การกำจัดไนเตรตสำหรับน้ำดื่มโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน

นายชงชัย สถาพัฒนาสุข

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมสุขาภิบาล

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-049-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

012949

I10298125

Nitrate Removal for Drinking Water by Ion-Exchange Process

Mr. Thongchai Stapatanasook

ศูนย์วิทยทรัพยากร

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

for the Degree of Master of Engineering

Department of Sanitary Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดไนเตรตสำหรับน้ำดื่มโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน
Nitrate Removal for Drinking Water by Ion-Exchange Process.

โดย นายองชัย สถาพัฒนาสุข
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ชีระ เกรอต

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ สวัสดิ์ ธรรมิกรักษ์)

.....กรรมการ อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชีระ เกรอต)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.องชัย พรรณสวัสดิ์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วีรวรรณ ปัทมาภิรัต)

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การกำจัดไนเตรตสำหรับน้ำดื่มโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน
ชื่อ นายชงชัย สถาพัฒนาสุข
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ชีระ เกรอต
ภาควิชา วิศวกรรมสุขาภิบาล
ปีการศึกษา 2529

บทคัดย่อ

ในการศึกษา ได้ทดลองการกำจัดไนเตรตสำหรับน้ำดื่มโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน ใช้เรซินแบบด่างอ่อน Duolite A 378, Amberlite IRA 94 และ Kastel A 101เป็นสารกรองรวมทั้งฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือและด้วยโซดาไฟตามด้วยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

การทดลองสำหรับการฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือนั้นได้ให้สภาพน้ำดิบสังเคราะห์คงที่แล้วแปรค่าปริมาณการใช้กรดเกลือในการฟื้นกำลังเพื่อหาปริมาณกรดเกลือที่เหมาะสม จากนั้นให้ปริมาณกรดเกลือที่ใช้ฟื้นกำลังคงที่ แปรค่าคุณภาพน้ำดิบสังเคราะห์เพื่อหาผลกระทบที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรตของเรซิน ผลการทดลองพบว่าปริมาณกรดเกลือที่เหมาะสมสำหรับ Duolite A 378 และ Amberlite IRA 94 อยู่ที่ประมาณ 125 และ 91 กรัมต่อลิตรของเรซินตามลำดับ ปริมาณ ซัลเฟต และ ไบคาร์บอเนต มีผลทำให้ความสามารถในการกำจัดไนเตรตของเรซินลดลงอย่างมาก ส่วนการเพิ่มปริมาณสารละลายทั้งหมด (โดยการเพิ่มคลอไรด์) ก็ทำให้ความสามารถในการกำจัดไนเตรตลดลงเช่นกัน แต่มีผลน้อยกว่า ซัลเฟตและ ไบคาร์บอเนต

การทดลองสำหรับการฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟตามด้วยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นั้นได้ให้สภาพน้ำดิบสังเคราะห์คงที่และแปรค่าปริมาณการใช้โซดาไฟ, ระยะเวลาและความดันในการที่เรซินสัมผัสก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ผลการทดลองพบว่าความสามารถในการกำจัดไนเตรตต่ำมากเมื่อเทียบกับการฟื้นกำลังเรซินด้วยกรดเกลือ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title Nitrate Removal for Drinking Water by Ion-Exchange Process.

Name Thongchai Stapatanasook

Thesis Advisor Associate Professor Theera Karot, Dr. Eng.

Department Sanitary Engineering

Academic Year 1986

ABSTRACT

The study dealt with nitrate removal for drinking water by ion exchange process. The weak anion resins, Duolite A 378, Amberlite IRA 94 and Kastel A 101 were used in the experiment and regenerated by hydrochloric acid and also by caustic soda followed by carbonation.

The synthetic raw water had constant characteristics. In order to get the optimum amount of hydrochloric acid regeneration, acids in various amount were applied to regenerate the resins. The optimum amount of hydrochloric acid was fixed and characteristics of synthetic raw water were varied in order to study the effects of nitrate removal by resins. It has been found that, the optimum amounts of hydrochloric acid for Duolite A 378 and Amberlite IRA 94 were 125 and 91 mg/l of resins, respectively. Sulfate and bicarbonate concentration highly affected nitrate removal. An increasing in TDS concentration would decrease in nitrate removal but the effect was less than sulfate & bicarbonate.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Caustic soda followed with carbonation was also used in regeneration of resins. Synthetic raw water characteristic was constant in concentration while the amount of caustic soda, contact time and the pressure inside the resin column during carbonation were varied. It was found that the efficiency on nitrate removal was very low when compared with the regeneration by hydrochloric acid.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ชีระ เกรอต เป็นอย่างสูง ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ควบคุมการวิจัย ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำเป็นที่ปรึกษา

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ที่ได้ให้ความรู้ทางด้านวิชาการแก่ผู้วิจัย

ขอขอบคุณ บรรดาเพื่อน ๆ และเจ้าหน้าที่ในภาควิชา วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ

ความดีหรือประโยชน์ทั้งหลายของวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบให้แก่ คุณพ่อ คุณแม่ และพี่ ๆ ซึ่งเป็นผู้มีพระคุณสูงสุดและสนับสนุนให้กำลังใจเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ช
สารบัญเรื่อง	ฌ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญรูป	น
เอกสารอ้างอิง	114
ภาคผนวก	118
ประวัติผู้วิจัย	206

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญเรื่อง

บทที่		หน้า
1.	บทนำ.....	1
1.1	มูลเหตุที่ทำให้เกิดความสนใจกับการมีสารไนเตรตในน้ำ....	1
1.2	ลักษณะของแหล่งน้ำที่มีไนเตรตสูง.....	1
1.3	วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.4	ขอบเขตของการวิจัย.....	3
2.	ความรู้พื้นฐานและประวัติความเป็นมา.....	5
2.1	ความรู้พื้นฐาน.....	5
2.1.1	โครงสร้างของตัวเรซิน.....	5
2.1.2	โครงร่างเรซิน (Matrix).....	6
2.1.3	การสังเคราะห์เรซิน.....	7
2.1.4	ความชอบในการเลือกจับอนุมูล(Selectivity)	11
2.1.5	ความสามารถในการแลกเปลี่ยนอนุมูล(Capacity)	11
2.1.6	สมดุลย์การพองตัว(Swelling Equilibria).	15
2.1.7	การแบ่งเรซินตามลักษณะการใช้งานตามFunctional Group.....	15
2.2	กระบวนการกำจัดไนเตรตออกจากน้ำ.....	18
2.2.1	กระบวนการทางชีววิทยา (Nitrification - Denitrification).....	18
2.2.2	การกำจัดไนเตรตโดยวิธีการออสโมซีสย้อนกลับ..	19
2.2.3	การกำจัดไนเตรตโดยกระบวนการแลกเปลี่ยนไอออน	19
2.3	ประวัติความเป็นมาในการกำจัดไน เตรตและซัลเฟต	20

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่		หน้า
3.	การดำเนินการวิจัย.....	25
	3.1 ลำดับการทดลอง.....	25
	3.2 นำดิบสังเคราะห์และการเลือกช่วงค่าที่ใช้ในการทดลอง.	25
	3.3 สารเคมีที่ใช้ในการวิจัย.....	26
	3.3.1 เรซินที่ใช้ในการทดลองและเหตุผลที่เลือกใช้.	26
	3.3.2 สารเคมีที่ใช้ฟื้นกำลัง.....	30
	3.4 อุปกรณ์และเครื่องมือ.....	30
	3.4.1 ชุดหม้อกรองเรซิน.....	30
	3.5 ตัวแปรที่ใช้ในการทดลองเพื่อดูความสามารถในการกำจัดไนเตรต (Capacity).....	32
	3.5.1 ค่าคงที่ตลอดการทดลอง.....	32
	3.5.2 ตัวแปรในการทดลอง.....	32
	3.6 เทคนิคการวิเคราะห์.....	33
	3.7 การทดลอง.....	33
4.	ผลการทดลองและการวิจารณ์.....	37
	4.1 การทดลองเพื่อหาปริมาณกรดเกลือที่เหมาะสมสำหรับการฟื้นกำลังเรซิน.....	37
	4.2 การทดลองเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจาก Anion ตาง ๆ.....	52
	4.2.1 การทดลองเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจากซัลเฟต.....	
	- สำหรับ Duolite A 378.....	52
	- สำหรับ Amberlite IRA 94.....	54

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ หน้า

4.2.2 การทดลองเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรต อันเนื่องจากคลอไรด์.....
- สำหรับ **Duolite A 378** 55
- สำหรับ **Amberlite IRA 94**..... 56

4.2.3 การทดลองเพื่อดูผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรต เนื่องจากไบคาร์บอเนต.....
- สำหรับ **Duolite A 378**..... 56
- สำหรับ **Amberlite IRA 94**..... 57

4.3 การทดลองขั้นกำลังเรซินด้วยโซดาไฟตามด้วยการผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์..... 97

5. สรุปผลการวิจัย..... 111

6. ความสำคัญด้านวิศวกรรม..... 112

7. ข้อเสนอแนะสำหรับการค้นคว้าวิจัยต่อไป..... 113

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	แสดงคุณสมบัติของเรซินที่ใช้ในการทดลอง.....	28
3.2	แสดง **Recomended Operating Condition**.....	29
3.3	แสดงการทดลอง	35-36
4.1	แสดงผลการทดลองเมื่อให้สภาพน้ำดิบที่แปรค่าปริมาณการใช้กรดเกลือในการฟื้นกำลัง.....	41
4.2	แสดงผลที่เกิดขึ้นต่อการกำจัดไนเตรตอันเนื่องจาก **Anion** ต่าง ๆ	60
ผ.1	รายงานการวิเคราะห์น้ำบาดาลจากบ่อบาดาลต่าง ๆ ของกองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณี จากผลวิเคราะห์น้ำปีงบประมาณ 2528	131-151
ผ.2	แสดงการปรับพีเอช จากรูปที่ 4.15	153
ผ.3	แสดงการปรับพีเอช จากรูปที่ 4.16	154
ผ.4	แสดงการปรับพีเอช จากรูปที่ 4.23	155
ผ.5	แสดงการปรับพีเอช จากรูปที่ 4.37	156
ผ.6	แสดงการปรับพีเอช จากรูปที่ 4.45	157
ผ.7	ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8% 16.8 กรัม (รูปที่ 4.1)....	158
ผ.8	ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 33.20 กรัม (รูปที่ 4.2)...	159

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.9 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378จำนวน400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8 % 50 กรัม (รูปที่ 4.3).... 160

ผ.10 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8%66.80กรัม (รูปที่ 4.4)..... 161

ผ.11 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 9.20 กรัม (รูปที่ 4.5)... 162

ผ.12 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94จำนวน 400 CC.ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8 % 18.40กรัม(รูปที่ 4.6) 163

ผ.13 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้ กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 27.20กรัม(รูปที่ 4.7) 164

ผ.14 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.40 กรัม(รูปที่ 4.8) 165

ผ.15 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8%54.40กรัม(รูปที่ 4.9) 166

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.16 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม ($SO_4^=$ = 40 มก/ล) (รูปที่ 4.11)..... 167

ผ.17 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม ($SO_4^=$ = 220 มก/ล) (รูปที่ 4.12)..... 168

ผ.18 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม ($SO_4^=$ = 800 มก/ล) (รูปที่ 4.13)..... 169

ผ.19 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม ($SO_4^=$ = 48 มก/ล) (รูปที่ 4.15)..... 170

ผ.20 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8% 50 กรัม ($SO_4^=$ =105 มก/ล) (รูปที่ 4.16)..... 171

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ. 21 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม ($SO_4^{=}$ = 40 มก/ล) (รูปที่ 4.18)..... 172

ผ. 22 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม ($SO_4^{=}$ = 220 มก/ล) (รูปที่ 4.19)..... 173

ผ. 23 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม($SO_4^{=}$ = 480 มก/ล) (รูปที่ 4.20)..... 174

ผ. 24 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC.ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม ($SO_4^{=}$ = 1150 มก/ล) (รูปที่ 4.21)..... 175

ผ. 25 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม($SO_4^{=}$ = 48 มก/ล)(รูปที่ 4.23)..... 176

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ฌ.26 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม ($SO_4^{=}$ =105มก/ล) (รูปที่ 4.24)..... 177

ฌ.27 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (Cl^-=20 มก/ล) (รูปที่ 4.26)..... 178

ฌ.28 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378**จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (Cl^- =1000 มก/ล) (รูปที่ 4.27)..... 179

ฌ.29 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8% 36.4 กรัม (Cl^- =20 มก/ล) (รูปที่ 4.29)..... 180

ฌ.30 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ8% 36.4 กรัม (Cl^- = 1000 มก/ล) (รูปที่ 4.30)..... 181

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ฌ. 31 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (HCO_3^- = 60 มก/ล) (รูปที่ 4.32) 182

ฌ. 32 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (HCO_3^- =100 มก/ล) (รูปที่ 4.33) 183

ฌ. 33 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (HCO_3^-=480 มก/ล) (รูปที่ 4.34) 184

ฌ. 34 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (HCO_3^-=200 มก/ล) (รูปที่ 4.36) 185

ฌ. 35 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 50 กรัม (HCO_3^- = 400 มก/ล) (รูปที่ 4.37) 186

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.36 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม (HCO_3^- = 60 มก/ล) (รูปที่ 4.39)..... 187

ผ.37 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 36.4 กรัม ($HC)_3^-$ = 180 มก/ล) (รูปที่ 4.40)..... 188

ผ. 38 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 36.4 กรัม(HCO_3^- = 330 มก/ล)(รูปที่ 4.41)..... 189

ผ. 39 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 36.4 กรัม (HCO_3^- = 620 มก/ล) (รูปที่ 4.42)..... 190

ผ.40 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 36.4 กรัม (HCO_3^- = 200 มก/ล)(รูปที่ 4.44)..... 191

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.41 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน **400 CC.** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ **8 % 36.4**กรัม(HCO_3^- = **400** มก/ล) (รูปที่ **4.45**)..... **192**

ผ.42 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94**จำนวน **400 CC.** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ **4 % 36.4** กรัม(รูปที่**4.47**) **193**

ผ.43 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน **400 CC.** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ **4 % 18.4** กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ **15** นาที (รูปที่ **4.48**)..... **194**

ผ.44 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน **400 CC.** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ **4 % 36.4** กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ **15** นาที (รูปที่ **4.49**)..... **195**

ผ.45 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** จำนวน **400 CC.** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ **4 % 54.4** กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ **15** นาที (รูปที่ **4.50**)..... **196**

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.46 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 36.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที (รูปที่ 4.51).... 197

ผ.47 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 36.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที ภายใต้ความดัน 1 กก/ซม^2 (รูปที่ 4.52)..... 196

ผ.48 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองAmberlite IRA 94 จำนวน 400 CC.ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ4 % 36.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์60 นาที ภายใต้ความดัน 1 กก/ซม^2 (รูปที่ 4.53)..... 199

ผ.49 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ4 % 36.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที (รูปที่ 4.54)..... 200

ผ.50 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Duolite A 378 จำนวน 400 CC. ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4% 50 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที (รูปที่ 4.55)..... 201

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ หน้า

ผ.51 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Kastel A 101 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 48.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที (รูปที่ 4.56)..... 202

ผ.52 ผลการทดลองแสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Kastel A 101 จำนวน 400 cc. ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 48.4 กรัม ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที (รูปที่ 4.57)..... 203

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Total Capacity ของเรซิน กับ DVB	13
2.2	แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง Capacity กับอัตราการใช้เกลือ ล้างเรซิน	14
2.3	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างCapacity ของเรซินกับค่า R_1 และ R_2 Ratio	23
2.4	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ Anion ที่ลดลงหรือเพิ่มขึ้น กับระยะการกรองคิดเป็น % ของ Cycle.....	24
3.1	เครื่องกรองที่ใช้ในการทดลอง.....	31
4.1	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้ เมื่อใช้สารกรองDuolite A 378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 42 กรัม/ลิตร	42
4.2	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองDuolite A 378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 83 กรัม/ลิตร	43
4.3	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองDuolite A 378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร.....	44
4.4	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองDuolite A 378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 167 กรัม/ลิตร.....	45
4.5	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรองAmberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 23 กรัม/ลิตร.....	46

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.6 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 46 กรัม/ลิตร 47

4.7 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 68 กรัม/ลิตร 48

4.8 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร 49

4.9 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 136 กรัม/ลิตร 50

4.10 แสดง **Capacity** ของ **Resin** เมื่อใช้ปริมาณกรดเกลือใช้ฟื้นกำลังต่าง ๆ กัน 51

4.11 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 40มก/ล) 61

4.12 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 220 มก/ล) 62

4.13 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 800 มก/ล) 63

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่		หน้า
4.14	แสดงให้เห็นผลของซัลเฟตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Duolite A378 การทดลองจากรูปที่ 4.11-4.13	64
4.15	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Duolite A378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 48 มก/ล)	65
4.16	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Duolite A 378 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 105 มก/ล)	66
4.17	แสดงให้เห็นผลของซัลเฟตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Duolite A 378 การทดลองจากรูปที่ 4.15-4.16	67
4.18	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 40 มก/ล)	68
4.19	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วย กรดเกลือ 8 % 91กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 200 มก/ล).....	69
4.20	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 480 มก/ล)	70
4.21	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร ($SO_4^=$ = 1150 มก/ล)	71

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่		หน้า
4.22	แสดงให้เห็นผลของซัลเฟตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Amberlite IRA 94 การทดลองจากรูปที่ 4.19-4.12	72
4.23	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง**Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร ($SO_4^{=}$ = 48 มก/ล)	73
4.24	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร ($SO_4^{=}$ = 105 มก/ล)	74
4.25	แสดงให้เห็นผลของซัลเฟตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ **Amberlite IRA 94** การทดลองจากรูปที่ 4.23 - 4.24	75
4.26	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378**ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (Cl^- = 20 มก/ล)	76
4.27	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (Cl^- = 1000 มก/ล)	77
4.28	แสดงให้เห็นผลของ คลอไรด์ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้Duolite A 378การทดลองจากรูปที่ 4.26-4.27	78
4.29	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร(Cl^- = 20 มก/ล)	79

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่		หน้า
4.30	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8% 91 กรัม/ลิตร (Cl^- = 1000 มก/ล.).....	80
4.31	แสดงให้เห็นผลของคลอไรด์ที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ **Amberlite IRA 94** การทดลองจาก รูปที่ 4.29-4.30	81
4.32	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 60 มก/ล)	82
4.33	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 100 มก/ล)	83
4.34	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 480 มก/ล)	84
4.35	แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ **Duolite A 378** การทดลองจาก รูปที่ 4.32-4.34	85
4.36	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A 378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 200 มก/ล).....	86
4.37	แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 125 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 400 มก/ล)	87

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.38 แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนตที่มีต่อ ความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Duolite A 378 การทดลองจากรูปที่ 4.36-4.37 88

4.39 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 60 มก/ล) 89

4.40 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 180 มก/ล) 90

4.41 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 330มก/ล) 91

4.42 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 620มก/ล) 92

4.43 แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนตที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรต โดยใช้ Amberlite IRA 94 การทดลองจากรูปที่ 4.39-4.42 93

4.44 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 200 มก/ล) 94

4.45 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA94 ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 91 กรัม/ลิตร (HCO_3^- = 400 มก/ล)..... 95

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.46 แสดงให้เห็นผลของไบคาร์บอเนทที่มีต่อความสามารถในการกำจัดไนเตรท โดยใช้Amberlite IRA94การทดลองจากรูปที่ 4.44-4.45 96

4.47 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร..... 100

4.48 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 46 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์15 นาที.... 101

4.49 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15นาที... 102

4.50 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 136 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 15 นาที..... 103

4.51 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที..... 104

4.52 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94 ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที ภายใต้ ความดัน 1 กก/ซม^2..... 105

4.53 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้ สารกรอง Amberlite IRA 94ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 60 นาที ภายใต้ ความดัน 1 กก/ซม^2 106

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ หน้า

4.54 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Amberlite IRA 94** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 91 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที..... 107

4.55 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Duolite A378** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 125 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที..... 108

4.56 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Kastel A 101** ฟื้นกำลังด้วยโซดาไฟ 4 % 121 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที..... 109

4.57 แสดงคุณภาพของน้ำที่กรองได้ กับปริมาณของน้ำที่กรองได้เมื่อใช้สารกรอง **Kastel A 101** ฟื้นกำลังด้วยกรดเกลือ 8 % 121 กรัม/ลิตร ผ่านก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ 30 นาที..... 110

ฆ. 1 แสดง **Standard NO_3^-- N Curve** หาปริมาณไนเตรทด้วยวิธี **Phenoldisulfonic Method**..... 123

ฆ. 2 แสดง **Calibation Curve** หาปริมาณซัลเฟตด้วยวิธี **Turbidimetric Method**..... 126

ฆ. 3 แสดงคุณภาพน้ำของบ่อบาดาลแหล่งต่าง ๆ กับจำนวนบ่อบาดาลที่มีคุณภาพตามนั้น..... 152

ฆ. 4 เครื่องกรอง ที่ใช้ในการทดลอง..... 205

.....

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย