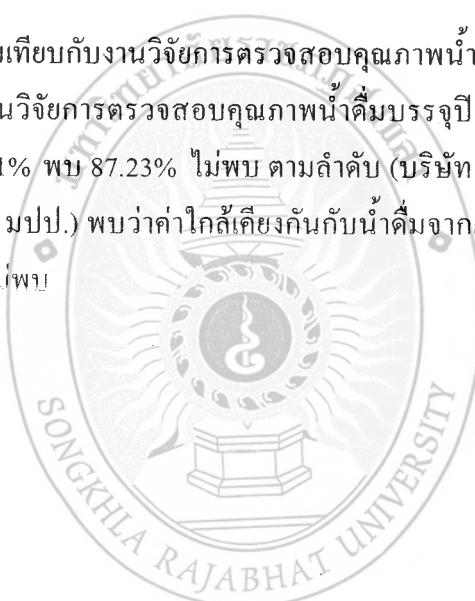
ตารางที่ 4.2 การตรวจวิเคราะห์อีโคไอล (escherichia coli)

ชุดเก็บตัวอย่าง	จำนวนอีโคไอล		ผลตามเกณฑ์มาตรฐาน
	ครั้งที่1	ครั้งที่2	
1. อาคาร 4 ชั้น 2	ไม่พบ	พบ	ไม่ได้มาตรฐาน
2. อาคาร 4 ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
3. อาคาร 8 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
4. อาคาร 9 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
5. อาคาร 10 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	พบ	ไม่พบ	ไม่ได้มาตรฐาน
11. หอสมุด ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
12. หอสมุด ชั้น 5	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
15. อาคาร 48 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
16. อาคาร 48 ชั้น 4	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
17. อาคาร 48 ชั้น 6	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
18. อาคาร 3 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
19. อาคาร 3 ชั้น 3	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน
20. อาคาร 2 ชั้น 2	ไม่พบ	ไม่พบ	ได้มาตรฐาน

การวิเคราะห์หาอีโคไอลของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พบว่า น้ำดื่มจำนวน 18 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก และ จำนวน 2 จุดเก็บตัวอย่าง ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลก คือ จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 และจุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ พบการปั้นเปื้อนของอีโคไอล ดังตารางที่ 4.3

การปั้นเปื้อนของอีโคไอล 2 จุดเก็บตัวอย่าง อาจบอกได้ว่าแหล่งน้ำนั้นปนเปื้อนโดย อุจาระของคนและสัตว์เลี้ยดอุ่น และแบคทีเรียที่ปนเปื้อนในน้ำดื่มน้ำอาจเกิดจากปัจจัยทางด้าน ข้อบกพร่องของอุปกรณ์ผลิตน้ำดื่ม เช่น เครื่องกรองน้ำ ท่อจ่ายน้ำ และปนเปื้อนจากสภาวะแวดล้อม ภายนอกของเครื่องทำน้ำเย็นก็ได้ เช่น จากแหล่งน้ำที่นำมาทำน้ำดื่ม (<http://th.wikipedia.org/wiki>)

เมื่อเปรียบเทียบกับงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มประจำปี 2552 บริษัท เอ็ม บี เค จำกัด มหาชน และงานวิจัยการตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มบรรจุปิดสนิท พบว่ามีค่าอีโคไอล 0% พบ 100% ไม่พบ และ 8.51% พบ 87.23% ไม่พบ ตามลำดับ (บริษัท เอ็มบีเค จำกัด มหาชน, 2552 และถนนศักดิ์ ชัยมินทร์, มปป.) พบว่าค่าไคล์เดียมกันกับน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัย ราชภัฏสงขลา 10 พบ 80 ไม่พบ



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 ผลการวิจัย

5.1.1 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพ

ค่าสภาพนำไฟฟ้าของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนว่า มีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 197.4 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 141.1 ไมโครซิเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าสภาพนำไฟฟ้าไม่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กร อนามัยโลก แต่ก็ไม่ควรมีค่ามากเกินไป เพราะจะทำให้เครื่องทำน้ำเย็นเสื่อมสภาพเร็ว และทำให้เครื่องทำน้ำเย็นสูญเสียความสามารถในการทำงาน แล้วยังทำให้เกิดสนิม ค่าอุณหภูมิของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ห้องสมุด ชั้น 4 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 26.6 องศาเซลเซียส ค่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำไม่เพียงต่ำคุณภาพน้ำดื่ม โดยตรง แต่ส่งผลกับแบคทีเรียพวง โคลีฟอร์ม พีคลัสโคลิฟอร์ม และอีโคไล เนื่องจากแบคทีเรียเหล่านี้สามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ต่ำความชุนของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนว่ามีค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 3 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.80 NTU ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.39 NTU จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความชุนทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลกได้กำหนดไว้ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค

5.1.2 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี

ค่าสภาพกรด-ด่างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนว่า ส่วนค่าสูงสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 8.16 ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 6.54 จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของสภาพกรด-ด่างทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์กรอนามัยโลกได้กำหนดไว้ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค ค่าความกรดด่างของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา พนว่ามีค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 107 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนค่าต่ำสุดอยู่ในจุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6 มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 10 มิลลิกรัมต่อลิตร จะเห็นได้ว่าค่าเฉลี่ยของความกรดด่างทุกจุดเก็บตัวอย่าง อยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลกได้กำหนดไว้ ซึ่งมีความปลอดภัยในการอุปโภคและบริโภค

5.1.3 ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางชีววิทยา

การวิเคราะห์หาค่าฟิล์ต์โคลิฟอร์มแบบที่เรียบของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา พบว่าค่า MPN จะมีค่าตั้งแต่ < 3 ถึง $> 2,400$ เชลต์ต่อ 100 มิลลิลิตร เมื่อนำค่า MPN ดังกล่าวเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก พบว่า น้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา จำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 10 จุดเก็บตัวอย่างไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 อาคาร 10 ชั้น 2 สูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1 สูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2 สูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3 สูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ ห้องสมุด ชั้น 4 อาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 1 และอาคารเทคโนโลยีอุตสาหกรรม 2 ดังนั้นอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ไม่ควรใช้ในการอุปโภคและบริโภค เนื่องจากน้ำดื่มไม่มีความปลอดภัย อาจจะส่งผลอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร ได้ การวิเคราะห์หาอีโคไลของน้ำดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็น มหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลา พบว่า น้ำดื่มจำนวน 18 จุดเก็บตัวอย่าง ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก และจำนวน 2 จุดเก็บตัวอย่าง ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก คือ อาคาร 4 ชั้น 2 และอาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์ ดังนั้นอาคารที่ไม่ได้มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ไม่ควรใช้ในการอุปโภคและบริโภค เนื่องจากน้ำดื่มไม่มีความปลอดภัย อาจจะส่งผลอันตรายต่อระบบทางเดินอาหาร ได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลามีเครื่องทำความสะอาดเสียงอยู่จำนวนหลายเครื่อง มีทั้งเครื่องใหม่ และเครื่องเก่าที่ยังใช้งานอยู่ ดังนั้นทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลามควรที่จะปรับเปลี่ยนเครื่องทำน้ำเย็นใหม่

2. ทางมหาวิทยาลัยราชภัฏสิงขลามควรที่จะจัดการทำความสะอาดเครื่องทำน้ำเย็นอยู่เรื่อยๆ

บรรณานุกรม

จำเนียร จิรพิทักษ์กุล. 2529. การตรวจสอบคุณภาพทางแบนค์ที่เรียนวิทยาของน้ำดื่มในโรงอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาชีวะ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

ณรงค์ ณ เชียงใหม่. 2520. การศึกษาถึงอุบัติการของเชื้อโคลิฟอร์มในน้ำดื่มและภาชนะของร้าน
จำหน่ายอาหารและเครื่องดื่มในเขตเทศบาลเมืองหาดใหญ่ จ.สงขลา.

นันลักษณ์ สุวรรณพินิช และประชา สุวรรณพินิช. 2544 จุลวิทยาทั่วไป พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ:
สำนักพิมพ์ จุฬาลงกรณ์.

มั่นสิน ตันทกุเวศม์. 2538 คู่มือวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
สมศรี ศิริพิทยางกูร จุลชีวะประยุกต์ (ม.ป.ท., ม.ป.ป.)

อา蕊 อ่องสมหวัง. 2541 คู่มือบริโภค ชุด 2 ตรวจสอบคุณภาพน้ำดื่มด้วยตนเองได้อย่างไร ม.ป.ท. บริษัท
พิมพ์คี,

ธนาส มะแគเคียน. 2541 คุณภาพทางแบนค์ที่เรียนวิทยาของน้ำดื่มที่จัดบริการภายใน
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาชีวะ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.,

ออนไลน์เข้าถึงได้จาก <http://www.moomsci.com/mscib/viewtopic.php>

ภาคผนวก ก
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตารางที่ ก-1 เกณฑ์เสนอแนะคุณภาพน้ำบริโภคขององค์การอนามัยโลก ปี พ.ศ. 2547 และ ปี พ.ศ. 2550

ข้อมูล	หน่วยวัด	ค่าที่กำหนด	
		ปี 2547	ปี 2550
ความเป็นกรด - ด่าง	-	6.5 - 8	6.5 – 9
สี	True color Unit	15	16
ความชื้น	เอ็นทีบี เอ็นทีบี	5	5
สารละลายน้ำหมุดที่เหลือจากการระบายน้ำ	มิลลิกรัม / ลิตร	1,000	1,000
ความกระด้าง	มิลลิกรัม / ลิตร	500	500
เหล็ก	มิลลิกรัม / ลิตร	0.3	0.3
แมงกานีส	มิลลิกรัม / ลิตร	0.1	0.1
ทองแดง	มิลลิกรัม / ลิตร	1	1
สังกะสี	มิลลิกรัม / ลิตร	4	4
ตะกั่ว	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
โครเมียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.05	0.05
แแคดเมียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.003	0.003
สารหนู	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
ปรอท	มิลลิกรัม / ลิตร	0.001	0.001
ซัลเฟต (Na_2SO_4)	มิลลิกรัม / ลิตร	250	250
ซัลเฟต (CaSO_4)	มิลลิกรัม / ลิตร	1,000	1,000
คลอร์ไรด์	มิลลิกรัม / ลิตร	250	250
ไนเตรต (NO_3^- as NO_3^-)	มิลลิกรัม / ลิตร	50	50

ฟลูออไรด์	มิลลิกรัม / ลิตร	1.5	1.5
คลอรีนอิสระคงเหลือ	มิลลิกรัม / ลิตร	0.6 - 1.0	0.6 - 1.1
แบคทีเรียปะเทาโคลิฟอร์ม	เอ็มพีเอ็น / 100 มิลลิลิตร	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
ชี.โคล่าหรือเทอร์โนโซเดอแรนท์โคลิฟอร์มแบคทีเรีย	เอ็มพีเอ็น / 100 มิลลิลิตร	ตรวจไม่พบ	ตรวจไม่พบ
แบเรียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.7	1.7
ฟินอล	มิลลิกรัม / ลิตร	-	-
ซิลิเนียม	มิลลิกรัม / ลิตร	0.01	0.01
เงิน	มิลลิกรัม / ลิตร	0.005	0.005
oglumineym	มิลลิกรัม / ลิตร	0.2	0.2
เอ.บี.เอ.ส (Alkylbenzene Sulfonate)	มิลลิกรัม / ลิตร	-	-
ไซยาไนด์	มิลลิกรัม / ลิตร	0.07	0.07

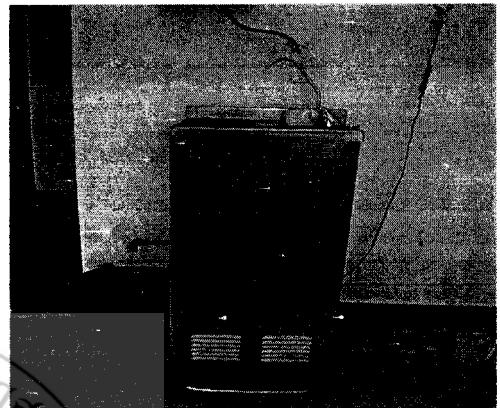


ภาคผนวก ข

จุดเก็บตัวอย่าง



ภาพที่ ข -1 จุดเก็บตัวอย่างที่ 1 อาคาร 4 ชั้น 2



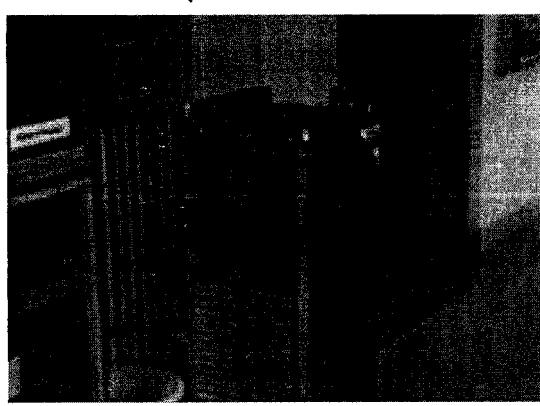
ภาพที่ ข -2 จุดเก็บตัวอย่างที่ 2 อาคาร 4 ชั้น 3



ภาพที่ ข -3 จุดเก็บตัวอย่างที่ 3 อาคาร 8 ชั้น 2



ภาพที่ ข -4 จุดเก็บตัวอย่างที่ 4 อาคาร 9 ชั้น



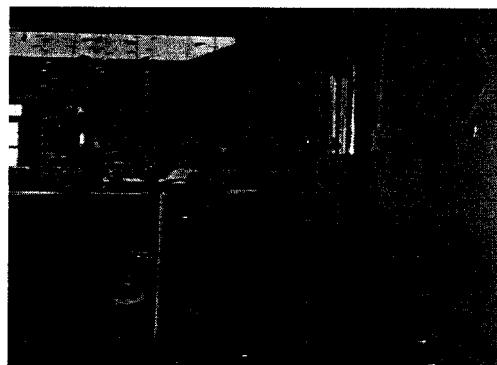
ภาพที่ ข -5 จุดเก็บตัวอย่างที่ 5 อาคาร 10 ชั้น 2



ภาพที่ ข -6 จุดเก็บตัวอย่างที่ 6 ศูนย์วิทยาศาสตร์ชั้น 1



ภาพที่ ข -7 จุดเก็บตัวอย่างที่ 7 ศูนย์วิทยาศาสตร์
ชั้น 2



ภาพที่ ข -8 จุดเก็บตัวอย่างที่ 8 ศูนย์วิทยาศาสตร์
ชั้น 3



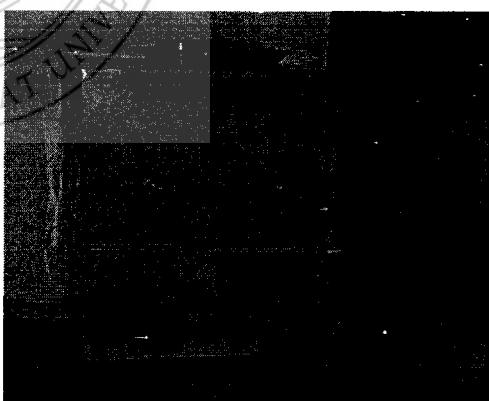
ภาพที่ ข -9 จุดเก็บตัวอย่างที่ 9 ศูนย์วิทยาศาสตร์
ชั้น 4



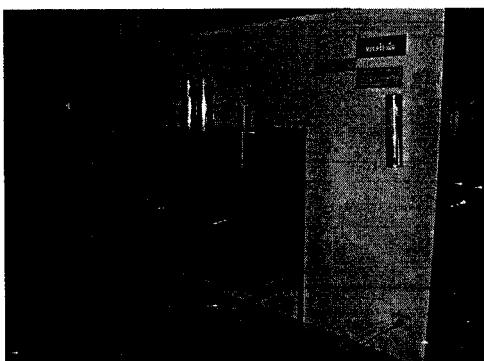
ภาพที่ ข -10 จุดเก็บตัวอย่างที่ 10 อาคารเทคโนโลยี
การยางและพอลิเมอร์



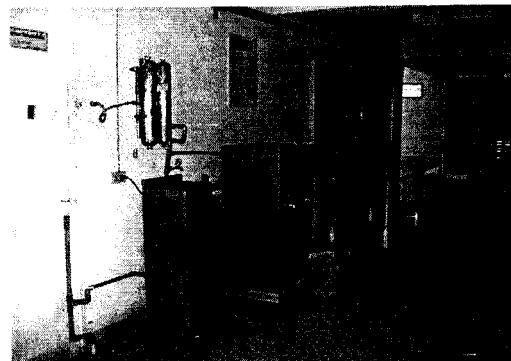
ภาพที่ ข -11 จุดเก็บตัวอย่างที่ 11 ห้องสมุด ชั้น 4



ภาพที่ ข -12 จุดเก็บตัวอย่างที่ 12 ห้องสมุด ชั้น 5



ภาพที่ ข -13 จุดเก็บตัวอย่างที่ 13 อาคารเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม 1



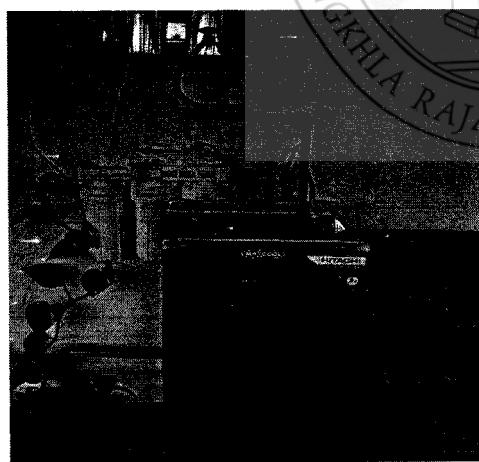
ภาพที่ ข -14 จุดเก็บตัวอย่างที่ 14 อาคารเทคโนโลยี
อุตสาหกรรม 2



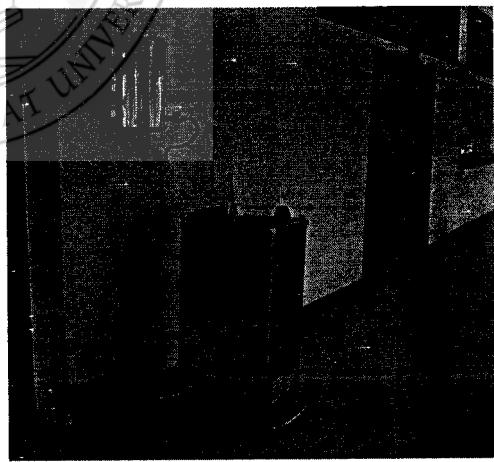
ภาพที่ ข -15 จุดเก็บตัวอย่างที่ 15 อาคาร 48 ชั้น 2



ภาพที่ ข -16 จุดเก็บตัวอย่างที่ 16 อาคาร 48 ชั้น 4



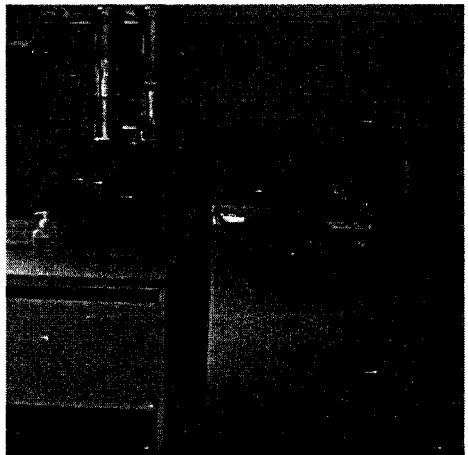
ภาพที่ ข -17 จุดเก็บตัวอย่างที่ 17 อาคาร 48 ชั้น 6



ภาพที่ ข -18 จุดเก็บตัวอย่างที่ 18 อาคาร 3 ชั้น 2



ภาพที่ ข -19 ชุดเก็บตัวอย่างที่ 19 อาคาร 3 ชั้น 3



ภาพที่ ข -20 ชุดเก็บตัวอย่างที่ 20 อาคาร 2 ชั้น 2



ภาคผนวก ๑

ผลการวิเคราะห์คุณภาพนำ้ดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นในมหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ตารางที่ ๑ ผลการวิเคราะห์หาฟีคล็อกลิฟอร์มแบคทีเรีย ในนำ้ดื่มจากเครื่องทำน้ำเย็นภายใน
มหาลัยราชภัฏสงขลา โดยเก็บตัวอย่าง ๒ ครั้ง

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ผลการตรวจหาฟีคล็อกลิฟอร์ม	
	ครั้งที่ ๑ พฤษภาคม	ครั้งที่ ๒ มิถุนายน
1. อาคาร ๔ ชั้น ๒	-	+
2. อาคาร ๔ ชั้น ๓	-	-
3. อาคาร ๘ ชั้น ๒	-	-
4. อาคาร ๙ ชั้น ๒	-	-
5. อาคาร ๑๐ ชั้น ๒	-	+
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น ๑	+	-
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น ๒	+	+
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น ๓	+	-
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น ๔	+	-
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	+	-
11. หอสมุด ชั้น ๔	-	+
12. หอสมุด ชั้น ๕	-	-
13. เทคโนอุตสาหกรรม ๑	+	-
14. เทคโนอุตสาหกรรม ๒	+	-
15. อาคาร ๔๘ ชั้น ๒	-	-
16. อาคาร ๔๘ ชั้น ๔	-	+
17. อาคาร ๔๘ ชั้น ๖	-	-
18. อาคาร ๓ ชั้น ๒	-	-
19. อาคาร ๓ ชั้น ๓	+	-
20. อาคาร ๒ ชั้น ๒	+	-

ตารางที่ ง -2 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก้าชจากการหมักน้ำตาลแลกโภสในอาหาร Lactose broth ที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ในเดือนพฤษภาคม 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	---	---	---
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร 10 ชั้น 2	---	---	---
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	++	++	++
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	++	++	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	+++	+++	+++
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	++-	++-	++-
10. มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา	+++	++-	++-
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	+++	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	++-	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	+++	+++	+++
20. อาคาร 2 ชั้น 2	+++	++-	++-

ตารางที่ ง -3 การเกิดแก๊ซในหลอดคัพก้าจาก การมักน้ำตาลแลกโภสในอาหาร Lactose broth ที่ อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	+++	+++	+++
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร 10 ชั้น 2	+++	+++	+++
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	---	---	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+-	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	---	---	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	---	---	---
11. หอสมุด ชั้น 4	+++	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	---	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	---	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	---	---	---
20. อาคาร 2 ชั้น 2	---	---	---

ตารางที่ ง -4 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าซจากการหมักน้ำตาลแลกโภสในอาหาร EC medium ที่ อุณหภูมิ 44.5+-0.2 องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 1 ในเดือนพฤษภาคม 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	---	---	---
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร 10 ชั้น 2	---	---	---
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	++-	++-	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	++-	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	+++	+++	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. เทคโนการยางและพอลิเมอร์	++-	++-	---
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	+++	++-	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	+++	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	++-	---	---
20. อาคาร 2 ชั้น 2	+++	+++	++-

ตารางที่ ง -5 การเกิดแก๊ซในหลอดดักก๊าชจากการหมักน้ำตาลแลกโถสในอาหาร EC medium ที่ อุณหภูมิ $44.5+0.2$ องศาเซลเซียส ในการเก็บตัวอย่างครั้งที่ 2 ในเดือนมิถุนายน 2552

จุดที่เก็บตัวอย่าง	ปริมาณน้ำตัวอย่าง		
	10 มิลลิลิตร	1 มิลลิลิตร	0.1 มิลลิลิตร
1. อาคาร 4 ชั้น 2	+++	+++	+++
2. อาคาร 4 ชั้น 3	---	---	---
3. อาคาร 8 ชั้น 2	---	---	---
4. อาคาร 9 ชั้น 2	---	---	---
5. อาคาร 10 ชั้น 2	+++	+++	+++
6. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 1	---	---	---
7. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 2	+-	---	---
8. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 3	---	---	---
9. ศูนย์วิทยาศาสตร์ ชั้น 4	---	---	---
10. อาคารเทคโนโลยีการยางและพอลิเมอร์	---	---	---
11. หอสมุด ชั้น 4	---	---	---
12. หอสมุด ชั้น 5	---	---	---
13. เทคโนอุตสาหกรรม 1	---	---	---
14. เทคโนอุตสาหกรรม 2	---	---	---
15. อาคาร 48 ชั้น 2	---	---	---
16. อาคาร 48 ชั้น 4	---	---	---
17. อาคาร 48 ชั้น 6	---	---	---
18. อาคาร 3 ชั้น 2	---	---	---
19. อาคาร 3 ชั้น 3	---	---	---
20. อาคาร 2 ชั้น 2	---	---	---

ภาคผนวก จ

วิธีการวิเคราะห์

1. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านกายภาพ

1.1 ใช้ pH meter ที่สามารถวัดอุณหภูมิของน้ำได้

1.2 ความนำไฟฟ้า (Conductivity)

-ปีเปตตัวอย่างน้ำที่ไม่ได้กรองมา 70 ml

-วัดด้วยเครื่อง Conductivity meter

-บันทึกค่าความนำไฟฟ้าในหน่วย ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร

1.3 ความขุ่น (Turbidity)

-เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมเครื่องตามคู่มือการใช้และวัดความขุ่นของน้ำตัวอย่างตามวิธีของเครื่องนั้นๆ

น้ำตัวอย่างต้องใส่ในเบอร์เจที่เข้ากันดีก่อนเทไปให้ดีด้วยตัวอย่างเพื่อกำหนดความขุ่น

-เครื่องวัดความขุ่นบางรุ่นจะมีสารละลายน้ำมีสี (Stock Standard Turbidity) ความขุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คว่าเสื่อมคุณภาพหรือไม่ โดยเทียบกับสารละลายน้ำมาตรฐานความขุ่นที่เตรียมขึ้น

-ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำเสียก่อน

2. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านเคมี

2.1 การวัดค่าสภาพกรด-ด่าง (pH)

-ปีเปตตัวอย่างน้ำที่ไม่ผ่านการกรองมา 70 ml (ทำ 2 ครั้ง)

-วัดด้วยเครื่อง pH meter

-บันทึกค่า pH ที่ได้จากการวัด (ทศนิยม 1 ตำแหน่ง)

2.2 การวิเคราะห์ความกระด้างทั้งหมด

-ปีเปตน้ำตัวอย่าง 50 ml

-เตรียมแบลงค์โดยใช้น้ำกลั่น 50 ml

-เติมสารละลายน้ำฟเฟอร์ 2 ml ผสมให้เข้ากัน

- อีริโอโครัม แบล็ค์ ที่ อินดิเคเตอร์ 0.4 mg หรือพียงเดกน้อย
- ไทด์เตรตด้วยสารละลายมาตรฐาน EDTA 0.01 M จนสีเปลี่ยนจากม่วงแดงเป็นสีฟ้า

การคำนวณ

$$\text{ความกราะด่าง (mg/l)} = \frac{(A-B) \times M \times 100 \times 1000}{\text{ปริมาณตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ

A = ปริมาณ EDTA ที่ใช้ในการไทด์เตรตตัวอย่าง (ml)

B = ปริมาณ EDTA ที่ใช้ในการไทด์เตรตแบล็ค (ml)

M = ความเข้มข้นของ EDTA

3. การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพ

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Total Coliform Bacteria)

วิธีการวิเคราะห์

การตรวจวิเคราะห์ฟิล์มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยใช้วิธี Standard Multiple – Tube (MPN) Test หรือ Most probable Number Concept (MPN) เป็นวิธีมาตรฐาน และได้รับความนิยมมาก ซึ่งมี 3 ขั้นตอน

1. การตรวจสอบขั้นแรก (Presumptive Tests) เป็นการตรวจขั้นต้น เพื่อต้องการหาแบคทีเรีย ที่สามารถนักน้ำตาลแลคโตสที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส และให้ผลผลิตเป็นกรดและก๊าซ โดยคาดว่าเป็นแบคทีเรียในกลุ่มฟิล์มโคลิฟอร์ม โดยวิธีการดังต่อไปนี้

1.1 เผี้ยนปริมาณตัวอย่างน้ำที่จะใส่ในหลอดอาหาร Lactose broth

1.2 เบย่าขวดตัวอย่างน้ำขึ้นลงประมาณ 25 ครั้ง

1.3 ดูดน้ำที่จะตรวจใส่ในหลอดทดลองขนาด 20-150 (double strength) หลอดละ 1 มล. 3 หลอด ดูดตัวอย่างน้ำใส่อาหาร lactose broth หลอดละ 1 มล. 3 หลอด และหลอดละ 0.1 มล. 3 หลอด

1.4 เบย่าหลอดอาหารทั้งหมดที่ใส่น้ำแล้ว เพื่อให้น้ำผสมกับอาหารแล้วนำไปบนเพาะเชื้อที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลาที่ 24-48 ชั่วโมง

1.5 เมื่อครบ 24 ชั่วโมงตรวจคุณภาพในลอดดักก้าช ถ้ามีก้าชทำ confirmed test ต่อไป ถ้าไม่มีนิยมเพาะเชื้อต่ออีก 24 ชั่วโมง ถ้าไม่มีก้าชอีกแสดงว่า presumptive Test ให้ผลลบ หลอดที่มีก้าชให้ทำ confirmed test ต่อ

2. การตรวจสอบขันยืนยัน (Confirmed tests) เป็นการทดสอบเพื่อยืนยันผล โดยการถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกในหลอดอาหาร lactose broth มาใส่ในอาหาร EC medium เพื่อคัดแยกกลุ่มที่ให้ผลบวกปломหรือเพื่อยืนยันผลของขันตอนแรก โดยวิธีการดังต่อไปนี้

2.1 เสียบสัญลักษณ์บนหลอดอาหาร EC medium ให้ได้จำนวนเท่ากับหลอด lactose broth ที่ทำให้ผลบวก

2.2 ใช้ loop ที่สั้นไฟฟ้าเชื่อมถ่วงถ่ายเชื้อจากหลอด lactose broth ที่ให้ผลบวกหลอดต่อหลอด

2.3 เขย่าหลอด EC medium แล้วนำไปอบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ $44.5+0.2$ องศาเซลเซียส ใน water bath เป็นเวลา 24 ชั่วโมงหลังจากครบ 24 ชั่วโมง มาตรวจคุณภาพจากหลอดดักก้าช แล้วบันทึกผลและคำนวณหาค่าปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มในตารางมีหน่วยเป็น MPN/100 มล.

3. การทดสอบขันสมบูรณ์ (Completed tests) เป็นการทดสอบ เพื่อคัดแยกโดยการตรวจลักษณะของแบคทีเรียที่ให้ผลบวกในขันยืนยัน โดยคุณจากสัมฐานวิทยาของแบคทีเรียที่ได้จากการทำปฏิกริยาแบบแกรนน์ และถ่ายทอดเชื้อเพื่อทดสอบใน lactose broth เพื่อทบทวนผลอีกครั้งวิธีการทดสอบขันสมบูรณ์ โดยวิธีการดังต่อไปนี้

3.1 เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar ใส่ในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ

3.2 ถ่ายเชื้อจากหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อ EC medium ที่ให้ผลบวกลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ EMB Agar โดยวิธีเพาะเชื้อ (Streak Plate)

3.3 อบเพาะเชื้อในตู้อบเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ $35+0.5$ องศาเซลเซียส นาน 24 + 2 ชั่วโมง

3.4 ตรวจสอบผลโดยสังเกตลักษณะโคโลนีของแบคทีเรียฟีคัลโคลิฟอร์มบนอาหาร EMB agar ซึ่งโคโลนีจะมี 2 ลักษณะ คือ โคโลนีที่มีลักษณะเป็นสีเข้ม ตรงกลางโคโลนีสีเกือบดำ และที่ผิวมีสีเขียวเกือบแดงคล้ายร้อยตัวของชิ้นโลหะ เรียกว่า เงาโลหะ (metallic sheen) ซึ่งโคโลนีดังกล่าวจะมีแนวโน้มว่าจะเป็นเชื้อ *E. coli* และโคโลนีที่มีลักษณะทึบแสง เป็นเมือกเย็น สีชนพุ ตรงกลางโคโลนีสีไม่เข้ม โคโลนีดังกล่าวมีแนวโน้มว่าจะเป็นเชื้อ *Enterobacter spp.* การเกิดโคโลนีแบบใดแบบหนึ่งจะให้ผลในขันสมบูรณ์ (competed tests) เป็นบวก ถ้าไม่เกิดโคโลนีลักษณะดังกล่าวโดยแสดงว่า ให้ผลเป็นลบ