บทที่ 3

ผลการวิจัย

1. ปัญหาการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐานเอ็มพีเอ็นมากกว่า 2.2

1.1 น้ำดิบ

ผลการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างการตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบกับปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม ซึ่งวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น แสดงข้อมูลตามตารางที่ 1 เมื่อพิจารณาคุณภาพของผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ ของผู้ประกอบการพบว่ามีปัญหาปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ 10 แห่ง และ ตรวจไม่พบคลอรีนในน้ำดิบ จึงแนะนำให้เติมคลอรีนในน้ำดิบ ภายหลังการแนะนำสามารถแก้ปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ ได้ 1 แห่ง แต่เมื่อพิจารณาผลของคลอรีนต่อการลดปริมาณของแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์มในน้ำดิบทั้ง 10 แห่ง แสดงผลตามตารางที่ 2 พบว่าคลอรีนสามารถลดปริมาณของ เอ็มพีเอ็น ในน้ำดิบได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.99 ดังแสดง ความแตกต่างของปริมาณเอ็มพีเอ็น ก่อนเติมคลอรีน และหลังเติมคลอรีนในน้ำดิบ ในรูปที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงแหล่งน้ำดิบ และการตรวจพบคลอรีนกับปริมาณแบคทีเรีย ชนิดโคลิฟอร์มวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ในน้ำดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ

ผู้ประกอบการ	แหล่งน้ำดิบ	น้ำดิบ		ผลิตภัณฑ์ฯ
		คลอรีน	เอ็มพีเอ็น	เอ็มพีเอ็น
* 1	ประปา	ไม่พบ	300	11
* 2	บาดาล	ไม่พบ	8	9
* 3	ประปา	ไม่พบ	6	7

* คือ ผู้ประกอบการที่ผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ พบปัญหาการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ โดยพบ เอ็มพีเอ็น เกินมาตรฐาน >2.2 จำนวน 10 แห่ง

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงแหล่งน้ำดิบ และการตรวจพบคลอรีนกับปริมาณแบคทีเรีย ชนิด โคลิฟอร์มวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ในน้ำดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ

ผู้ประกอบการ	แหล่งน้ำดิบ	น้ำดิบ		ผลิตภัณฑ์ฯ
		คลอรีน	เอ็มพีเอ็น	เอ็มพีเอ็น
4	บาดาล	พบ	13	<2
* 5	ประปา	ไม่พบ	80	240
6	บาดาล	ไม่พบ	4	<2
* 7	ประปา	ไม่พบ	<2	4
8	ประปา	พบ	<2	<2
9	ประปา	ไม่พบ	13	<2
10	บาดาล	ไม่พบ	4	<2
11	บาดาล	ไม่พบ	8	<2
* 12	บาดาล	ไม่พบ	<2	4
13	ประปา	ไม่พบ	<2	<2
14	บาดาล	ไม่พบ	<2	<2
15	ประปา	พบ	<2	<2
16	บาดาล	พบ	<2	<2
17	ประปา	พบ	4	<2
18	ประปา	พบ	<2	<2
19	ประปา	พบ	4	<2
20	ประปา	พบ	4	<2
21	บาดาล	พบ	<2	<2

* คือ ผู้ประกอบการที่ผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ พบปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อ โดยพบเอ็มพีเอ็น เกินมาตรฐาน >2.2 จำนวน 10 แห่ง

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงแหล่งน้ำดิบ และการตรวจพบคลอรีนกับปริมาณแบคทีเรีย ชนิด โคลิฟอร์มวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ในน้ำดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ

ผู้ประกอบการ	แหล่งน้ำดิบ	น้ำดิบ		ผลิตภัณฑ์ฯ
		คลอรีน	เอ็มพีเอ็น	เอ็มพีเอ็น
22	บาดาล	พบ	<2	<2
23	บ่อ	ไม่พบ	50	<2
24	บาดาล	พบ	<2	<2
25	ประปา	พบ	4	<2
26	บาดาล	พบ	<2	<2
27	ประปา	พบ	<2	<2
* 28	บาดาล	ไม่พบ	30	7
29	ประปา	พบ	<2	<2
30	ประปา	พบ	<2	<2
31	บาดาล	พบ	<2	<2
32	ประปา	ไม่พบ	8	<2
33	ประปา	ไม่พบ	4	<2
34	บาดาล	ไม่พบ	13	<2
35	บาดาล	ไม่พบ	4	<2
36	ประปา	พบ	<2	<2
37	ประปา	พบ	6	<2
38	บาดาล	พบ	<2	<2
* 39	บ่อ	ไม่พบ	50	4

* คือ ผู้ประกอบการที่ผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ พบปัญหาการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ โดย พบ เอ็มพีเอ็น เกินมาตรฐาน >2.2 จำนวน 10 แห่ง

ตารางที่ 1 (ต่อ) แสดงแหล่งน้ำดิบ และการตรวจพบคลอรีนกับปริมาณแบคทีเรีย ชนิด โคลิฟอร์มวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ในน้ำดิบและผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ

ผู้ประกอบการ	แหล่งน้ำดิบ	น้ำดิบ		ผลิตภัณฑ์ฯ
		คลอรีน	เอ็มพีเอ็น	เอ็มพีเอ็น
40	บาดาล	พบ	7	<2
* 41	ประปา	ไม่พบ	17	12
* 42	บาดาล	ไม่พบ	<2	8
43	บาดาล	ไม่พบ	<2	<2
44	ประปา	พบ	9	<2
45	บาดาล	ไม่พบ	<2	<2
46	บาดาล	พบ	13	<2

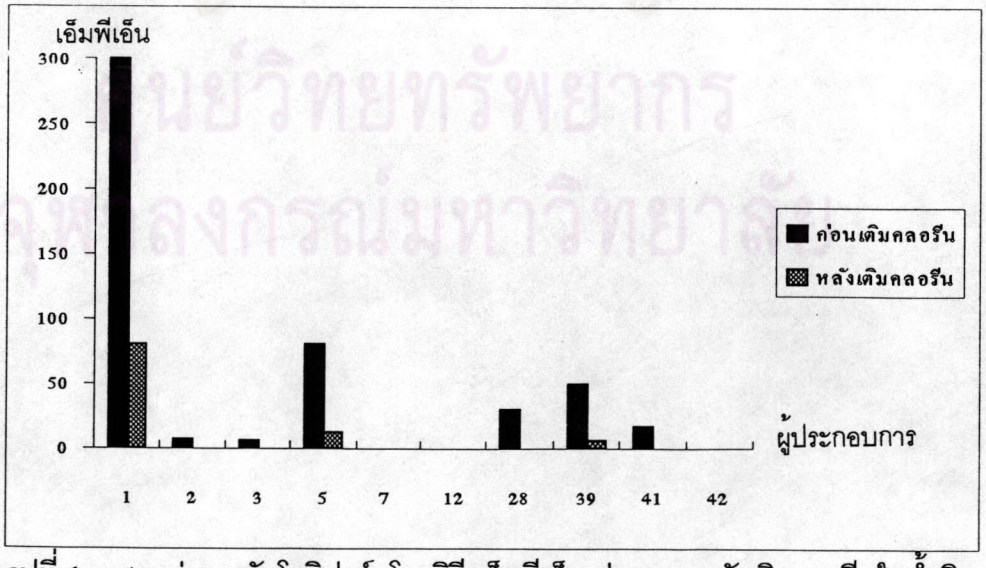
* คือ ผู้ประกอบการที่ผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ พบปัญหาการปนเปื้อนของ จุลินทรีย์ โดยพบ เอ็มพีเอ็น เกินมาตรฐาน >2.2 จำนวน 10 แห่ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2 แสดงข้อมูลการปนเปื้อนแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม วัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ใน น้ำดิบก่อน -หลังเติมคลอรีน และผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ หลังการแนะนำ

ผู้ประกอบการ	น้ำดิบ		ผลิตภัณฑ์
	เอ็มพีเอ็น ก่อนเติมคลอรีน	เอ็มพีเอ็น หลังเติมคลอรีน	เอ็มพีเอ็น หลังเติมคลอรีน
1	300	80	9
2	8	<2	<2
3	6	<2	6
5	80	13	280
7	<2	<2	7
12	<2	<2	4
28	30	<2	9
39	50	7	4
41	17	<2	9
42	<2	<2	7

++ $\alpha = 0.05$ $t_{0.05}$, df 9 = 1.833 , $t_{\text{ทดลอง}} = 0.0928$



รูปที่ 1 แสดงค่าการวัดโคลิฟอร์มโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ก่อนและหลังเติมคลอรีนในน้ำดิบ

1.2 ผลของคลอรีนในน้ำดิบต่อคุณภาพน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทขนาด 950 ลบ.ซม.

ภายหลังการแนะนำผู้ประกอบการที่พบปัญหาการปนเปื้อน ให้เติมคลอรีน ในน้ำดิบ ศึกษาคุณภาพผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ขนาด 950 ลบ.ซม. ในด้านคุณสมบัติเกี่ยวกับจุลินทรีย์ โดยการตรวจวัดแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม โดยวิธี เอ็มพีเอ็น ตามมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค ในประกาศกระทรวงฯ ฉบับที่ 61 (พ.ศ.2524) และฉบับที่ 135 (พ.ศ.2534) พบว่าคุณภาพด้านจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทจากผู้ประกอบการที่เติมคลอรีนในน้ำดิบได้คุณภาพมาตรฐานด้าน จุลินทรีย์ไม่แตกต่างไปจากกลุ่มผู้ประกอบการที่ไม่มีการเติมคลอรีนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.90. แสดงข้อมูลในตารางที่ 3 และ 4

ตารางที่ 3 แสดงผลการตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบ และคุณภาพน้ำบริโภคฯ ด้านจุลินทรีย์โดยวิธี เอ็มพีเอ็น หลังการแนะนำ

ผู้ประกอบการ	คลอรีนในน้ำดิบ	เอ็มพีเอ็น ผลิตภัณฑ์ฯ
1	พบ	9
2	พบ	<2
3	พบ	6
4	พบ	<2
5	พบ	280
6	ไม่พบ	<2
7	พบ	7
8	พบ	<2
9	ไม่พบ	<2
10	ไม่พบ	<2
11	ไม่พบ	<2
12	พบ	<2
13	ไม่พบ	<2
14	ไม่พบ	<2
15	พบ	<2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงผลการตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบ และคุณภาพน้ำบริโภคฯ ด้านจุลินทรีย์โดยวิธี เอ็มพีเอ็น หลังการแนะนำ

ผู้ประกอบการ	คลอรีนในน้ำดิบ	เอ็มพีเอ็น ผลิตภัณฑ์ฯ
16	พบ	<2
17	พบ	<2
18	พบ	<2
19	พบ	<2
20	พบ	<2
21	พบ	<2
22	พบ	<2
23	ไม่พบ	<2
24	พบ	<2
25	พบ	9
26	พบ	<2
27	พบ	<2
28	พบ	9
29	พบ	<2
30	พบ	<2
31	พบ	<2
32	ไม่พบ	<2
33	พบ	<2
34	ไม่พบ	<2
35	ไม่พบ	<2
36	พบ	<2
37	พบ	<2
38	พบ	<2
39	พบ	4
40	พบ	<2
41	พบ	9

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3 (ต่อ) แสดงผลการตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบ และคุณภาพน้ำบริโภคฯ ด้านจุลินทรีย์โดยวิธี เอ็มพีเอ็น หลังการแนะนำ

ผู้ประกอบการ	คลอรีนในน้ำดิบ	เอ็มพีเอ็น ผลิตภัณฑ์ฯ
42	พบ	7
43	ไม่พบ	<2
44	พบ	<2
45	ไม่พบ	<2
46	พบ	<2

ตารางที่ 4 แสดงผลการตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบ และคุณภาพน้ำบริโภคฯ ซึ่งแสดงด้วยมาตรฐานด้านจุลินทรีย์ *

ตรวจพบคลอรีนในน้ำดิบ	คุณภาพน้ำบริโภคของผู้ประกอบการ		รวม
	เข้ามาตรฐาน	ไม่เข้ามาตรฐาน	
พบ	24	10	34
ไม่พบ	12	-	12
รวม	36	10	46

* ข้อมูลจากตารางที่ 3

++ $\chi^2_{\text{ตาราง}}$ 0.05 df1 = 3.84 , $\chi^2_{\text{ทดลอง}}$ = 0.168

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.3 การปนเปื้อนในกระบวนการผลิต

เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง จึงทำการตรวจการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ ในระหว่างกระบวนการผลิตโดยเลือกสถานประกอบการ จำนวน 14 แห่ง ซึ่งสามารถเก็บตัวอย่างน้ำ ในระหว่างการผลิตได้ เนื่องจากระบบการผลิตมิได้เป็นระบบปิด นำมาวิเคราะห์หาแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม โดยวิธี เอ็มพีเอ็น

จากข้อมูลน้ำทั้ง 14 แห่ง พบว่าปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียวัดโดยวิธี เอ็มพีเอ็น ของตัวอย่างน้ำในกระบวนการผลิตเพิ่มขึ้น ในขั้นตอนต่อไปนี้

1. น้ำผ่านถังกรองเรซิน ผู้ประกอบการ 7 แห่ง (ตารางที่ 5) พบว่ามีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้นในน้ำที่ผ่านถังกรองเนื่องจากระบบสารกรอง เป็นตัวปรับคุณภาพน้ำทางเคมีมิได้ทำหน้าที่ในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งจุลินทรีย์อาจเกิดการสะสมบริเวณผิวหรือรูพรุนของสารกรอง ถ้าปริมาณของเชื้อเพิ่มมากขึ้น อาจมีการหลุดออกมาปนเปื้อนในน้ำที่ผ่านกระบวนการนี้จึงมีผลทำให้ปริมาณเชื้อเพิ่มขึ้น และอาจมีการปนเปื้อนจากวัตถุดิบที่ใช้ในการล้างเรซิน เช่น เกลือแกง
2. ผลิตภัณฑ์สำเร็จ พบผลิตภัณฑ์น้ำบริโภคฯ จากผู้ประกอบการ 6 แห่ง (ตารางที่ 5) มีโคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มขึ้น ซึ่งการปนเปื้อนอาจเกิดจากการปนเปื้อนจากผู้บรรจุ และสภาพห้องบรรจุไม่ถูกสุขอนามัยเพียงพอ จึงก่อให้เกิดการปนเปื้อนเพิ่มขึ้น และกระบวนการผลิตจากขั้นตอนน้ำผ่านถังกรองเรซินถึงการบรรจุผลิตภัณฑ์สำเร็จจะมีกระบวนการกำจัดเชื้อ โดยไส้กรองหยาบ หรือไส้กรองเซรามิค และหลอดยูวี ซึ่งเป็นระบบปิดไม่สามารถทำการศึกษาได้

ตารางที่ 5 แสดงปริมาณแบคทีเรียชนิดโคลิฟอร์ม โดยวิธี เอ็มพีเอ็น ในแต่ละขั้นตอนการผลิต

ผู้ประกอบการ	I	II	III	IV	V
+ 1	80	4	4	4	9
2	<2	<2	<2	<2	<2
+ * 3	<2	<2	<2	4	6
* 5	13	ND	ND	1600	280
+ 7	<2	ND	ND	<2	7
+ 12	<2	<2	<2	<2	4
14	<2	<2	<2	<2	<2
* 28	<2	ND	ND	240	9
* 29	<2	8	<2	6	<2
* 31	<2	ND	<2	4	<2
+ * 41	<2	<2	<2	6	9
+ 42	<2	<2	<2	<2	7
43	9	<2	<2	<2	<2
* 45	40	ND	80	130	<2

+ คือ ผู้ประกอบการที่โคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มในขั้นตอนผลิตภัณฑ์สำเร็จ

* คือ ผู้ประกอบการที่โคลิฟอร์มแบคทีเรียเพิ่มในขั้นตอนน้ำผ่านถังกรอง

I = น้ำดิบ

II = แอนทราไซด์ หรือแมงกานีสกรีนแซนด์

III = ถ่านกัมมันต์

IV = เรซินประจุบวก

V = ผลิตภัณฑ์สำเร็จ

ND = ไม่สามารถเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ได้

2. ปัญหาความกระด้างทั้งหมดเกินมาตรฐาน (มากกว่า 100 มก./ลิตร)

น้ำผ่านเรซินจับประจุบวก (cationic resin)

กรณีผู้ประกอบการที่พบปัญหาความกระด้างทั้งหมด โดยคำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตเกินมาตรฐาน คือพบมีมากกว่า 100 มก./ลิตร แนะนำให้แก้ปัญหาโดยการล้าง (regeneration) เพื่อฟื้นสภาพของเรซินด้วยเกลือแกงร้อยละ 10 ทิ้งไว้ 30 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำ พบว่าความกระด้างของน้ำในกระบวนการผลิต ที่ผ่านเรซินหลังการล้างฟื้นสภาพ มีความกระด้างทั้งหมดที่คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนต ลดลงอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99.99 (ตารางที่ 6) ความแตกต่างแสดง ในรูปที่ 2

ตารางที่ 6 แสดงผลการล้างเพื่อฟื้นสภาพ (regeneration) เรซินต่อความกระด้างทั้งหมด (มก. แคลเซียมคาร์บอเนตต่อน้ำ 1 ลิตร)

ผู้ประกอบการ	ความกระด้างทั้งหมด (ppm.) **	
	ก่อนการล้างฟื้นเรซิน	หลังการล้างฟื้นเรซิน
1	5.94	5.94
2	8.16	0
3	7.09	0
4	26.72	6.68
5	16.32	13.68
6	34.68	7.09
7	29.70	3.64
8	10.13	9.90
9	9.90	4.08
10	4.08	3.04

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหา ความกระด้างของน้ำบริโภคเกินมาตรฐาน คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่า 100 มก./ลิตร

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

++ $\alpha = 0.005$ $t_{0.01}$ df45 = 2.69 , $t_{\text{ทดลอง}} = 0.0086$

ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงผลการล้างเพื่อฟื้นสภาพ (regeneration) เรซินต่อความกระด้างทั้งหมด (มก. แคลเซียมคาร์บอเนตต่อน้ำ 1 ลิตร)

ผู้ประกอบการ	ความกระด้างทั้งหมด (ppm.) **	
	ก่อนการล้างฟื้นเรซิน	หลังการล้างฟื้นเรซิน
11	14.28	5.94
* 12	310.00	29.70
13	11.88	4.08
14	0	0
15	2.02	0
16	14.28	14.28
20	2.03	0
21	26.72	4.05
22	14.32	4.08
23	10.02	3.04
24	6.00	2.04
25	18.00	2.04
26	4.08	4.08
27	6.12	4.05
28	3.06	0
29	0	0
30	6.08	6.28
31	2.43	1.50
32	12.16	8.25

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหา ความกระด้างของน้ำบริโภคเกินมาตรฐาน คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่า 100 มก./ลิตร

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

++ $\alpha = 0.005$ $t_{0.01}$ df45 = 2.69 , $t_{\text{ทดลอง}} = 0.0086$

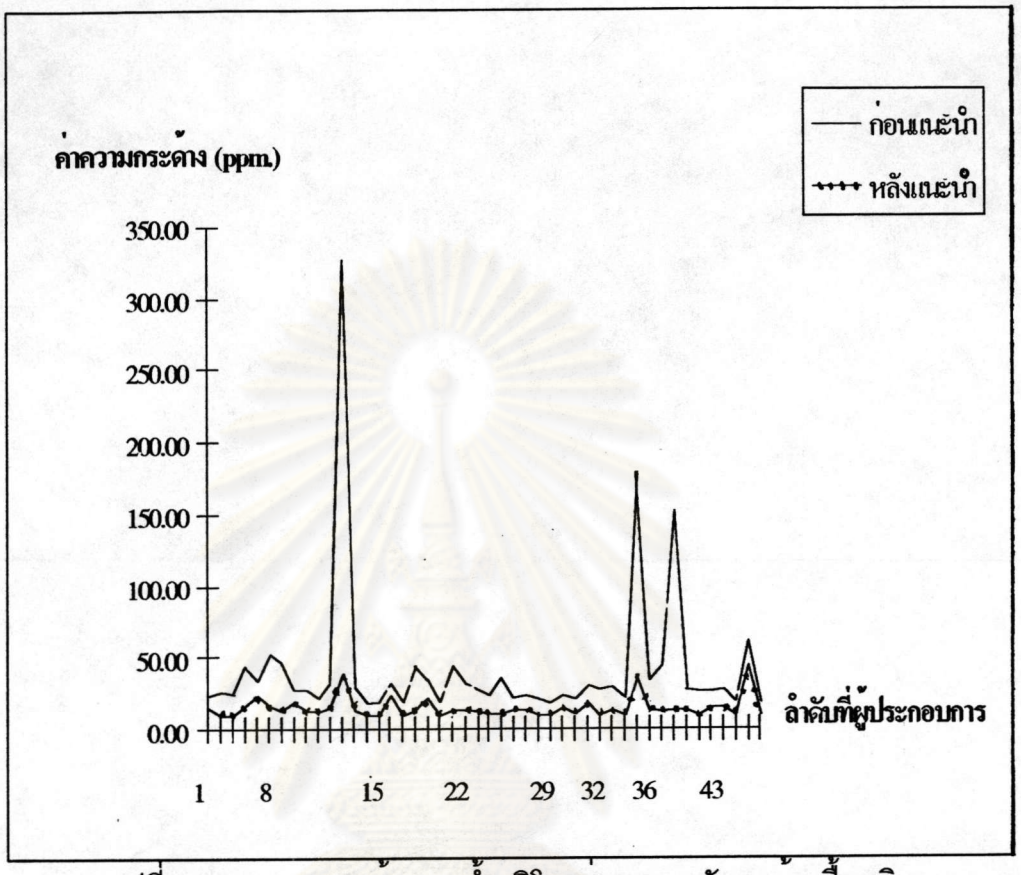
ตารางที่ 6 (ต่อ) แสดงผลการล้างเพื่อฟื้นสภาพ (regeneration) เรซินต่อความกระด้างทั้งหมด (มก. แคลเซียมคาร์บอเนตต่อน้ำ 1 ลิตร)

ผู้ประกอบการ	ความกระด้างทั้งหมด (ppm.) **	
	ก่อนการล้างฟื้นเรซิน	หลังการล้างฟื้นเรซิน
33	9.90	0
34	11.88	4.08
35	4.08	0
* 36	161.16	27.72
37	16.32	4.05
38	26.52	3.04
* 39	134.64	4.00
40	9.90	4.05
41	7.92	0
42	7.92	6.06
43	10.20	5.92
44	2.03	0
45	43.56	35.45
46	0	0

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหา ความกระด้างของน้ำบริโภคเกินมาตรฐาน คำนวณเป็นแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่า 100 มก./ลิตร

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

++ $\alpha = 0.005$ $t_{0.01}$ df45 = 2.69 , $t_{\text{ทดลอง}} = 0.0086$



รูปที่ 2 แสดงความกระด้างของน้ำบริโภคก่อนและหลังการล้างฟื้นเรซิน

การแก้ไขปัญหา ความกระด้างของน้ำบริโภคฯ เกินมาตรฐาน ของผู้ประกอบการ (*) 12,36 และ 39 โดยการล้างฟื้นสารกรองเรซิน (cationic resin) ด้วยเกลือแกงร้อยละ 10 ทิ้งไว้ 30 นาที พบว่าสามารถลดความกระด้างของน้ำบริโภคฯ ให้มีคุณภาพมาตรฐานตามกฎหมายกำหนด

3.ปัญหาปริมาณสารทั้งหมดเกินมาตรฐาน (มากกว่า 500 มก./ลิตร)

กรณีผู้ประกอบการพบปัญหาปริมาณสารทั้งหมด (total solid) เกินมาตรฐาน คือ มากกว่า 500 มก./ลิตร (ppm.) แนะนำให้ล้างสารกรอง แอนทราไซด์ (Anthracite) หรือ สารกรอง แมงกานีสกรีนแซนด์ (Manganese Green Sand) และสารกรองถ่านกัมมันต์ (activated carbon) โดยการดันน้ำย้อนกลับ (back wash) และล้างฟื้นสารกรองเรซิน (regeneration) ตามตารางที่ 7

หลังจากการแนะนำแก้ไขปรากฏว่าน้ำที่ผ่านเครื่องกรองของผู้ประกอบการ 6 แห่ง ใน 8 แห่ง (ตารางที่ 7) สามารถลดปริมาณสารทั้งหมดลงได้ แต่ผู้ประกอบการหมายเลข 42 และ 43 พบว่ากลับมีปริมาณสารทั้งหมดเพิ่มมากขึ้น จึงเข้าไปดูขั้นตอนการทำงานก็พบว่า

ผู้ประกอบการหมายเลข 42 ใช้ผงปูนคลอรีนร้อยละ 60 เติมลงไปโดยตรงในน้ำดิบ มิได้ละลายผงปูนก่อน จึงเป็นการเพิ่มมวลสารให้น้ำดิบมากขึ้น

ผู้ประกอบการหมายเลข 43 พบว่ากระบวนการล้างย้อนกลับ (back wash) ไม่ได้ผลเนื่องจากขณะทำการล้างย้อนกลับเป็นแต่เพียงการเปิดน้ำให้ไหลย้อนผ่านธรรมดามิได้เพิ่มแรงดัน การล้างสารกรองจึงไม่มีประสิทธิภาพ

น้ำที่ผ่านเครื่องกรองของผู้ประกอบการบางรายพบว่ามวลสารทั้งหมดลดลงแต่ยังเกินค่ามาตรฐาน คือ มากกว่า 500 มก./ลิตร จึงแนะนำผู้ประกอบการหมายเลข 8,20 ให้เพิ่มกระบวนการเติมอากาศในน้ำดิบ (aeration) ส่วนผู้ประกอบการหมายเลข 16 ให้เพิ่มกระบวนการเติมอากาศใน น้ำดิบ (aeration) และ ขณะทำการล้างย้อนกลับ (back wash) จะต้องให้แรงดันน้ำสูง 2 - 2.5 กก./ตร.ซม. จึงจะสามารถขจัดสิ่งสกปรกออกจากสารกรองได้

ตารางที่ 7 ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) ในน้ำที่ผ่านถังกรองก่อน และหลังการล้างสารกรอง

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มก./ลิตร (ppm.) **	
	ก่อนการล้างสารกรอง	หลังการล้างสารกรอง
1	375	348
* 2	511	438
3	389	382
4	426	427
5	451	478
6	226	345
7	491	376
* 8	753	510
9	426	387
10	392	414
11	353	311
12	473	497
* 13	505	394
14	226	162
15	253	232
* 16	1036	956
17	258	249
18	243	262
19	401	409

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหาปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มากกว่า 500 มก./ลิตร (ppm.)

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ) ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) ในน้ำที่ผ่านถังกรองก่อน และหลังการล้างสารกรอง

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มก./ลิตร (ppm.) **	
	ก่อนล้างสารกรอง	หลังล้างสารกรอง
* 20	616	605
21	328	343
22	401	389
23	274	305
* 24	688	136
25	239	227
26	337	336
27	285	309
28	285	302
29	260	492
30	258	290
31	256	430
32	260	242
33	246	253
34	435	248
35	233	232
36	237	261
37	243	214
38	34	55

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหาปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มากกว่า 500 มก./ลิตร (ppm.)

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 7 (ต่อ) ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) ในน้ำที่ผ่านถังกรองก่อน และหลังการล้างสารกรอง

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มก./ลิตร (ppm.) **	
	ก่อนล้างสารกรอง	หลังล้างสารกรอง
39	246	211
40	481	454
41	343	341
* 42	420	705
* 43	401	521
44	212	221
45	128	109
46	232	240

* คือ ผู้ประกอบการที่พบปัญหาปริมาณสารทั้งหมด (total solid) มากกว่า 500 มก./ลิตร (ppm.)

** เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.ศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า,ปริมาณสารทั้งหมด และความกระด้างทั้งหมด

นำน้ำดื่มในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิทซึ่งผลิตได้จากผู้ประกอบการ มาทำการวัดค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) โดยใช้เครื่อง AQUALYTIC และวิเคราะห์หา ปริมาณสารทั้งหมด (total solid) และความกระด้างทั้งหมด (total hardness) ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 8

นำค่าเหล่านี้มาศึกษาหาความสัมพันธ์โดยศึกษาค่าแฟคเตอร์ของน้ำดื่มซึ่งเป็นความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารทั้งหมด กับค่าการนำไฟฟ้า ซึ่งวัดโดยเครื่อง AQUALYTIC ได้ค่าแฟคเตอร์เท่ากับ 0.79 ดังผลตามตารางที่ 9 และมีความสัมพันธ์กันอย่างมากไปทางบวก ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.997 ดังรูปที่ 3

$$\text{ค่าแฟคเตอร์} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้า}}$$

ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารทั้งหมดกับความกระด้างทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันน้อยมาก ค่าสหสัมพันธ์เท่ากับ 0.21 ดังผลตามตารางที่ 10 และรูปที่ 4

การวิเคราะห์ภาวะเสี่ยงและจุดควบคุมวิกฤตในกระบวนการผลิตน้ำบริโภคในภาชนะบรรจุที่ปิดสนิท ในผู้ประกอบการ 46 แห่ง จังหวัดแพร่สามารถแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนจุลินทรีย์เกินมาตรฐาน เอ็มพีเอ็น มากกว่า 2.2 ความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูปแคลเซียมคาร์บอเนตมากกว่า 100 มก./ลิตร และปริมาณสารทั้งหมดเกินมาตรฐานมากกว่า 500 มก./ลิตร แสดงผลในตารางที่ 11

ตารางที่ 8 แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมด (total solid) การนำไฟฟ้า (conductivity) และความกระด้างทั้งหมด คำนวณในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) *

ผู้ประกอบการ	ปริมาณของแข็งทั้งหมด ก (mg./L.)	ค่าการนำไฟฟ้า ข (µs/cm.)	ความกระด้าง ค (mg./L.)
1	375	480	5.94
5	478	582	13.86
7	491	622	29.70
8	510	620	9.90
9	426	550	9.90
11	311	394	5.94
12	497	624	29.70
13	505	620	11.88
14	162	212	0
27	301	370	0
28	302	370	0
33	240	315	9.90
34	435	542	11.88
35	232	301	0

ก = แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสารทั้งหมด (total solid) หน่วย มก./ลิตร

ข = แสดงค่าเฉลี่ย ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) หน่วย ไมโครซีเมนส์/ซม. (µs./cm.) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดโดยเครื่อง AQUALYTIC

ค = แสดงค่าเฉลี่ยความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูป แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) หน่วย มก./ลิตร (ppm.)

* เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ตารางที่ 8 (ต่อ) แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมด (total solid) การนำไฟฟ้า (conductivity) และความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) *

ผู้ประกอบการ	ปริมาณของแข็งทั้งหมด ก (mg./L.)	ค่าการนำไฟฟ้า ข (µs./cm.)	ความกระด้าง ค (mg./L.)
36	261	330	27.72
37	243	318	0
38	29	36	13.86
39	246	338	134.64
40	481	580	9.90
41	343	402	7.92
42	420	539	7.92
43	521	662	5.94
44	221	280	2.21
45	128	161	43.56

ก = แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสารทั้งหมด (total solid) หน่วย มก./ลิตร

ข = แสดงค่าเฉลี่ย ค่าการนำไฟฟ้า (conductivity) หน่วย ไมโครซีเมนส์/ซม. (ms./cm.) ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส วัดโดยเครื่อง AQUALYTIC

ค = แสดงค่าเฉลี่ยความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูป แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) หน่วย มก./ลิตร (ppm.)

* เป็นค่าเฉลี่ยจากการวิเคราะห์ 2 ครั้ง

ตารางที่ 9 แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมด,ค่าการนำไฟฟ้า และแฟคเตอร์

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด (mg./L.)	ค่าการนำไฟฟ้า (μs/cm.)	* แฟคเตอร์ (mg.cm/L.μs)
1	375	480	0.78
5	478	582	0.82
7	491	622	0.79
8	510	620	0.82
9	426	550	0.77
11	311	394	0.79
12	497	624	0.79
13	505	620	0.81
14	162	212	0.76
27	301	370	0.81
28	302	370	0.81
33	240	315	0.76
34	435	542	0.80

$$* \text{ค่าแฟคเตอร์} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้า}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

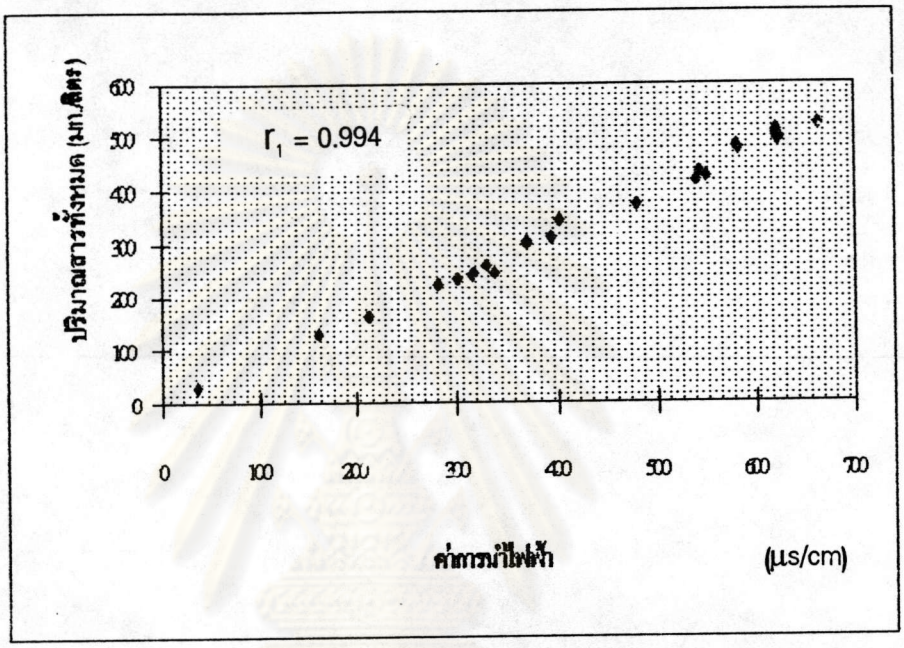
ตารางที่ 9 (ต่อ) แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมด,ค่าการนำไฟฟ้า และแฟคเตอร์

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด (mg./L.)	ค่าการนำไฟฟ้า (µs/cm.)	* แฟคเตอร์ (mg.cm/L.µs)
35	232	301	0.77
36	261	330	0.79
37	243	318	0.76
38	29	36	0.81
39	246	338	0.73
40	481	580	0.83
41	343	402	0.85
42	420	539	0.78
43	521	662	0.78
44	221	280	0.789
45	128	161	0.79
		ค่าเฉลี่ยของแฟคเตอร์ =	0.79

$$* \text{ ค่าแฟคเตอร์} = \frac{\text{ปริมาณสารทั้งหมด}}{\text{ค่าการนำไฟฟ้า}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17374881



รูปที่ 3 แสดงความสัมพันธ์ของปริมาณสารทั้งหมด และค่าการนำไฟฟ้า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 10 แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมดและความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด ก (mg./L.)	ความกระด้างทั้งหมด ค (mg./L.)
1	375	5.94
5	478	13.86
7	491	29.7
8	510	9.9
9	426	9.9
11	311	5.94
12	497	29.7
13	505	11.88
14	162	0
27	301	0
28	302	0
33	240	9.9
34	435	11.88

ก = แสดงค่าเฉลี่ยปริมาณสารทั้งหมด (total solid) หน่วย มก./ลิตร

ค = แสดงค่าเฉลี่ยความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูป แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) หน่วย มก./ลิตร (ppm.)

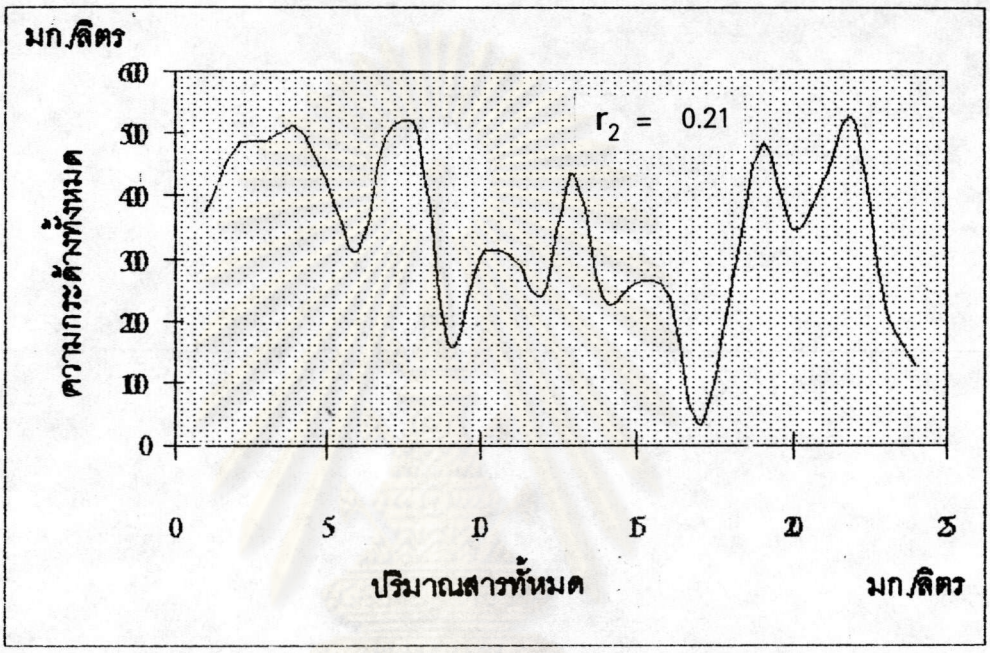
ตารางที่ 10 (ต่อ) แสดงค่าปริมาณสารทั้งหมดและความกระด้างทั้งหมด คำนวณในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$)

ผู้ประกอบการ	ปริมาณสารทั้งหมด ก (mg./L.)	ความกระด้างทั้งหมด ค (mg./L.)
35	232	0
36	261	27.72
37	243	0
38	29	13.86
39	246	134.64
40	481	9.9
41	343	7.92
42	420	7.92
43	521	5.94
44	221	2.21
45	128	43.56

ก = แสดงคาเฉลี่ยปริมาณสารทั้งหมด (total solid) หนวย มก./ลิตร

ค = แสดงค่าเฉลี่ยความกระด้างทั้งหมดคำนวณในรูป แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) หน่วย มก./ลิตร (ppm.)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4 แสดงปริมาณสารทั้งหมดกับความกระด้างในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 11 แสดงจำนวนผู้ประกอบการ และผลการแก้ไขปัญหา

ปัญหา	ผลการแก้ไขปัญหาของผู้ประกอบการ	
	ได้ผล (ร้อยละ)	ไม่ได้ผล (ร้อยละ)
การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ (เอ็มพีเอ็น)	1 (10)	9 (90)
ความกระด้างทั้งหมด มากกว่า 100 มก./ลิตร	3 (100)	0 (0)
ปริมาณสารทั้งหมด มากกว่า 500 มก./ลิตร	3 (37.5)	5 (62.5)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย