# รายงานการวิจัย

# การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภค เทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

# Analysis of Ice Quality for Consuming in Songkhla Municipal, Muang Distric, Songkhla province


เกศรินทร์ แก้วเมฆ

นัฏวีรา กลับศรีอ่อน


รายงานวิจัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

2552

**ใบรับรองการวิจัยสิ่งแวดล้อม**

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

ปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)

**เรื่อง** การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภค เทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

Analysis of Ice quality for consuming in Songkhla Municipal, Muang Distric, Songkhla province

169193

**ผู้วิจัย** นางสาวเกศรินทร์ แก้วเมฆ รหัส 494273003

นางสาวนัฏวีรา กลับศรีอ่อน รหัส 494273013

**ได้พิจารณาเห็นชอบโดย**

อาจารย์ที่ปรึกษา.....วันที่ 29 มิ.ย. 53

(นางสาวปิยวรรณ นาดินชาติ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 29 มิ.ย 53

(นางสาวสายสิริ ไชยชนะ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 29 มิ.ย 53

(นางสาวปิยวรรณ นาดินชาติ)

อาจารย์ประจำวิชา.....วันที่ 29 มิ.ย 53

(นางสาวนัดดา โปดำ)

ประธานบริหารโปรแกรมวิชา.....วันที่ 29 มิ.ย 53

(นางขวัญกมล ขุนพิทักษ์)

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา รับรองแล้ว

.....

(ดร.พิพัฒน์ ลิมปนะพิทยาธร)

คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

วันที่ 30 มิ.ย 53

# กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วง และสมบูรณ์ลงได้ด้วยดีต้องขอขอบคุณการให้คำปรึกษา แนะแนวทาง และแก้ไขข้อบกพร่อง จนวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์จากอาจารย์ปิยวรรณ นาคินชาติและ อาจารย์วรลักษณ์ จันทร์ศรีบุตร อาจารย์ที่ปรึกษางานวิจัย รวมถึงอาจารย์ขวัญกมล ขุนพิทักษ์ ประธานกรรมการบริหารโปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม อาจารย์สายสิริ ไชยชนะ และ อาจารย์นัดดา โปดำ ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้และข้อคิดต่าง ๆ เพื่อประโยชน์ในการทำวิจัยในครั้งนี้ จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลาทุกท่านที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์และอำนวยความสะดวกในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอขอบคุณเพื่อน ๆ นักศึกษาโปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมรุ่นที่ 8 ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ ด้วยดีมาตลอด

ขอขอบคุณเจ้าของโรงงานน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงานคือโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ ที่ได้เอื้อเฟื้อตัวอย่างน้ำแข็ง ซึ่งทำให้การศึกษาวิจัยในครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี

และผู้วิจัยขอขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นผู้ให้กำลังใจ คำปรึกษา และสนับสนุนทุนทรัพย์ที่ใช้ในการศึกษาและทำการวิจัยตลอดมา

เกศรินทร์ แก้วเมฆ

นัฏวีรา กลับศรีอ่อน

**ชื่อการวิจัย** การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภค เทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

**ผู้วิจัย** 1. นางสาวเกศรินทร์ แก้วเมฆ
2. นางสาวนัฏวีรา กลับศรีอ่อน

**วิทยาศาสตร์บัณฑิต** วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม (เทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม)

**อาจารย์ที่ปรึกษา** อาจารย์ปิยวรรณ นาคินชาติ

## บทคัดย่อ

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภคในเขตเทศบาลเมืองสงขลาทำการเก็บตัวอย่างจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด และโรงน้ำแข็งพีทีกิตติศักดิ์ เป็นเวลา 3 เดือน คือ เดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน พ.ศ. 2552 เพื่อศึกษาคุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ จำนวน7 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความขุ่น สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้าง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอี.โคไล ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภคของโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด และโรงน้ำแข็ง พี.ที.กิตติศักดิ์ พบว่ามีค่าเฉลี่ย ดังนี้ ก) ความขุ่นมีค่าเท่ากับ 0.69 และ 0.34 เอ็นทียู ตามลำดับ ข) สภาพการนำไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 19.36 และ 14.45 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ตามลำดับ ค) ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด มีค่าเท่ากับ 151.0 และ 84.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ง) ไม่พบความกระด้างจากตัวอย่างน้ำแข็งที่นำมาวิเคราะห์ทั้ง 2 โรงงาน จ) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 และ7.6 ตามลำดับ ฉ)โคลิฟอร์มแบคทีเรียพบว่ามีค่าน้อยกว่า 2.0/100 มิลลิกรัม ทั้ง 2 โรงงาน และ ช) ตรวจไม่พบ อี.โคไล ทั้ง 2 โรงงาน เมื่อนำผลการวิเคราะห์มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ 2527) พบว่ามีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ทุกพารามิเตอร์ ดังนั้น ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงาน มีคุณภาพเหมาะสมในการนำมาบริโภคได้อย่างปลอดภัย และไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค

| | |
|---|---|
| **Research Title** | The Analysis of Ice Quality for Consuming in Songkhla Municipality , Muang District , Songkhla Province |
| **Researchers** | 1. Ms Katsarin Kaewmaek<br>2. Ms Nattawera Klubsrioon |
| **Bachelor of Science** | Environment Science (Environment Technology) |
| **Advisor** | Ms. Piyawan Nakinchart |


## Abstract


The analysis of the ice quality for consuming in Songkhla municipality were sampling at Pae-Che Songkhla limited Ice factory and P.T. Kittisak Ice factory in Songkhla municipality for 3 months in July, August and September 2009; the samples were study on physical, chemical and biological characteristic for 7 parameters ; turbidity, conductivity, total solid, total hardness, pH, total coliform bacteria and E.coli bacteria.

The results of this study from -Che Songkhla limited Ice factory and P.T. Kittisak Ice factory in Songkhla municipality found that the average concentration for i) turbidity were 0.69 and 0.34 NTU, respectively ii) conductivity were 19.39 and 14.45 μS/cm., respectively iii) total solid were 151.9 and 84.0 mg/l, respectively iv) non-detected hardness from both site v) pH were 7.1 and 7.6, respectively vi) total coliform bacteria were<2.0/100 MPN/100 ml. from both site and vii) not found E.coli bacteria from both site. When compare the results with standard of Drinking water quality standard of Ministry of Public Health (1984) found that the ice quality from this study are still being in acceptable value for all parameters. Consequenty, the results shown that the ices from both factories can used for safety consuming and not harm to consumer' s health.

# สารบัญ


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อ | ข |
| สารบัญ | ง |
| สารบัญตาราง | จ |
| สารบัญภาพ | ฉ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ | 2 |
| 1.3 ตัวแปร | 2 |
| 1.4 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย | 2 |
| 1.5 สมมติฐาน | 3 |
| 1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ | 3 |
| 1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย | 3 |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 การประมวลเอกสารที่เกี่ยวข้อง | 4 |
| 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | 11 |
| บทที่ 3 วิธีการวิจัย | |
| 3.1 พื้นที่ศึกษา | 13 |
| 3.2 วัสดุและอุปกรณ์ | 14 |
| 3.3 การเก็บตัวอย่าง | 15 |
| 3.4 วิธีการวิเคราะห์ | 16 |
| บทที่ 4 ผลและการอภิปลายผลการวิจัย | |
| 4.1 คุณภาพน้ำแข็งด้านกายภาพ | 17 |
| 4.2 คุณภาพน้ำแข็งด้านเคมี | 19 |
| 4.3 คุณภาพน้ำแข็งด้านชีวภาพ | 22 |
| 4.4 การเผยแพร่ข้อมูล | 23 |


มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# สารบัญ (ต่อ)


| เรื่อง | หน้า |
|---|---|
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย | |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย | 24 |
| 5.2 ข้อเสนอแนะ | 24 |
| บรรณานุกรม | |
| ภาคผนวก | |
| ภาคผนวก ก ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 78 เรื่อง น้ำแข็ง | 28 |
| ภาคผนวก ข มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท | 32 |
| ภาคผนวก ค แสดงค่าดัชนี MPN | 34 |
| ภาคผนวก ง การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง | 37 |
| ภาคผนวก จ การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี Most probable number of coliform organisms (MPN) | 39 |
| ภาคผนวก ฉ วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็ง | 48 |
| ภาคผนวก ช การเผยแพร่ข้อมูล | 52 |


SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# สารบัญตาราง


| ตารางที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 3.1 | พารามิเตอร์และวิธีการศึกษา | 16 |
| 4.1.1 | ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น | 17 |
| 4.1.2 | ผลการวิเคราะห์ค่าสภาพการนำไฟฟ้า | 18 |
| 4.2.1 | ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด | 20 |
| 4.2.3 | ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง | 21 |
| 4.3.1 | การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย | 22 |
| 4.3.2 | การตรวจวิเคราะห์หาอี.โคไล | 23 |
| ง-1 | มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท | 32 |
| ง-2 | แสดงค่าดัชนี MPN | 34 |


มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# สารบัญภาพ


| ภาพที่ | | หน้า |
|---|---|---|
| 1. | แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด | 9 |
| 3.1 | แสดงการเก็บและการรักษาตัวอย่าง | 14 |
| 4.1.1 | ค่าความขุ่น | 17 |
| 4.1.2 | ค่าสภาพการนำไฟฟ้า | 18 |
| 4.2.1 | ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด | 19 |
| 4.2.3 | ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) | 20 |
| ง-1 | โรงน้ำแข็งเป๊ะแซ สงขลาจำกัด | 37 |
| ง-2 | โรงน้ำแข็งห้างหุ้นส่วนพี.ที.กิตติศักดิ์ | 37 |
| ง-3 | ตัวอย่างน้ำแข็งที่มีการปิดภาชนะที่มิดชิด | 37 |
| ง-4 | ก่อนจะนำตัวอย่างมาวิเคราะห์จะต้องมีการฉีดแอลกอฮอล์ก่อนทุกครั้ง | 37 |
| ง-5 | วิเคราะห์ค่าความขุ่น | 37 |
| ง-6 | วิเคราะห์สภาพการนำไฟฟ้า | 37 |
| ง-7 | วิเคราะห์ปริมาณของแข็งทั้งหมด | 38 |
| ง-8 | วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) | 38 |
| ง-9 | ขั้นตอนการเขี่ยเชื้อ | 38 |
| ง-10 | อุปกรณ์การวิเคราะห์อี.โค.ไล | 38 |
| ง-11 | ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย | 38 |

# บทที่ 1

# บทนำ

## 1.1 ความสำคัญและที่มาของการวิจัย

เนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะอากาศที่ร้อนชื้นประชาชนส่วนใหญ่จึงนิยมบริโภคเครื่องดื่มที่แช่เย็นหรือเครื่องดื่มที่ผสมน้ำแข็ง เพื่อช่วยระบายความร้อน และทำให้ร่างกายสดชื่น น้ำแข็งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคนเพราะน้ำแข็งช่วยให้คลายร้อนจึงเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย นอกจากจะนำน้ำแข็งมารับประทานโดยตรง ยังมีการนำน้ำแข็งมาใช้ประโยชน์อีกหลายทาง เช่นผสมเครื่องดื่ม ใช้แช่อาหารสดเพื่อถนอมอาหาร รักษาสภาพอาหาร และใช้ในอุตสาหกรรมประมง เป็นต้น หากน้ำแข็งที่ใช้รับประทานโดยตรง ไม่สะอาดพอ มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ก็จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหารทำให้เกิดอาการท้องร่วง ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคน้ำแข็ง สำนักงานคณะกรรมการอาหาร และยาจึงมีการกำหนดคุณภาพมาตรฐานตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 78 พ.ศ.2527 และฉบับที่ 137 พ.ศ.2534 เรื่องน้ำแข็ง เพื่อกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานกรรมวิธีการผลิตการใช้น้ำในการผลิต สถานที่เก็บรักษาน้ำแข็ง และการใช้ภาชนะบรรจุน้ำแข็ง เป็นต้น (รายละเอียดแสดงในภาคผนวก ก)

น้ำแข็งที่ผลิตและจำหน่ายให้แก่ผู้บริโภคโดยตรงจะมี 2 ลักษณะคือ น้ำแข็งแบบบรรจุถุงหรือที่เรียกว่า น้ำแข็งอนามัย และน้ำแข็งที่ไม่บรรจุเป็นถุงหรือที่เรียกว่า น้ำแข็งตักแบ่งขายในปัจจุบันน้ำแข็งบรรจุถุงไม่ค่อยจะนิยมนำมาบริโภคเนื่องจากราคาค่อนข้างสูงกว่าและปริมาณของน้ำแข็งมีน้อยกว่าแบบน้ำแข็งตักแบ่งขาย น้ำแข็งจะสะอาดเพียงพอหรือไม่ต้องดูตั้งแต่กระบวนการผลิต การขนส่ง ตลอดจนการเก็บรักษา คนส่วนใหญ่หรือแม้กระทั่งผู้ผลิตมีความเข้าใจผิด คิดว่าน้ำแข็งไม่มีจุลินทรีย์หรือจุลินทรีย์ไม่สามารถมีชีวิต และเจริญเติบโตในน้ำแข็งได้ แต่กองควบคุมอาหารสำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา กระทรวงสาธารณสุข สำรวจพบว่ามีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในน้ำแข็งที่วางจำหน่ายจำนวนมาก โดยเฉพาะน้ำแข็งที่ผู้ขายใช้ภาชนะ(ถัง) ตักขายให้แก่ผู้บริโภคโดยตรงทำให้คุณภาพของน้ำแข็งทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาข้างต้น มีคุณภาพแตกต่างกันออกไป ซึ่งคุณภาพของน้ำแข็งจะขึ้นอยู่กับน้ำที่ใช้ทำน้ำแข็ง ความสะอาดของเครื่องทำน้ำแข็ง ตลอดจนการขนส่งจากโรงงานถึงผู้บริโภค แต่ในกระบวนการควบคุมคุณภาพน้ำก่อนที่จะไปทำน้ำแข็ง หรือแม้แต่กระบวนการขนส่ง โรงงานบางแห่งไม่ใส่ใจเท่าที่ควร เช่น ไม่เติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรค ไม่ใส่สารส้มเพื่อช่วยในการตกตะกอน หรือไม่ใส่ใจในการซ่อมแซมเครื่องจักรที่สึกหรอ เป็นต้น ทำให้น้ำแข็งที่ผลิตได้ไม่สะอาดมีเชื้อจุลินทรีย์ หรือสิ่งสกปรกเจือปนอยู่ ซึ่งหากผู้บริโภคบริโภค

น้ำแข็งที่มีสิ่งสกปรกเจือปนเข้าไปอาจทำให้เกิดโรคได้เช่น โรคอุจาระร่วง โรคบิด โรคอหิวาตกโรค เป็นต้น

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงมีความสนใจและต้องการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งที่ใช้ในการบริโภคภายในเขตเทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา เพื่อนำข้อมูลที่ได้จากการศึกษาวิจัยไปเผยแพร่ให้กับประชาชนได้รับทราบเพื่อการบริโภคน้ำแข็งอย่างปลอดภัยและถูกหลักอนามัย และเสนอแนะแนวทางในการบริโภคน้ำแข็งที่สะอาดต่อไป

**1.2 วัตถุประสงค์**

1. เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำแข็งเพื่อใช้ในการบริโภคเขตเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลา
2. เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพน้ำแข็งกับมาตรฐานน้ำแข็งของไทยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข
3. เพื่อนำข้อมูลที่ได้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำแข็งไปเผยแพร่ให้กับประชาชนและเสนอแนะแนวทางในการบริโภคน้ำแข็งที่สะอาด ปลอดภัย และถูกหลักอนามัย

**1.3 ตัวแปร**

| | |
|---|---|
| ตัวแปรต้น | คือ น้ำแข็งจากโรงงานผลิตแต่ละแห่ง |
| ตัวแปรตาม | คือ คุณภาพของน้ำแข็ง |
| ตัวแปรควบคุม | คือ เวลาในการเก็บตัวอย่างและวิธีการเก็บตัวอย่าง |

**1.4 นิยามคำศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย**

น้ำแข็ง หมายถึง น้ำที่นำมาผ่านกรรมวิธีทำให้เยือกแข็งซึ่งแบ่งเป็น 2 ชนิด ตามกรรมวิธีการผลิตดังนี้

1. น้ำแข็งชนิดซอง เป็นน้ำแข็งที่ผลิตโดยวิธีการแช่แข็งในบ่อน้ำเกลือ มี 2 ชนิด คือ

1.1 น้ำแข็งที่ใช้รับประทานได้ จะต้องใช้น้ำที่ผ่านขั้นตอนการปรับคุณภาพแล้วนำไปผลิตเป็นน้ำแข็งก้อนใหญ่ จะมีขั้นตอนการเป่าลมเพื่อให้น้ำแข็งทั้งก้อนใส

1.2 น้ำแข็งที่ใช้รับประทานไม่ได้ นิยมใช้ในทางการประมงเพื่อแช่อาหารทะเล กรรมวิธีการผลิตจะใช้วิธีการเช่นเดียวกับน้ำแข็งที่ใช้รับประทานได้เพียงแต่ไม่มีขั้นตอนการเป่าลมที่ทำให้กึ่งกลางก้อนน้ำแข็งไม่ใส มีสีขาวขุ่น

2. น้ำแข็งชนิดก้อนเล็ก เป็นน้ำแข็งที่ทำด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ มีลักษณะเป็นก้อนหรือหลอด หรือเกล็ด ซึ่งมักเรียกกันติดปากว่า "น้ำแข็งหลอด" โดยจะนำน้ำที่ผ่านขั้นตอนการปรับคุณภาพแล้วเข้าเครื่องทำน้ำแข็งอัตโนมัติ (ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 7 (พ.ศ.2527) เรื่อง น้ำแข็ง ราชกิจจานุเบกษา เล่ม 101 ตอนที่ 23)

**1.5 สมมุติฐานในการทำวิจัย**

คุณภาพของน้ำแข็งในแต่ละโรงงานแตกต่างกัน

**1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ**

1. ทราบถึงคุณภาพน้ำแข็งที่บริโภค ในเขตเทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา
2. ผู้บริโภคทราบถึงคุณภาพของน้ำแข็งที่บริโภค
3. ผู้บริโภคมีแนวทางในการบริโภคน้ำแข็งอย่างปลอดภัย ถูกหลักอนามัย

**1.7 ระยะเวลาที่ทำการวิจัย**

เดือนมีนาคม-กรกฎาคม พ.ศ. 2552

SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# บทที่ 2

# เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 2.1 การประมวลเอกสารที่เกี่ยวข้อง

### 2.1.1 คุณลักษณะของน้ำที่ใช้สำหรับดื่ม

#### 2.1.1.1 คุณลักษณะทางด้านกายภาพ

คุณลักษณะทางด้านกายภาพของน้ำเกิดขึ้นจากสารบางอย่างซึ่งทราบได้จากประสาทสัมผัสทั้ง 5 ของมนุษย์ สารเหล่านี้สามารถกำจัดออกจากน้ำได้โดยวิธีสามัญ และมักเป็นอันตรายน้อยกว่าสารในน้ำประเภทอื่นๆ ซึ่งคุณสมบัติดังกล่าวมี ดังนี้

**ความขุ่น** (turbidity)

ความขุ่นของน้ำเกิดจากการที่น้ำมีสารแขวนลอยต่างๆอยู่ เช่น ดิน ตะกอน สารอินทรีย์ แพลงก์ตอน และสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กชนิดอื่นๆ ซึ่งจะทำให้แสงเกิดการหักเห หรือดูดแสงเอาไว้ไม่ให้ผ่านทะลุไป จึงทำให้มองเห็นน้ำมีลักษณะขุ่น ความขุ่นสามารถสังเกตได้ก่อนเพราะสะดุดตาได้ง่าย ความขุ่นจึงเป็นปัจจัยเบื้องต้นในการตัดสินว่าผู้บริโภคจะใช้น้ำได้หรือไม่ เพื่อความปลอดภัย และไม่ให้เป็นที่รังเกียจ ดังนั้นน้ำจึงไม่ควรมีความขุ่นเกิน 5 หน่วย ซึ่งความขุ่นมีหน่วยเป็น NTU หรือ JTU ความขุ่นของน้ำวัดได้ 2 วิธี คือ

1. วัดปริมาณแสงที่ส่องทะลุความขุ่น (turbidimetry)

2. วัดปริมาณแสงที่กระทบความขุ่น และสะท้อนออกมาในทิศทางตั้งฉากกับลำแสง (nephelometry) (วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์, 2539)

**สภาพการนำไฟฟ้า** (conductivity)

การวัดความสามารถของน้ำในการนำกระแสไฟฟ้าขึ้นอยู่กับความเข้มข้นชนิดของอิออนในน้ำ และอุณหภูมิขณะที่ทำการวัด สารละลายอนินทรีย์เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพราะแตกตัวให้อิออนบวกและลบ ส่วนสารอินทรีย์จะไม่แตกตัวในน้ำจึงไม่นำไฟฟ้า สภาพการนำไฟฟ้า มีหน่วยเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร และเป็นส่วนกลับของสภาพต้านทานไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็นโอห์ม ค่าสภาพนำไฟฟ้านำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่น ใช้เป็นตัวชี้นำว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่างๆ และทำให้

ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำเสียอย่างรวดเร็ว (ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข, 2538)

**2.1.1.2 คุณลักษณะทางด้านเคมี**

ลักษณะสมบัติทางเคมีของน้ำ เกิดขึ้นเนื่องจากมีแร่ธาตุหรือสารประกอบต่างๆ ละลายอยู่ในน้ำ ซึ่งสารเหล่านี้อาจมีพิษหรือไม่มีพิษก็ได้

**ความเป็นกรด-ด่าง (pH)**

การวัดค่าความเป็นกรด-ด่างเป็นการวัดความเข้มข้นของไฮโดรเจนอิออนในน้ำ ซึ่งเกิดจากการแตกตัวของกรดในน้ำ น้ำบริสุทธิ์ควรมีพีเอชเท่ากับ 7 อย่างไรก็ตามด้วยเหตุที่ในอากาศมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ด้วย น้ำบริสุทธิ์ที่สัมผัสกับอากาศจึงมีพีเอชต่ำกว่า 7 เสมอ เนื่องจากเกิดการถ่ายเทก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กับน้ำ มาตรฐานน้ำดื่มจึงมักกำหนดพีเอชให้อยู่ในช่วง 6.8-8.5 การวัดค่า pH ทำได้ 2 วิธี คือ วิธีเทียบสีและวิธีไฟฟ้า การวัดค่า pH โดยวิธีเทียบสีเป็นวิธีที่ง่ายและเสียค่าใช้จ่ายน้อย วิธีนี้เหมาะสำหรับน้ำสะอาด น้ำไม่มีสีหรือไม่ขุ่น หรือไม่มีตะกอนแขวนลอย เป็นต้น ส่วนการวัดค่า pH โดยวิธีไฟฟ้า จะได้ผลถูกต้องแน่นอนกว่า แต่อุปกรณ์จะมีราคาแพงกว่า ค่า pH จะอยู่ในช่วง 0-14 โดย ค่า pH เท่ากับ 7 มีสภาพเป็นกลาง ค่า pH น้อยกว่า 7 มีสภาพเป็นกรด ค่า pH มากกว่า 7 มีสภาพเป็นด่าง (มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์, 2538)

**ความกระด้าง (hardness)**

ความกระด้างของน้ำ หมายถึง น้ำซึ่งต้องการปริมาณสบู่ทำให้เกิดฟอง และ ทำให้เกิดตระกรันในอุณหภูมิสูงๆ เช่น เครื่องทำความร้อน คำว่าน้ำกระด้างเป็นคำที่มีคู่มากับคำว่าน้ำอ่อน (soft water) เพราะน้ำอ่อนเป็นน้ำที่ใช้ชำระสิ่งต่างๆ ได้สะดวกไม่ค่อยมีปัญหาเรื่องฟอง แต่น้ำกระด้างมีคุณสมบัติตรงกันข้ามคือฟอกสบู่เกิดฟองได้ยากกว่า ถ้าน้ำบริโภคมีความกระด้างอยู่บ้างเล็กน้อยก็จะทำให้มีรสดีขึ้น สาเหตุของความกระด้างของน้ำเกิดจากพวกอิออนบวกของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ได้แก่ แคลเซียม แมกนีเซียม สตรอนเซียม เหล็ก และแมงกานีส ที่สามารถทำปฏิกิริยากับสบู่แล้วเกิดเป็นตะกอนขึ้น หรือทำปฏิกิริยากับอิออนที่มีประจุลบในน้ำและเกิดเป็นตระกรันเมื่อน้ำมีอุณหภูมิสูงขึ้น

สมการแสดงการตกตะกอนของสบู่เนื่องจากอิออนของโลหะที่มีวาเลนซี 2 ในน้ำ

$$CaCl_2 + 2C_{12}H_{35}COONa \longrightarrow (C_{17}H_{35}COO)_2Ca + 2NaCl$$

แต่เนื่องจากในน้ำธรรมชาติมักมีแคลเซียม และแมกนีเซียมมากกว่าโลหะอื่นๆ ดังนั้นต้นเหตุที่สำคัญของความกระด้างจึงหมายถึงแคลเซียม และแมกนีเซียม และถือว่าเป็นค่าความกระด้างทั้งหมดของน้ำ อย่างไรก็ตามอิออนโลหะตัวอื่นๆ ดังกล่าวข้างต้น ถ้ามีอยู่เป็นจำนวนมากก็ต้องนำมาคิดรวมด้วย

สูตรการคำนวณ

$$\text{ความกระด้าง (มิลลิกรัมต่อลิตรในรูป } CaCO_3) = \frac{A \times B \times 1000}{\text{ปริมาตรตัวอย่าง(มิลลิกรัมต่อลิตร)}}$$

เมื่อ A = ปริมาตรอีดีทีเอที่ใช้ในการไทเทรตเป็นมิลลิลิตร

B = มิลลิกรัม $CaCO_3$ ซึ่งสมมูลกับ 1.00 มิลลิลิตร อีดีทีเอ

การดื่มน้ำที่มีความกระด้างสูงอาจทำให้เกิดโรคนิ่วได้ ความกระด้างในน้ำส่วนใหญ่มาจากชั้นของดิน และหินของน้ำที่ไหลผ่าน น้ำใต้ดินมักจะมีความกระด้างมากกว่าน้ำผิวดิน (คณากร ศรีโคตร, 2542) ความกระด้างไม่มีผลเชิงลบต่อสุขภาพ การดื่มน้ำที่มีความกระด้างเท่ากับดื่มน้ำที่มีแคลเซียม และแมกนีเซียมปนอยู่ด้วยซึ่งธาตุทั้งสองนี้มีผลต่อสุขภาพ ผู้บริโภคมักได้รับข้อมูลว่าความกระด้างทำให้เกิดนิ่วในกระเพาะปัสสาวะหรือในไต แต่ในความเป็นจริงคือ ความกระด้างเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพดังที่กล่าวข้างต้น และอุณหภูมิในร่างกาย (37 องศาเซลเซียส) ไม่สูงพอที่จะทำให้ความกระด้างเปลี่ยนรูปเป็นตะกอนสะสมเกิดเป็นก้อนนิ่ว สาเหตุที่แท้จริงของการเกิดโรคนิ่วในทางเดินปัสสาวะ เกิดจากการดื่มน้ำน้อย ทำให้เกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำปัสสาวะเข้มข้นจนเกิดการตกผลึกขึ้น ชนิดของเกลือแร่ที่มีอยู่ในน้ำปัสสาวะที่ก่อให้เกิดนิ่วได้แก่ เกลือฟอสเฟต และเกลือคาร์บอเนตของแคลเซียม หรือแมกนีเซียม และกรดยูริค หรือแคลเซียมออกซาเลท เป็นต้น ปัจจัยอื่น ๆ ที่ก่อให้เกิดนิ่วได้นอกจากการดื่มน้ำน้อยเกินไปคือ บริโภคอาหารที่มีสารออกซาเลท และยูริคสูง เช่น ผักโขม ผักติ้ว หน่อไม้ เครื่องในสัตว์ สัตว์ปีก และยอดผักอ่อนบางชนิด

**ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solids)**

ปริมาณของแข็งทั้งหมด หมายถึง ปริมาณสารที่เหลืออยู่เป็นตะกอนภายหลังจากผ่านการระเหยเอาน้ำออก และทำให้แห้งที่อุณหภูมิ 103–105 องศาเซลเซียส สิ่งที่กลายเป็นไอได้จะสูญไปเหลือเพียงตะกอนของสารที่มีในน้ำตัวอย่างเท่านั้น ตะกอนที่เกิดขึ้นมีทั้งสารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์ ในการวิเคราะห์หาค่าของแข็ง ค่าที่ได้จะบอกในรูปของน้ำหนักของสารต่อปริมาณของน้ำตัวอย่าง ปริมาณของแข็งทั้งหมดมีประโยชน์มากในการพิจารณาถึงความเหมาะสมของน้ำที่จะนำมาอุปโภคบริโภค (ปรางศรี ผิวพงษ์, 2539)

**2.1.1.3 คุณลักษณะทางด้านชีวภาพ**

การศึกษาคุณภาพน้ำทางด้านชีวภาพเป็นการนำสิ่งมีชีวิตมาใช้บ่งชี้คุณภาพน้ำที่นิยมที่สุดคือการศึกษาแบคทีเรียทั้งหมด ซึ่งนับว่ามีความสำคัญมากเนื่องจากแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคหลายชนิดที่สามารถแพร่กระจายได้ในน้ำ เช่น อหิวาตกโรค โรคทางเดินอาหาร ไข้รากสาดน้อย โรคโปลิโอ โรคไวรัสตับอักเสบ และโรคบิด เป็นต้น กลุ่มแบคทีเรียที่นิยมศึกษาได้แก่ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) และฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (fecal coliform bacteria) เนื่องจากเป็นกลุ่มแบคทีเรียที่พบในทางเดินอาหารสัตว์เลือดอุ่น ไม่พบในน้ำสะอาด ไม่เพิ่มจำนวนในสิ่งแวดล้อม สามารถตรวจหาได้โดยวิธีที่ไม่ซับซ้อน การตรวจวิเคราะห์แบคทีเรียหรือเชื้อโรคในน้ำ สามารถทำได้ทั้งทางตรง และทางอ้อม ดังต่อไปนี้

*ทางตรง* เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคนั้นๆ โดยเฉพาะ ซึ่งอาจต้องใช้เวลานานในการตรวจ และวิธีการตรวจวิเคราะห์ก็ยุ่งยากซับซ้อน

*ทางอ้อม* เป็นการตรวจวิเคราะห์หาแบคทีเรียชี้แนะ เช่น พวกโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (coliform bacteria) และ escherichai coli (*E.coli*) ซึ่งถ้าตรวจพบแสดงว่าน้ำนั้นไม่ปลอดภัย วิธีนี้รวดเร็วกว่าวิธีแรกจึงเป็นวิธีที่นิยมใช้กันมาก

คุณสมบัติของแบคทีเรียชี้แนะ (ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์, 2540)

1. มีอยู่ในน้ำขณะที่มีแบคทีเรียที่ก่อโรคอยู่ และเป็นเชื้ออาศัยปกติในระบบทางเดินอาหารของคนหรือสัตว์
2. มีจำนวนแปรผันตามจำนวนของแบคทีเรียก่อโรค
3. สามารถดำรงชีวิตอยู่ในน้ำได้นานกว่าแบคทีเรียที่ก่อโรค ทนต่อสภาวะแวดล้อมภายนอกได้ดี
4. ไม่ควรพบในน้ำบริสุทธิ์
5. วิธีการตรวจวิเคราะห์ไม่ยุ่งยาก และไม่สิ้นเปลือง

แบคทีเรียที่ถูกเลือกให้เป็นแบคทีเรียชี้แนะมีอยู่ด้วยกันหลายตัวคือ coliform bacteria, *streptococcus, clostridium pseudomonas* และ อี.โคไล ซึ่งการจะเลือกใช้แบคทีเรียชนิดใดนั้นก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของแหล่งน้ำที่จะตรวจวิเคราะห์แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงโคลิฟอร์มแบคทีเรียเท่านั้น

**แบคทีเรียชี้แนะโคลิฟอร์ม** แบ่งออกเป็น 2 ชนิด ตามแหล่งที่มา

1. fecal coliform พวกนี้อาศัยอยู่ในลำไส้ของสัตว์เลือดอุ่นถูกขับถ่ายออกมากับอุจจาระ ทุกครั้งที่เกิดโรคระบาด เกี่ยวกับทางเดินอาหารจะพบแบคทีเรียชี้แนะนี้ ตัวอย่างเช่น *E. coli*

2. non-fecal coliform พวกนี้อาศัยอยู่ในดินและพืช อันตรายน้อยกว่าพวกแรกแต่ใช้เป็นแบคทีเรียชี้แนะถึงความไม่สะอาดของน้ำได้ ตัวอย่างเช่น *enterobacter aerogenes*

การตรวจหาโคลิฟอร์มแบคทีเรียที่นิยมใช้กันอยู่มี 3 วิธี

1.วิธีเอ็มพีเอ็น (most probable number : MPN or multiple tube fermentation technique)

2.วิธีเยื่อกรอง (membrane filter technique)

3.วิธีนับจากจานเพาะเชื้อมาตรฐาน (standard plate count technique)

คุณสมบัติของโคลิฟอร์มแบคทีเรียมีดังนี้

1. รูปร่างเป็นท่อนสั้น ไม่มีสปอร์

2. เป็นพวกแกรมลบ (gram negative)

3. สามารถย่อยพวกแลคโตสให้เกิดกรดและแก๊สเมื่อเอาไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ในเวลา 24-48 ชั่วโมง

4. สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ และไม่มีอากาศ จึงนับแบคทีเรียพวกนี้เป็น facultative anaerobes

5. สามารถทำให้เกิดแก๊สจากอาหารเหลวชนิด brilliant green lactose bile broth

6. สามารถเจริญเติบโตได้ในอาหารแข็งอีเอ็มบี (EMB)

การควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้อุณหภูมิต่ำ (low temperatures)

ในการควบคุมจุลินทรีย์โดยใช้อุณหภูมิต่ำ เป็นการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าที่จะเป็นการทำลาย ซึ่งจุลินทรีย์ส่วนใหญ่ถ้าอยู่ในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำจะเจริญได้ช้ามาก ความเย็นจะไปลดกิจกรรมเมตาบอลิก (metabolic activity) ของเซลล์ ลดอาหารและออกซิเจนที่ต้องการ ทำให้ไม่มีการสะสมของเสียจากผลิตภัณฑ์ (waste product) agar slant culture) ของแบคทีเรียเก็บไว้ได้นานเป็นเดือนๆ ในตู้เย็น เวลาแช่แข็ง (freezing) เซลล์ของแบคทีเรียอาจจะถูกบดกับผลึกน้ำแข็งถ้าทำซ้ำๆ ระหว่างที่แช่เย็นและละลาย (thawing) ซึ่งจะทำให้จุลินทรีย์ตายได้ (วิยาดา หนุนภักดี, 2522) ดังนั้นวิธีนี้จึงนิยมใช้ในการเก็บรักษาเชื้อ และใช้ในการถนอมอาหาร ถ้าต้องการเก็บวัสดุไม่ให้เน่าเสียเป็นเวลานานต้องใช้อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็งแต่ต้องคำนึงด้วยว่าการแช่แข็งจะไม่ทำให้คุณสมบัติทางกายภาพเปลี่ยนแปลงไปโดย นิยมใช้ในการเก็บถนอมอาหารพวกเนื้อสัตว์ และผักผลไม้บางชนิด อุณหภูมิที่นิยมใช้ประมาณ 20 องศาเซลเซียส ซึ่งทำให้สามารถ

เก็บวัสดุนั้นได้นานเป็นสัปดาห์หรือเดือน และยังสามารถใช้น้ำแข็งแห้งหรือไนโตรเจนเหลวซึ่งจะให้ระดับอุณหภูมิประมาณ -195 องศาเซลเซียส แต่จะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายมาก (เสาวนิต ทองพิมพ์, 2527)

**2.1.2 คุณสมบัติของน้ำที่ผลิตน้ำแข็ง**

การผลิตน้ำแข็งเพื่อบริโภคจะต้องใช้น้ำสะอาดและได้มาตรฐานตามที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา พ.ศ 2534 กำหนดดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติทางฟิสิกส์ น้ำที่นำมาผลิตน้ำแข็งจะต้องไม่มีสีไม่มีกลิ่นแต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน ความขุ่นไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล และค่าความเป็นกรด-ด่างอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5

2. ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) ต้องไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร ความกระด้างคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตต้องไม่เกิน 100 มิลลิกรัมต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร แคดเมียมต้องไม่เกิน 0.005 มิลลิกรัมต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร และเหล็กต้องไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

3. จุลินทรีย์ในน้ำที่ผลิตจะต้องไม่มีแบคทีเรียชนิด อี.โคไล และตรวจพบแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มต้องน้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร โดยวิธีเอ็มพีเอ็น

**2.1.3 ขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด**

1. สูบน้ำดิบจากบ่อบาดาลเข้าถังพักน้ำ เพื่อผ่านกระบวนการแยกสารละลายบางชนิดที่ปนอยู่กับน้ำดิบออกโดยการฉีดน้ำผ่านอากาศ และผสมสารคลอรีนเพื่อทำการฆ่าเชื้อโรค

2. นำน้ำที่ผ่านกระบวนการจากข้อ 1 มาลงถังพักที่ 2 เพื่อผ่านกระบวนการกรองหยาบโดยผ่านเครื่องกรองน้ำที่ขนาดความละเอียด 5 micron จากนั้นนำน้ำเข้าถังพักน้ำที่ 3

3. นำน้ำจากบ่อพักที่ 3 ผ่านปั๊ม เข้าเครื่องกรองผ่านสารแมงกานีส เครื่องกรองสารคาร์บอน เครื่องกรองสารเรซินประจุบวก และสารเรซินประจุลบ

4. นำน้ำจากข้อ 3 ผ่านเครื่องกรองหยาบ ความละเอียดขนาด 5 micron จากนั้นผ่านเครื่องกรองความละเอียดขนาด 0.03 micron แล้วผ่านเครื่อง UV นำน้ำเข้าถังพัก เพื่อรอส่งเข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง

5. นำน้ำจากข้อ 4 เข้าเครื่องผลิตน้ำแข็ง และนำไปบรรจุกระสอบหรือถุงพลาสติกเพื่อจัดจำหน่าย

**ภาพที่ 1** แสดงขั้นตอนการผลิตน้ำแข็งหลอด

**2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง**

ทะนงศักดิ์ สัจจปาละ และสมชาย กิจสุวรรณกุล (2538) ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำ และน้ำแข็งที่ใช้ในโรงงานผลิตอาหารทะเลแช่แข็ง จำนวน 162 ตัวอย่าง ระหว่างเดือนเมษายนถึงเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2536 พบว่าตัวอย่างน้ำร้อยละ 24.7 และตัวอย่างน้ำแข็งร้อยละ 64 ไม่ได้มาตรฐานของสหภาพยุโรป เนื่องจากจำนวนแบคทีเรียทั้งหมดต่อมิลลิลิตรสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด นอกจากนั้นยังพบการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นดัชนีสุขาภิบาลอาหาร และเชื้อโรคอาหารเป็นพิษร้อยละ 12.3 และร้อยละ 42.0 จากตัวอย่างน้ำ ผลการศึกษาแสดงว่าควรมีการปรับปรุงเทคนิคการฆ่าเชื้อโดยใช้คลอรีนและสุขอนามัยภายในโรงงาน

นฤมล ประภาสุวรรณกุล และสุภาทินี โสบุญ (2540) ศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพน้ำดื่มน้ำใช้และน้ำแข็งในโรงเรียนรัฐบาล และเอกชนในกรุงเทพมหานครทั้งขนาดใหญ่ และเล็ก ที่มีการสอนในระดับมัธยมศึกษาตอนต้นจำนวน 30 โรงเรียน ก่อนและหลังการให้ความรู้เรื่องสุขาภิบาลอาหารที่ดีแก่นักเรียน ครู และผู้ประกอบการร้านอาหาร และการส่งเสริมการใช้ testkit ในโรงเรียนเพื่อประเมินผลรูปแบบที่ใช้ในการติดตาม และเฝ้าระวังสุขลักษณะอาหารเพื่อส่งเสริมการสุขาภิบาลอาหารภายในโรงเรียนการศึกษาดำเนินตั้งแต่กรกฎาคม 2536 ถึงตุลาคม 2536 ผลการศึกษาพบว่าคุณภาพน้ำดื่มก่อน และหลังการให้ความรู้ในเรื่องสุขาภิบาลอาหารไม่เข้ามาตรฐานร้อยละ 22.7 และ 23.0 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แต่พบว่าคุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนรัฐบาลทั้งขนาดใหญ่ และเล็กมีคุณภาพดีขึ้น ในขณะที่คุณภาพน้ำดื่มในโรงเรียนเอกชนทั้งขนาดใหญ่และเล็กมีคุณภาพด้อยลง คุณภาพน้ำใช้มีการปรับปรุงดีขึ้น จากเดิมไม่เข้ามาตรฐานร้อยละ 8.1 เป็นได้มาตรฐานทั้งหมด ส่วนคุณภาพน้ำแข็งทั้งก่อน และหลังการให้ความรู้ไม่แตกต่างกัน คือไม่ได้มาตรฐานร้อยละ 97.6 และ 97.4 ตามลำดับ นอกจากนี้คุณภาพน้ำแข็งไม่มีความแตกต่างกันทั้งในประเภท และขนาดโรงเรียน และยังพบว่าน้ำแข็งมีการปนเปื้อนจากเชื้อโคลิฟอร์มปริมาณสูง รวมทั้งตรวจพบ *E.coli* ด้วย ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่ารูปแบบการให้ความรู้ดังกล่าวนี้จะประสบผลสำเร็จได้ถ้าผู้ที่เกี่ยวข้องให้ความสนใจแก้ไข และปรับปรุงสุขาภิบาลอาหารอย่างเข้มงวด และจริงจัง

ลดาพรรณ แสงคล้าย และสินี จันทรภูติรัตน์ (2536) ศึกษาคุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำแข็งบดสำหรับผสมเครื่องดื่มจำนวน 30 ตัวอย่าง และถ้วยเครื่องดื่มจำนวน 41 ตัวอย่าง ในศูนย์อาหารในห้างสรรพสินค้า 10 แห่งในเขตกรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2535 ถึง เดือนกุมภาพันธ์ 2536 ผลการวิเคราะห์ของตัวอย่างน้ำแข็งบดพบว่า ร้อยละ 93.3 มีคุณภาพไม่ได้มาตรฐานตามประกาศของกระทรวงสาธารณสุข ตรวจพบแบคทีเรียชนิด coliform และ *E.coli* ในตัวอย่างร้อยละ 93.3 และ 73.7 ตามลำดับ ตรวจไม่พบเชื้อโรคอาหารเป็นพิษชนิด *Salmonellae* ในน้ำแข็งบดทุกตัวอย่าง แต่ตรวจพบชนิด *Staphylococcus aureus* และ *clostridium perfringens* ในตัวอย่าง

ร้อยละ 50 ทั้งสองชนิด อย่างไรก็ตามมีปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อโรคอาหารเป็นพิษทั้งสองชนิด ซึ่งวิเคราะห์เป็นค่า MPN coliform ต่อ 100 มิลลิลิตร ไม่เกิน 1000 สำหรับถ้วยเครื่องดื่มซึ่งทดสอบด้วยชุด swab test พบว่าร้อยละ 29.3 มีความสะอาด ผลการทดสอบทางสถิติพบว่า ความสะอาดของถ้วยเครื่องดื่มประเภทใช้แล้วทิ้ง และประเภทที่นำกลับมาใช้ได้อีกไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

สุรชัย ศิลาวรรณ (2549) ศึกษาโรงงานน้ำดื่มพบว่ามีโรงงานที่ตรวจพบเชื้อ coliform bacteria ตั้งแต่น้ำดิบจนถึงน้ำบรรจุขวดรอจำหน่าย ร้อยละ 21.87 ตรวจพบเชื้อขั้นตอนแรกในถังพักเติมคลอรีน ร้อยละ 50.00 พบในขั้นตอนการกรองทางเคมี ฟิสิกส์ ร้อยละ 40.00 พบในขั้นตอนน้ำผ่าน UV ร้อยละ 57.14 ในขั้นตอนที่น้ำผ่านหัวบรรจุ ร้อยละ 33.33 ขั้นตอนการบรรจุ ร้อยละ 71.42 และพบการปนเปื้อนเชื้อในน้ำล้างขวด ถัง ฝา น้ำสุดท้าย ร้อยละ 85.71 พบระดับการปนเปื้อน coliform bacteria ในแต่ละขั้นตอนของการผลิตอยู่ในระดับสูงสุด (+3) มากกว่า ร้อยละ 60 ส่วนใหญ่สาเหตุที่มีการปนเปื้อนคือมีการใช้คลอรีนกำจัดเชื้อไม่ถูกต้อง ไม่มีการวัดปริมาณคลอรีนตกค้างก่อนปล่อยน้ำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปของการผลิต การล้างอุปกรณ์ไส้กรองไม่ทำทุกวัน น้ำที่ใช้ล้างทำความสะอาดขวด ถัง ฝา มี coliform bacteria ปนเปื้อน ถังพักน้ำสะอาดเปิดโล่งสัตว์เลื้อยคลานเข้าสัมผัสได้ คนงานไม่สวมชุดป้องกันและมีการเดินเข้าออกห้องบรรจุตลอดเวลา

ศักดา มณีนิล (2542) จากโรงงาน 3 โรงงาน โดยการเก็บตัวอย่างน้ำ 2 ประเภท คือน้ำก่อนการผลิตและน้ำที่ผ่านกระบวนการผลิต โดยทำการตรวจสอบ และสัมภาษณ์ผู้ประกอบกิจการและคนงานด้านสภาพแวดล้อมโรงงาน และวิเคราะห์คุณภาพน้ำทาง กายภาพ เคมี และแบคทีเรีย รวมตัวอย่างน้ำทั้งสิ้น 108 ตัวอย่าง ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำใน ฤดูฝน (กรกฎาคมถึงกันยายน 2541) และในฤดูร้อน (กุมภาพันธ์-เมษายน 2542) ผลการศึกษาพบว่าค่าความเป็นกรด-ด่าง มีค่าพิสัย 3.99-7.82 ความขุ่นมีค่าพิสัย 1.70-13.40 เอ็นทียู ปริมาณคลอรีนตกค้าง มีค่าพิสัย 0-0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณสารทั้งหมดมีค่าพิสัย 25.00-1475.00 มิลลิกรัมต่อลิตร. ความกระด้างมีค่าพิสัย 21.60-216.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณ ไนเตรท-ไนโตรเจน มีค่าพิสัย 0.03-3.96 มิลลิกรัมต่อลิตร โคลิฟอร์มแบคทีเรียมีค่าพิสัย 2-140 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย มีค่าพิสัย 2-50 MPN ต่อ 100 มิลลิลิตร และ อี.โคไล ตรวจพบ 8 ตัวอย่าง หรือร้อยละ 7.41 เมื่อเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคและน้ำแข็งตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข พบว่าค่าที่ได้ส่วนใหญ่ไม่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานซึ่งถือว่าไม่เหมาะสมในการบริโภค แสดงให้เห็นว่า คุณภาพของน้ำแข็งประเภทซองในเขตเทศบาลนครหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ขึ้นอยู่กับกระบวนการผลิต และสภาพแวดล้อมของโรงงาน ดังนั้นต้องมีมาตรการควบคุมเฝ้าระวัง ตรวจสอบทั้งกระบวนการผลิตและสภาพแวดล้อม เพื่อจะได้มีน้ำแข็งที่มีคุณภาพดีแก่ผู้บริโภคต่อไป

# บทที่ 3

# วิธีการวิจัย

## 3.1 พื้นที่ศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งจากโรงงานที่ผลิตน้ำแข็งในพื้นที่เขตเทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา จำนวน 2 โรงงาน ดังนี้

1) บริษัทแป๊ะแซ สงขลาจำกัด โรงน้ำแข็งเลขที่ 76 ถนนสงขลาพลาซ่า

2) ห้างหุ้นส่วนจำกัด พี.ที.กิตติศักดิ์ โรงน้ำแข็งเลขที่ 22 ไทรบุรี 45 ถนนรามวิถี

## 3.2 วัสดุและอุปกรณ์

### 3.2.1 เครื่องแก้ว

1. บีกเกอร์ ขนาด 50, 125, 250, 500, และ 1000 ml
2. ปิเปต ขนาด 1 และ10 ml
3. ขวดรูปชมพู่ ขนาด 125 และ 250 ml
4. บิวเรต ขนาด 50 ml
5. หลอดทดลอง ขนาด 10 ml
6. หลอดดักก๊าซ (durham tube)
7. จานเพาะเชื้อ
8. แท่งแก้วคน

### 3.2.2 อุปกรณ์

1. เครื่องอังไอน้ำ (water bath)
2. โถดูดความชื้น (desiccater)
3. ถ้วยระเหย (evaporating disher)
4. เครื่องชั่ง (analytical balance) ทศนิยม 4 ตำแหน่ง
5. เครื่องวัดค่าความเป็นกรด-เบส (pH meter)
6. ภาชนะใส่น้ำแข็ง (ถัง)
7. หม้อนึ่งอัดความดัน (autoclave)
8. ตู้บ่มเชื้อ (incubater)
9. ตะเกียงแอลกอฮอล์ (alcohol burner)
10. ลวดที่มีปลายห่วงกลม (wire loop)
11. กระบอกฉีดน้ำกลั่น
12. เตาความร้อน (hot plate)

### 3.2.3 สารเคมี/อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. แอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (ammonium hydroxide: $NH_4OH$)
2. แคลเซียมคาร์บอเนต (calcium carbonate: $CaCO_3$)
3. Erochrome Black T ijl;'ndicater solution
4. Hydroxylamine hydrochloride solution
5. Potassium ferrocyanide crystals

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

6. แมกนีเซียมซัลเฟต (magnesium sulfate: $MgSO_4$)

7. แมกนีเซียมคลอไรด์ (magnesium choride: $MgCl_2$)

8. Sodium cyanide solution

9. $Na_2$ EDTA standard solution

10. น้ำกลั่น

11. Lactose Broth

12. Brillant Green Lactose Bile Broth (BGLB)

13. Eosin Methlene Blue Agar (EMB)

14. EC Broth

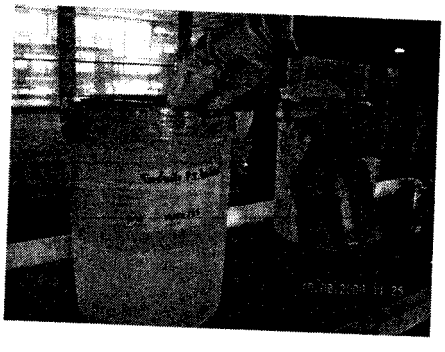
**3.3 การเก็บและรักษาตัวอย่าง**

1.เตรียมภาชนะสำหรับเก็บตัวอย่างน้ำแข็งโดยล้างทำความสะอาดภาชนะด้วยน้ำยาล้างจานแล้วนำไปผึ่งแดดให้แห้ง

2.สุ่มเก็บตัวอย่างน้ำแข็งจากโรงงานผลิตน้ำแข็ง โดยการติดต่อขอซื้อน้ำแข็งหลอดใหญ่จากผู้ผลิตโดยตรง

3.นำภาชนะที่เตรียมไว้ใส่น้ำแข็งจากโรงงานจากนั้น ปิดฝาให้มิดชิด และปิดทับด้วยเทปพลาสติกอีกชั้นพร้อมฉีดแอลกอฮอล์ฆ่าเชื้อทุกครั้ง

4.ก่อนเปิดฝาเพื่อนำตัวอย่างน้ำแข็งออกมาวิเคราะห์ต้องมีการฉีดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ทุกครั้ง และก่อนจะสัมผัสกับฝาภาชนะจะต้องสวมถุงมือทุกครั้งเพื่อป้องกันการปนเปื้อนซึ่งจะมีผลต่อคุณภาพน้ำแข็งที่นำมาวิเคราะห์



A

B

**ภาพที่ 3.1** A: การฉีดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์ก่อนที่ทำการเปิดภาชนะ

B: การฉีดฆ่าเชื้อด้วยแอลกอฮอล์หลังจากปิดภาชนะ

**3.4 วิธีการวิเคราะห์**

วิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งด้านต่างๆ ดังนี้

1) คุณภาพน้ำแข็งทางกายภาพ ได้แก่

- ความขุ่น (turbidity)
- สภาพการนำไฟฟ้า

2) คุณภาพน้ำแข็งทางเคมี ได้แก่

- แความเป็นกรด-ด่าง (pH)
- ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total Solids)
- ความกระด้าง

3) คุณภาพน้ำแข็งทางชีวภาพ ได้แก่

- โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (total coliform bacteria)
- อี.โคไล

**ตารางที่ 3.1** พารามิเตอร์และวิธีการศึกษา

| **การวิเคราะห์ลักษณะทางกายภาพ** | **วิธีวิเคราะห์/อุปกรณ์** |
|---|---|
| 1.ความขุ่น | วิธีเนฟฟีโลมิเตอร์ (nephelometric method) |
| 2.สภาพนำไฟฟ้า | วิธีอิเล็กโตรเมตริก (electrochemistry method) |
| **การวิเคราะห์ลักษณะทางเคมี** | |
| 1.ปริมาณของแข็งทั้งหมด | วิธีทำให้แห้งที่ 103-105 องศาเซลเซียส |
| 2.ความกระด้าง | วิธีอีดีทีเอ (EDTA titrimetric method) |
| 3.ความเป็นกรด-ด่าง ( pH ) | วิธีอิเล็กโตรเมตริก (electrochemistry method) |
| **การวิเคราะห์คุณลักษณะทางชีวภาพ** | |
| 1.โคลิฟอร์มแบคทีเรีย | วิธีเอ็มพีเอ็น Most Probable Number (MPN) |
| 2. อี.โคไล | วิธีเอ็มพีเอ็น Most Probable Number (MPN) |

หมายเหตุ รายละเอียดของวิธีการศึกษาแสดงในภาคผนวก จ และภาคผนวก ฉ

# บทที่ 4

# ผลและการอภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาคุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภค จากโรงงานผลิตน้ำแข็งจำนวน 2 โรงงานภายในเขตเทศบาลนครสงขลา คือ โรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลาจำกัด และโรงน้ำแข็งห้างหุ้นส่วน พี.ที.กิตติศักดิ์ โดยทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเป็นเวลา 3 เดือน เก็บตัวอย่างเดือนละ 2 ครั้ง เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำแข็งทางด้านกายภาพ ด้านเคมี และด้านชีวภาพ จำนวน 7 พารามิเตอร์ มีผลการศึกษาดังนี้

## 4.1 คุณภาพน้ำแข็งด้านกายภาพ

ทำการตรวจวิเคราะห์ใน 2 พารามิเตอร์ คือ ความขุ่น และค่าสภาพการนำไฟฟ้า

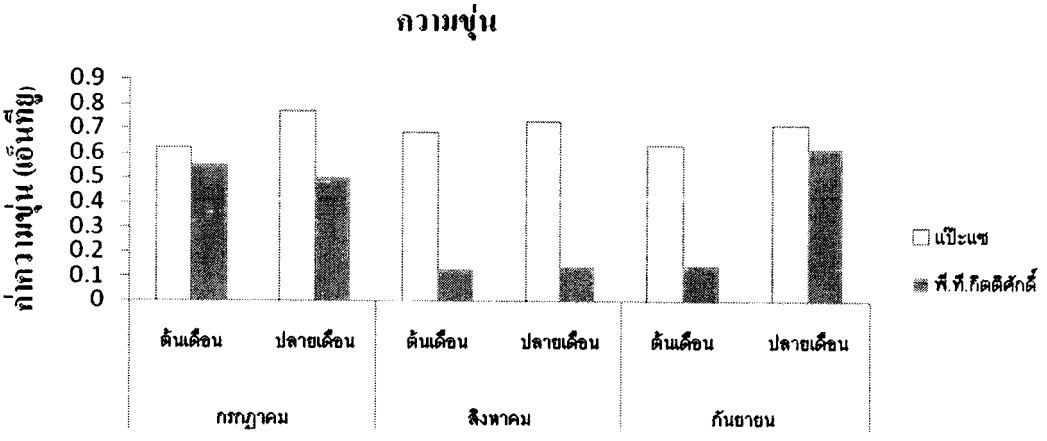
### 4.1.1 ความขุ่น (turbidity)

ค่าความขุ่นของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.69 เอ็นทียู มีค่าความขุ่นต่ำสุดเท่ากับ 0.62 เอ็นทียู และค่าสูงสุดเท่ากับ 0.77 เอ็นทียู ในช่วงต้นเดือนและปลายเดือนกรกฎาคม

ค่าความขุ่นของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.34 เอ็นทียู ค่าความขุ่นต่ำสุดเท่ากับ 0.12 เอ็นทียู ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม ค่าความขุ่นสูงสุดเท่ากับ 0.62 เอ็นทียู ในช่วงปลายเดือนกันยายน ดังตารางที่ 4.1.1 และ ภาพที่ 4.1.1

ตารางที่ 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ค่าความขุ่น

| โรงน้ำแข็ง | ค่าความขุ่น (เอ็นทียู) | | | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | |
| แป๊ะแซ | 0.62 | 0.77 | 0.68 | 0.73 | 0.63 | 0.71 | 0.69 |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | 0.55 | 0.50 | 0.12 | 0.13 | 0.14 | 0.62 | 0.34 |
| ค่ามาตรฐาน | 5 เอ็นทียู | | | | | | |




ภาพที่ 4.1.1 ค่าความขุ่น

พบว่าคุณภาพของโรงน้ำแข็ง ทั้ง 2 โรงงาน มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 5 เอ็นทียู ซึ่งหากในน้ำที่นำมาผลิตน้ำแข็งมีความขุ่นในปริมาณมาก เมื่อบริโภคน้ำหรือน้ำแข็งที่มีความขุ่นเข้าไปในปริมาณมากจะเกิดการสะสมระยะยาวในร่างกายส่งผลทำให้เกิดเป็นโรคนิ่วได้

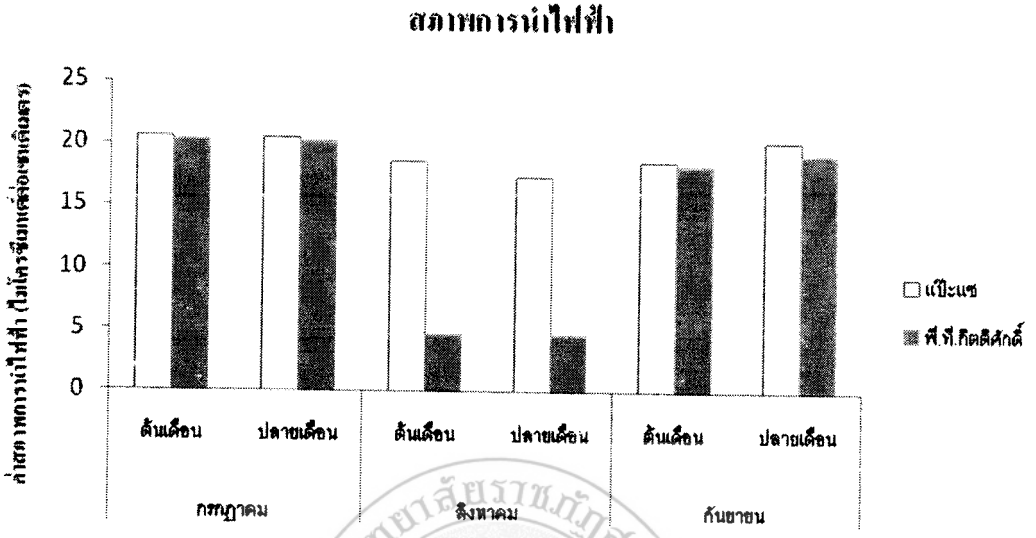
**4.1.2 สภาพการนำไฟฟ้า (conductivity)**

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำแข็งหลอดจากโรงงานน้ำแข็งแป๊ะแซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.36ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 18.67 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม ค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 20.61 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในช่วงต้นเดือนกรกฎาคม

ค่าสภาพการนำไฟฟ้าของน้ำแข็งหลอดจากโรงงานน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 14.45 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตรค่าสภาพการนำไฟฟ้าต่ำสุดเท่ากับ 4.56 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม ค่าสภาพการนำไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับ 20.30 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ในช่วงต้นเดือนกรกฎาคม ดังตารางที่ 4.1.2 และ ภาพที่ 4.1.2

ตารางที่ 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ค่าสภาพการนำไฟฟ้า

| โรงน้ำแข็ง | สภาพการนำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร) | | | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | |
| แป๊ะแซ | 20.61 | 20.50 | 18.67 | 19.23 | 18.68 | 20.31 | 19.36 |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | 20.30 | 20.20 | 4.61 | 4.56 | 18.32 | 19.23 | 14.45 |
| ค่ามาตรฐาน | - | | | | | | |




ภาพที่ 4.1.2 ค่าสภาพการนำไฟฟ้า

ซึ่งจากการศึกษาพบว่าค่าสภาพการนำไฟฟ้าจะมากหรือน้อยขึ้นกับปริมาณการเจือปนของสารละลายในน้ำ ค่าสภาพนำไฟฟ้านำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น ใช้ตรวจความบริสุทธิ์ของน้ำกลั่น ใช้เป็นตัวชี้นำว่าจะใช้ปริมาณตัวอย่างมากน้อยเท่าใดในการวิเคราะห์สารต่างๆ และทำให้ทราบการเปลี่ยนแปลงของความเข้มข้นของสารที่ละลายในน้ำดิบและน้ำเสียอย่างรวดเร็ว (ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข, 2538)

**4.2 คุณภาพน้ำแข็งด้านเคมี**

ทำการตรวจวิเคราะห์ใน 3 พารามิเตอร์ คือ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้างความเป็นกรด-ด่าง (pH)

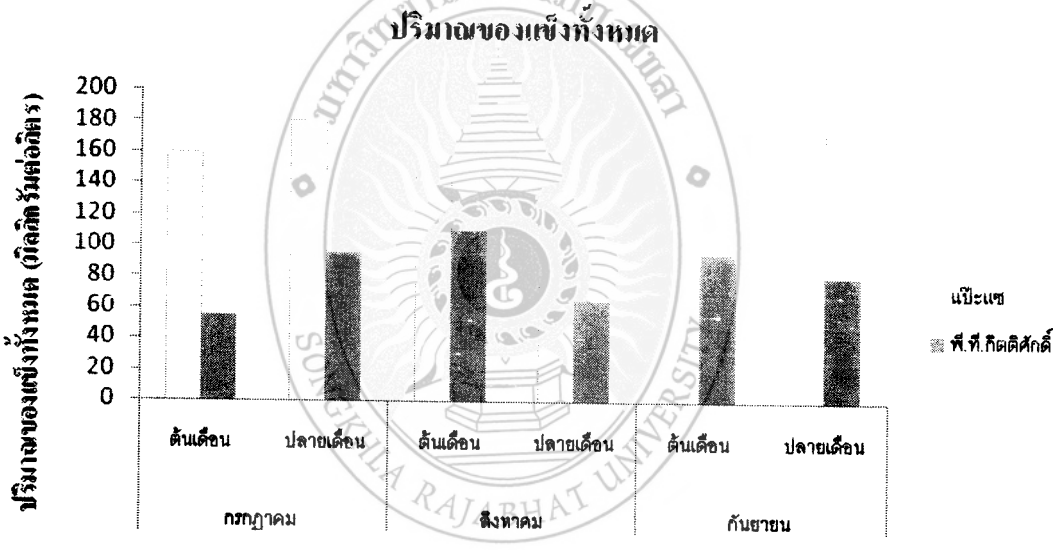
**4.2.1 ปริมาณของแข็งทั้งหมด (total solid)**

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 151.66 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าต่ำสุดเท่ากับ 105 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม ค่าสูงสุดเท่ากับ180 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงปลายเดือนกรกฎาคม

ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 88.33 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่าต่ำสุดเท่ากับ 55 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงต้นเดือน กรกฎาคม ค่าสูงสุดเท่ากับ 110 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม ดังตารางที่ 4.2.1 และภาพที่ 4.2.1 จากผลการวิเคราะห์และพบว่าคุณภาพของโรงน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงานมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตารางที่ 4.2.1 ผลการวิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด

| โรงน้ำแข็ง | ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด มิลลิกรัมต่อลิตร | | | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | |
| แป๊ะแซ | 160 | 180 | 145 | 105 | 145 | 175 | 152 |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | 55 | 95 | 110 | 65 | 95 | 80 | 84 |
| ค่ามาตรฐาน | 500 มิลลิกรัมต่อลิตร | | | | | | |




ภาพที่ 4.2.1 ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด

จากการศึกษาปริมาณของแข็งทั้งหมด ทั้ง 2 โรงงาน พบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณของแข็งทั้งหมดจะมีประโยชน์มากในการพิจารณาถึงความเหมาะสมของน้ำที่จะนำมาอุปโภคบริโภค

**4.2.2 ความกระด้าง (total Hardness)**

จากการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงานไม่พบความกระด้างในน้ำแข็ง

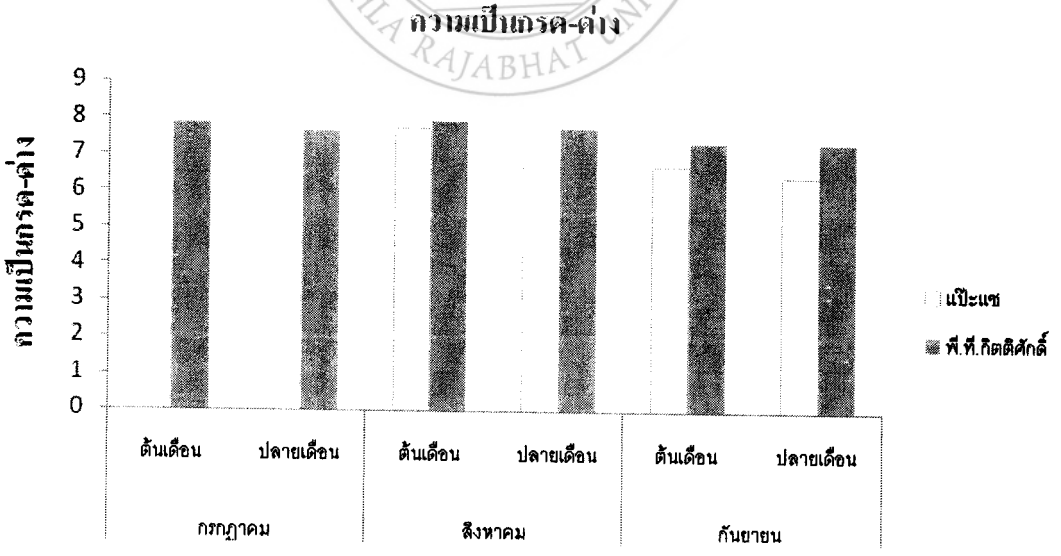
**4.2.3 ความเป็นกรด-ด่าง (pH)**

ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.1 มีค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 6.4 ในช่วงปลายเดือนกันยายน ค่า pH สูงสุดเท่ากับ 6.8 ในช่วงปลายเดือนสิงหาคม

ค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.6 ค่า pH ต่ำสุดเท่ากับ 7.3 ในช่วงต้นเดือนและปลายเดือนกันยายน ค่า pH สูงสุดเท่ากับ 7.9 ในช่วงต้นเดือนสิงหาคม ดังตารางที่ 4.2.3 และภาพที่ 4.2.3

ตารางที่ 4.2.3 ผลการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

| โรงน้ำแข็ง | ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) | | | | | | เฉลี่ย |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | |
| แป๊ะแซ | 6.8 | 7.6 | 7.7 | 7.7 | 6.7 | 6.4 | 7.1 |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | 7.8 | 7.6 | 7.9 | 7.7 | 7.3 | 7.3 | 7.6 |
| ค่ามาตรฐาน | 6.5-8.5 | | | | | | |




ภาพที่ 4.2.3 ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH)

จากการวิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) พบว่าคุณภาพของโรงน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงาน มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ 6.5-8.5 ซึ่งผ่านเกณฑ์มาตรฐานตามกระทรวงสาธารณสุข แสดงให้เห็นถึงความเหมาะสม และปลอดภัยในการบริโภค

**4.3 คุณภาพน้ำแข็งด้านชีวภาพ**

ทำการตรวจวิเคราะห์ใน 2 พารามิเตอร์ คือ โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และ อี.โคไล

**4.3.1 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย**

ค่าโคลิฟอร์มของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ พบว่ามีค่าน้อยกว่า 2.0 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร ซึ่งพบว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานตามกระทรวงสาธารณสุขกำหนดไว้ คือ ปริมาณโคลิฟอร์มต้องน้อยกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็นต่อ100 มิลลิลิตร

**ตารางที่ 4.3.1** การตรวจวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำแข็งจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์

| โรงน้ำแข็ง | จำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน |
| แป๊ะแซ | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 | 2.0 |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | <2.0 | <2.0 | 2.0 | <2.0 | 2.0 | <2.0 |
| ค่ามาตรฐาน | ต้องน้อยกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็นต่อ100มิลลิลิตร | | | | | |

**4.3.2 อี.โคไล**

ผลการวิเคราะห์ อี.โคไล ของน้ำแข็งหลอดจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ ปรากฏว่าไม่พบเชื้อ อี.โคไล ในโรงน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงาน ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ เชื้อ อี.โคไล จะต้องไม่พบ

**ตารางที่ 4.3.2** การตรวจวิเคราะห์หา อีโคไลในน้ำแข็งจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์

| โรงน้ำแข็ง | จำนวนอี.โคไล | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | กรกฎาคม | | สิงหาคม | | กันยายน | |
| | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน | ต้นเดือน | ปลายเดือน |
| แป๊ะแซ | - | - | - | - | - | - |
| พี.ที.กิตติศักดิ์ | - | - | - | - | - | - |
| ค่ามาตรฐาน | ต้องไม่พบ อี.โคไล | | | | | |

หมายเหตุ + หมายถึง พบ อี.โคไล

- หมายถึง ไม่พบ อี.โคไล

ซึ่งหากในน้ำที่นำมาผลิตน้ำแข็ง มีการปนเปื้อนเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และเชื้อ อี.โคไล หากผู้บริโภคบริโภคน้ำแข็งที่มีสิ่งสกปรกเจือปนเข้าไปอาจทำให้เกิดโรคได้เช่น โรคอุจาระร่วง โรคบิด โรคอหิวาตกโรค เป็นต้น

**4.4 การเผยแพร่ข้อมูล**

การเผยแพร่ข้อมูลในรูปของแผ่นพับ เพื่อทำให้เป็นที่น่าสนใจ พกพาได้ง่ายบุคลทั่วไปก็สามารถอ่านได้สะดวก และเพิ่มความรู้ในการบริโภคน้ำแข็งอย่างถูกต้อง(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ช)

# บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

## 5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภค เขตเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลา ได้ทำการศึกษาคุณภาพน้ำแข็ง ตั้งแต่เดือน กรกฎาคม ถึงกันยายน พ.ศ.2552 โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำแข็งหลอดจากโรงงานผลิตน้ำแข็งจำนวน 2 โรงงาน คือโรงงานน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลาจำกัด และโรงงานน้ำแข็งห้างหุ้นส่วนพี.ที.กิตติศักดิ์ ทำการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งทางด้านกายภาพ พบว่าค่าความขุ่นมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.69 และ0.34 เอ็นทียู ตามลำดับ ค่าสภาพการนำไฟฟ้ามีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 19.36 และ 14.45 ตามลำดับ ผลการศึกษาด้านเคมี พบว่าค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 152.0 และ 84.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 7.1 และ 7.6 ตามลำดับ และจากผลการศึกษาพบว่าความกระด้างของโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ปรากฏว่าไม่พบความกระด้าง และผลการศึกษาทางชีวภาพ พบว่า ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และอีโคไล ในน้ำแข็งทั้งโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ และโรงน้ำแข็งพีทีกิตติศักดิ์ มีปริมาณโคลิฟอร์มน้อยกว่า 2.0 เอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิลิตร และไม่พบเชื้ออี.โคไล ในตัวอย่างน้ำแข็งที่นำมาวิเคราะห์ ซึ่งพบว่าคุณภาพน้ำแข็งทางชีวภาพจากโรงน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงานผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ คือปริมาณโคลิฟอร์มต้องน้อยกว่า 2.2 เอ็มพีเอ็น ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อใช้ในการบริโภคภายในเขตเทศบาล นครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ พบว่าคุณภาพน้ำแข็งจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลาจำกัด และโรงน้ำแข็งพี.ที.กิตติศักดิ์ มีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ.2527) ที่กำหนด จึงมีความเหมาะสมในการนำมาบริโภคได้อย่างปลอดภัย

## 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. หน่วยงานที่เกี่ยวข้องควรมีการตรวจสอบคุณภาพน้ำแข็งเป็นระยะๆ อย่างสม่ำเสมอ
2. ควรมีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดิบก่อนที่จะนำมาผลิตน้ำแข็ง
3. ควรมีการศึกษาสภาพทั่วไป เช่น กรรมวิธีในการผลิต เครื่องจักร การขนส่ง

มหาวิทยาลัยขอนแก่น

# บรรณานุกรม


กรรณิการ์ สิริสิงห และคณะ. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์.** คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

คณากร ศรีโคตร. 2542. **คุณภาพน้ำทางเคมีของน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทในมหาวิทยาลัยขอนแก่น.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ชัยวัฒน์ สินติชีวะวงศ์. **เจ้าของบริษัทแสงสุวรรณ น้ำแข็งหลอด จำกัด.** สัมภาษณ์โดย จิราพร ศรีพลเงิน. 19 มิถุนายน 2545.

ทนงศักดิ์ สัจจปาละ และสมชาย กิจสุวรรณกุล. 2538. **คุณภาพทางจุลชีววิทยาของน้ำและน้ำแข็งในโรงงานอาหารทะเลแช่แข็ง.** วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. ปีที่13ฉบับที่ 2 พฤษภาคม ถึง สิงหาคม.

ธงชัย พรรณสวัสดิ์ และวิบูลย์ลักษณ์ วิสุทธิศักดิ์. 2540. **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย.** สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

นฤมล ประภาสุวรรณกุล และสุภาทินี โสบุญ. 2540. **คุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ และน้ำแข็งของโรงเรียนมัธยมในกรุงเทพมหานคร.** วารสารกระทรวงสาธารณสุข.ปีที่16 ฉบับที่ 10–12 ตุลาคม–ธันวาคม.

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 78 (พ.ศ.2527) เรื่อง **น้ำแข็ง.** ราชกิจจานุเบกษา, เล่ม 101 ตอนที่ 23.

ปรางศรี ผิวพงษ์. 2539. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มจากหอพักนักศึกษามหาวิทยาลัยขอนแก่น.** ภาควิชานิเวศวิทยาสิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

พงษ์ธร นนทพันธ์. 2531. **น้ำแข็ง.** ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข. 2538. **การวิเคราะห์น้ำเสียเบื้องต้น.** สมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2538. **วิศวกรรมประปา เล่ม1.** ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ลดาพรรณ แสงคล้าย และสินี จันทร์ภูติรัตน์. 2536. **สุขลักษณะของน้ำแข็งบดและถ้วยเครื่องดื่มที่เก็บจากศูนย์อาหารในห้างสรรพสินค้า.** วารสารกระทรวงสาธารณสุข. ปีที่ 12 ฉบับที่ 6 มิถุนายน.


169193

วิยาดา หนุนภักดี. 2522. **เอกสารประกอบการสอนวิชา 311201 จุลชีววิทยาทั่วไป**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

วรางคณา สังสิทธิสวัสดิ์. 2539. **การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางกายภาพและเคมี**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สุขาภิบาล คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

เสาวนิต ทองพิมพ์. 2527. **เอกสารประกอบการสอนวิชา 311201 จุลชีววิทยาทั่วไป**. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

**เอกสารอ้างอิงอิเล็กทรอนิคส์**

สุพรรณี เทพอรุณรัตน **"คุณภาพน้ำแข็ง"** 2550 เข้าถึงได้จาก http://www.diw.go.th/scripts/results. 12 มีนาคม 2552

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# ภาคผนวก

# ภาคผนวก ก

ประกาศกระทรวงสาธารณสุข

ฉบับที่ 78 (พ.ศ.2527)

เรื่อง น้ำแข็ง

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 และมาตรา 6 (1) (2) (6) (7) และ (10) แห่งพระราชบัญญัติอาหาร พ.ศ.2522 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุขออกประกาศไว้ ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 19 (พ.ศ.2522) เรื่อง กำหนดน้ำแข็งเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ และกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และวิธีการผลิตเพื่อจำหน่ายหรือจำหน่าย กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุ การเก็บรักษา และฉลาก ลงวันที่ 13 กันยายน พ.ศ.2522

ข้อ 2 ให้น้ำแข็งเป็นอาหารควบคุมเฉพาะ

ข้อ 3 การผลิตน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้รับประทาน ต้องใช้น้ำสะอาดที่มีมาตรฐาน ดังต่อไปนี้

(1) คุณสมบัติทางฟิสิกส์

(ก) สี ต้องไม่เกิน 20 อาเซนยูนิต

(ข) กลิ่น ต้องไม่มีกลิ่น แต่ไม่รวมถึงกลิ่นคลอรีน

(ค) ความขุ่น ต้องไม่เกิน 5.0 ซิลิกาสเกล

(ง) ค่าความเป็นกรด-ด่าง ต้องอยู่ระหว่าง 6.5 ถึง 8.5

(2) คุณสมบัติทางเคมี

(ก) ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) ไม่เกิน 500.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ข) ความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตไม่เกิน 100.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ค) สารหนู ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ง) แบเรียม ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(จ) แคดเมียม ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ความใน (จ) ของ (2) ถูกยกเลิกและใช้ความใหม่แทนโดยข้อ 1 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 137 (พ.ศ.2534)

(ฉ) คลอไรด์ โดยคำนวณเป็นคลอรีน ไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ช) โครเมียม ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ซ) ทองแดง ไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ฌ) เหล็ก ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ญ) ตะกั่ว ไม่เกิน 0.1 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

ความใน (ฌ) และ (ญ) ของ (2) ถูกยกเลิกและใช้ความใหม่แทนโดยข้อ 2 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 137 (พ.ศ.2534)

(ฎ) แมงกานีส ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ฏ) ปรอท ไม่เกิน 0.002 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ฐ) ไนเตรท โดยคำนวณเป็นไนโตรเจน ไม่เกิน 4.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ฑ) ฟีนอล ไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ฒ) ซีลีเนียม ไม่เกิน 0.01 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ณ) เงิน ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ด) ซัลเฟต ไม่เกิน 250.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ต) สังกะสี ไม่เกิน 5.0 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ถ) ฟลูออไรด์ โดยคำนวณเป็นฟลูออรีน ไม่เกิน 1.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

(ท) คลอรีนตกค้าง ไม่เกิน 0.5 มิลลิกรัม ต่อน้ำสะอาด 1 ลิตร

มีความเพิ่มขึ้นเป็น (ธ)(น) และ (บ) โดยข้อ 3 แห่งประกาศฯ ฉบับที่ 137 (พ.ศ.2534)

(3) คุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์

(ก) ตรวจพบแบคทีเรีย ชนิดโคลิฟอร์ม น้อยกว่า 2.2 ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร โดยวิธี เอ็ม พี เอ็น (Most Probable Number)

(ข) ตรวจไม่พบบักเตรีชนิด อี.โคไล (Escherichia coli)

(ค) ไม่มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค

ข้อ 4 น้ำแข็งตามข้อ 3 ต้องมีคุณภาพหรือมาตรฐานตามมาตรฐานของน้ำสะอาด และไม่มีสิ่งหนึ่งสิ่งใดปนเปื้อนอยู่ในน้ำแข็งนั้น

ข้อ 5 กรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งตามข้อ 3 ให้ใช้วิธีที่จะป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดที่อยู่ภายนอกเข้าไปปนเปื้อนกับน้ำสะอาดที่ใช้ในระหว่างที่ทำการผลิต

ข้อ 6 ท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็งจะต้องทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษ ทนทาน และมีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด

ข้อ 7 พื้นผิวของท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็งต้องสะอาด และไม่มีสิ่งหนึ่งสิ่งใดปนเปื้อนอยู่ในระหว่างที่ทำการผลิต

ข้อ 8 การผลิตน้ำแข็งเพื่อจำหน่ายที่มีวัตถุประสงค์ให้ใช้ประโยชน์อื่นนอกจากให้ใช้รับประทาน ต้องใช้น้ำสะอาดที่มีมาตรฐาน ตามข้อ 3 และ จะเติมสารอื่นที่สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยาเห็นชอบด้วยก็ได้ การผลิตน้ำแข็งตามวรรคหนึ่ง จะทำตามกรรมวิธีการผลิตน้ำแข็งที่กำหนดไว้ในข้อ 5 หรือทำตามกรรมวิธีการผลิตอื่นก็ได้ แต่ท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง และเครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็ง ต้องเป็นไปตามข้อ 6 และข้อ 7

ข้อ 9 น้ำที่ใช้ในการทำความสะอาดท่อส่งน้ำ ซองน้ำแข็ง เครื่องใช้ในการผลิตที่สัมผัสกับน้ำสะอาดหรือน้ำแข็ง และภาชนะบรรจุ ต้องใช้น้ำที่มีมาตรฐานเช่นเดียวกับน้ำที่ใช้ผลิตน้ำแข็ง การถอดน้ำแข็งออกจากซองน้ำแข็งนั้น ต้องใช้น้ำที่มีมาตรฐาน เช่นเดียวกับน้ำที่ใช้ผลิตน้ำแข็ง

ข้อ 10 ในการเก็บรักษาน้ำแข็งห้ามมิให้ใช้แกลบ ขี้เลื่อย กระสอบ กาบมะพร้าว เสื่อ หรือวัสดุอย่างอื่นในทำนองเดียวกัน ปกคลุมหรือห่อหุ้มน้ำแข็ง

ข้อ 11 สถานที่เก็บรักษาน้ำแข็งตามข้อ 3 เพื่อจำหน่ายหรือที่จำหน่าย ต้อง

(1) สะอาดและมีระดับสูงกว่าทางเดินภายในบริเวณสถานที่เก็บรักษาน้ำแข็ง

(2) ทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบรักษาความสะอาดได้ง่าย

(3) มีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาด และมีลักษณะปกปิดที่ป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากภายนอกปนเปื้อนน้ำแข็งได้

ข้อ 12 ภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุน้ำแข็งตามข้อ 3 เพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย ต้อง

(1) สะอาดและ ไม่มีสารออกมาปนเปื้อนกับน้ำแข็งในปริมาณที่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพ

(2) ทำด้วยวัสดุที่ไม่เป็นพิษและเป็นวัสดุพื้นผิวเรียบรักษาความสะอาดได้ง่าย

(3) มีลักษณะที่ง่ายต่อการทำความสะอาดและมีลักษณะปกปิดที่ป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดจากภายนอกปนเปื้อนน้ำแข็งได้

(4) ไม่เคยใช้บรรจุผลิตภัณฑ์อื่นนอกจากน้ำแข็ง และไม่มีรูปรอยประดิษฐ์หรือข้อความใดที่แสดงว่าเป็นภาชนะบรรจุที่ใช้บรรจุสิ่งของอื่น ในกรณีที่ใช้ยานพาหนะในลักษณะเป็นภาชนะบรรจุด้วย ยานพาหนะที่ใช้เป็นภาชนะบรรจุนั้นจะต้องเป็นไปตาม (1)(2) และ (3)

ข้อ 13 น้ำแข็ง ตามข้อ 3 และข้อ 8 ที่ผลิตเพื่อจำหน่าย หรือที่จำหน่าย ต้องมีฉลากเป็นภาษาไทย อ่านได้ชัดเจน ด้วยตัวอักษรขนาด ไม่เล็กกว่า 5 มิลลิเมตร แสดงไว้ที่ภาชนะบรรจุ และอย่างน้อยต้องมีข้อความ ดังต่อไปนี้

(1) ชื่อ ที่ตั้ง ของโรงงานผลิตน้ำแข็ง

(2) น้ำแข็งใช้รับประทานได้ ด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน หรือ น้ำแข็งใช้รับประทานไม่ได้ ด้วยตัวอักษรสีแดง แล้วแต่กรณี ความในวรรคหนึ่ง มิให้ใช้บังคับแก่ภาชนะบรรจุที่ใช้ใส่น้ำแข็งเพื่อจำหน่ายโดยตรงแก่ผู้บริโภคประกาศฉบับนี้ ไม่กระทบกระเทือนถึงใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหารซึ่งออกให้ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 19 (พ.ศ.2522) เรื่อง กำหนดน้ำแข็งเป็นอาหารควบคุมเฉพาะและกำหนดคุณภาพหรือมาตรฐาน หลักเกณฑ์ เงื่อนไข และวิธีการผลิต เพื่อจำหน่ายหรือจำหน่าย กำหนดคุณภาพหรือมาตรฐานของภาชนะบรรจุ การใช้ภาชนะบรรจุ การเก็บรักษา และฉลาก ลงวันที่ 13 กันยายน พ.ศ. 2522 และให้ผู้ที่ได้รับใบสำคัญการขึ้นทะเบียนตำรับอาหาร ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขดังกล่าวมาดำเนินการแก้ไขตำรับอาหารให้มีรายละเอียดถูกต้องตามประกาศฉบับนี้ภายในเก้าสิบวัน นับแต่วันที่ประกาศนี้ใช้บังคับ

ประกาศฉบับนี้ ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดหนึ่งร้อยแปดสิบวัน นับแต่วันถัดจากวันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ 16 มกราคม พ.ศ.2527
มารุต บุนนาค
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงสาธารณสุข

(101 ร.จ.9 ตอนที่ 23 (ฉบับพิเศษ แผนกราชกิจจาฯ) ลงวันที่ 22 กุมภาพันธ์ พ.ศ.2527)

# ภาคผนวก ข

**ตารางที่ ข-1** มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท

| คุณลักษณะ | ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐานเกณฑ์อนุโลมสูงสุด |
|---|---|---|---|
| ทางกายภาพ | 1. สี (Colour ) | ฮาเซนยูนิต (Hazen) | 20 |
| | 2. กลิ่น (Odour) | - | ไม่มีกลิ่น (ไม่รวมกลิ่นคลอรีน) |
| | 3. ความขุ่น (Turbidity) | ซิลิกาสเกลยูนิต | 5 |
| | 4. ความเป็นกรด-ด่าง ( pH ) | - | 6.5-8.5 |
| ทางเคมี | 5. ปริมาณสารทั้งหมด (total Solids) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 500 |
| | 6. ความกระด้างทั้งหมด (total Hardness) (คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 100 |
| | 7. สารหนู (As) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.05 |
| | 8. แบเรียม (Ba) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 1.0 |
| | 9. แคดเมียม (Cd) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.005 |
| | 10. คลอไรด์ (Cl,คำนวณเป็นคลอรีน) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 250 |
| | 11. โครเมียม (Cr) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.05 |
| | 12. ทองแดง (Cu) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 1.0 |
| | 13. เหล็ก (Fe) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.3 |
| | 14. ตะกั่ว (Pb) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.05 |
| | 15. แมงกานิส (Mn) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.05 |
| | 16. ปรอท (Hg) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.002 |
| | 17. ไนเตรต($NO_3$-N,คำนวณเป็นไนโตรเจน) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 4.0 |
| | 18. ฟีนอล (Phenols) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.001 |
| | 19. ซิลิเนียม (Se) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.01 |

**ตารางที่ ข-1** มาตรฐานคุณภาพน้ำดื่มในภาชนะบรรจุปิดสนิท (ต่อ)

| คุณลักษณะ | ดัชนีคุณภาพน้ำ | หน่วย | ค่ามาตรฐาน เกณฑ์อนุโลมสูงสุด |
|---|---|---|---|
| | 20. เงิน (Ag) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.05 |
| | 21.ซัลเฟต ($SO_4$) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 250 |
| | 22. สังกะสี (Zn) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 5.0 |
| | 23.ฟลูออไรด์ (F, คำนวณเป็นฟลูออรีน) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 1.5 |
| | 24. อะลูมิเนียม | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.2 |
| | 25. เอบีเอส (Alkylbenzene Sulfonate) | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.2 |
| | 26. ไซยาไนด์ | มิลลิกรัมต่อลิตร | 0.1 |
| ทางแบคทีเรีย | 27. โคลิฟอร์ม (Coliform) | เอ็ม พี เอ็น/100 มล. | 2.2 |
| | 28. อี.โคไล(E.Coil) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | ตรวจไม่พบ |
| | 29. จุลินทรีย์ทำให้เกิดโรค (Disease-causing bacteria) | เอ็ม.พี.เอ็น/100 มล. | ตรวจไม่พบ |

**แหล่งที่มา**: ประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) เรื่องน้ำบริโภค ในภาชนะที่ปิดสนิท ตีพิมพ์ในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 98 ตอนที่ 157 (ฉบับพิเศษ) ลงวันที่ 24 กันยายน 2524 ซึ่งได้แก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงสาธารณะสุข ฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) เรื่อง น้ำบริโภค ในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท (ฉบับที่ 2) ลงวันที่ 26 กุมภาพันธ์พ.ศ.2534 ตีพิมพ์ ในหนังสือราชกิจจานุเบกษา เล่ม 108 ตอนที่ 61 ลงวันที่ 2 เมษายน 2534

# ภาคผนวก ค

**ตารางที่ ค-1** แสดงค่าดัชนี MPNและความเชื่อมั่น 95%ของหลอดที่ให้ผลบวกเมื่อใช้ระบบ 3 หลอด และ 5 หลอดของน้ำ ตรวจวิเคราะห์ (10 ml, 1.0 ml, 0.1 ml)

| จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก | จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | | | 5 | | |
| | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | |
| | | ต่ำกว่า | สูงกว่า | | ต่ำกว่า | สูงกว่า |
| 0-0-0 | <3 | - | - | <2 | - | - |
| 0-0-1 | 3 | <0.5 | 9 | 2 | <0.5 | 7 |
| 0-1-0 | 3 | <0.5 | 13 | 2 | <0.5 | 7 |
| 0-2-0 | - | - | - | 4 | 0.5 | 11 |
| 1-0-0 | 4 | <0.5 | 20 | 2 | <0.5 | 7 |
| 1-0-1 | 7 | 1 | 21 | 4 | <0.5 | 11 |
| 1-1-0 | 7 | 1 | 23 | 4 | <0.5 | 11 |
| 1-1-1 | 11 | 3 | 36 | 6 | <0.5 | 15 |
| 1-2-0 | 11 | 3 | 36 | 6 | <0.5 | 15 |
| 2-0-0 | 9 | 1 | 36 | 5 | <0.5 | 13 |
| 2-0-1 | 14 | 3 | 37 | 7 | 1 | 7 |
| 2-1-0 | 15 | 3 | 44 | 7 | 1 | 17 |
| 2-1-1 | 20 | 7 | 89 | 9 | 2 | 21 |
| 2-2-0 | 21 | 4 | 47 | 9 | 2 | 21 |
| 2-2-1 | 28 | 10 | 150 | - | - | - |
| 2-3-0 | - | - | - | 12 | 3 | 28 |
| 3-0-0 | 23 | 4 | 120 | 8 | 1 | 19 |
| 3-0-1 | 39 | 7 | 130 | 11 | 2 | 25 |
| 3-0-2 | 64 | 15 | 380 | - | - | - |
| 3-1-0 | 43 | 7 | 210 | 11 | 2 | 25 |

**ตารางที่ ค-1 (ต่อ)**

| จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก | จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | | | 5 | | |
| | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | |
| | | ต่ำกว่า | สูงกว่า | | ต่ำกว่า | สูงกว่า |
| 3-1-1 | 75 | 14 | 230 | 14 | 4 | 34 |
| 3-1-2 | 120 | 30 | 380 | - | - | - |
| 3-2-0 | 93 | 15 | 380 | 14 | 4 | 34 |
| 3-2-1 | 150 | 30 | 440 | 17 | 5 | 46 |
| 3-2-2 | 210 | 35 | 470 | - | - | - |
| 3-3-0 | 240 | 36 | 1,300 | - | - | - |
| 3-3-1 | 460 | 71 | 2,400 | - | - | - |
| 3-3-2 | 1,100 | 150 | 4,800 | - | - | - |
| 3-3-3 | $\geq$2,400 | - | - | - | - | - |
| 4-0-0 | - | - | - | 13 | 3 | 31 |
| 4-0-1 | - | - | - | 17 | 5 | 46 |
| 4-1-0 | - | - | - | 17 | 5 | 46 |
| 4-1-1 | - | - | - | 21 | 7 | 63 |
| 4-1-2 | - | - | - | 26 | 9 | 78 |
| 4-2-0 | - | - | - | 22 | 7 | 67 |
| 4-2-1 | - | - | - | 26 | 9 | 78 |
| 4-3-0 | - | - | - | 27 | 9 | 80 |
| 4-3-1 | - | - | - | 33 | 11 | 93 |
| 4-4-0 | - | - | - | 34 | 12 | 93 |
| 5-0-0 | - | - | - | 23 | 7 | 70 |
| 5-0-1 | - | - | - | 31 | 11 | 89 |

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

**ตารางที่ ค-1 (ต่อ)**

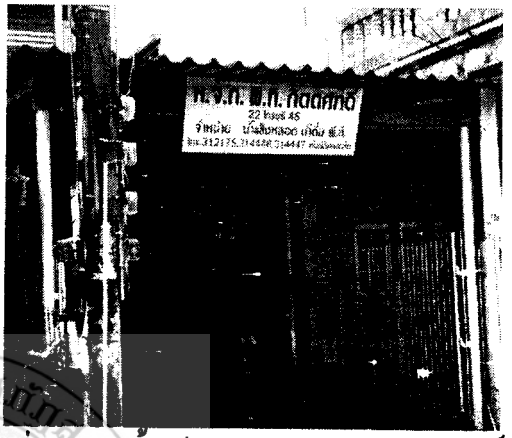
| จำนวนหลอดที่ให้ผลบวก | จำนวนหลอดแต่ละการเจือจาง | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 3 | | | 5 | | |
| | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | | ดัชนีเอ็มพีเอ็นต่อ 100 มิลลิกรัม | ระดับความเชื่อมั่น 96% | |
| | | ต่ำกว่า | สูงกว่า | | ต่ำกว่า | สูงกว่า |
| 5-0-2 | - | - | - | 43 | 15 | 110 |
| 5-1-0 | - | - | - | 33 | 11 | 93 |
| 5-1-1 | - | - | - | 46 | 16 | 120 |
| 5-1-2 | - | - | - | 63 | 21 | 150 |
| 5-2-0 | - | - | - | 49 | 17 | 130 |
| 5-2-1 | - | - | - | 70 | 23 | 170 |
| 5-2-2 | - | - | - | 94 | 28 | 220 |
| 5-3-0 | - | - | - | 79 | 25 | 190 |
| 5-3-1 | - | - | - | 110 | 31 | 250 |
| 5-3-2 | - | - | - | 140 | 37 | 340 |
| 5-3-3 | - | - | - | 180 | 44 | 500 |
| 5-4-0 | - | - | - | 130 | 35 | 300 |
| 5-4-1 | - | - | - | 170 | 43 | 490 |
| 5-4-2 | - | - | - | 220 | 57 | 700 |
| 5-4-3 | - | - | - | 280 | 90 | 850 |
| 5-4-4 | - | - | - | 350 | 120 | 1,000 |
| 5-5-0 | - | - | - | 240 | 68 | 750 |
| 5-5-1 | - | - | - | 350 | 120 | 1,000 |
| 5-5-2 | - | - | - | 540 | 180 | 1,400 |
| 5-5-3 | - | - | - | 920 | 300 | 3,200 |
| 5-5-4 | - | - | - | 1,600 | 640 | 5,800 |
| 5-5-5 | - | - | - | ≥2,400 | - | - |

ที่มา: กรรณิการ์ สิริสิงห์ และคณะ (2549)

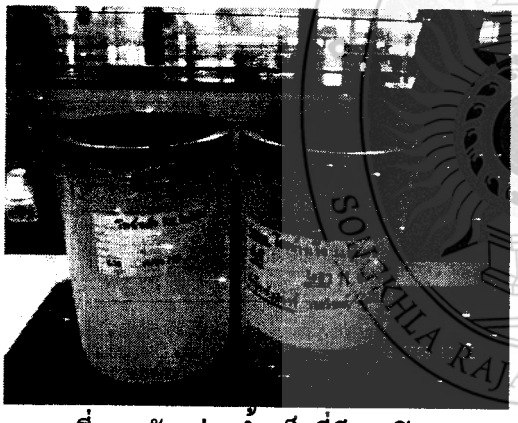
# ภาคผนวก ง

## การเก็บและวิเคราะห์ตัวอย่าง

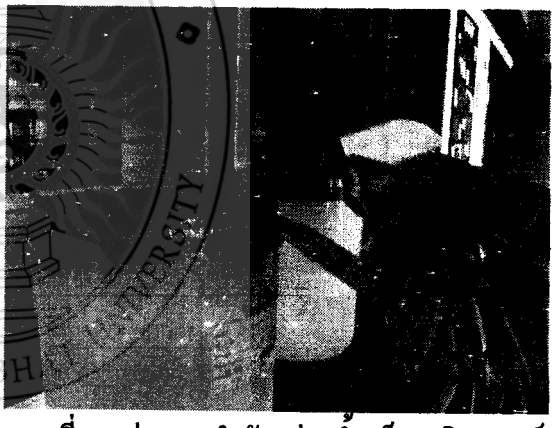
ภาพที่ ง-1 โรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด



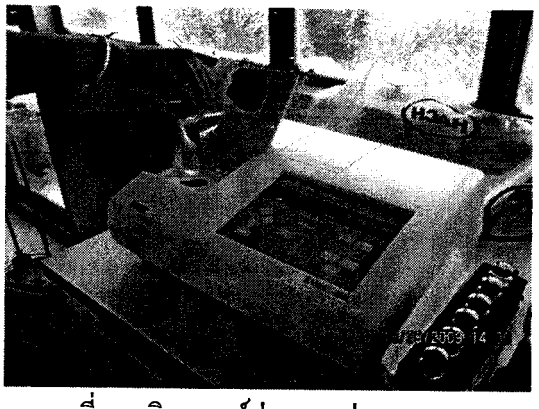
ภาพที่ ง-2 โรงน้ำแข็งห้างหุ้นส่วนพี.ที.กิตติศักดิ์



ภาพที่ ง-3 ตัวอย่างน้ำแข็งที่มีการปิดภาชนะที่มิดชิดก่อนนำน้ำแข็งตัวอย่างมาทดลอง

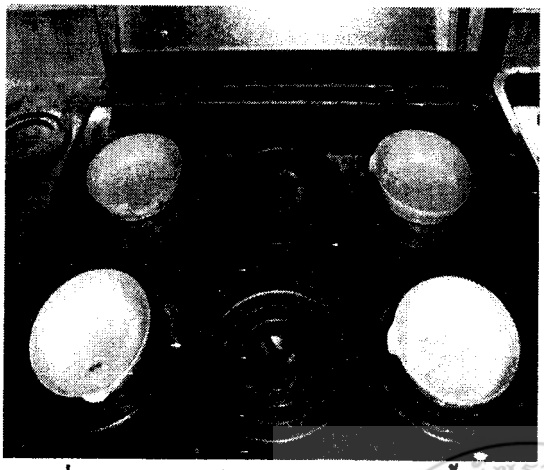


ภาพที่ ง-4 ก่อนจะนำตัวอย่างน้ำแข็งมาวิเคราะห์จะต้องมีการฉีดแอลกอฮอล์ก่อนทุกครั้ง

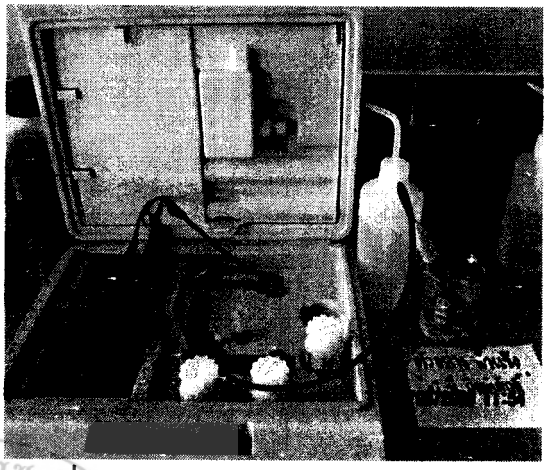


ภาพที่ ง-5 วิเคราะห์ค่าความขุ่น

ภาพที่ ง-6 วิเคราะห์สภาพการนำไฟฟ้า

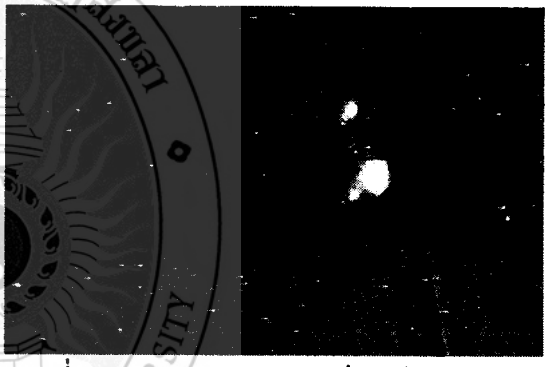


ภาพที่ ง-7 วิเคราะห์ค่าปริมาณของแข็งทั้งหมด

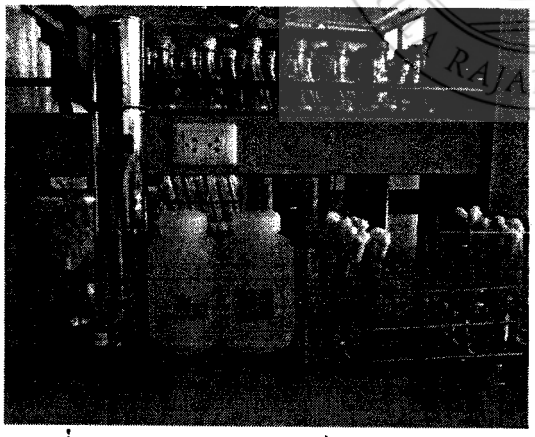


ภาพที่ ง-8 วิเคราะห์ค่าความเป็นกรด-ด่าง(pH)

ภาพที่ ง-9 ขั้นตอนการเขี่ยเชื้อ



ภาพที่ ง-10 อุปกรการวิเคราะห์อี.โคไล



ภาพที่ ง-11 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

# ภาคผนวก จ

การตรวจโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยวิธี **Most probable number of coliform organisms (MPN)** หรือ **Multiple tubes fermentation technique**

**ความหมายของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม**

แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม มีคุณสมบัติคือ เป็นพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ (aerobic) และพวกที่สามารถเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative anaerobic) เป็นพวกแกรมลบ (gram negative) ไม่สร้างสปอร์ รูปร่างเป็นท่อนสั้น (rod shape)สามารถย่อยสลายน้ำตาลแลคโตสได้ก๊าซที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส ภายในเวลา 48 ชั่วโมง

ส่วนพวกฟีคัลโคลิฟอร์ม (fecal coliform) จะถูกจำแนกออกจากกลุ่มโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยพวกฟีคัลโคลิฟอร์ม จะสามารถสลายสารอาหาร EC ได้ก๊าซในเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส

การตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย เป็นดัชนีที่จะบ่งชี้ถึงความสกปรกของน้ำ เนื่องจากมีแบคทีเรียหลายชนิดที่ก่อให้เกิดโรคเกี่ยวกับทางเดินอาหาร เช่น ไทฟอยด์ บิด และอหิวา ซึ่งสามารถตรวจพบได้ในอุจจาระ เมื่อถูกขับถ่ายปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำจะถูกแพร่กระจายไปโดยมีน้ำเป็นสื่อ และจะมีผลกระทบโดยตรงต่อสุขภาพของคนที่ใช้น้ำในแหล่งน้ำนั้น ดังนั้นในการตรวจสอบคุณภาพน้ำทางแบคทีเรีย จึงต้องวิเคราะห์หาชนิดและปริมาณของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย (pathogens) ต่างๆในน้ำ

การตรวจสอบชนิดของแบคทีเรียที่เป็นอันตราย (pathogens) ต่างๆ ในตัวอย่างน้ำโดยตรงอาจต้องใช้เวลานาน ยุ่งยาก และสิ้นเปลืองมาก ซึ่งในปัจจุบันมักนิยมใช้การตรวจหาแบคทีเรียชี้แนะแทน (bacteriological indicator) โดยเฉพาะแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์ม เพื่อเป็นดัชนีชี้แนะว่าแหล่งน้ำนั้นน่าจะมีการปนเปื้อนของแบคทีเรียที่เป็นอันตรายมากน้อยเพียงใด

**ขอบเขตและการประยุกต์ใช้**

วิธีการนี้สามารถนำไปใช้ในการหาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียได้ในน้ำดื่ม น้ำผิวดิน และน้ำทะเล รวมถึงน้ำเสียจากชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิธีนี้ ปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียในน้ำตัวอย่างจะต้องมีค่าไม่เกิน 1,600 MPN/100 มิลลิลิตร ซึ่งถ้ามีปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียสูงมากกว่านี้ จะต้องทำการเจือจางน้ำตัวอย่างก่อนนำไปวิเคราะห์

**หลักการ**

เป็นการวิเคราะห์ปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย โดยอาศัยความสามารถในการย่อยสารอาหารให้เกิดก๊าซในหลอดทดลอง จากจำนวนของหลอดที่ให้ผล positive ของแต่ละการเจือจาง 3 ระดับ แล้วนำไปอ่านหาค่าในตารางดัชนี MPN (MPN index) ซึ่งจะบอกจำนวนของโคลิฟอร์มที่มีอยู่ในน้ำ 100 มิลลิลิตร โดยค่าในตารางดัชนี MPN นี้เป็นค่าการวิเคราะห์ทางสถิติ ซึ่งจะเป็นการประมาณทางสถิติถึงปริมาณของโคลิฟอร์มที่น่าจะตรวจพบได้ในน้ำ (most probable number per 100 ml of sample) ซึ่งวิธีนี้เหมาะสำหรับตัวอย่างน้ำที่ขุ่น หรือน้ำเสียต่างๆ

**การเก็บและการรักษาตัวอย่าง**

**การเก็บตัวอย่างน้ำ**

1. ภาชนะ ขวดเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อตรวจสอบทางแบคทีเรีย ต้องล้างให้สะอาด และผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) โดยทำการปิดจุกขวด เอากระดาษ foil หุ้ม แล้วนำไปนึ่งที่อุณหภูมิ 21 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที (sterile)

2. การทำลายคลอรีน(dechlorination) คลอรีนที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำจะไปทำลายแบคทีเรียในระหว่างการนำตัวอย่างมายังห้องปฏิบัติการ ดังนั้นจึงต้องเติม $Na_2SO_3$ (โซเดียมไธโอซัลเฟต) เพื่อไปทำลายคลอรีนที่มีอยู่ในตัวอย่างน้ำเสียก่อน $Na_2S_2O_3$ จะถูกเติมลงในขวดสำหรับเก็บตัวอย่างที่สะอาดก่อนนำไป sterile โดยให้มีความเข้มข้นของ $Na_2S_2O_3$ ประมาณ 100 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปกติมักจะเติม 0.1 ml ของ 10% $Na_2S_2O_3$ ลงในขวดตัวอย่างขนาด 120 ml

3. การลดความเป็นพิษของโลหะหนัก ตัวอย่างน้ำเสียที่มีโลหะหนัก เช่น ทองแดง และสังกะสีสูง จะต้องเติมสาร chelating agent เช่น ethylenediamine tetraacetic acid (EDTA) ลงไปด้วย เพื่อลดความเป็นพิษของโลหะหนักต่อแบคทีเรีย ซึ่งสำคัญมากสำหรับตัวอย่างน้ำที่ต้องเก็บไว้นานกว่า 24 ชั่วโมง EDTA จะถูกเติมลงไปในขวดสำหรับเก็บตัวอย่างที่สะอาดก่อนนำไป sterile โดยให้มีความเข้มข้นของ EDTA ประมาณ 372 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปกติมักจะเติม 0.3 ml ของ 15% EDTA ลงในขวดตัวอย่างขนาด 120 ml ซึ่งอาจรวมกับสารละลาย $Na_2S_2O_3$ ก่อนเติม

4. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำ จุดเก็บตัวอย่างสำหรับการวิเคราะห์ค่าแบคทีเรียโคลิฟอร์มและฟีคอลโคลิฟอร์มในน้ำ ให้เก็บตัวอย่างที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร โดยเปิดฝาขวดเก็บตัวอย่างคว่ำขวดลงไปในน้ำ แล้วค่อยหงายปากขวดขึ้นหันในทิศทางทวนกระแสน้ำ ให้น้ำตัวอย่างไหลเข้าขวดเก็บตัวอย่าง

5. ปริมาณของตัวอย่าง ปริมาณของตัวอย่างน้ำที่เก็บเพื่อทำการตรวจสอบทางแบคทีเรีย ไม่ควรน้อยกว่า 100 ml และไม่ควรเก็บตัวอย่างน้ำจนเต็มขวดเก็บตัวอย่าง แต่ให้เหลือที่ว่างไว้ ประมาณ 2.5 เซนติเมตร เพื่อความสะดวกในการเขย่าตัวอย่างน้ำก่อนทำการวิเคราะห์

**การรักษาตัวอย่างน้ำ**

การวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย ควรกระทำทันทีภายหลังการเก็บตัวอย่าง เพื่อหลีกเลี่ยงการเปลี่ยนแปลงที่อาจจะเกิดขึ้น ถ้าไม่สามารถทำการวิเคราะห์ได้ภายในเวลา 1 ชั่วโมง หลังการเก็บควรแช่ตัวอย่างน้ำในน้ำแข็งที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ในระหว่างการขนส่ง ซึ่งควรใช้เวลาในการขนส่งไม่เกิน 6 ชั่วโมง เมื่อถึงห้องปฏิบัติการให้แช่ในตู้เย็นทันที และควรทำการวิเคราะห์ภายในเวลา 2 ชั่วโมง

**การเจือจางตัวอย่างน้ำ**

ตัวอย่างน้ำจากแหล่งต่างๆ อาจจะต้องทำการเจือจาง เพื่อให้ความหนาแน่นของโคลิฟอร์มแบคทีเรียอยู่ในระดับที่เหมาะสม คือไม่เกิน 1,600 MPN/100 มิลลิลิตร เพื่อให้ได้ช่วงของค่าความเจือจางที่จะไปอ่านเทียบกับตารางดัชนี MPN ได้ ซึ่งจะใช้ชุดอนุกรมของการเจือจางเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความสกปรกของน้ำตัวอย่าง เช่น

น้ำดื่ม อาจใช้ชุดการเจือจาง 10 ml, 1 ml, 0.1 ml

น้ำจากแม่น้ำ อาจใช้ชุดการเจือจาง 1 ml, 0.1 ml, 0.01 ml

น้ำจากระบบบำบัด อาจใช้ชุดการเจือจาง 0.1 ml, 0.01 ml, 0.001 ml

**หมายเหตุ**

ถ้าเลือกอนุกรมการเจือจางตามชุดแรก จะอ่านค่าได้โดยตรงจากตารางดัชนี MPN

ถ้าเลือกอนุกรมการเจือจางตามชุดสอง ค่าที่อ่านได้จากตารางดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 10

ถ้าเลือกอนุกรมการเจือจางตามชุดสาม ค่าที่อ่านได้จากตารางดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 100

สำหรับการเจือจางตัวอย่างน้ำสามารถทำได้ดังนี้

1. เตรียมหลอดแก้วที่มีน้ำกลั่น หรือ buffered water ปริมาตร 9 ml ที่ผ่านการ sterile แล้วจำนวน 3 หลอด
2. เขย่าตัวอย่างน้ำที่เก็บมาอย่างแรง 25 ครั้ง
3. ใช้ sterile pipette ดูดน้ำตัวอย่าง 1 ml ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีน้ำกลั่นหลอดที่ 1 (อัตราการเจือจาง1:10)
4. เขย่าตัวอย่างน้ำในหลอดแก้วที่ 1 อย่างแรง 25 ครั้ง

5. ใช้ sterile pipette ดูดน้ำตัวอย่างจากหลอดแก้วที่ 1 ปริมาตร 1 ml ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีน้ำกลั่นหลอดที่ 2 (อัตราการเจือจาง 1:100)

6. เขย่าตัวอย่างน้ำในหลอดแก้วที่ 2 อย่างแรง 25 ครั้ง

7. ใช้ sterile pipette ดูดน้ำตัวอย่างจากหลอดแก้วที่ 2 ปริมาตร 1 ml ใส่ลงในหลอดแก้วที่มีน้ำกลั่นหลอดที่ 3 (อัตราการเจือจาง 1:1000) จะได้ชุดอนุกรมของการเจือจางตัวอย่างน้ำเป็น 0.1, 0.01, 0.001 นำน้ำตัวอย่างในแต่ละระดับการเจือจางมาวิเคราะห์หาปริมาณโคลิฟอร์มต่อไป

**ระบบการวิเคราะห์**

การเลือกระบบหลอดเลี้ยงเชื้อเพื่อวิเคราะห์โคลิฟอร์มตามวิธี MPN โดยทั่วไปนิยมใช้อยู่ 2 ระบบ คือ ระบบ "3" และระบบ "5" หลอด ซึ่งเป็นการบอกให้ทราบจำนวนหลอดที่จะใช้หมักต่อหนึ่งระดับการเจือจางของตัวอย่างน้ำ

ระบบ 3 หลอด ใช้อาหารเหลวน้อย ประหยัดเวลา โอกาสผิดพลาดมาก

ระบบ 5 หลอด ใช้อาหารเหลวมาก เปลืองเวลา โอกาสผิดพลาดน้อยกว่า

**การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรีย** (Total Coliform Bacteria)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. หลอดแก้วพร้อมฝาปิด (test tube) ขนาด 15 ml
2. หลอดดักอากาศเดอร์แรม (durham tube)
3. ปิเปตขนาด 1 และ 10 ml
4. ลูกยางใช้กับปิเปตสำหรับดูดน้ำตัวอย่าง
5. ตะเกียงแอลกอฮอล์
6. ตู้เพาะเชื้อ (incubator)
7. ลวดที่มีปลายห่วงกลม (wire loop)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1. น้ำกลั่นสำหรับการเจือจางตัวอย่าง
2. Lactose broth (LB)
3. Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGB)

**ขั้นตอนการวิเคราะห์**

การตรวจสอบขั้นแรก (presumptive test)

- นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 ml ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลวแลคโตส ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม ประมาณ 10 ml แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

- เขย่าตัวอย่างน้ำแรงๆ ขึ้นลง 25 ครั้ง

- ใช้ปิเปต ขนาด 1 ml ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดแก้วที่บรรจุอาหารเหลวแลคโตส 3 หรือ 5 หลอดๆ ละ 1 ml ต่อ 1 ระดับของการเจือจาง ซึ่งชุดอนุกรมของการเจือจางในการวิเคราะห์จะใช้การเจือจาง 3 ระดับ/1 ตัวอย่าง

- เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม

- นำหลอดแก้วทั้งหมดเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35± 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

- นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) นำหลอดที่เกิดก๊าซไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

การตรวจสอบขั้นยืนยัน (confirmed test)

- นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 ml ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลว BGB ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซนเซียส นาน 15 นาที

- นำหลอดที่ให้ผลทางบวกในการตรวจสอบขั้นแรกมาเขย่าเบาๆ และทำการถ่ายเชื้อโดยใช้ลวดที่มีปลายห่วงกลมจุ่มลงไปในหลอดที่ให้ผลทางบวกแล้วนำไปจุ่มลงในหลอดแก้วที่มีอาหาร BGB ทำอย่างนี้ 2-3 ครั้ง

- เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหาร BGB ผสมกับเชื้อที่ถ่ายมา ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม

- นำหลอดแก้วที่มีอาหาร BGB ทั้งหมด เข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35± 0.5 องศาเซลเซียส

- นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) แสดงยืนยันว่ามีเชื้อโคลิฟอร์มในหลอดแก้วที่เกิดก๊าซในการตรวจสอบขั้นแรก และหลอดที่ผลบวกนำไปทดสอบขั้นสมบูรณ์ต่อไป

**การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)**

นำเชื้อจากหลอดที่เกิดฟองอากาศในขั้นยืนยันมา streak ลงบนอาหารแข็ง EMB (Eosin Methylene Blue Plate) แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24± 2 ชั่วโมง ซึ่งเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มเท่านั้น ที่เจริญเติบโตได้เห็นเป็นโคโลนี ซึ่งลักษณะโคโลนีจะมีสีเข้มตรงกลาง และมีสีโลหะตัด (metallic sheen) จากนั้นให้ใช้ไม้จิ้มฟันที่ sterile แล้ว จิ้มเอาโคโลนีที่แยกเดี่ยวๆ เห็นชัดในแต่ละ plate ประมาณ 2-3 โคโลนี ใส่ลงในหลอดที่มีอาหาร

1. Lactose Broth แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5องศาเซนเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ถ้าเป็นเชื้อโคลิฟอร์มจะให้ก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักอากาศเดอร์แรม

2. Nutrient Agar Slant แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5°C นาน 24-48 ชั่วโมง จึงนำเชื้อไปทำ gram-stained ซึ่งจะเป็น gram negative แล้วส่องดูลักษณะของแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์

**การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Fecal Coliform)**

เครื่องมือและอุปกรณ์

1.หลอดแก้วพร้อมฝาปิด (test tube) ขนาด 15 ml

2.หลอดดักอากาศเดอร์แรม (durham tube)

3.ปิเปตขนาด 1 และ 10 ml

4.ลูกยางใช้กับปิเปตสำหรับดูดน้ำตัวอย่าง

5.ตะเกียงแอลกอฮอล์

6.ตู้เพาะเชื้อ (incubator)

7.ลวดที่มีปลายห่วงกลม (wire loop)

อาหารเลี้ยงเชื้อ

1.น้ำกลั่นสำหรับการเจือจางตัวอย่าง

2.Lactose broth (LB)

3.EC-medium

**ขั้นตอนการวิเคราะห์**

**<u>การตรวจสอบขั้นแรก (presumptive test)</u>**

- นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 ml ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลวแลคโตส ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม ประมาณ 10 ml แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

- เขย่าตัวอย่างน้ำแรงๆ ขึ้นลง 25 ครั้ง

- ใช้ปิเปต ขนาด 1 ml ดูดตัวอย่างน้ำใส่ลงในหลอดแก้วที่บรรจุอาหารเหลวแลคโตส 3 หรือ 5 หลอดๆ ละ 1 ml ต่อ 1 ระดับของการเจือจาง ซึ่งชุดอนุกรมของการเจือจางในการวิเคราะห์จะใช้การเจือจาง 3 ระดับ/1 ตัวอย่าง

- เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม

- นำหลอดแก้วทั้งหมดเข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 35± 0.5องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

- นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใดเกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) นำหลอดที่เกิดก๊าซไปทดสอบขั้นยืนยันต่อไป

**<u>การตรวจสอบขั้นยืนยัน (confirmed test)</u>**

- นำหลอดแก้ว (test tube) ขนาด 15 ml ซึ่งมีหลอดดักอากาศเดอร์แรมวางคว่ำอยู่ภายใน มาบรรจุอาหารเหลว EC ให้ท่วมหลอดเดอร์แรม แล้วนำไปนึ่งฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส นาน 15 นาที

- นำหลอดที่ให้ผลทางบวกในการตรวจสอบขั้นแรกมาเขย่าเบาๆ และทำการถ่ายเชื้อโดยใช้ลวดที่มีปลายห่วงกลมจุ่มลงไปในหลอดที่ให้ผลทางบวกแล้วนำไปจุ่มลงในหลอดแก้วที่มีอาหาร EC ทำอย่างนี้ 2-3 ครั้ง

- เขย่าหลอดแก้วเบาๆ เพื่อให้อาหาร EC ผสมกับเชื้อที่ถ่ายมา ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดเดอร์แรม

- นำหลอดแก้วที่มีอาหาร EC ทั้งหมด เข้าตู้เพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 44.5± 0.2องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24-48 ชั่วโมง

- นำหลอดแก้วมาตรวจดูก๊าซที่เกิดขึ้นในหลอดเดอร์แรม ถ้าหลอดใด เกิดก๊าซแสดงว่าให้ผลทางบวก (positive) แสดงยืนยันว่ามีเชื้อโคลิฟอร์มในหลอดแก้วที่เกิดก๊าซในการตรวจสอบขั้นแรก และหลอดที่ผลเป็นบวกนำไปทดสอบขั้นสมบูรณ์ต่อไป

**การตรวจสอบขั้นสมบูรณ์ (completed test)**

นำเชื้อจากหลอดที่เกิดฟองอากาศในขั้นยืนยันมา streak ลงบนอาหารแข็ง EMB (Eosin Methylene Blue Plate) แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซนเซียส นาน 24± 2 ชั่วโมง ซึ่งเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มโคลิฟอร์มเท่านั้น ที่เจริญเติบโตได้เห็นเป็นโคโลนี ซึ่งโคโลนีจะมีลักษณะมีสีเข้มตรงกลาง และมีสีโลหะตัด (metallic sheen) จากนั้นให้ใช้ไม้จิ้มฟันที่ sterile แล้ว จิ้มเอาโคโลนีที่แยกเดี่ยวๆ เห็นชัดในแต่ละ plate ประมาณ 2-3 โคโลนี ใส่ลงในหลอดที่มีอาหาร

1. Lactose Broth แล้วนำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง ถ้าเป็นเชื้อโคลิฟอร์มจะให้ก๊าซเกิดขึ้นในหลอดดักอากาศเดอร์แรม
2. Nutrient Agar Slant นำไปเข้าตู้เพาะเชื้อที่ 35± 0.5องศาเซลเซียส นาน 24-48 ชั่วโมง จึงนำเชื้อไปทำ gram-stained ซึ่งจะเป็น gram negative แล้วส่องดูลักษณะของแบคทีเรียด้วยกล้องจุลทรรศน์

**การคำนวณ**

การคำนวณหาค่าดัชนี MPN

นำจำนวนของหลอดที่ให้ผล positive ของแต่ละระดับการเจือจางจำนวน 3 ระดับ ในการตรวจสอบขั้นยืนยัน มาหาค่าปริมาณของเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียหรือฟีคอลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำเทียบกับตารางดัชนี MPN เช่น ถ้าในอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำ 10, 1, 0.1 พบว่า

10 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 4 หลอดจาก 5 หลอด (ระดับการเจือจางแรกควรเข้าใกล้ 5)

1 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 3 หลอดจาก 5 หลอด

0.1 ml มีหลอดที่ให้ผลบวก 1 หลอดจาก 5 หลอด (ระดับการเจือจางสุดท้ายควรเข้าใกล้ 0 ไม่ควรเกิน 2)

จากนั้นให้ไปเปิดดูตารางดัชนี MPN จากเลขรวมของหลอดที่ให้ผลบวก คือ 4-3-1 ซึ่งจะให้ค่าดัชนี MPN ของตัวอย่างเป็น 33 MPN/100 ml ของตัวอย่าง แต่ถ้าอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำที่อ่านผลได้เป็น 1,0.1,0.01 ml ค่าที่อ่านได้จากดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 10

แต่ถ้าอนุกรมการเจือจางตัวอย่างน้ำที่อ่านผลได้เป็น 0.1, 0.01, 0.001 ml ค่าที่อ่านได้จากดัชนี MPN จะต้องคูณด้วย 100

**<u>รายงานผล</u>**

รายงานปริมาณของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดและแบคทีเรีย กลุ่มฟีคัลโคลิฟอร์ม หน่วยเป็น MPN/100 มิลลิลิตร

**<u>การควบคุมคุณภาพ</u>**

ใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อในหม้อนึ่งอัดไอ (autoclave) ที่อุณหภูมิ 121องศาเซนเซียส นาน 15 นาที แทนการใช้ตัวอย่าง

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา SONGKHLA RAJABHAT UNIVERSITY

# ภาคผนวก ฉ

## วิธีการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็ง

**ทางกายภาพ**

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางกายภาพ โดยทำการวิเคราะห์คุณลักษณะต่างๆได้แก่ ความขุ่น สภาพการนำไฟฟ้า อุณหภูมิซึ่งแต่ละคุณลักษณะมีวิธีการตรวจวิเคราะห์ดังนี้

1) ความขุ่น

วิธีการวิเคราะห์

1. นำบีกเกอร์ใส่น้ำตัวอย่าง
2. นำไปวัดด้วยเครื่องเนฟฟีโลเมตริก

2) สภาพการนำไฟฟ้า

วิธีการวิเคราะห์

1. นำบีกเกอร์ใส่น้ำตัวอย่าง
2. นำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่องอิเล็กโตรเมตริก

**ทางเคมี**

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางเคมี ได้แก่ ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้าง ความเป็นกรด - ด่าง มีวิธีตรวจวิเคราะห์ดังนี้

1) ปริมาณของแข็งทั้งหมด

วิธีการวิเคราะห์

1. นำถ้วยระเหยไปอบแห้งที่อุณหภูมิ103-105 องศาเซลเซียส นานประมาณ 1 ชั่วโมง ปล่อยให้เย็นในโถดูดความชื้น แล้วชั่งหาน้ำหนักของถ้วยระเหย
2. เลือกปริมาณน้ำตัวอย่างที่เหมาะสมโดยปกติใช้ 50 หรือ 100 มิลลิลิตร
3. เขย่าน้ำตัวอย่างให้ผสมกันแล้วค่อยๆ รินน้ำตัวอย่างใส่ลงไปในถ้วยระเหย
4. นำไประเหยให้แห้งบนเครื่องอังไอน้ำ เมื่อไอน้ำระเหยออกหมดนำถ้วยระเหยไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส ประมาณ 1 ชั่วโมง
5. ทำให้เย็นในโถดูดความชื้นและชั่งหาน้ำหนักทันที จดน้ำหนักไว้แล้วทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอนการอบให้แห้ง การทำให้เย็นและการทำซ้ำจนกว่าน้ำหนักจะคงที่จึงจะถือได้ว่าค่านั้นใช้ได้ น้ำหนักของสิ่งที่เหลืออยู่คือ ผลต่างระหว่างน้ำหนักของถ้วยระเหยกับสิ่งที่เหลืออยู่และน้ำหนักของถ้วยระเหย

วิธีการคำนวณ

ปริมาณของแข็งทั้งหมด มิลลิกรัมต่อลิตร = $\frac{(A-B) \times 10^6}{\text{ml ตัวอย่างน้ำ}}$

เมื่อ A = น้ำหนักของ evaporating dishes อย่างเดียว (g)

B = น้ำหนักของ evaporating dishes และ Total solids (g)

2) ความกระด้าง

วิธีการวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำตัวอย่างตามปริมาตรที่เลือกใส่ขวดรูปกรวย มักใช้ตัวอย่างน้ำประมาณ 25 มิลลิลิตร

2. เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตรประมาณ 50 มิลลิลิตร แล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1-2 มิลลิลิตร

3. สารละลายตัวอย่างจะเป็นสีม่วงแดง

4. ไตรเตรทด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ โดยค่อยเติมอย่างช้าๆ สีจะค่อยๆ เปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีม่วงและจะค่อยๆ เข้มขึ้นแสดงว่าใกล้ถึงจุดยุติจึงค่อยเติมทีละหยดจนถึงจุดยุติ สีของสารละลายตัวอย่างจะเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีน้ำเงิน

3) ความเป็นกรด – ด่าง

วิธีการวิเคราะห์

1.ใช้น้ำกลั่นล้างแท่งอิเลคโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง

2.วัดค่าความเป็นกรด-ด่างของน้ำตัวอย่าง

3.ใช้น้ำกลั่นล้างแท่งอิเลคโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง

**ทางชีวภาพ**

การวิเคราะห์คุณลักษณะทางชีวภาพโดยการวิเคราะห์โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด, E.coli

**วิธีดำเนินการทดลอง**

**1. โคลิฟอร์มแบคทีเรียทั้งหมด**

ก. การตรวจคราวๆว่าเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (Presumptive coliform test)

1. เตรียมตัวอย่างน้ำให้มีความเจือจางระดับละ 10 เท่าด้วยความเจือจางที่ต่างๆกัน

2. ใส่ตัวอย่างน้ำแต่ละระดับความเจือจางลงในหลอดอาหาร Lauryl tryptose broth ระดับความเจือจางละ1 มิลลิลิตร 3 หลอด เพื่อดูความสามารถของแบคทีเรียในการใช้น้ำตาลแลคโตส และให้แก๊ส

3. บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง

4. ตรวจผลโดยสังเกตการเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สของหลอดอาหาร ถ้าเกิดแก๊สแสดงว่าผลเป็นบวก

5. นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกแล้วนำไปหาค่า MPN จากตาราง MPN ค่าที่ได้คือปริมาณมากที่สุดของแบคทีเรียโคลิฟอร์มซึ่งอาจพบในตัวอย่างน้ำที่ตรวจวิเคราะห์ขั้นตรวจคราวๆ

ข.การตรวจเพื่อยืนยันว่าเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม (confirmed coloform test)

เนื่องจากต้องการยืนยันว่าแก๊สที่เกิดขึ้นเป็นผลเนื่องจากการเฟอร์เมนต์ น้ำตาลแลกโตสของแบคทีเรียโคลิฟอร์มแน่นอน การยืนยันนั้นกระทำโดยใช้ brilliant green lactose bile broth ที่เป็นสารสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก ดังนั้นจึงเป็นการคัดเลือกให้แบคทีเรียกลุ่มที่อยู่ในทางเดินอาหารซึ่งเป็นแบคทีเรียแกรมลบคือแบคทีเรีย โคลิฟอร์มเท่านั้นเจริญได้ การศึกษามีดังนี้

1. จากหลอดที่ให้ผลบวกเท่านั้นใน presumptive test ถ่ายเชื้อลงในหลอดอาหาร brilliant green bile broth หลอดละ 1 ลูป (loop)

2. บ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 – 48 ชั่วโมง

3. ตรวจผลโดยสังเกตการเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ถ้าเกิดแก๊ส แสดงว่าผล confirmed test เป็นบวกยืนยันว่าเป็นแบคทีเรียโคลิฟอร์ม

4. นับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวก นำไปหาค่า MPN จากตาราง

**2. Escherichia coli**

วิธีดำเนินการทดลอง

1.ชั่งตัวอย่างหนัก 25 g+ phoSphate buffer solution(PBS)ปริมาตร225 ml

2.ผสมเข้ากันให้ได้สารเจือจาง $10^{-1}$ ปิเปตดูดมา ใส่ใน PBS ปริมาตร 9 ได้ความสารเจือจาง $10^{-2}$ ดำเนินการเจือจางต่อไปจนไดความเจือจาง $10^{-3}$

3.ดูดสารเจือจาง ปริมาตร 1 ml ใส่ใน laury sufate broth(LBS)ที่บรรจุหลอดดักแก๊สความเจือจางความเจือจางละ 3 หลอด บ่มที่ 35 C, 24-48 ชั่วโมง

4. สังเกตหลอดที่ขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊สให้อ่านผลเป็นบวก

5.ใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายเชื้อใส่ในอาหารเหลว EC ที่ใส่หลอดดักแก๊สไว้ภายในบ่มในอ่างน้ำควบคุม อุณหภูมิ 44.5 Cb 24-48 ชั่วโมง

6.ถ้าอาหารเลี้ยงเชื้อมีความขุ่นและเกิดแก๊สในหลอดดักแก๊ส ให้อ่านเป็นผลบวก

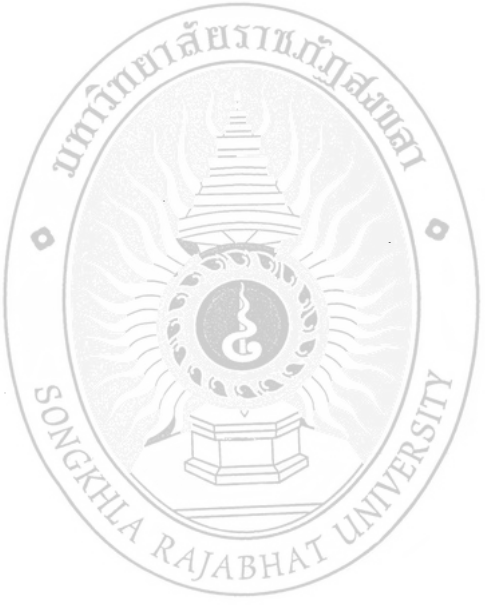
7.นำไป Streak บนอาหาร EMB บ่มที่ 35 C, 24-48 ชั่วโมง

8.โคโลนีสีตะกั่วตัด มีจุดดำตรงกลางนำไปทดสอบโดยใช้วิธีชีวเคมีโดยใช้ห่วงเขี่ยเชื้อถ่ายเชื้อ

# ภาคผนวก ช

## การเผยแพร่ข้อมูล

การเผยแพร่ข้อมูลในรูปของแผ่นพับ เพื่อทำให้เป็นที่น่าสนใจ พกพาได้ง่ายบุคลทั่วไปก็สามารถอ่านได้สะดวก และเพิ่มความรู้ในการบริโภคน้ำแข็งอย่างถูกต้อง(รายละเอียดแสดงดังภาคผนวก ช)



ปนเปื้อนอยู่แน่นอน นอกจากนี้ถุงใส่น้ำแข็งที่มักจะใช้แล้วนำกลับมาใช้อีกจนกว่าจะขาด ฯลฯ ซึ่งเมื่อเชื้อโรคเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายและเติบโตแข็งแรงขึ้นก็จะสร้างสารพิษทำอันตรายต่อผู้บริโภคได้อย่างรุนแรง เช่น ทำให้ท้องเสีย ฯลฯ ซึ่งเชื่อโรคเหล่านี้มักจะเจริญเติบโตได้ดีในหน้าร้อนอย่างช่วงนี้ด้วย

## วิธีซื้อน้ำแข็งที่ปลอดภัยในหน้าร้อน

*ข้อแนะนำการบริโภคน้ำแข็งให้ปลอดภัยแก่ประชาชนได้ทราบและนำไปปฏิบัติ ดังนี้*

1. ผู้ผลิต ผู้จำหน่ายและผู้ขนส่ง

วิธีการที่จะช่วยลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้ คือ ขณะทำการขนส่งน้ำแข็งควรมีภาชนะรองรับ ไม่วางกับพื้นโดยตรง และทำความสะอาดฆ่าเชื้อพื้นอย่างสม่ำเสมอ โดยเฉพาะก่อนทำการขนส่ง

นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงาน ควรแต่งกายด้วยเสื้อผ้าที่สะอาด ล้างมือทุกครั้ง ก่อนปฏิบัติงานสวมรองเท้าที่สะอาด และควรเป็นรองเท้าคนละคู่กับรองเท้าที่ปนเปื้อนจากนอกบริเวณขนส่ง ไม่สูบบุหรี่และที่สำคัญห้ามใช้เท้าสัมผัสน้ำแข็ง

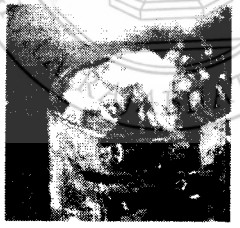
ในส่วนของรถขนส่งนั้นต้องเป็นรถที่สะอาด โดยเฉพาะพื้นรถต้องมีการล้างฆ่าเชื้อก่อนทำการขนส่ง และมีมาตรการควบคุมอุณหภูมิน้ำแข็งให้สม่ำเสมอ

2. ผู้บริโภค

ก่อนจะซื้อน้ำแข็งควรจะต้องเลือกซื้ออย่างระมัดระวัง สำหรับน้ำแข็งหลอดที่บรรจุถุงผู้บริโภคควรจะต้องสังเกตรายละเอียดบนฉลาก ฉลากต้องมีข้อความภาษาไทย แต่จะมีภาษาต่างประเทศด้วยก็ได้ และจะต้องมีข้อความแสดงรายละเอียด ดังต่อไปนี้ ชื่ออาหาร (ถ้ามี) เลขสารระบบอาหารในเครื่องหมาย อย. ชื่อและที่ตั้งของผู้ผลิต น้ำหนักสุทธิเป็นระบบเมตริก ข้อความว่า "น้ำแข็งใช้รับประทานได้" ด้วยตัวอักษรสีน้ำเงิน

สำหรับน้ำแข็งหลอดที่ตักแบ่งขายหรือเสิร์ฟตามร้านอาหาร จะเป็นน้ำแข็งที่จำหน่ายโดยไม่ต้องมีฉลาก ดังนั้น ผู้บริโภคควรสังเกตน้ำแข็ง สถานที่เก็บรักษา ภาชนะที่บรรจุต้องสะอาดไม่มีการปนเปื้อน

เพียงเท่านี้ในหน้าร้อนนี้คงปลอดภัย ไม่เจ็บป่วยจากโรคในระบบทางเดินอาหาร พร้อมทั้งทานน้ำแข็งกันให้ชื่นใจกันไปเลยค่ะ



# การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อใช้ในการบริโภคเทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

# Ice quality analysis for Consuming Songkhla, Municipal,Muang Distric,Songkhla province

จัดทำโดย

นางสาวเกศรินทร์ แก้วเมฆ

นางสาวนัฏวีรา กลับศรีอ่อน

มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

**การวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อใช้ในการบริโภค เทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา**

**ความสำคัญและที่มาของการวิจัย**

เนื่องจากประเทศไทยมีสภาวะอากาศที่ร้อนชื้น ประชาชนส่วนใหญ่จึงนิยมบริโภคเครื่องดื่มที่แช่เย็น หรือเครื่องดื่มที่ผสมน้ำแข็ง เพื่อช่วยระบายความร้อน และทำให้ร่างกายสดชื่น น้ำแข็งเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันของทุกคนเพราะน้ำแข็งช่วยให้คลายร้อน หากน้ำแข็งที่ใช้รับประทานโดยตรง ไม่สะอาดพอ มีจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคปนเปื้อนอยู่ก็จะส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินอาหารทำให้เกิดอาการท้องร่วง

**วัตถุประสงค์ของการวิจัย**

1. เพื่อตรวจสอบคุณภาพน้ำแข็งเพื่อใช้ในการบริโภคเขตเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลา

2. เพื่อนำข้อมูลที่ได้เกี่ยวกับคุณภาพน้ำแข็งไปเผยแพร่ให้กับประชาชนและเสนอแนะแนวทางในการบริโภคน้ำแข็งที่สะอาด ปลอดภัย และถูกหลักอนามัย

**ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย**

1. ทราบถึงคุณภาพน้ำแข็งที่บริโภค ในเขตเทศบาลนครสงขลา อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา

2. ผู้บริโภคมีแนวทางในการบริโภคน้ำแข็งอย่างปลอดภัย ถูกหลักอนามัย

**สรุปผลการวิจัย**

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภคจากโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด และโรงน้ำแข็ง พี.ที.กิตติศักดิ์ ในเขตเทศบาลนครสงขลา จังหวัดสงขลา โดยทำการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ รวมทั้งหมด 7 พารามิเตอร์ ได้แก่ ความขุ่น สภาพการนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งทั้งหมด ความกระด้าง ความเป็นกรด-ด่าง (pH) โคลิฟอร์มแบคทีเรียและอี.โคไล

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำแข็งเพื่อการบริโภคของโรงน้ำแข็งแป๊ะแซ สงขลา จำกัด และโรงน้ำแข็ง พี.ที.กิตติศักดิ์ พบว่าคุณภาพน้ำแข็งทั้ง 2 โรงงาน มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ซึ่งเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของกระทรวงสาธารณสุข (พ.ศ 2527) พบว่ามีค่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ทุกพารามิเตอร์ ดังนั้นผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าคุณภาพน้ำแข็งของทั้ง 2 โรงงาน มีคุณภาพเหมาะสมในการนำมาบริโภคได้อย่างปลอดภัย และไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพผู้บริโภค

## เกร็ดสาระ ดี ๆ เอามาฝาก ?

**ระวังเชื้อโรคปนเปื้อนในน้ำแข็ง**

ทราบกันหรือเปล่าคะว่า " น้ำแข็ง " ที่เราบริโภคใช้น้ำอะไรมาผลิต ทายถูกไหมล่ะคะ?

จะบอกให้ก็ได้นะว่า คำตอบก็คือ"น้ำประปา"ค่ะ .ฟังแล้วถึงจะอึ้งแต่ข้อเท็จจริงนี้ถูกยืนยันโดยข้อมูลจากการประปานครหลวง (กปน.) เลยทีเดียวนะคะ โดยทางการประปานั้นได้เคยมีการทำการสำรวจแล้วว่า โรงงานทำน้ำแข็งส่วนใหญ่ในปัจจุบันใช้น้ำประปาเป็นวัตถุดิบในการผลิตน้ำแข็ง ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ชนิดที่เป็นน้ำแข็งซอง หรือที่เป็นก้อนขนาดใหญ่ นำมาทุบให้เล็กลงเพื่อใส่เครื่องบดใส่ถุงพลาสติกขาวๆ เพื่อไปจำหน่ายต่อ ซึ่งน้ำแข็งชนิดนี้เหมาะสำหรับแช่ของสด หรือบางครั้งทั้งแช่อาหาร ส่วนอีกชนิดเป็นน้ำแข็งหลอดสำเร็จรูป ออกจากเครื่องบรรจุใส่ถุงพร้อมจำหน่าย

ส่วนเรื่องของการจัดส่งนั้นแม้ว้าโรงงานผลิตหลายแห่งมีมาตรฐานการขนส่งที่สะอาดน่าเชื่อถือ แต่ก็ยังมีอีกจำนวนมากที่ใส่รถบรรทุกคลุมด้วยผ้าใบพร้อมกับมีพนักงานยืนคุมบ้าง นั่งทับบนน้ำแข็งบ้าง ซึ่งจากพฤติกรรมดังกล่าวคงไม่ต้องถามถึงเรื่องความสะอาด ความปลอดปลอดภัย เพราะเชื่อแน่ว่า ในน้ำแข็งเหล่านั้นจะต้องมีเชื้อโรค



มีต่อด้านหลัง