

(Electrothermal atomizer graphite furnace) โดยสามารถโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาไหม้ค่าต่าง ๆ กันและใช้เวลาต่าง ๆ กันได้

ใช้ Hydride Generation Technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดจะเปลี่ยนให้เป็นอะตอมตรงด้วยเทคนิคทั้งสองที่ผ่านมาไม่ได้ แต่จำเป็นต้องใช้ทำให้แตกตัวในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ด้วยการรีดิวซ์ให้เป็นไฮไดรด์ และให้ไฮไดรด์นั้นเข้าไปในเปลวไฟเปลวไฟไฮโดรเจน ความร้อนจากเปลวไฟไฮโดรเจนจะทำธาตุกลายเป็นอะตอมเสรีได้ เทคนิคในการวิเคราะห์ของธาตุ As, Se, Te, Ge, Bi และ Sb

ใช้ Coldvaper Generation Technique สำหรับเทคนิคนี้เหมาะสมที่จะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนให้เป็นไอได้ง่าย ๆ ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์ปรอทที่มีปริมาณน้อยโดยเฉพาะ

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

พงษ์ศักดิ์ ปานันท์ (2540) ได้ทำการศึกษาปริมาณตะกั่วที่สะสมในดินข้างถนน ในเขตอำเภอเมืองเชียงใหม่โดยใช้วิธีสกัดเลอริเมทรี โดยมีโคไทโซนเป็นตัวทำให้เกิดสี แล้ววัดปริมาณตะกั่วด้วยเครื่องวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (สเปกโตรนิค 20) ที่ความยาวคลื่น 510 นาโนเมตรพบว่า ถนนแต่ละสายมีปริมาณตะกั่วที่สะสมต่างกัน ดังนี้ ถนนท่าแพ ถนนสิงหราช ถนนเจริญเมือง ถนนหมื่นคำมพร้าคต ถนนคอดยสะเก็ดเก่า ถนนเจริญประเทศ ถนนเวียงบัว และถนนคลองชลประทาน มีปริมาณตะกั่วสะสมโดยเฉลี่ยเท่ากับ 253.625 , 237.416, 137.312 , 123.770 , 89.625 , 79.792 , 69.312 , 29.062 และ 24.354 ppm ตามลำดับ ได้ค่าร้อยละการกลับคืน (% recovery) เท่ากับ 88.73 และค่าร้อยละของความคลาดเคลื่อน (% error) เท่ากับ 11.27 ส่วนการศึกษาความเที่ยงในการวิเคราะห์ ได้ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation ; S.D.) เท่ากับ 0.0248 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานสัมพัทธ์ (Relative Standard deviation ; % R.S.D.) เท่ากับ 1.729 %

พิชัย สุริยะสุขประเสริฐ(2527) ได้ทำการศึกษาหาปริมาณตะกั่ว , ทองแดง และโครเมียมในดิน ในเขตจังหวัดเชียงใหม่ โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมทรี เปรียบเทียบกับวิธีวิสิเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี จากการวิเคราะห์ตัวอย่างดิน 16 ตัวอย่าง โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตเมทรี พบว่ามีปริมาณตะกั่ว ทองแดง และโครเมียมอยู่ในช่วง 18 – 40 , 9.5 – 5.1 และ 46 – 78.5 ไมโครกรัมต่อกรัม ของดินตัวอย่างดินชนิดเดียวกัน เมื่อวิเคราะห์โดย

วิธีวิธีเบิลสเปกโตรโฟโตเมทรี พบว่ามีปริมาณตะกั่ว ทองแดงและโครเมียมในช่วง 15.0 – 36 , 6.0-47.0 และ 3.0 – 75.0 ไมโครกรัมต่อกรัมของดิน

ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข (2539) ศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากแหล่งที่สำคัญในเขตภาคเหนือในระหว่างปี 2537 – 2538 ซึ่งแหล่งน้ำในเขตภาคเหนือนี้ได้แก่น้ำปิง แม่น้ำวัง แม่น้ำยม แม่น้ำน่าน แม่น้ำป่าสักและแม่น้ำกก พบว่าช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 31 °C pH อยู่ที่ 7.0-8.2 DO อยู่ในช่วง 4 – 7 mg/L สภาพนำไฟฟ้าอยู่ในช่วง 162 – 406 และความขุ่นอยู่ในช่วง 19 – 165 NTU ซึ่งคุณภาพของน้ำจากแหล่งน้ำดังกล่าวนี้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง โดยจัดอยู่ในแหล่งน้ำผิวดินประเภท 2–4 ตามประกาศกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม

รพีพร สมใจ (2542) ทำการศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำผิวดินในวิทยาเขตสะลง-จีเหล็กพบว่า สมบัติทางกายภาพได้แก่ อุณหภูมิซึ่งวัดโดย Thermometer มีค่าเท่ากับ 23.9 , 23.2 , 21.6 , 22.4 และ 23.6 °C ตามลำดับ สภาพนำไฟฟ้า ซึ่งวัดโดย Conductivity meter มีค่าเท่ากับ 38.8 , 43.4 , 35.3 , 39.5 และ 38.3 μ s ตามลำดับ ของแข็งละลายซึ่งวัดโดย TDS meter มีค่าเท่ากับ 11.0 , 9.2 , 35.3 , 17.9 และ 60.4 NTU ตามลำดับ ส่วนสมบัติทางเคมีได้แก่ความเป็นกรด-เบส ซึ่งวัดโดย pH meter มีค่าเท่ากับ 7.4 , 7.1 , 7.2 , 7.2 และ 7.3 ตามลำดับ ออกซิเจนละลายซึ่งวัดโดย DO meter มีค่าเท่ากับ 6.4 , 6.9 , 6.4 , 6.1 และ 6.8 mg/L ตามลำดับ บีโอดี โดยใช้ Direct method มีค่าเท่ากับ 0.8 , 0.8 , 0.9 , 0.9 และ 0.9 mg/L ตามลำดับ ไนเตรด โดยใช้ Phenol disulfonic acid method มีค่าเท่ากับ 0.1696 , 0.6565 , 0.2729 , 0.4182 และ 0.1385 mg/L ตามลำดับ ความกระด้าง โดยใช้ EDTA titrimetric method มีค่าเท่ากับ 17.0 , 16.7 , 23.4 , 22.0 และ 14.8 mg/L ตามลำดับ

วันวิสาข์ ธรรมวิชัยพันธ์ (2539) การศึกษาคุณภาพน้ำจากบ่อในสถาบันราชภัฏเชียงใหม่ และอ่างเก็บน้ำในวิทยาเขตสะลง-จีเหล็ก อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ในช่วงเดือนธันวาคม 2539 และเดือนมกราคม 2540 พบว่าอุณหภูมิของน้ำจากอ่างเก็บน้ำอยู่ในช่วง 27.07 – 29.00 °C และเดือนธันวาคม 22.67 – 25.17 °C ความเป็นกรด-เบส-ของน้ำจากอ่างเก็บน้ำอยู่ในช่วง 6.21 – 6.33 สภาพนำไฟฟ้าของน้ำจากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 419 – 513 μ s ของแข็งละลายน้ำจากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 211 – 226 mg/L และเดือนมกราคมอยู่ในช่วง 211 – 255 mg/L และจากบ่ออยู่ในช่วง 1450 – 2240 mg/L ความขุ่นจากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 1.37 – 1.93 NTU และเดือนมกราคม 1.86 – 219 NTU ความกระด้างจากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคม

และเดือนมกราคมอยู่ในช่วง 9.1 – 15.27 mg/L และจากบ่ออยู่ในช่วง 87.60 – 162.96 mg/L DO จากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 6.24 – 6.85 mg/L และเดือนมกราคม 6.08 – 6.85 mg/L และจากบ่ออยู่ในช่วง 4.76 – 5.46 mg/L BOD จากอ่างเก็บน้ำเดือนธันวาคมอยู่ในช่วง 1.34 – 2.51 mg/L และเดือนมกราคมอยู่ในช่วง 2.94 mg/L และจากบ่ออยู่ในช่วง 1.78 – 6.62 mg/L ไนเตรดจากอ่างเก็บน้ำอยู่ในช่วง 0.04 – 0.50 mg/L และจากบ่ออยู่ในช่วง 0.863 – 0.634 mg/L ฟลูออไรด์จากอ่างเก็บน้ำอยู่ในช่วง 0.29 – 0.65 mg/L ซึ่งผลวิเคราะห์อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นสภาพน้ำไฟฟ้าและของแข็งละลายน้ำจากบ่อ และปริมาณ COD ของน้ำจากอ่างเก็บน้ำ

ภรณ์ภา บุสทิพย์ (2540) การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำผิวดินจากวิทยาเขตสะलग-ซันเหล็ก อ.แมริม จ.เชียงใหม่ โดยเก็บน้ำ 3 อ่าง คือ อ่างดิ่งเปียง อ่างสะलग และอ่างเวียงบัว เก็บอ่างละ 4 จุด รวมเป็น 12 จุด จุดละ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ในวันที่ 27 พฤศจิกายน 2540 และครั้งที่ 2 ในวันที่ 18 ธันวาคม 2540 โดยนำผลจากครั้งที่ 1 และ ครั้งที่ 2 มาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งผลการศึกษาของอ่างดิ่งเปียง อ่างสะलग และอ่างเวียงบัวตามลำดับ ได้พบว่า สมบัติทางกายภาพ ได้แก่อุณหภูมิ ซึ่งวัดโดย Thermometer มีค่าเท่ากับ 29.39 , 28.15 และ 28.59 °C ตามลำดับ สภาพน้ำไฟฟ้าซึ่งวัดโดย Conductivity meter มีค่าเท่ากับ 232.04 , 215.08 และ 150.04 mg/L ตามลำดับ ความขุ่นซึ่งวัดโดย Turbidity meter มีค่าเท่ากับ 9.74 , 17.84 และ 386.82 NTU ตามลำดับ ส่วนสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-เบส ซึ่งวัดโดย DO meter เท่ากับ 4.09 , 4.35 และ 8.93 mg/L ตามลำดับ บีโอดีโดยใช้ direct method มีค่าเท่ากับ 0.41 , 1.08 และ 0.67 mg/L ตามลำดับ ซีโอดี โดยใช้ Close reflux method มีค่าเท่ากับ 22.28 , 49.56 และ 15.48 mg/L ตามลำดับ ไนเตรดโดยใช้ phenol disulfonic acid behead มีค่าเท่ากับ 0.083 , 0.081 และ 0.235 mg/L ตามลำดับ ความกระด้าง โดยใช้ EDTA titrimethod method มีค่าเท่ากับ 13.59 , 13.38 และ 15.27 mg/L ตามลำดับ

อดิเรก แก้วจรัส (2528) ได้ศึกษาหาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี โครเมียม และเหล็กในดินและน้ำจากตัวอย่างที่เก็บในเขตอำเภอสันกำแพงจังหวัดเชียงใหม่โดยวิธี แอบซอร์พชันสเปกโตรสโกปี การหาปริมาณของตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี โครเมียม ในดินแล่น้ำวิเคราะห์โดยใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรสโกปี จากการวิเคราะห์ ตัวอย่างดิน 20 ตัวอย่าง โดยวิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรสโกปี พบว่ามีปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี และ โครเมียมอยู่ในช่วง 13.7 – 39.1 , 0.290 – 0.117 , 17.7 – 98.3 , 32.6 – 108.0 และ 47.2 – 336.0 ไมโครกรัมต่อกรัมของดินตามลำดับ วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ 20 ตัวอย่าง โดยวิธี

อะดอมมอกแอบซอร์พชันสเปคโตรสโกปีพบว่าไม้ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสีอยู่ใน ช่วง
0.005–0.497 ,0.008–0.056 และ 0.013 –0.182ppm ตามลำดับ

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 กลุ่มตัวอย่าง

ตัวอย่างน้ำและดินที่ใช้ในการวิเคราะห์หาค่าพารามิเตอร์และการปนเปื้อนของโลหะหนัก จากกิจกรรมการข้อมฝ้ามัคยอม มีจำนวน 12 ตัวอย่าง แบ่งเป็น 3 จุด ดังนี้

1. พื้นที่ที่ทำการกิจกรรมการข้อมฝ้ามัคยอม

บ้านคันผึ่ง

- | | | |
|--|---|----------|
| - น้ำทิ้งจากกะทะที่ทำการข้อมฝ้ามัคยอม | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำที่ผ่านการล้างผ้าที่ข้อมแล้ว(น้ำที่ล้างฝ้ามัคยอม) | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำทิ้งรวมจากบ่อน้ำทิ้งรวม | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำบาดาลที่ใช้ภายในบ้าน | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำประปาภายในบ้าน | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำคลอง | 1 | ตัวอย่าง |

2. พื้นที่ที่ไม่เคยทำการกิจกรรมการข้อมฝ้ามัคยอม

บ้านกองราบ

- | | | |
|---------------------------------------|---|----------|
| - น้ำประปาของบ้านที่มีกิจกรรมดังกล่าว | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำทิ้งรวม | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำบาดาลภายในบริเวณบ้าน | 1 | ตัวอย่าง |

3. พื้นที่ที่ไม่เคยทำการกิจกรรมการข้อมฝ้ามัคยอม

บ้านคอนดอง

- | | | |
|---------------------|---|----------|
| - น้ำประปาภายในบ้าน | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำบาดาล | 1 | ตัวอย่าง |
| - น้ำคลอง | 1 | ตัวอย่าง |

ตัวอย่างดิน

ตัวอย่างดินที่ใช้ในการวิเคราะห์การปนเปื้อนของโลหะหนัก จากกิจกรรมการขุดผ้าบาติก มีจำนวน 5 ตัวอย่าง จาก 3 จุด ดังนี้

1. พื้นที่ที่ทำการกิจกรรมการขุดผ้าบาติก จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ
บ้านต้นผึ้ง
 - ดินภายในบริเวณบ้านที่มีการทำการกิจกรรมการขุดผ้ามัดข้อม 1 ตัวอย่าง
 - ดินนอกบริเวณบ้านที่มีการทำการกิจกรรมการขุดผ้ามัดข้อม 1 ตัวอย่าง
2. พื้นที่ที่เคยทำกิจกรรมการขุดผ้า จำนวน 2 ตัวอย่าง คือ
บ้านกองราบ
 - ดินภายในบริเวณบ้านที่เคยทำการกิจกรรมการขุดผ้ามัดข้อม 1 ตัวอย่าง
 - ดินภายนอกบริเวณบ้านที่เคยทำการกิจกรรมการขุดผ้ามัดข้อม 1 ตัวอย่าง
3. พื้นที่ที่ไม่เคยทำกิจกรรมการขุดผ้า
บ้านคอนดอง
 - ดินภายในบริเวณบ้านที่ไม่มีการทำการกิจกรรมการขุดผ้ามัดข้อม 1 ตัวอย่าง

3.2 สถานที่ดำเนินการศึกษา

ตำแหน่งของพื้นที่เก็บข้อมูล

- ลักษณะทางกายภาพของพื้นที่

บ้านต้นผึ้ง	ทิศเหนือ	อาณาเขตติดต่อ	บ้านกองงาม
	ทิศใต้	อาณาเขตติดต่อ	บ้านป่าปูก
	ทิศตะวันออก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านคอนดอง
	ทิศตะวันตก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านคอนหลวง
บ้านกองงาม	ทิศเหนือ	อาณาเขตติดต่อ	บ้านสบทา
	ทิศใต้	อาณาเขตติดต่อ	บ้านต้นผึ้ง
	ทิศตะวันออก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านหนองหอย
	ทิศตะวันตก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านเหล่า
บ้านคอนดอง	ทิศเหนือ	อาณาเขตติดต่อ	บ้านเหล่า
	ทิศใต้	อาณาเขตติดต่อ	บ้านหนองเจือก
	ทิศตะวันออก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านต้นผึ้ง
	ทิศตะวันตก	อาณาเขตติดต่อ	บ้านเรือน

- กิจกรรมของชุมชนที่มีพื้นที่ใกล้เคียง ส่วนใหญ่จะเป็นการทำสวนลำไยและทำนา

3.3 สถานที่ทำการวิเคราะห์

- ห้องปฏิบัติการทดลอง โปรแกรมวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม สถาบันราชภัฏเชียงใหม่
- ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

3.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สารเคมี

1. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต ($\text{MnSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$)
2. สารละลายแอลคาไล-ไอโอไดด์-เอไซด์ (Alkali-Iodide-Azide reagent)
3. กรดซัลฟิวริกเข้มข้น (H_2SO_4)
4. น้ำแข็ง
5. สารละลายมาตรฐานโซเดียมไทโอซัลเฟต ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$)
6. สารละลายมาตรฐานไบโอไอเคด
7. น้ำกลั่น , น้ำ DI
8. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์
9. สารละลายแมงกานีสซัลเฟต
10. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์
11. สารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์
12. สารละลายโซเดียมซัลไฟด์
13. สารละลายมาตรฐานโพแทสเซียมไดโครเมตเข้มข้น
14. กรดซัลฟิวริกเจือเจือ
15. สารละลายเฟอร์ไรต์อินดิเคเตอร์
16. สารละลายมาตรฐานเฟอร์รัสแอมโมเนียมซัลเฟต
17. สารละลายโพแทสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์
18. สารละลายมาตรฐานซิลเวอร์ไนเตรด
19. สารละลายโซเดียมคลอไรด์
20. กรดไนตริกเข้มข้น
21. สารละลายสต็อกแคดเมียม

22. สารละลายเคดเมียมเข้มข้นปานกลาง
23. สารละลายสต็อกตะกั่ว (Stock Solution)
24. สารละลายตะกั่วเข้มข้นปานกลาง
25. สารละลายมาตรฐานโครเมียม
26. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์

อุปกรณ์

1. ชามระเหย (Evaporating Dishes)
2. โถดูดความชื้น
3. Hot plate เตาไฟฟ้า
4. เครื่องชั่งละเอียด
5. กระจกกรองเบอร์ 2,5
6. กรวยกรอง (Membrane Filter Furnnel)
7. เครื่องกรองบูชเนอร์ (Buchner funnel)
8. ตู้อบ (Electroinc oven)
9. ขวดบีโอดี
10. ขวดปรับปริมาตร 25, 50 , 100 , 150 , 250 , 1,000 ml
11. บิวเรตต์ + ขาดัง
12. ขวดเก็บตัวอย่างน้ำ
13. เครื่องบด
14. ตู้อินคิวเบเตอร์
15. กระจกบอกล้าง
16. ปิเปต (Pipette)
17. ลูกยางแดง
18. หลอดหยด (Dropper)
19. ขวดรูปชมพู่
20. กระจกดวง
21. ช้อนตักสาร
22. กระจกอลูมิเนียมฟอยล์
23. ตะแกรงใส่หลอดทดลอง

24. หลอดทดลอง

25. คีมคีบ

3.5 การเก็บตัวอย่าง

การเก็บและการรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

วิธีการเก็บตัวอย่าง (Sampling method)

1. การเก็บแบบจ้วง (Grab Sampling) คือ ตัวอย่างที่ได้จากการเก็บแต่ละครั้ง ๆ จุดละ 1 ตัวอย่างในเวลาที่กำหนด การเก็บแบบนี้ตัวอย่างจะเป็นตัวแทนของน้ำเฉพาะเวลาและเฉพาะจุดที่เก็บเท่านั้น ซึ่งการเก็บแบบจ้วงนี้เหมาะสำหรับการเก็บตัวอย่างของน้ำประปา น้ำผิวดิน และบ่อน้ำ

2. การเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อก คือ การเก็บตัวอย่างน้ำประปาจากก๊อกน้ำ จะเปิดน้ำออกให้ไหลทิ้งประมาณ 2-3 นาที เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำที่ค้างตามท่อได้ออกไปหมดแล้วจึงใช้ขวดเก็บตัวอย่างน้ำจากก๊อก

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ทางด้านเคมีและกายภาพ

1. ขวดเก็บน้ำตัวอย่างควรทำด้วยพลาสติก (Polythylene) ที่แห้งและสะอาด ควรมีปริมาตร 1 ลิตร

2. ก่อนทำการเก็บควรล้างให้สะอาด และใช้น้ำตัวอย่างล้างขวด 2-3 ครั้ง เมื่อเก็บปิดฝาให้มิดชิด

3. จุดเก็บตัวอย่างน้ำ ถ้าเป็นบ่อนควรตักกึ่งกลางบ่อ โดยให้หย่อนขวดเก็บน้ำแล้วทิ้งไว้สักครู่ เพียงพอที่จะให้สภาพน้ำเกิดการเปลี่ยนแปลง จากการหย่อนขวดเก็บสู่สภาพเดิม ก่อนน้ำไหลเข้าขวด

4. จุดเก็บน้ำตัวอย่าง ถ้าเป็นน้ำจากอ่างเก็บน้ำหรือสระ ควรเก็บห่างประมาณ 5 ฟุต และให้เก็บน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตร หรือที่ระดับความลึก 1 ฟุต จากจุดผิวน้ำ ณ จุดกึ่งกลางบ่อ

5. การเขียนฉลากปิดขวดน้ำ มีความสำคัญมาก เนื่องจากการเก็บตัวอย่างในแต่ละครั้งมีหลายตัวอย่าง จึงจำเป็นต้องมีการเขียนฉลากปิดขวดน้ำตัวอย่างเพื่อป้องกันการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นได้ เนื่องจากความหละหลวมของผู้เก็บตัวอย่างเอง ซึ่งควรมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

ก. สถานที่เก็บ จุดเก็บตัวอย่าง อาจระบุเป็นรหัสจุดเก็บตัวอย่าง

ข. ชนิดของน้ำตัวอย่าง เช่น น้ำบาดาล น้ำบ่อ น้ำแม่น้ำ

ค. วันที่เก็บและเวลาเก็บตัวอย่าง

ง. ลักษณะบริเวณรอบ ๆ แหล่งน้ำ

ข. ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง

วิธีวิเคราะห์ตัวอย่าง

1. วิธีวิเคราะห์ BOD , COD , Cl , SS , TDS

ใช้วิธีวิเคราะห์ในหนังสือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี ของ ผศ.ยุพดี วิษุณา

2. วิธีวิเคราะห์ pH , Conductivity , ความขุ่น

ใช้พารามิเตอร์ในการวัดคือ pH meter , Conductivity meter และ Turbidity meter

3. วิธีวิเคราะห์โลหะหนักในดินและน้ำ

วิธีวิเคราะห์ใช้วิธีอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic absorption spectrophotometry) โดยทำการวิเคราะห์โลหะหนัก 3 ชนิด คือ ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม

- 3.1 การวิเคราะห์ตะกั่ว แคดเมียม โครเมียม ในดิน

การเก็บตัวอย่าง

1. ในการเก็บตัวอย่างดินจะเก็บในพื้นที่ที่ทำการขุดและเก็บนอกพื้นที่ที่ทำการขุด (พื้นที่ใกล้เคียงที่ไม่มีการทำการขุด)

2. เก็บตัวอย่าง จะต้องเก็บดินที่ห่างจากพื้นที่เก็บ 1 เมตร และขุดลึกลงไปไม่เกิน 20 เซนติเมตร

- 3.2 การเตรียมดินตัวอย่าง

1.

นำตัวอย่างดินที่เก็บมาทั้งหมดนำมาผึ่งให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เลือกเก็บหิน ก้อนกรวด รากไม้ใบหญ้า ออกทิ้ง แล้วนำมาอบที่ 100 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง

2. ทำการแบ่งดินโดยวิธี quartering เพื่อลดปริมาณของดินให้เหลือมากกว่าที่ต้องการเล็กน้อย

3. บดดินที่แบ่งด้วย โกร่งบด ร่อนผ่านตะแกรงขนาด 16 mesh

4. นำดินที่ร่อนแล้วทำการ quartering อีกครั้งหนึ่งให้เหลือปริมาณใกล้เคียงที่ต้องการ

- 3.3 การเตรียมสารละลายต่าง ๆ สำหรับทำการวิเคราะห์

การเตรียมสารละลายมาตรฐานของตะกั่ว

1. สารละลายตะกั่วมาตรฐานเข้มข้น 1000 ppm (Stock solution) ปริมาตร 1000 cm³ โดยการละลายตะกั่วไนเตรด (Pb(NO₃)₂) 1.6080 กรัม ในน้ำกลั่น คนให้ละลาย แล้วเทใส่ขวดปริมาตร ขนาด 1000 cm³ ปรับปริมาตรให้ถึงขีดด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

2. สารละลายตะกั่วมาตรฐาน เข้มข้น 100 ppm ใช้ปิเปตดูดสารจากข้อ 1 มา 10 cm³ ปรับปริมาตรเป็น 100 cm³ ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

3. สารละลายตะกั่วมาตรฐาน 10 ppm ใช้ปิเปต คูณสารละลายตะกั่วมาตรฐานใน
ข้อ 2 ในกรดไนตริกเข้มข้น 1%

การเตรียมกรดไนตริกเข้มข้น 3 M

คำนวณกรดไนตริกเข้มข้น (M.W.63.01 assay 65 % w/v density 1.40) จำนวน
207.7 cm³ เทลงในขวดปริมาตรขนาด 1000 cm³ ที่มีน้ำอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ของขวด ปรับ
ปริมาตรจนถึงขีดด้วยน้ำ

การเตรียมกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

ปิเปตกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 1 cm³ ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 cm³ ปรับ
ปริมาตรด้วยน้ำ

ขั้นตอนการวิเคราะห์

การสกัดตะกั่วจากดินตัวอย่าง (พิชัย สุริยะสุขประเสริฐ 2527 : 39)

1. ชั่งดินตัวอย่างมา 10 g ออกลงในขวดรูปชมพู่แล้วเติมกรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร
20 cm³ ตามด้วยกรดเปอร์คลอริก 5 cm³ (อัตราส่วน 4:1) (ทำใน Fume Hood)
2. ทำให้ร้อนด้วย heater ที่อุณหภูมิ 120 °C นาน 30 นาที
3. เมื่อได้สารละลายใส นำมาเติมด้วย 3 M ของกรดไนตริกแล้วทิ้งไว้ให้เย็น
4. กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 กับ 5
5. ล้างตะกอน 2-3 ครั้ง แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 cm³ ด้วย 3 M ของกรดไนตริก
6. เก็บสารละลายไว้ในขวดพลาสติก

ชั่งดิน 10 g

- ใส่กรดผสม HNO₃ + HClO₄ 4:1 25 cm³
- ทำให้ร้อนด้วย heater ที่อุณหภูมิ 120 °C นาน 30 นาที

↓

สารละลายใส

- เจือจางด้วย 3 M ของกรดไนตริกแล้วทิ้งไว้ให้เย็น
- กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 2 กับ 5
- ล้างตะกอน แล้วปรับปริมาตรให้ได้ 100 cm³ ด้วย 3 M ของกรดไนตริก

↓

สารละลายตัวอย่าง

การทำกราฟมาตรฐาน ของสารละลายตะกั่วมาตรฐาน

1. ปิเปตสารละลายตะกั่วมาตรฐานมา 10, 30, 50, 70 และ 90 cm³ จากสารละลายตะกั่วมาตรฐานเข้มข้น 10 ppm
2. ปรับปริมาตรให้ครบ 100 cm³ ในขวดปริมาตรด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 % จะได้สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9 ppm
3. นำสารละลายดังกล่าวไปวัดค่าการดูดกลืนแสง โดยใช้กรดไนตริก เข้มข้น 1 % เป็น blank

สารละลายตะกั่วมาตรฐานเข้มข้น 10 ppm



- ปิเปตสารละลายมา 10, 30, 50, 70 และ 90 cm³
- ปรับปริมาตรให้ครบ 100 cm³ ด้วยกรดไนตริก 1 %

สารละลายมาตรฐานเข้มข้น 1, 3, 5, 7 และ 9 ppm



นำสารละลายไปวัดค่าการดูดกลืนแสง

การหาปริมาณตะกั่วในดินตัวอย่าง

นำสารละลายตะกั่วมาตรฐานที่เตรียมได้ ทำกราฟมาตรฐานก่อน จากนั้นนำสารละลายตัวอย่าง การสกัดตะกั่วจากดินตัวอย่าง นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงโดยเทสารละลายลงในหลอดทดลอง และทำการวัด ด้วยวิธี calibration curve

การวิเคราะห์หาโครเมียมในดิน

การเตรียมสารละลาย

1. 1% กรดไนตริก (1% HNO₃) ในปริมาณ 1,000 cm³
ปิเปตกรดไนตริกเข้มข้นมา 10.5 cm³ ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 cm³ แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำจืดไอออน
2. สารละลายโครเมียม 100 ppm ในปริมาณ 50 cm³
ปิเปตสารละลายมาตรฐานโครเมียม 1000 ppm มา 5 cm³ ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 cm³ แล้วปรับปริมาตรด้วย 1 % HNO₃

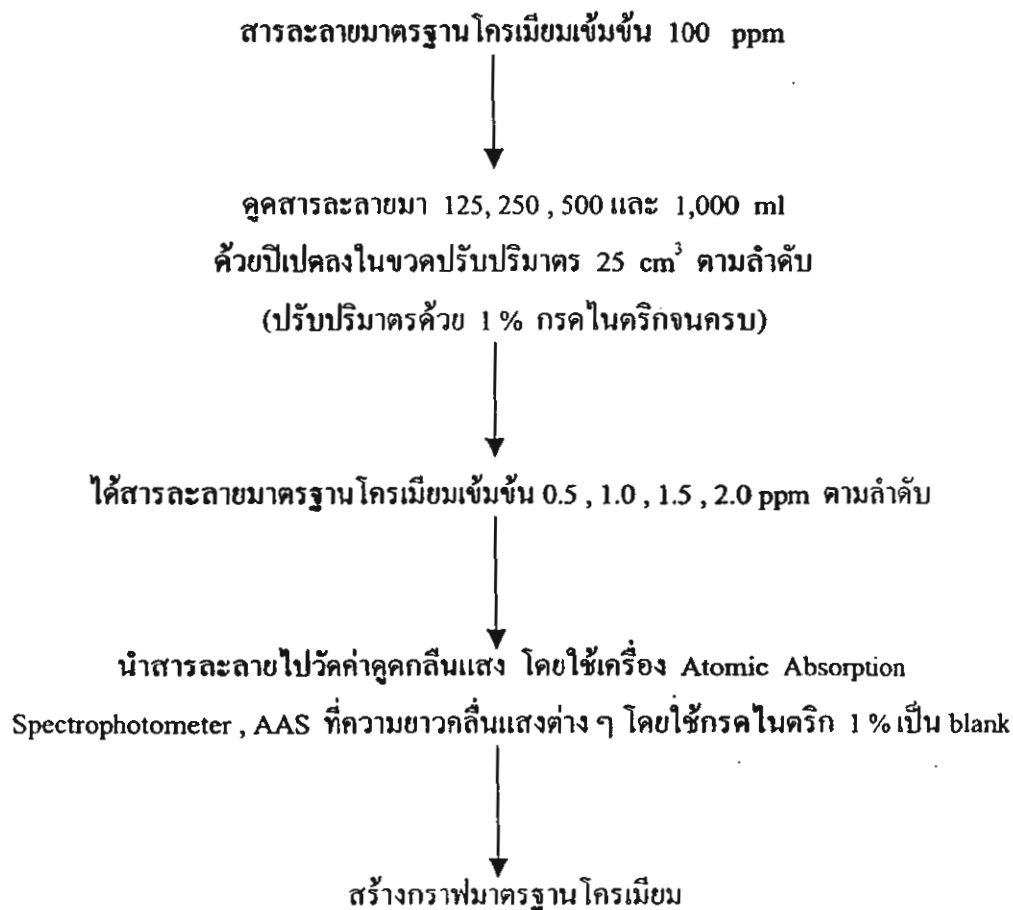
3. สารละลายโครเมียม 50 ppm ในปริมาณ 50 cm³

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโครเมียม 100 ppm มา 25 cm³ ใส่ในขวดปรับปริมาตร ขนาด 50 cm³ แล้วปรับปริมาตรด้วย 1% HNO₃

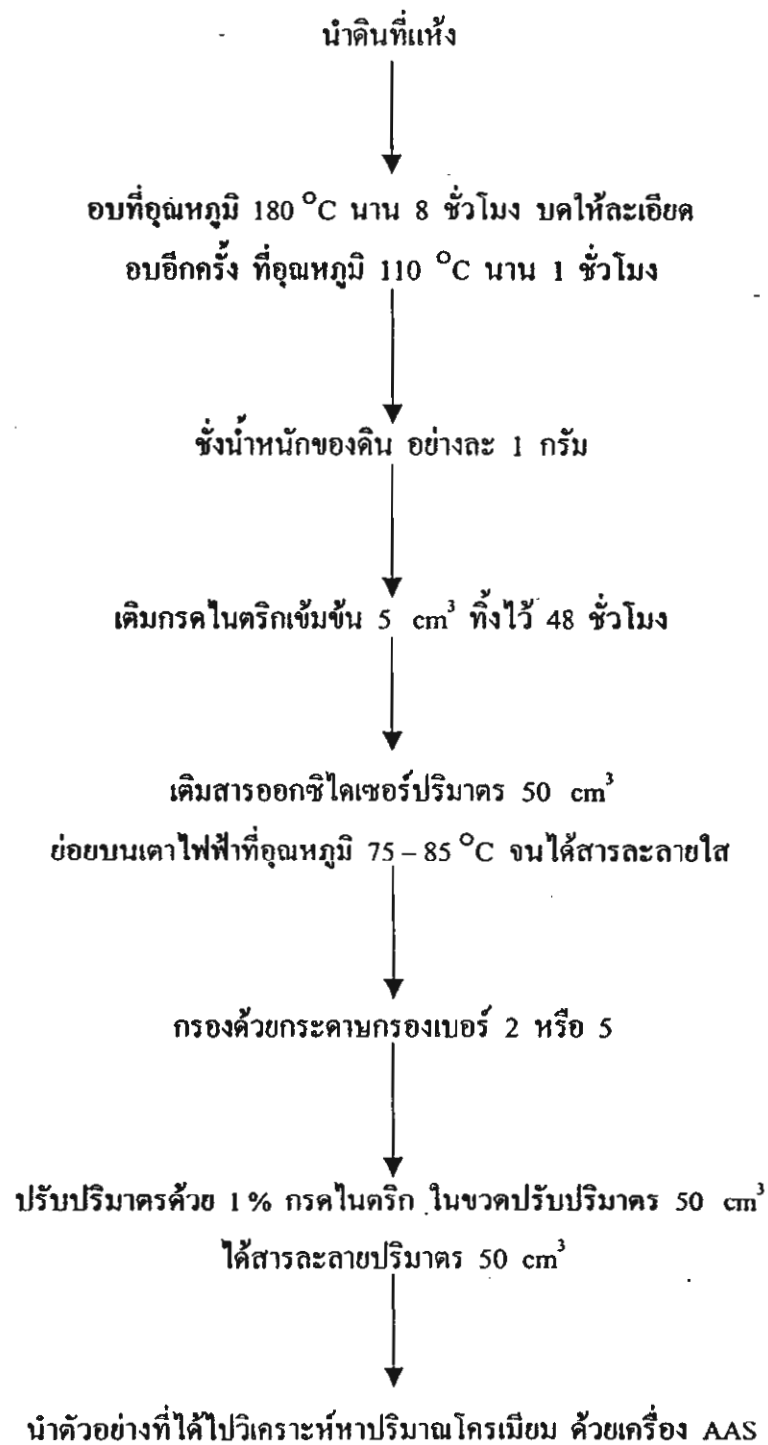
4. การเตรียมสารละลายมาตรฐานโครเมียมเข้มข้น 0.5 , 1.0 , 1.5 , 2.0 ppm ในปริมาณ 25 cm³

ปิเปตสารละลายมาตรฐานโครเมียม 50 ppm มา 0.25 , 0.5 , 0.75 , 1.0 cm³ ตามลำดับ ปรับปริมาตรด้วย 1 % กรดไนตริกในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 cm³

การสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานโครเมียม สำหรับวิเคราะห์ปริมาณโครเมียมในดิน



การวิเคราะห์หาปริมาณโครเมียมในดิน



การวิเคราะห์หาแคดเมียมในดิน

การเตรียมสารละลาย

1. 1% กรดไนตริก (1% HNO_3) ในปริมาณ $1,000 \text{ cm}^3$

ปีเปตกรดไนตริกเข้มข้นมา 10.5 cm^3 ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 1000 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วยน้ำขจัดไอออน

2. สารละลายแคดเมียม 100 ppm ในปริมาณ 50 cm^3

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 1000 ppm มา 5 cm^3 ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 50 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วย 1% HNO_3

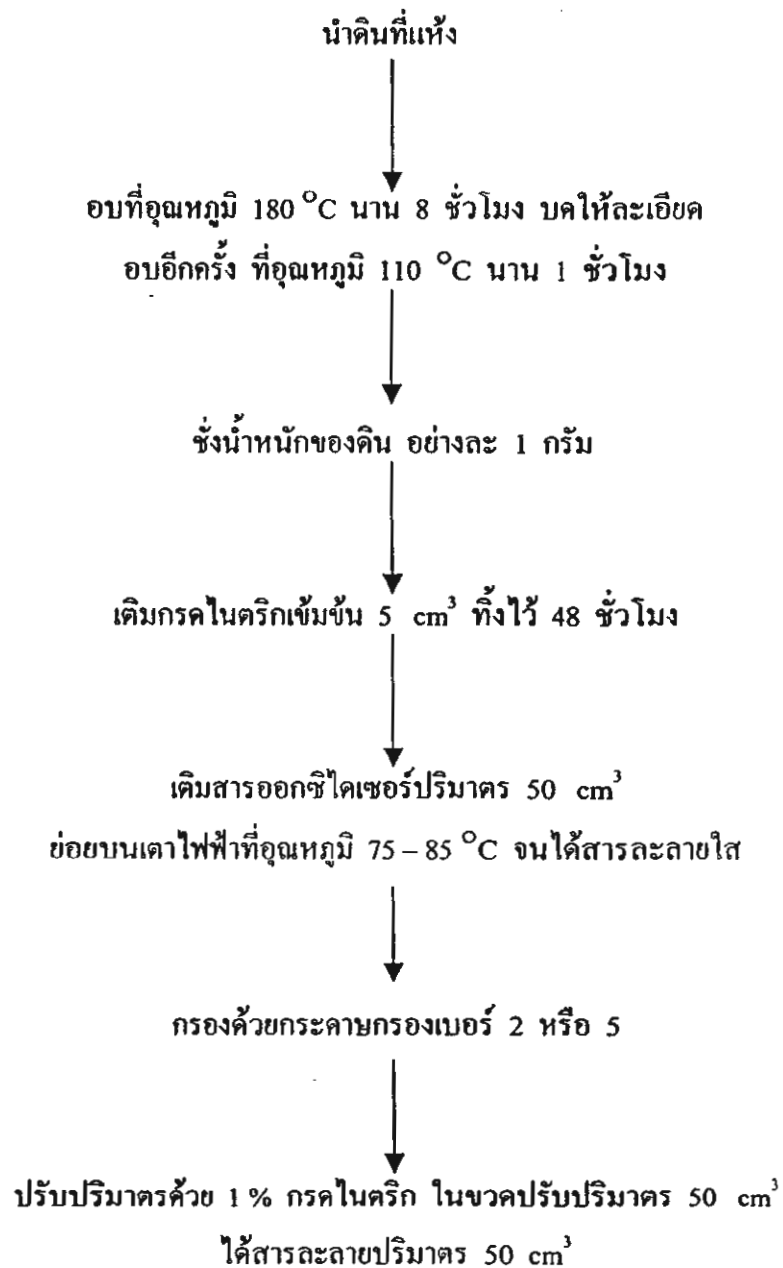
3. สารละลายแคดเมียม 50 ppm ในปริมาณ 50 cm^3

ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 100 ppm มา 25 cm^3 ใส่ในขวดปรับปริมาตรขนาด 25 cm^3 แล้วปรับปริมาตรด้วย 1% HNO_3

4. การเตรียมสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 50 ppm มา 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 cm^3 ในปริมาณ 25 cm^3

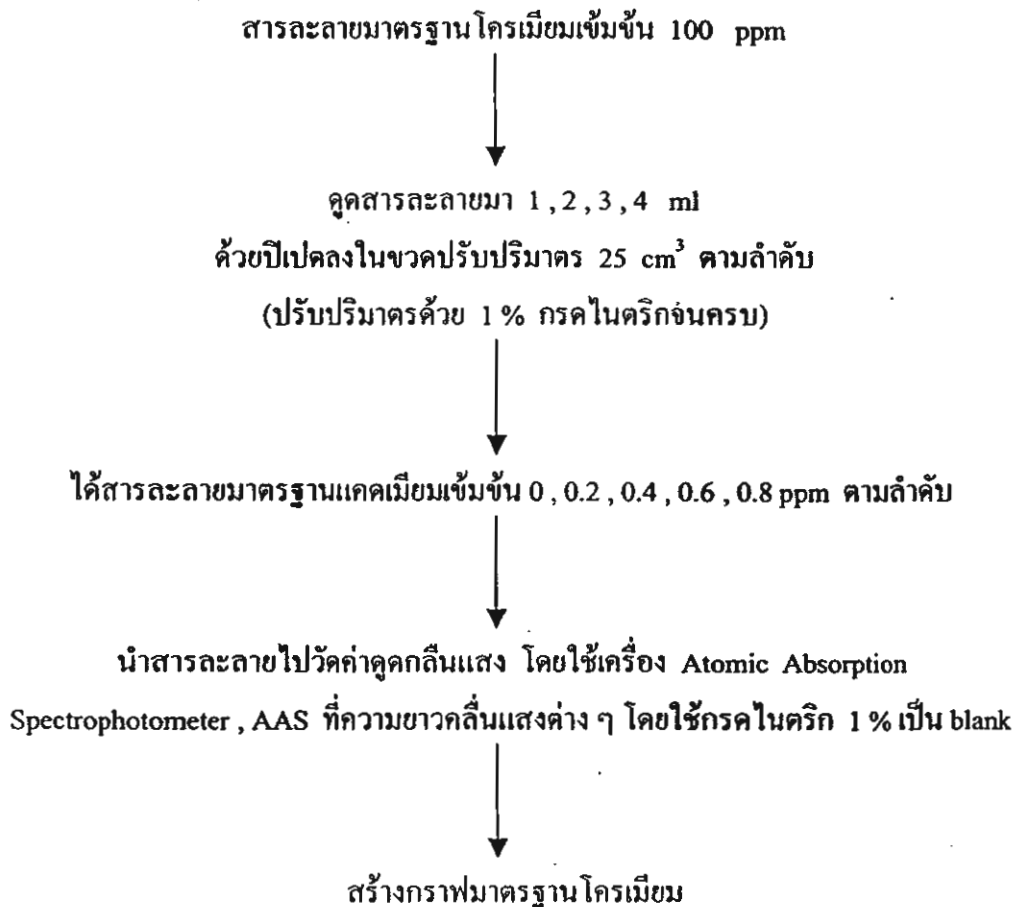
ปีเปตสารละลายมาตรฐานแคดเมียม 50 ppm มา 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 cm^3 ตามลำดับปรับปริมาตรด้วย 1% กรดไนตริกในขวดวัดปริมาตรขนาด 25 cm^3

การวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียมในดิน



นำตัวอย่างที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณแคดเมียม ด้วยเครื่อง AAS

การสร้างกราฟมาตรฐานของสารละลายมาตรฐานแคดเมียม



4. สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำตัวอย่าง

ใช้วิธีวิเคราะห์โดยอะตอมมิกแอบซอร์พชันสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ (Atomic Absorption Spectrophotometer)

4.1 การเตรียมสารละลายตะกั่วมาตรฐาน

1. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว เข้มข้น 1000 ppm ปริมาตร 1000 cm³ โดยการละลายตะกั่วไนเตรด 1.0680 กรัม ในน้ำกลั่น คนให้ละลายแล้วเทใส่ขวดปริมาตร ขนาด 1000 cm³ ปรับปริมาตรให้ถึงขีดด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

2. สารละลายตะกั่วมาตรฐาน 100 ppm ใช้ปิเปตดูดสารมาจากการเตรียมสารด้านบนมา 10 cm³ ปรับปริมาตรเป็น 100 cm³ ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

3. สารละลายตะกั่วมาตรฐานเข้มข้น 10 ppm ใช้ปิเปตดูดสารจากการเตรียมสาร
ด้านบนมา 1 cm³ ปรับปริมาตรเป็น 100 cm³ ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น 1 %

4.2 การเตรียมกรดไนตริกเข้มข้น 3 M

ตวงกรดไนตริกเข้มข้น จำนวน 207.7 cm³ เทลงในขวดปริมาตรขนาด 1000 cm³
ที่มีน้ำอยู่ประมาณ 3 ใน 4 ของขวด ปรับปริมาตรจนถึงขีดด้วยน้ำ

4.3 การเตรียมกรดไนตริกเข้มข้น 1 % v/v

ปิเปตกรดไนตริกเข้มข้นจำนวน 1 cm³ ลงในขวดปริมาตรขนาด 100 cm³ ปรับ
ปริมาตรด้วยน้ำ

การวิเคราะห์ตะกั่วในน้ำ

1. ตวงน้ำตัวอย่าง 200 cm³ ลงในขวดรูปชมพู่ เติมกรดไนตริกเข้มข้น 5 cm³
2. ทำการระเหยบนเตาไฟฟ้า จนเหลือประมาณ 10–20 cm³ ทิ้งให้เย็น
3. กรองและปรับปริมาตรด้วยน้ำ DI จนปริมาตรครบ 25 cm³
4. นำไปวัดค่าดูดกลืนแสงด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer , AAS

เทียบกับสารละลายมาตรฐานตะกั่ว

5. คำนวณหาปริมาณตะกั่วในน้ำ
6. สำหรับการหาโครเมียมและแคดเมียมในน้ำทำการทดลองเช่นเดียวกัน

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากกิจกรรมฝัามัคย้อม ต.แม่แรง อ.ป่าซาง จ.ลำพูน ได้แยกออกเป็น 3 ครั้ง ได้แก่ บริเวณพื้นที่ที่ทำกิจกรรม บริเวณที่เคยทำกิจกรรม และบริเวณที่ไม่ได้ทำกิจกรรม ได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 1 บริเวณ หมู่บ้านต้นผึ้ง

ลำดับ ที่	ตัวอย่างน้ำ	คุณภาพน้ำทางกายภาพ					คุณภาพน้ำทางเคมี					โลหะหนัก		
		pH	ความขุ่น (NTU)	สภาพน้ำ ไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	SS (mg/L)	TDS. (mg/L)	คลอไรด์ (mg/L)	DO ₀ (mg/L)	DO ₃ (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)
1	น้ำทิ้งจากกะทะ	8.4	4.4	174.5	484	30,312	77.50	6.2	5.4	120	256	0.0725	0.2937	0.4642
2	น้ำจากบ่อเลี้ยงผ้า	5.97	-1.5	113.9	336	2,788	36.60	5.3	4.8	75	224	0.5828	0.3225	0.0976
3	น้ำทิ้งรวม	7.14	4.9	186.6	272	3,224	29.52	7.4	5.7	255	228	-	0.1195	0.0804
4	น้ำประปา	6.92	4.6	161.8	82	170	5.00	7.3	6.5	0.8	-*	1.1758	-	0.0161
5	น้ำบาดาล	6.01	4.9	164.4	12	226	36.49	10.4	9.4	1.0	-*	0.0575	-	0.0118
6	น้ำคลอง	6.81	-10.5	106.0	146	39	4.00	13.0	6.3	6.7	-*	-	-	0.0045

หมายเหตุ: * เนื่องจากน้ำประปา, น้ำบาดาลและน้ำคลองไม่ถือว่าเป็นน้ำเสีย เพราะเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงไม่วิเคราะห์ค่า COD

✓
10/12/2564

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาโลหะหนักครั้งที่ 1 บริเวณ หมู่บ้านต้นผึ้ง

ตัวอย่างดิน	โลหะหนัก		
	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)
ดินในพื้นที่	1.9353	1.3588	0.2533
ดินพื้นที่ใกล้เคียง	1.4709	2.0904	0.0543

บริเวณ
โรงเรียน (ใกล้)

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 2 บริเวณ หมู่บ้านกองงาม

ลำดับ ที่	ตัวอย่างน้ำ	คุณภาพน้ำทางกายภาพ					คุณภาพน้ำทางเคมี					โลหะหนัก			
		pH	ความขุ่น (NTU)	สภาพน้ำ ไฟฟ้า (μ s/cm)	SS (mg/L)	TDS. (mg/L)	คลอไรด์ (mg/L)	DO ₀ (mg/L)	DO ₅ (mg/L)	BOD (mg/L)	COD (mg/L)	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)	
1	น้ำทิ้งรวม	7.43	4.1	143.4	28	2,308	39.99	15.0	8.3	1,005	192	0.0857	-	0.0765	
2	น้ำประปา	7.20	2.4	188.3	88	172	6.00	8.4	7.0	1.4	-*	0.0529	-	0.0141	
3	น้ำบาดาล	7.00	1.8	151.7	8	463	60.98	8.0	7.0	1.0	-*	0.0054	-	0.0204	

หมายเหตุ : * เนื่องจากน้ำประปา, น้ำบาดาลและน้ำคลองไม่ถือว่าเป็นน้ำเสีย เพราะเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงไม่วิเคราะห์ค่า COD

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาโลหะหนักครั้งที่ 2 บริเวณ หมู่บ้านกองงาม

ตัวอย่างดิน	โลหะหนัก		
	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)
ดินในพื้นที่	1.2327	0.7318	0.0602
ดินพื้นที่ใกล้เคียง	1.4753	0.6366	0.0401

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำครั้งที่ 3 บริเวณ หมู่บ้านคอนตอง

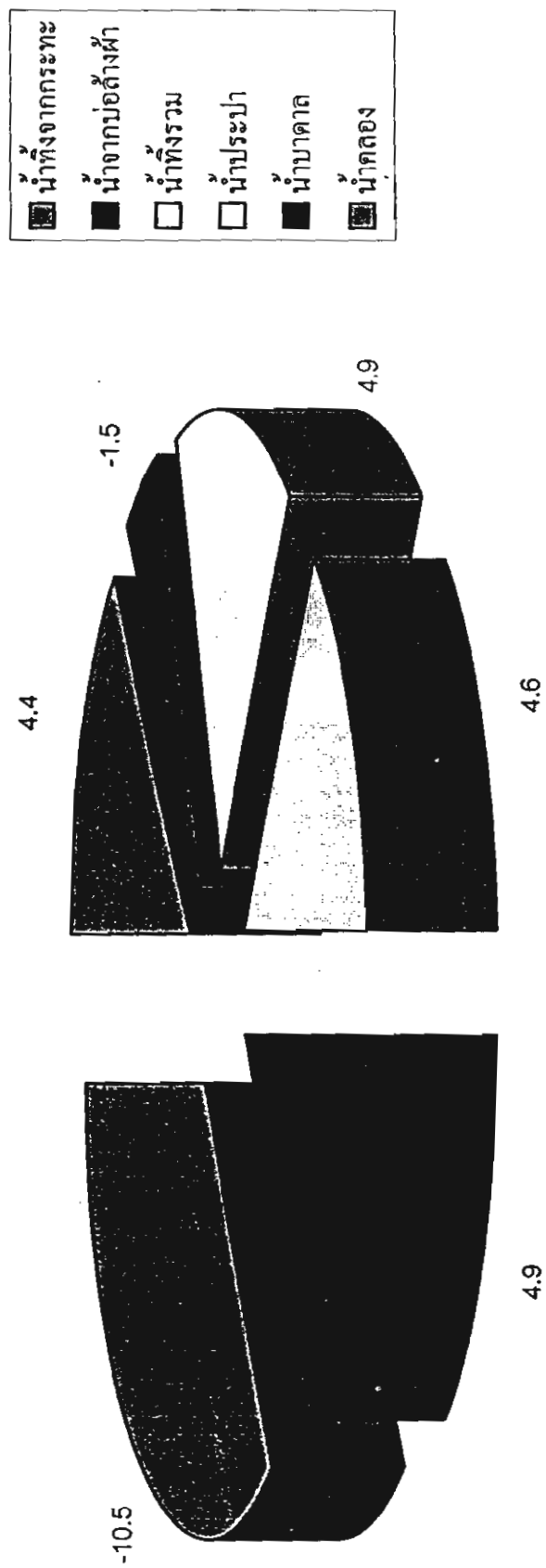
ลำดับ ที่	ตัวอย่างน้ำ	คุณภาพน้ำทางกายภาพ					คุณภาพน้ำทางเคมี					โลหะหนัก		
		pH	ความขุ่น (NTU)	สภาพนำ ไฟฟ้า (µs/cm)	SS (mg/L)	TDS. (mg/L)	คลอไรด์ (mg/L)	DO ₀ (mg/L)	DO ₃ (mg/L)	BOD (mg/L)	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)	
1	น้ำประปา	6.84	0.81	146.2	15	108	5.498	8.5	7.6	0.9	-	-	0.0150	
2	น้ำบาดาล	6.10	1.74	190.0	46	22	36.988	8.1	7.0	1.1	-	-	0.0629	
3	น้ำคลอง	6.38	21.2	87.1	71	23	4.499	7.8	7.0	0.8	-	-	0.0629	

หมายเหตุ : * เนื่องจากน้ำประปา , น้ำบาดาลและน้ำคลองไม่ถือว่าเป็นน้ำเสีย เพราะเป็นแหล่งน้ำธรรมชาติ จึงไม่วิเคราะห์ค่า COD

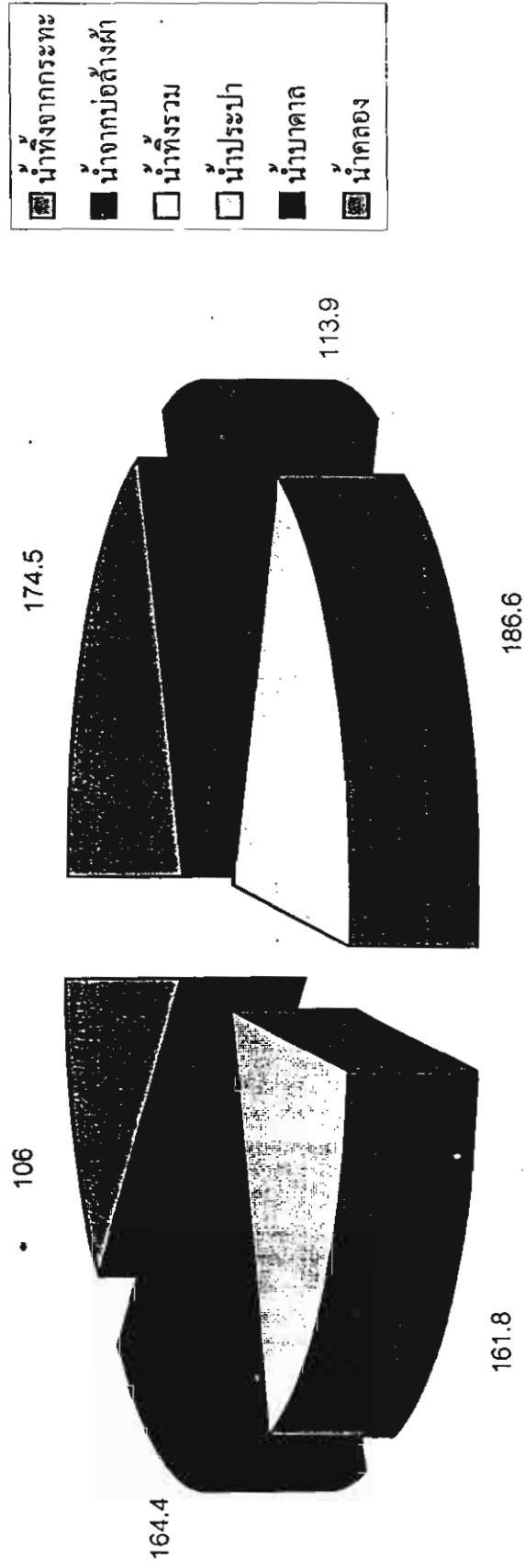
ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงผลการวิเคราะห์หาโลหะหนักครั้งที่ 3 บริเวณ หมู่บ้านคอนตอง

ตัวอย่างดิน	โลหะหนัก		
	โครเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	แคดเมียม (ppm)
ดินในพื้นที่	0.0463	1.5004	0.0906

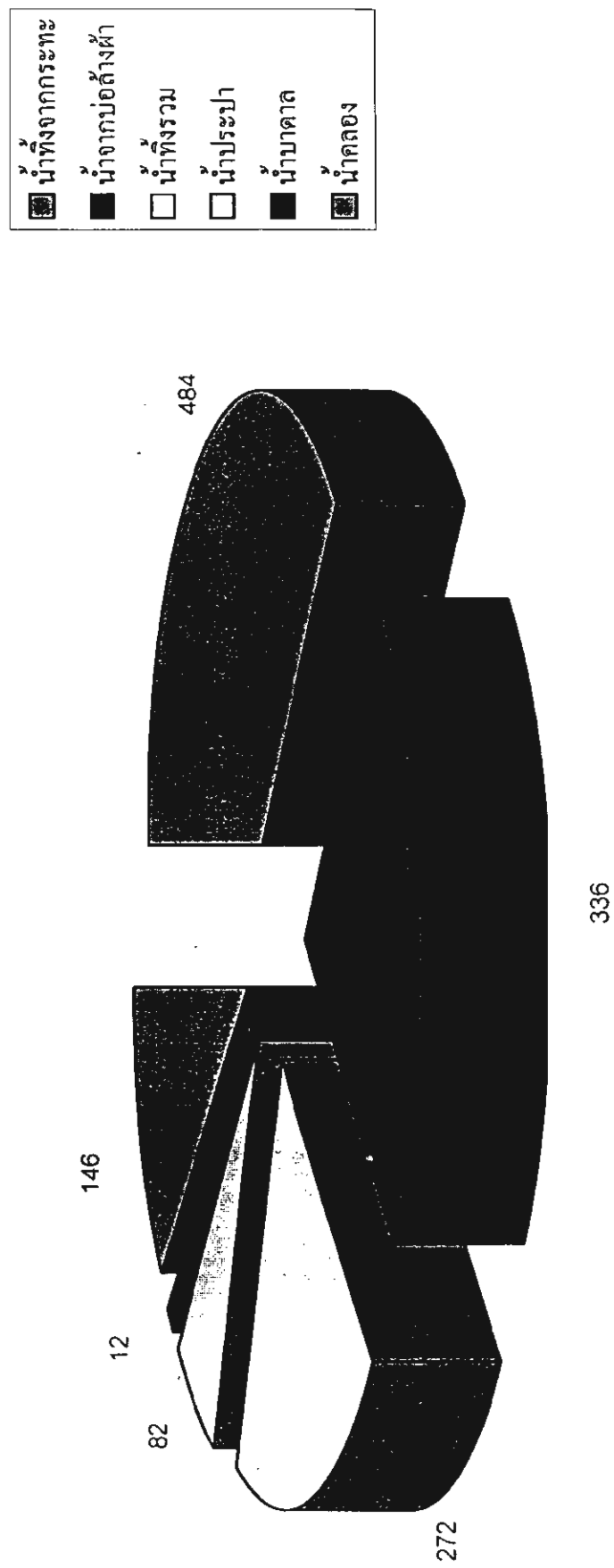
ภาพที่ 4.1 แสดงความชุ่ม (NTU)
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



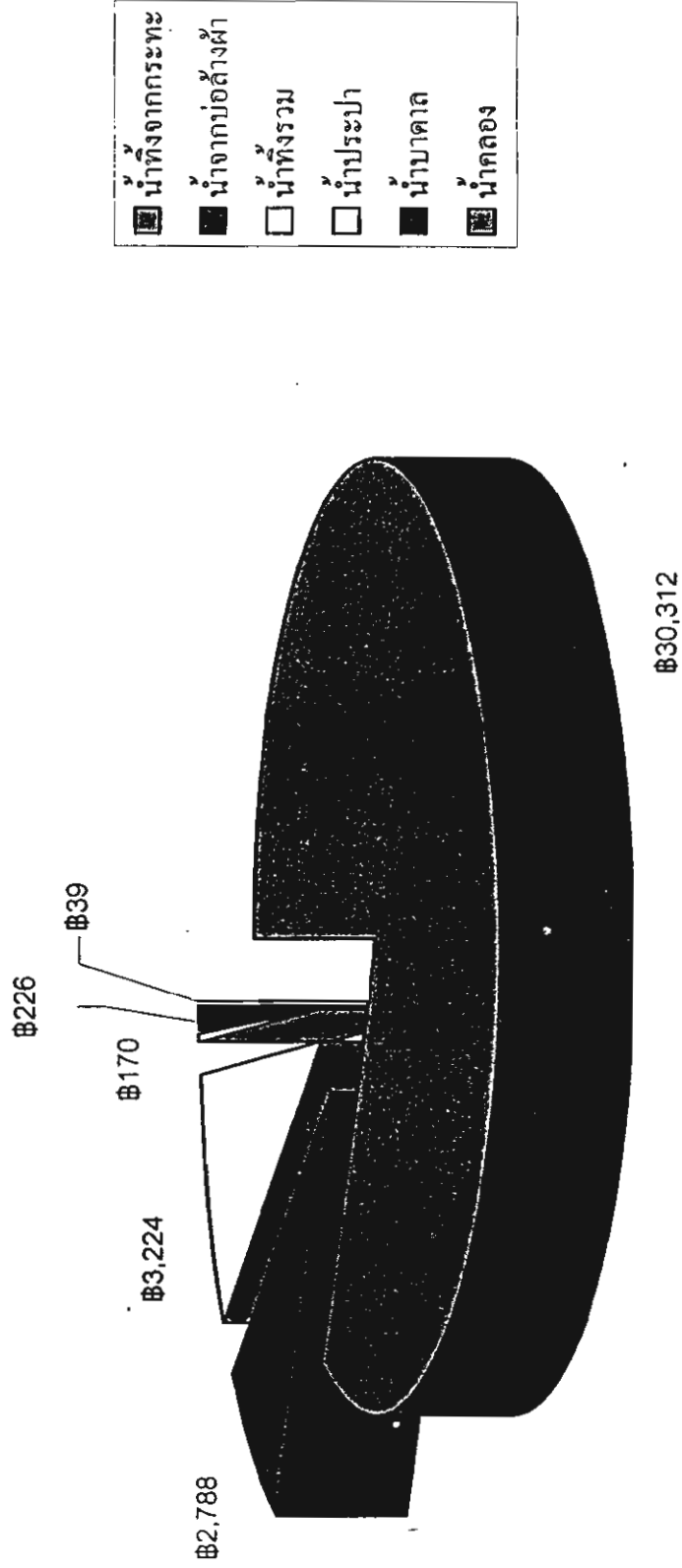
ภาพที่ 4.2 แสดงสภาพน้ำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/เซนต์ิเมตร)
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



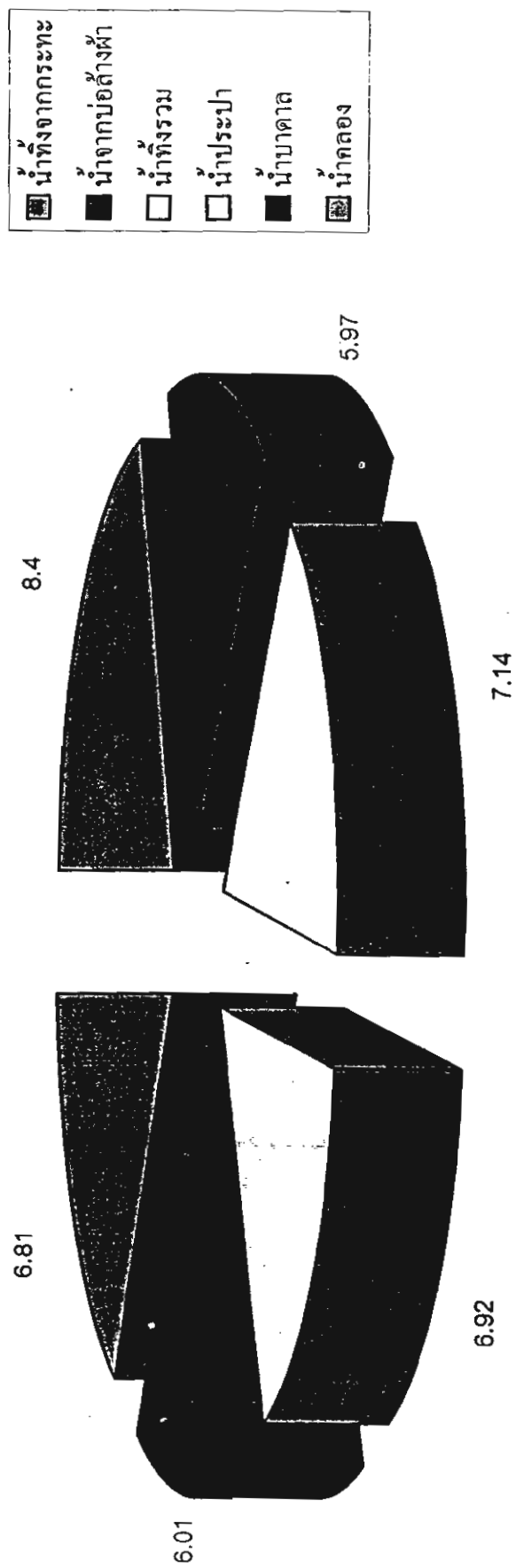
ภาพที่ 4.3 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอย ; SS (mg/L)
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



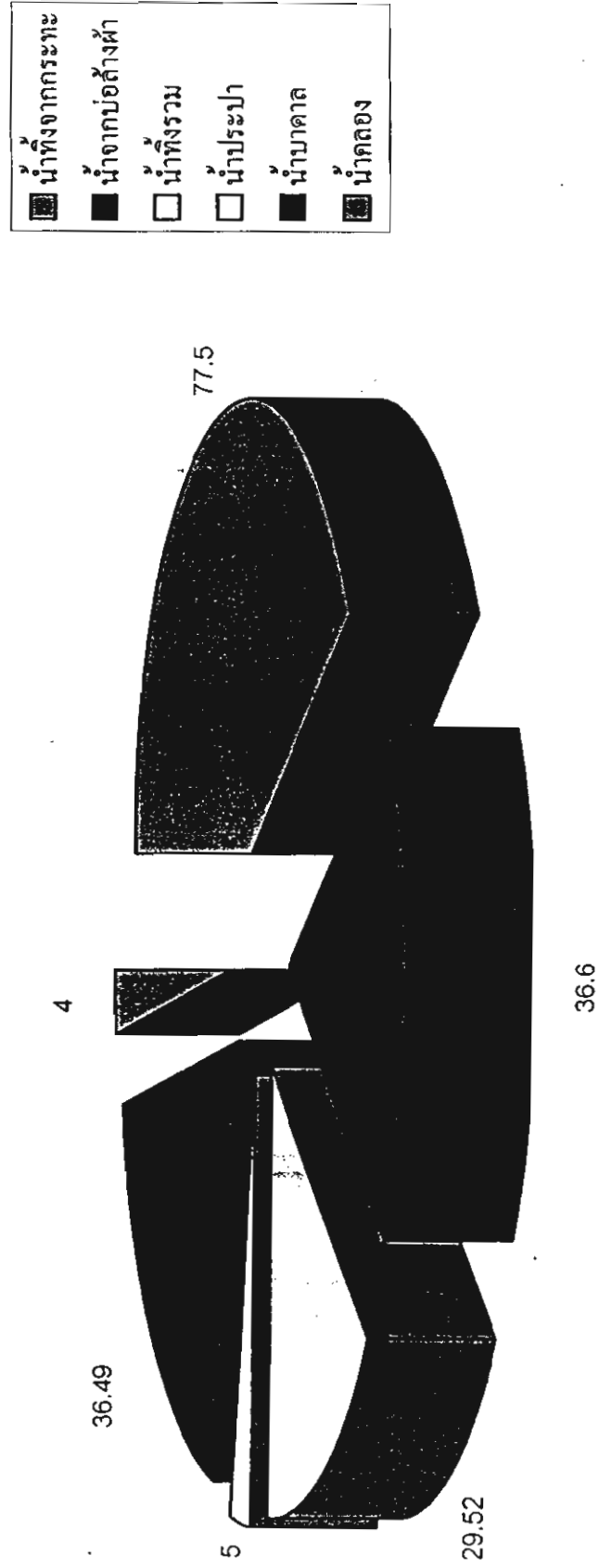
ภาพที่ 4.4 แสดงปริมาณของแข็งละลายน้ำ ; TDS (mg/L)
 ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นฝาง



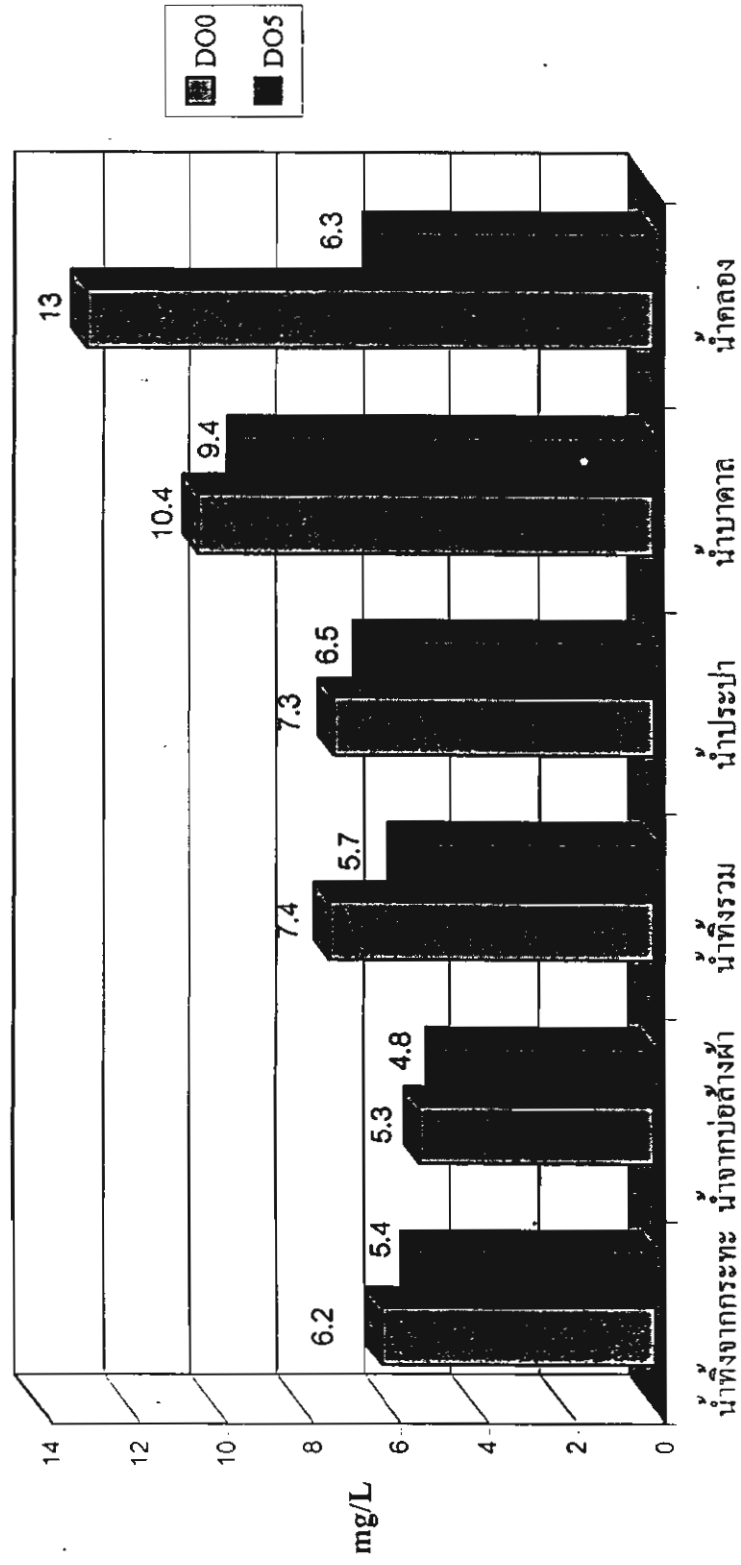
ภาพที่ 4.5 แสดงความเป็นกรด - ด่าง (pH)
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



ภาพที่ 4.6 แสดงปริมาณคลอไรด์ (mg/L)
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง

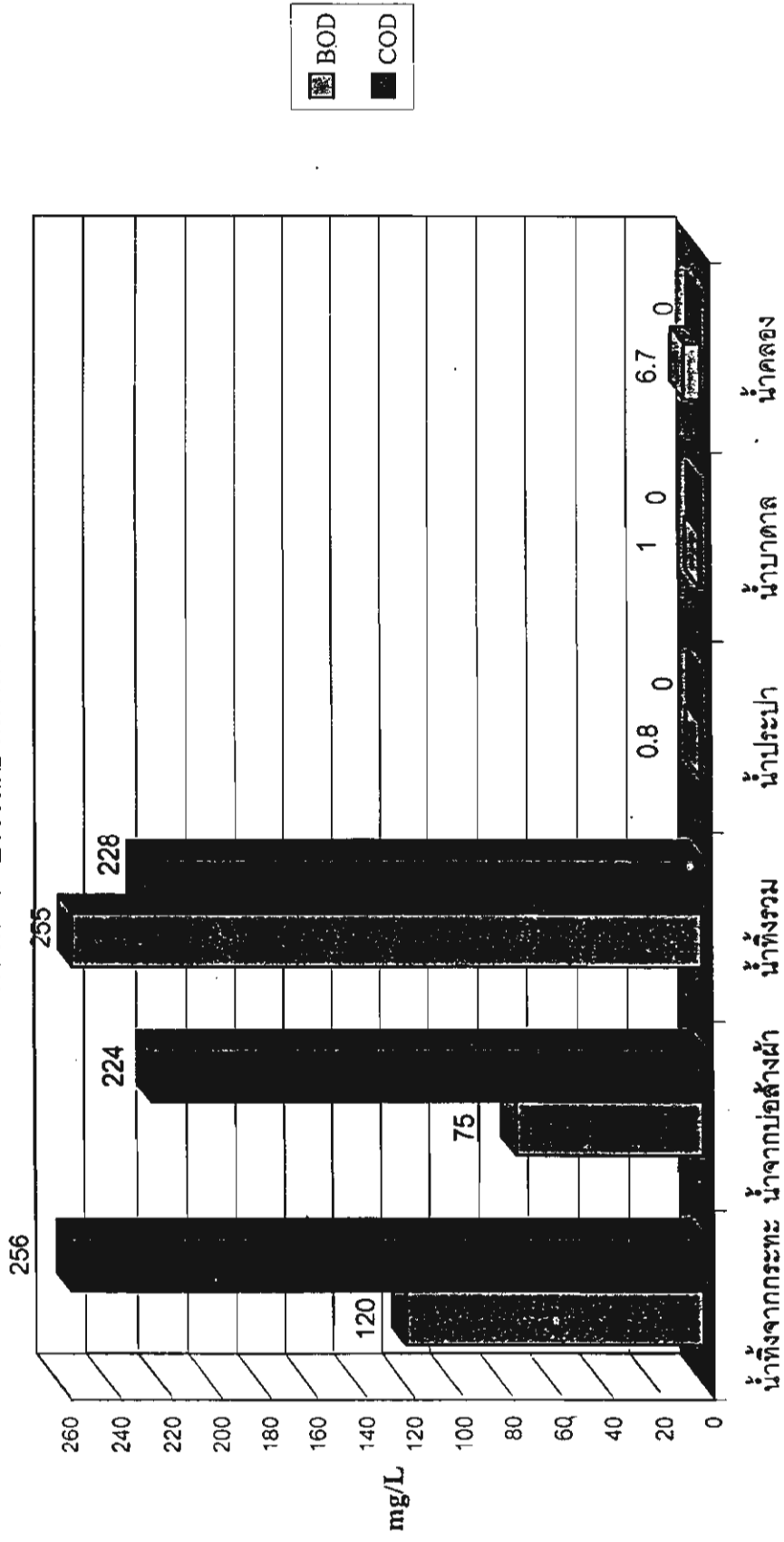


ภาพที่ 4.7 แสดงปริมาณออกซิเจนละลาย
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



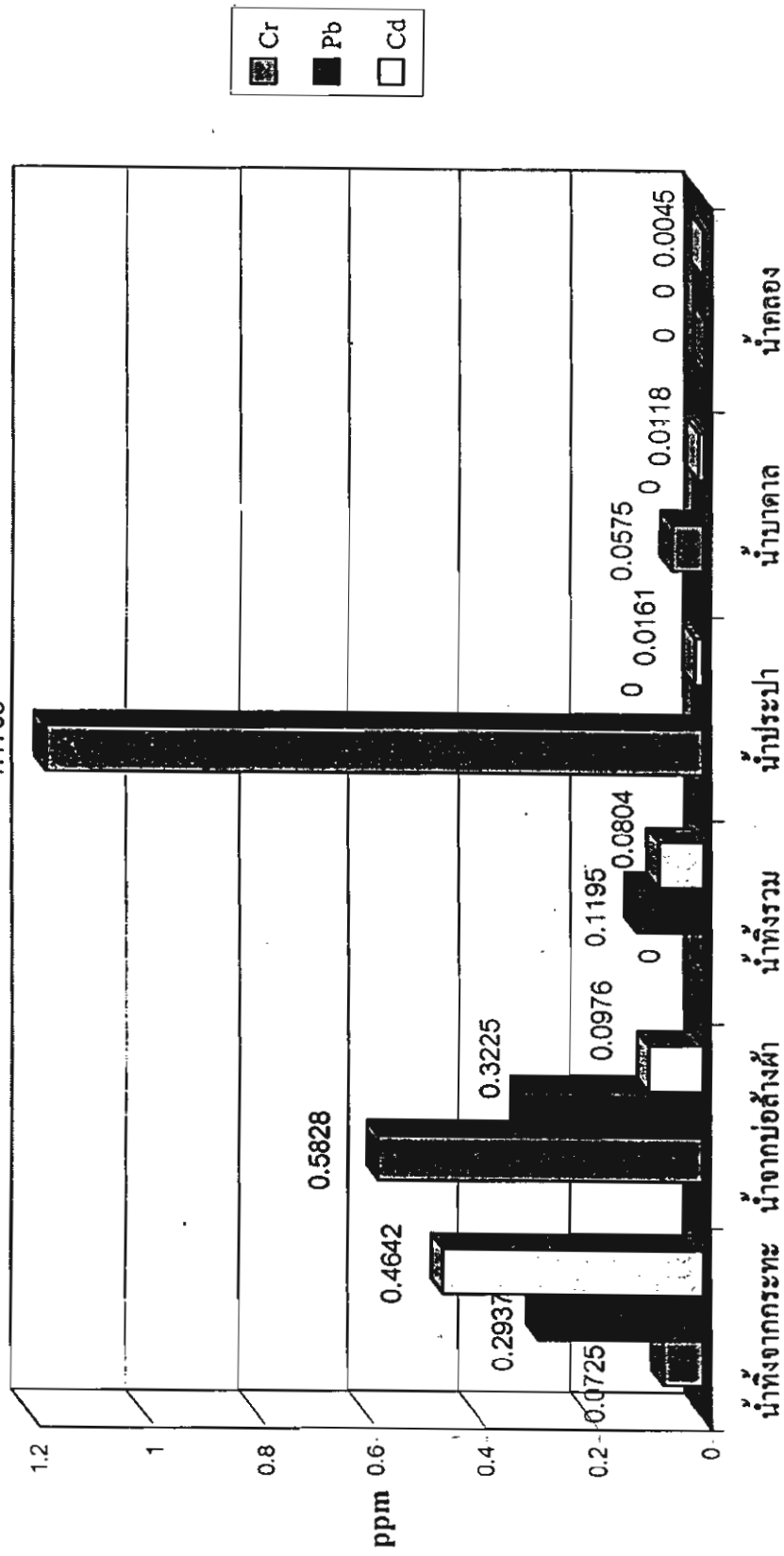
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.8 แสดงปริมาณบีโอดี และซีโอดี
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



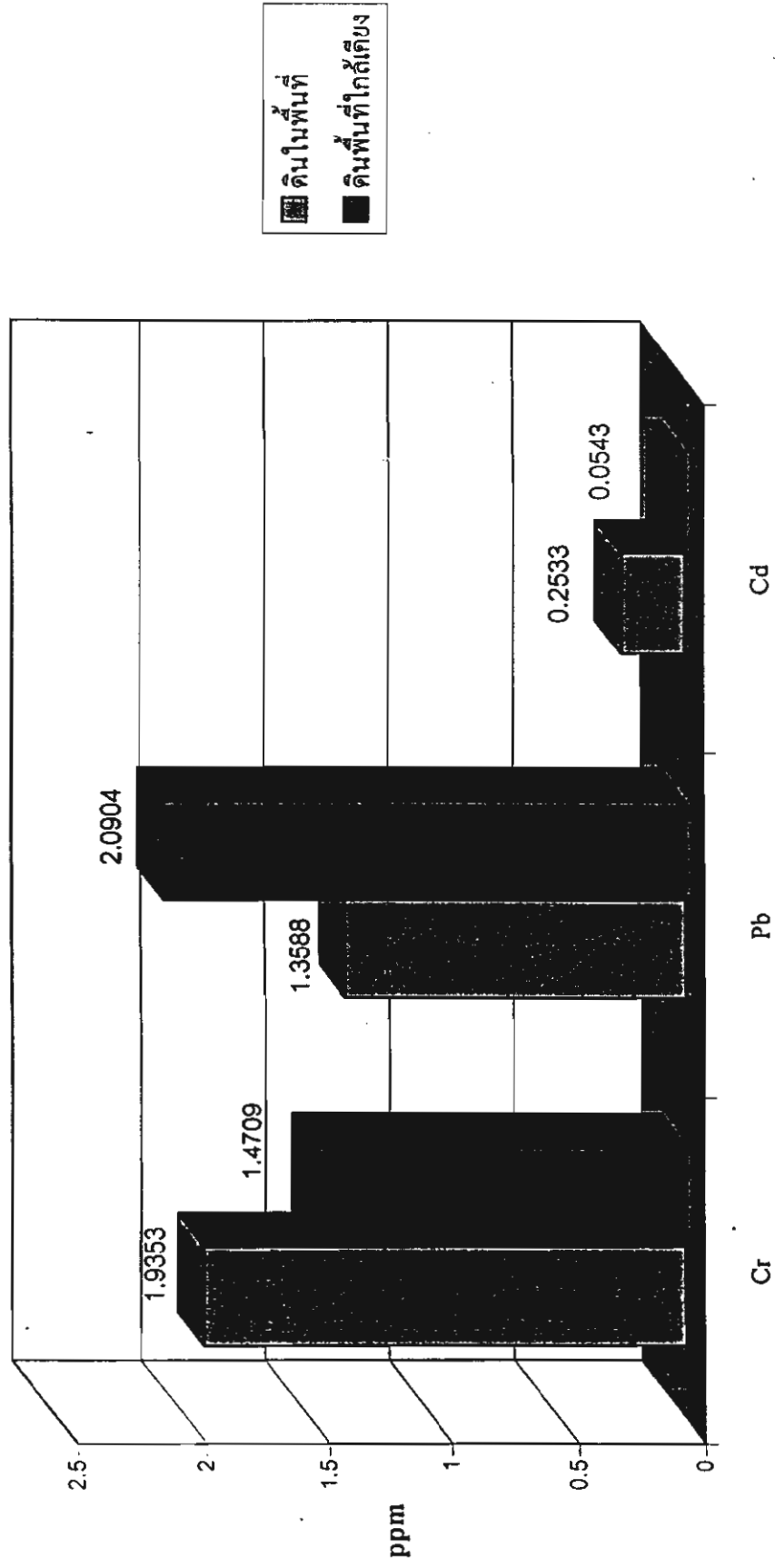
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.9 แสดงปริมาณโลหะหนักในน้ำ
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง



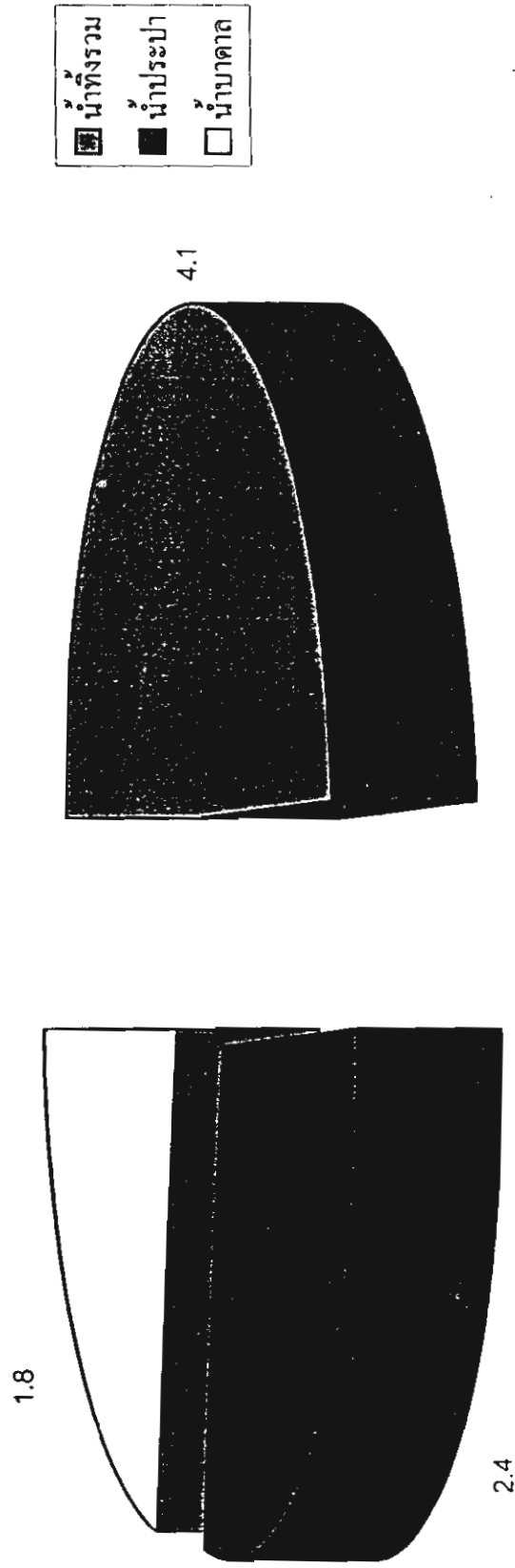
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.10 แสดงปริมาณโลหะหนักในดิน
ครั้งที่ 1 บริเวณบ้านต้นผึ้ง

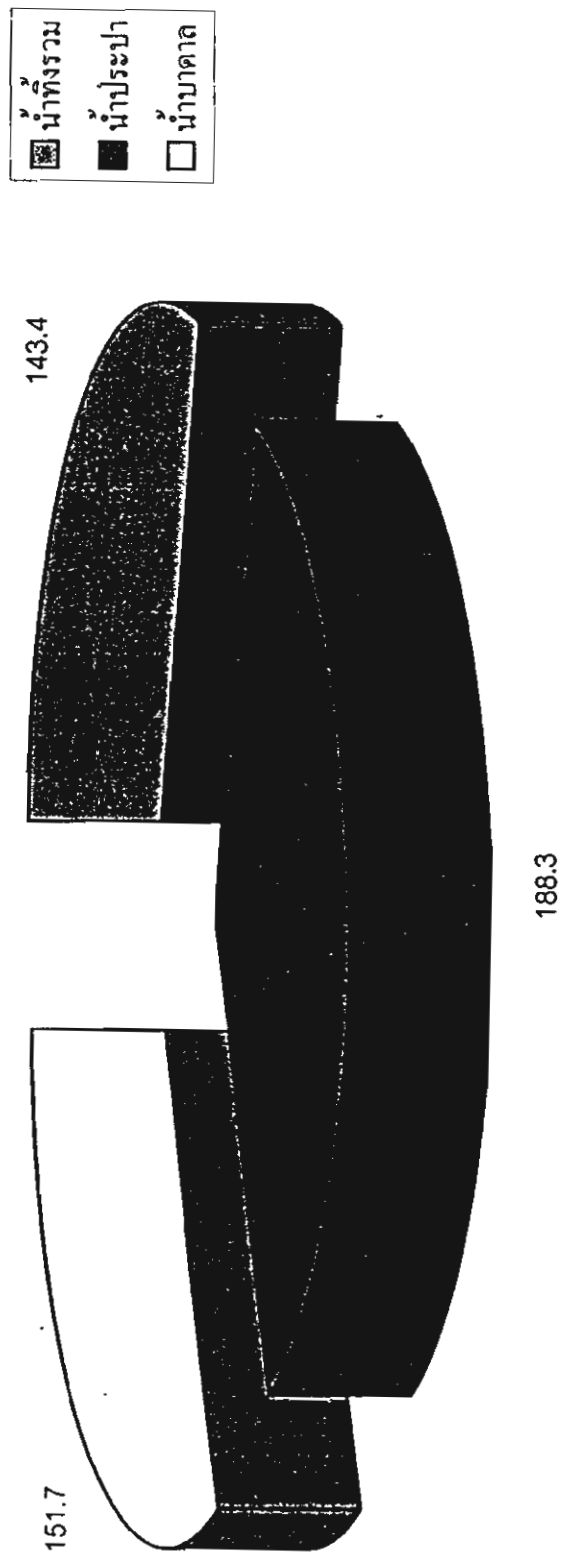


ประเภทโลหะหนัก

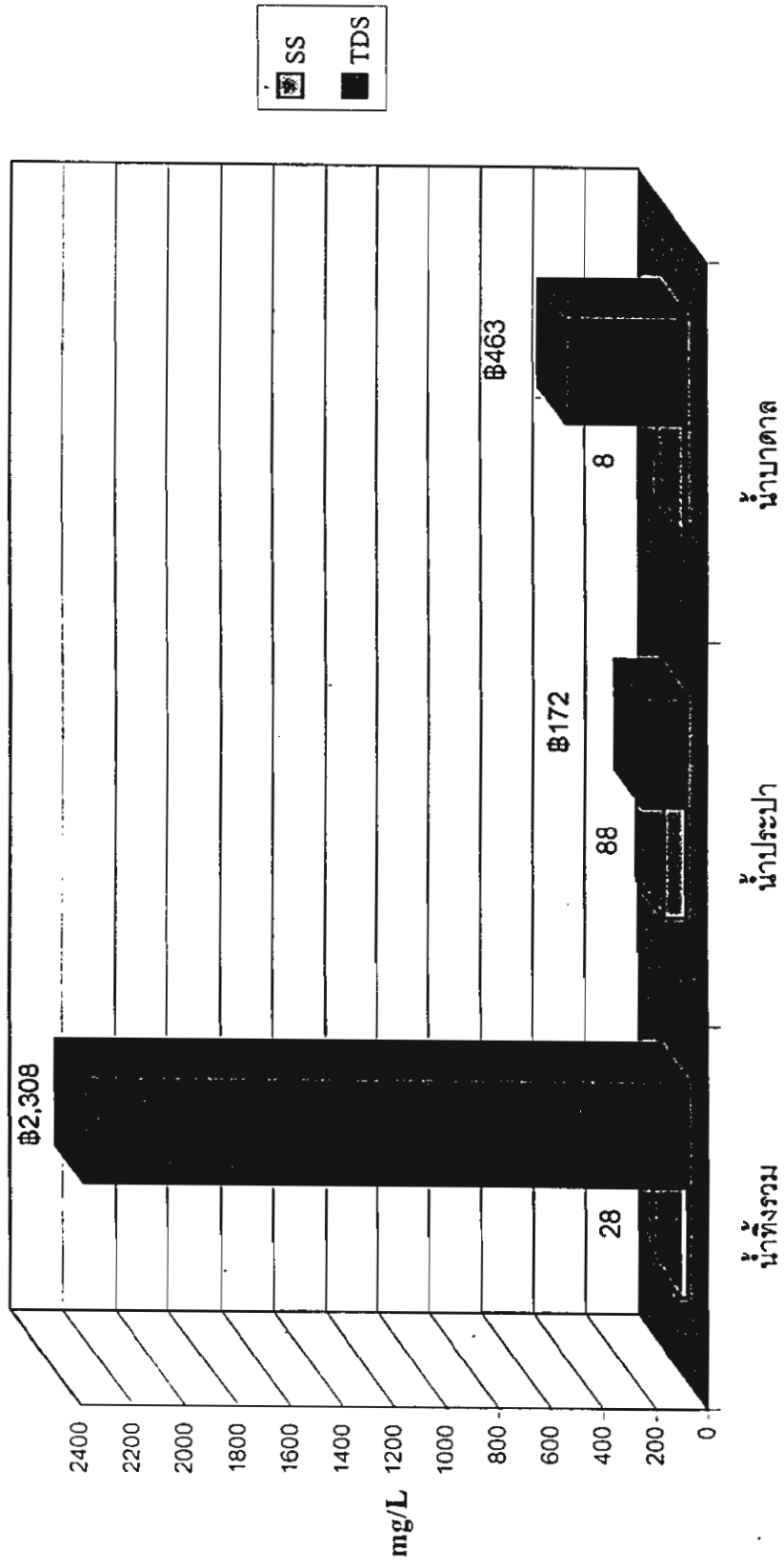
ภาพที่ 4.11 แสดงความชุ่ม (NTU)
 ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



ภาพที่ 4.12 แสดงสภาพน้ำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/เซนต์ิเมตร)
 ครึ่งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



ภาพที่ 4.13 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอย และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



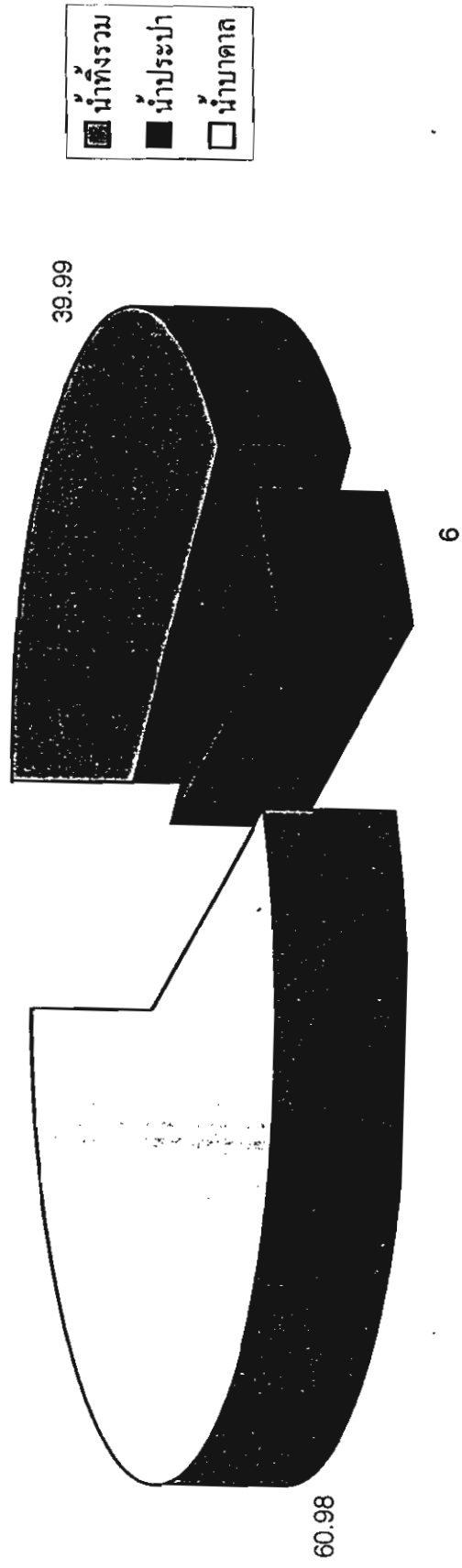
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.14 แสดงความเป็นกรด - ด่าง (pH)
 ครึ่งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม

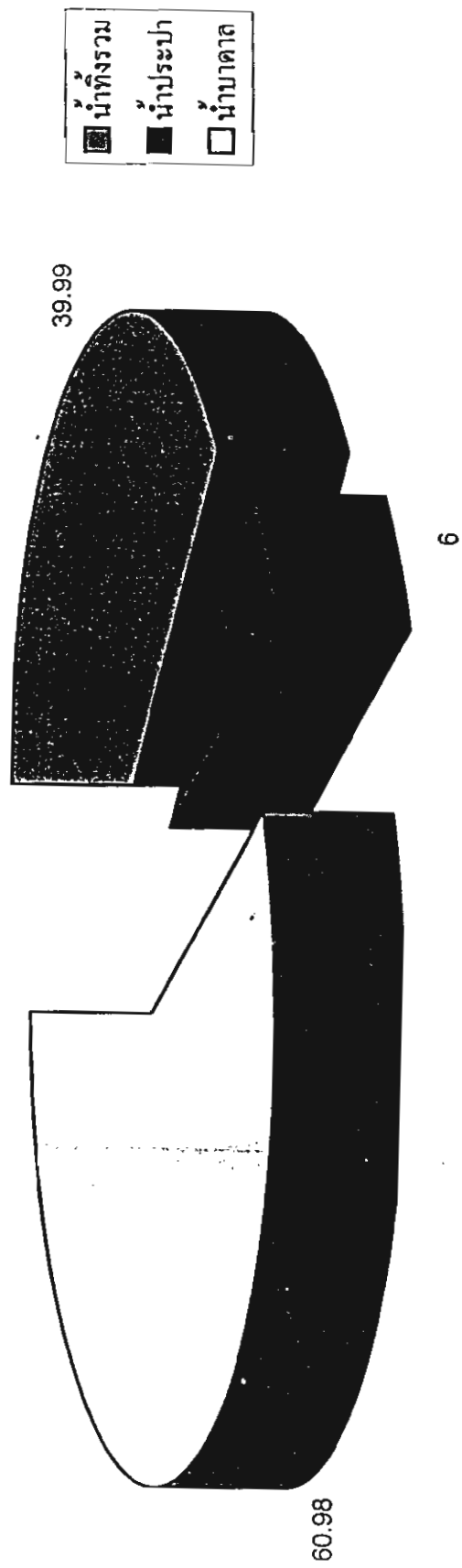


ภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณคลอไรด์ (mg/L)

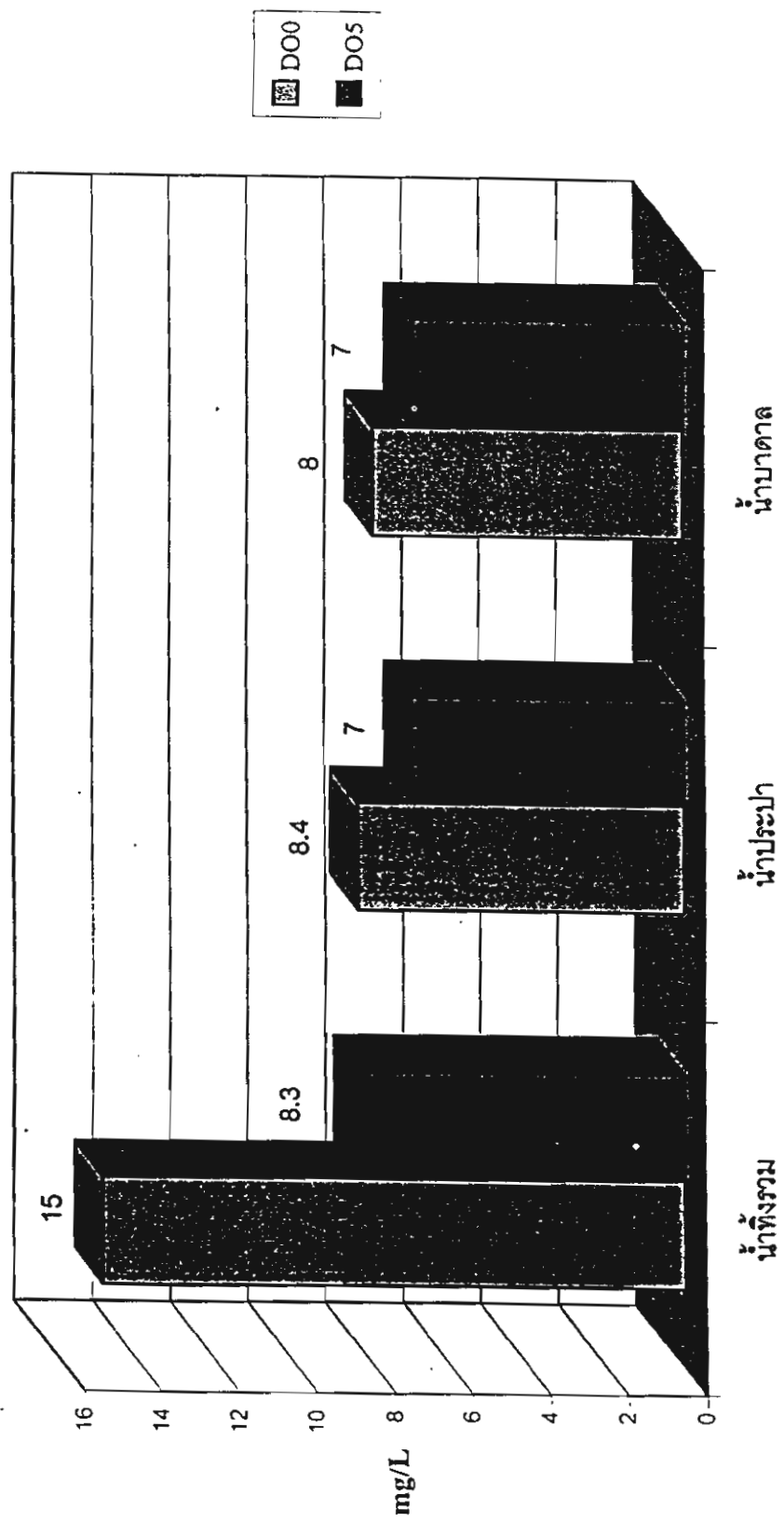
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



ภาพที่ 4.15 แสดงปริมาณคลอไรด์ (mg/L)
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม

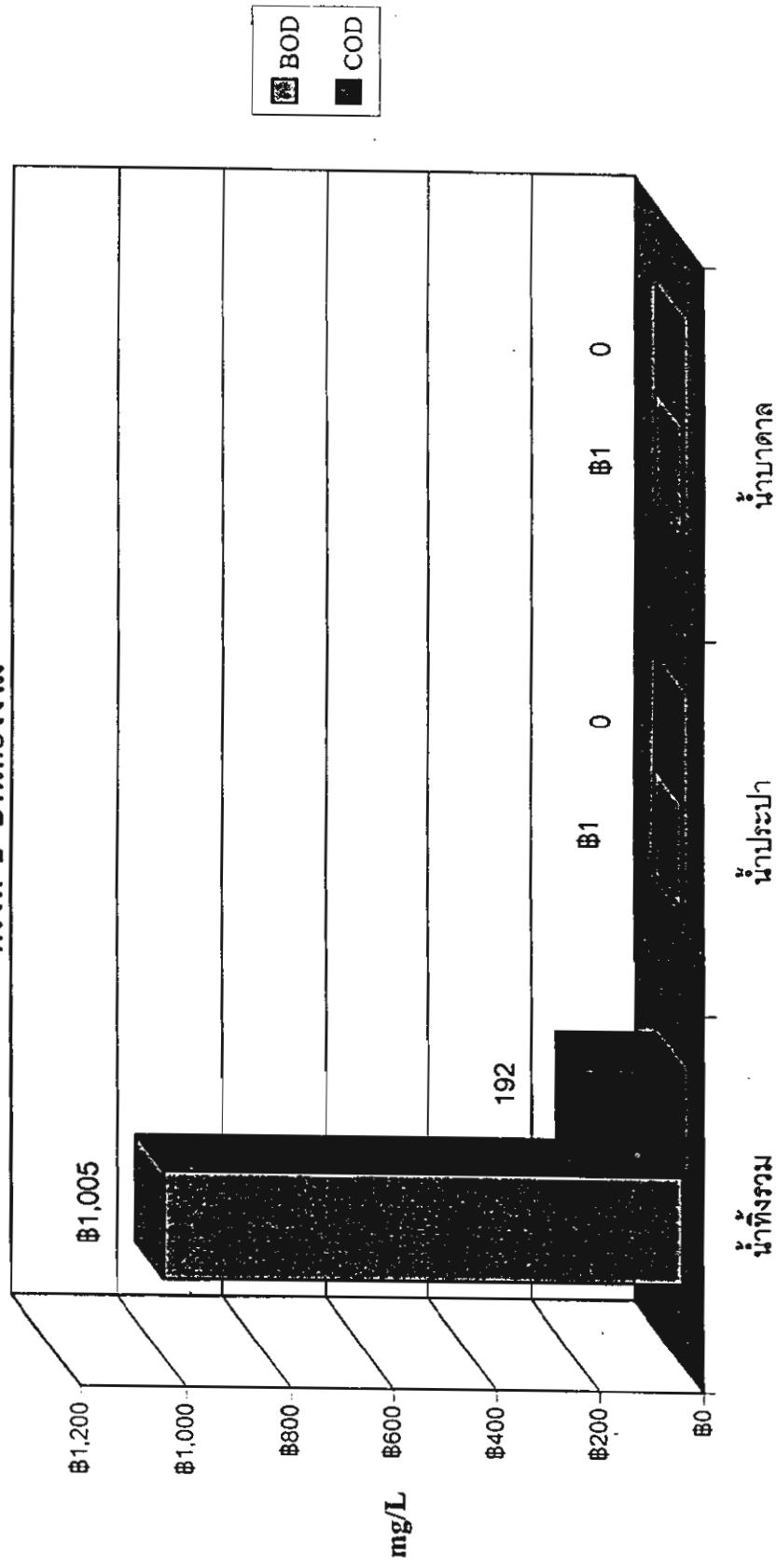


ภาพที่ 4.16 แสดงปริมาณออกซิเจนละลาย
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



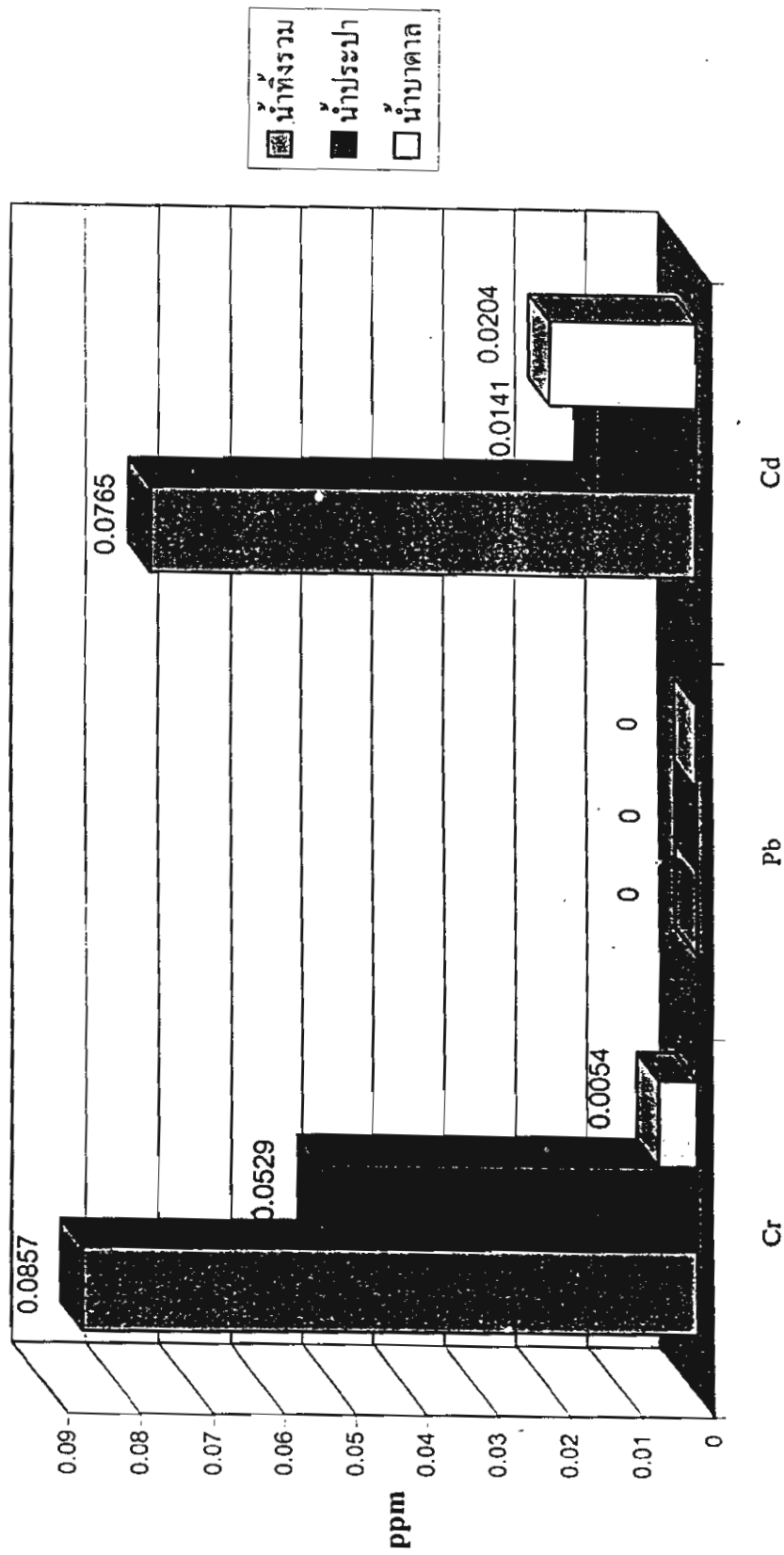
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.17 แสดงปริมาณบีโอดี และซีโอดี
ครั้งที่ 2 บ้านกองงาม



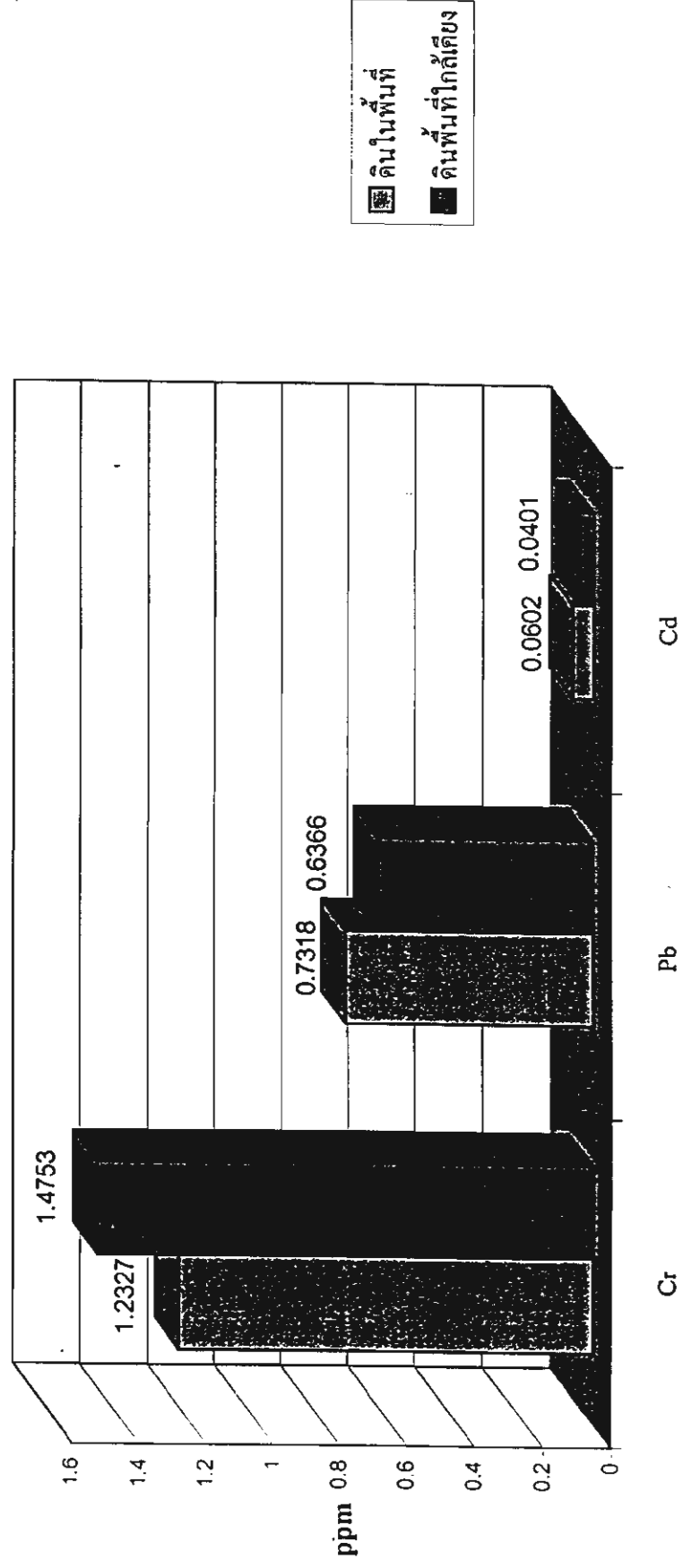
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.18 แสดงปริมาณโลหะหนักในน้ำ
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม



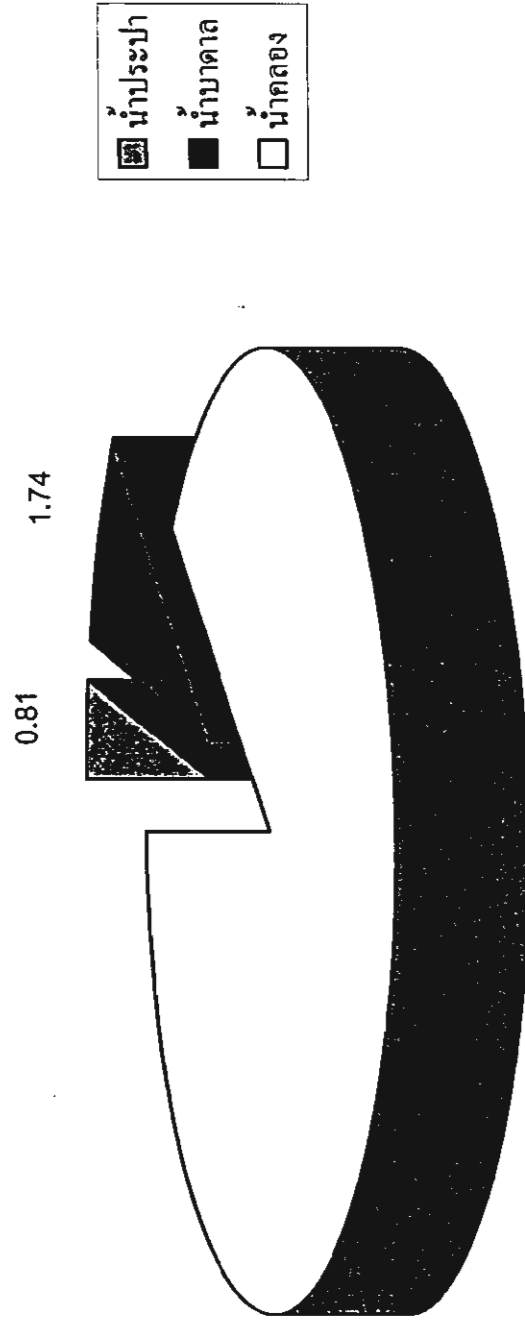
แหล่งตัวอย่าง

ภาพที่ 4.19 แสดงปริมาณโลหะหนักในดิน
ครั้งที่ 2 บริเวณบ้านกองงาม

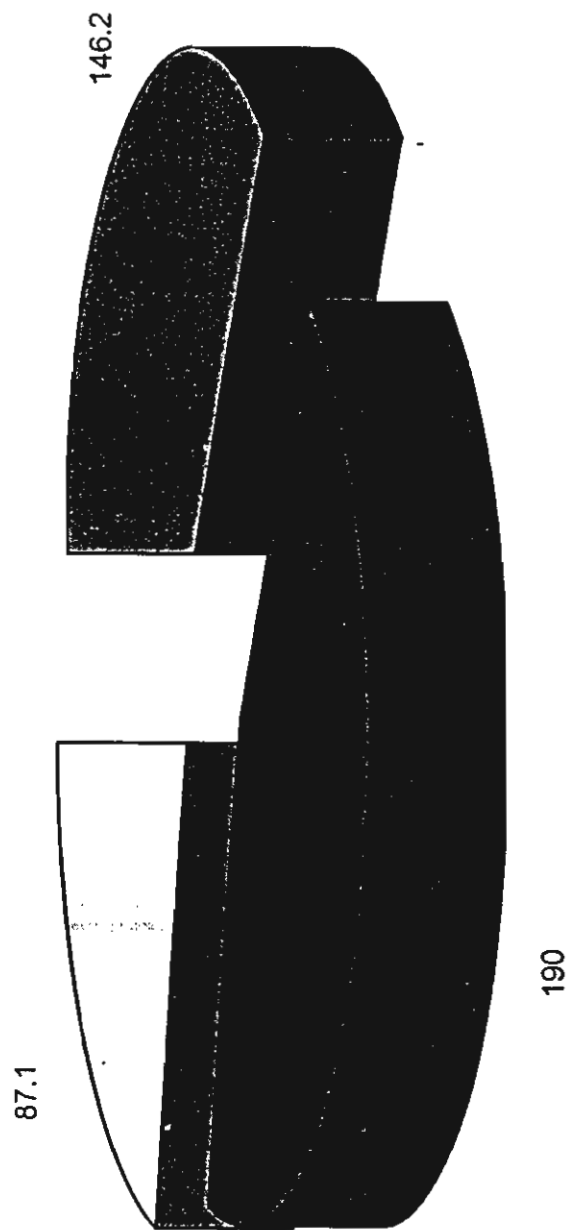


ประเภทโลหะหนัก

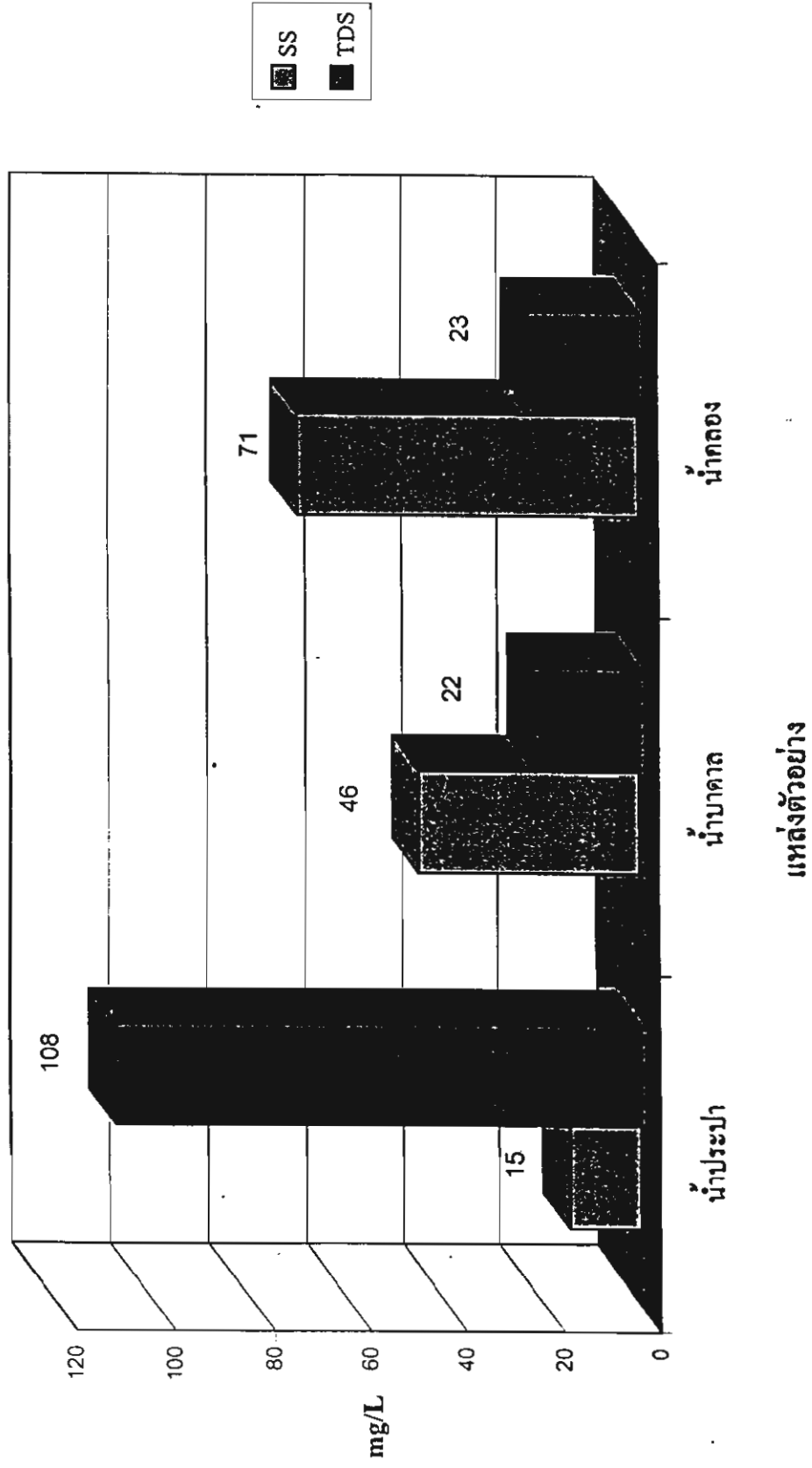
ภาพที่ 4.20 แสดงความชื้น (NTU)
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



ภาพที่ 4.21 แสดงสภาพน้ำไฟฟ้า (ไมโครซีเมนต์/เซนต์ิเมตร)
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



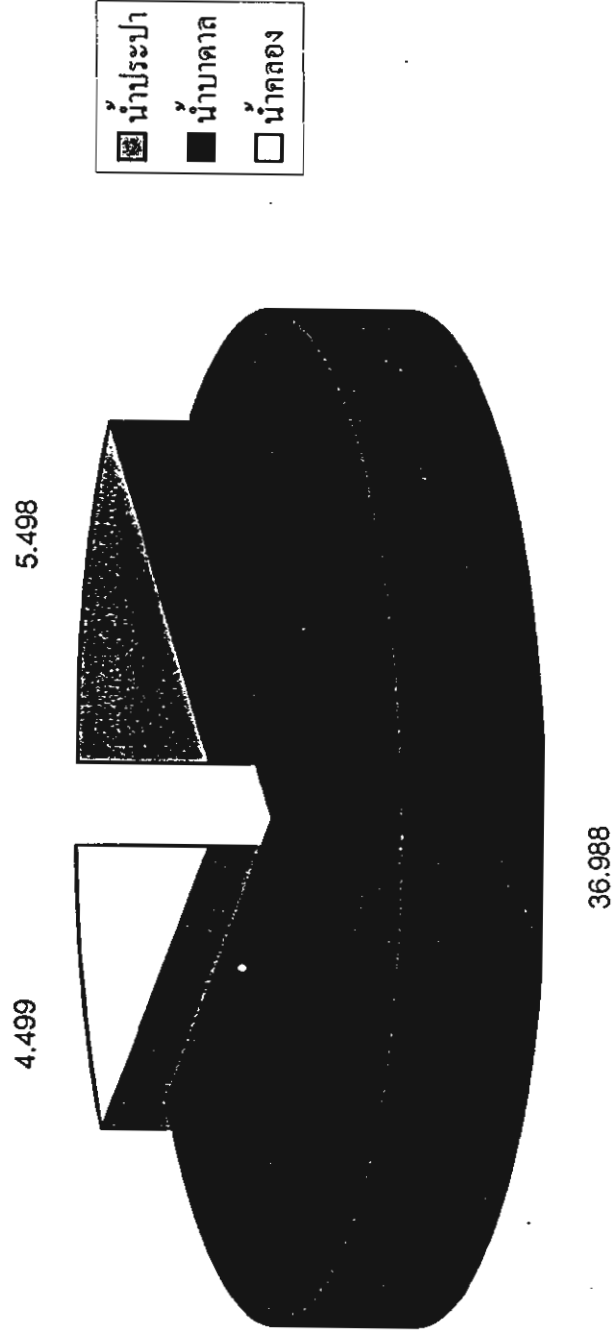
ภาพที่ 4.22 แสดงปริมาณของแข็งแขวนลอย และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



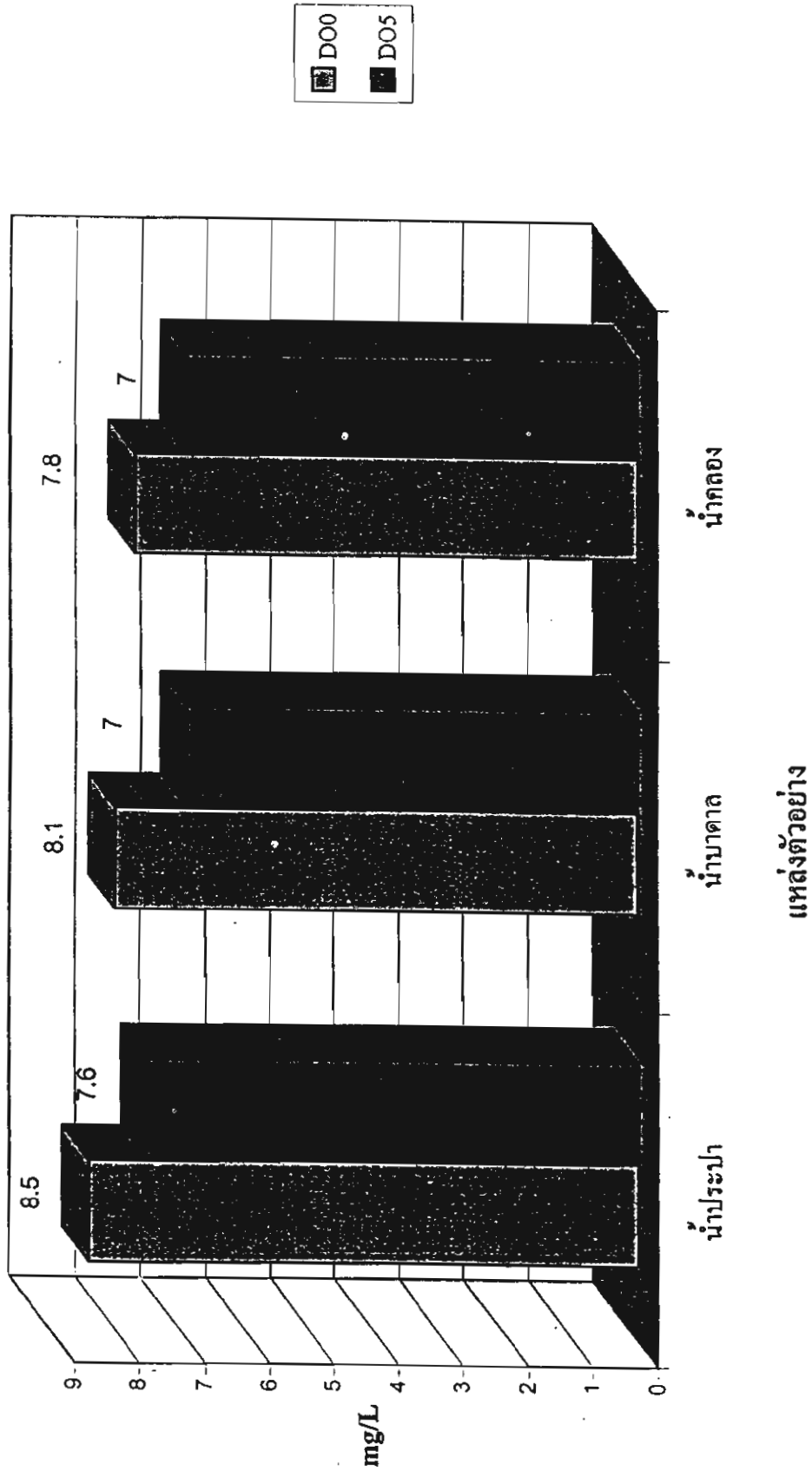
ภาพที่ 4.23 แสดงความเป็นกรด - ด่าง (pH)
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



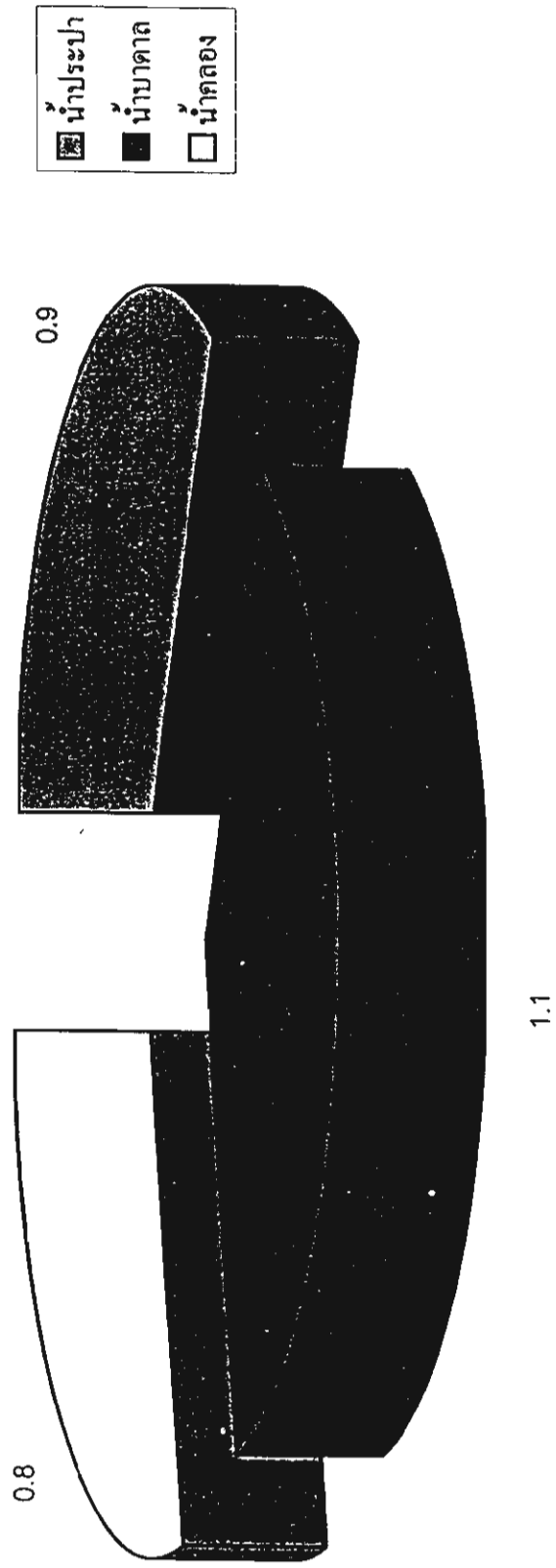
ภาพที่ 4.24 แสดงปริมาณคลอไรด์; Cl (mg/L)
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



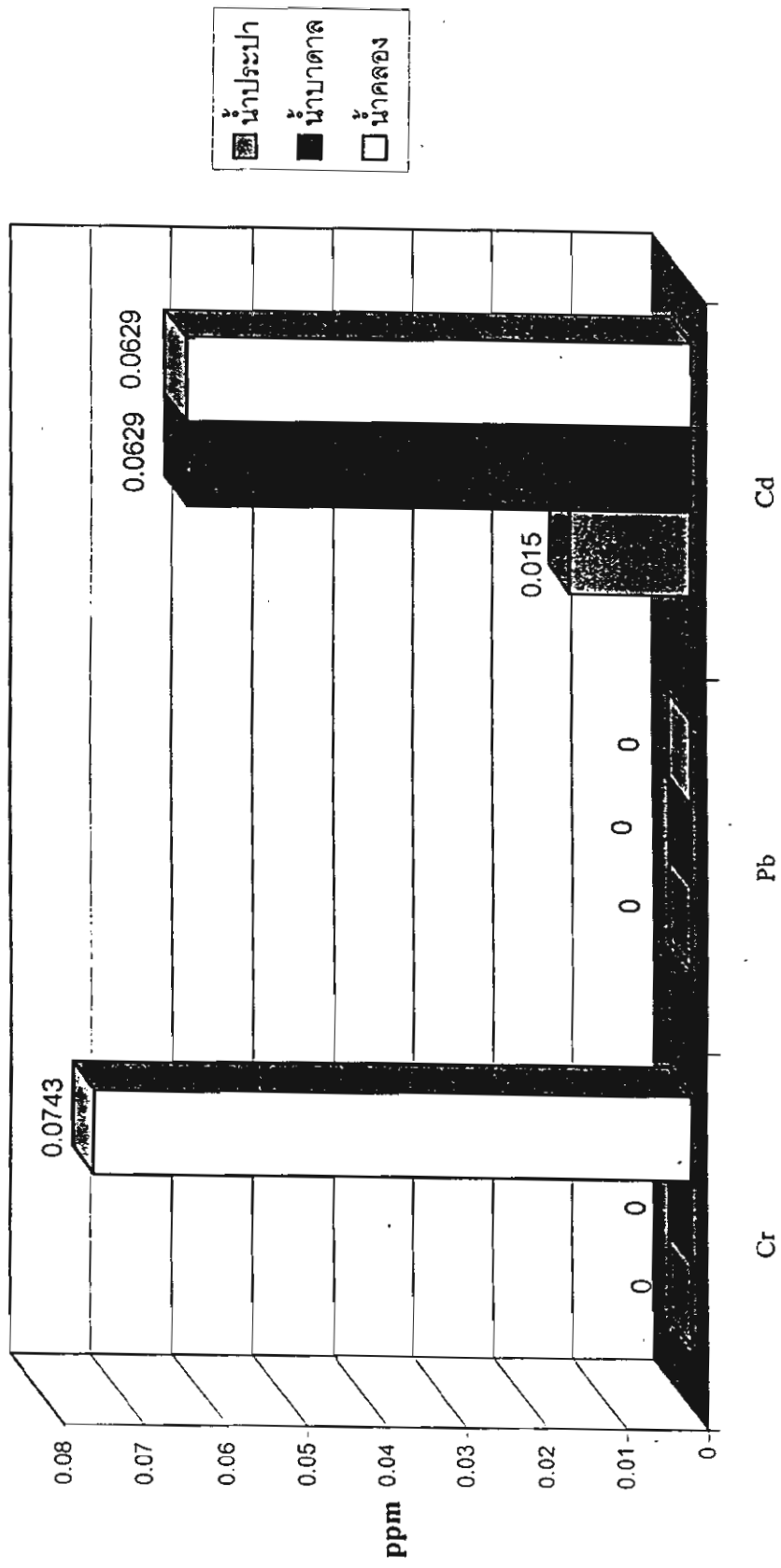
ภาพที่ 4.25 แสดงปริมาณออกซิเจนละลาย
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านคอนทอง



ภาพที่ 4.26 แสดงปริมาณบีโอดี ; BOD (mg/L)
 ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง

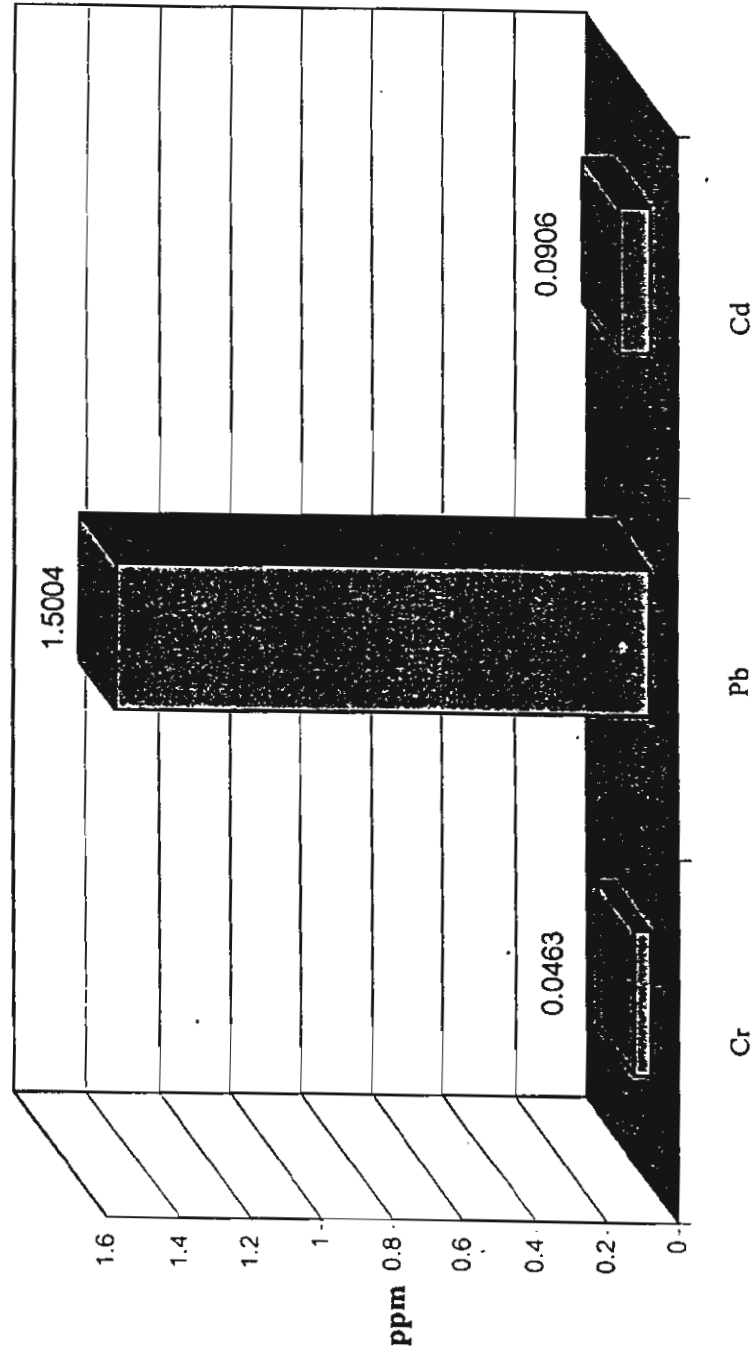


ภาพที่ 4.27 แสดงปริมาณโลหะหนักในน้ำ
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านดอนตอง



ประเภทโลหะหนัก

ภาพที่ 4.28 แสดงปริมาณโลหะหนักในดิน
ครั้งที่ 3 บริเวณบ้านคอนทอง



ประเภทโลหะหนัก

บทที่ 5

สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อม ต.แม่แรง อ.ป่าซาง จ.ลำพูน จากทั้ง 3 ครั้ง ซึ่งได้เก็บตัวอย่างน้ำจากบริเวณที่ทำการกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อม บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง และบริเวณพื้นที่ที่ไม่ทำการกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อม โดยการหาคุณภาพน้ำทางกายภาพ ได้แก่ ความขุ่น สภาพนำไฟฟ้า ปริมาณของแข็งแขวนลอย (SS) และปริมาณของแข็งละลายน้ำทั้งหมด (TDS) คุณภาพน้ำทางเคมี ได้แก่ ความเป็นกรด-ด่าง (pH) คลอไรด์ ปริมาณออกซิเจนละลาย (DO) ปริมาณบีโอดี (BOD) และ COD รวมทั้งได้ทำการวิเคราะห์หาโลหะหนักด้วย ได้แก่ โครเมียม (Cr) ตะกั่ว (Pb) และ แคดเมียม (Cd) ได้นำผลการวิเคราะห์ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินประเภทที่ 3 ได้ผลคือ ค่า BOD, โครเมียม และแคดเมียม ของน้ำคลองมีค่าสูงกว่ามาตรฐานซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 2.0 mg/L, 0.05 ppm และ 0.005 ppm ตามลำดับ รวมถึงปริมาณแคดเมียมของน้ำบาดาลก็มีค่าสูงกว่ามาตรฐานเช่นเดียวกัน

และเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำประปาของการประปานครหลวง พบว่าโครเมียมของน้ำประปามีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 0.05 ppm และเมื่อเทียบกับมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม ค่า SS, TDS, BOD, COD, โครเมียม, ตะกั่ว และแคดเมียม ของน้ำทิ้งจากกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อมมีค่าสูงกว่ามาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 50 mg/L, 3,000 mg/L, 20 mg/L, 120 mg/L, 0.2 ppm, 0.03 ppm และ 0.75 ppm ตามลำดับ

และจากผลการวิเคราะห์หาโลหะหนักในดิน เมื่อเทียบกับมาตรฐานตะกั่วในดิน และมาตรฐานแคดเมียมและมาตรฐานโครเมียม พบว่ามีค่าไม่เกินมาตรฐาน ซึ่งกำหนดไว้ไม่เกิน 19-31 ppm และ 0.01 – 0.7 ppm และ 47 – 97 ppm ตามลำดับ

5.2 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่า น้ำคลองมีค่า BOD, โครเมียม และแคดเมียม สูงกว่ามาตรฐานน้ำผิวดินประเภทที่ 3 เนื่องจากได้รับการปนเปื้อนจากกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อม หรืออาจเกิดจากความผิดพลาดในการทดลอง อาทิเช่น BOD คือไม่ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าโดยทันทีหลังจากที่เก็บน้ำตัวอย่างมาแล้ว สำหรับน้ำประปาก็เช่นเดียวกัน ส่วนน้ำทิ้งจากกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อมมีค่าสูงกว่ามาตรฐานอย่างเห็นได้ชัด เนื่องจากการไม่มีการบำบัดน้ำก่อนปล่อยทิ้งจึงทำให้เกิดการปนเปื้อนในแหล่งน้ำ รวมทั้งบริเวณพื้นดินที่ทำการกิจกรรมผ้าฝ้ายด้อม แม้ว่าในสถานที่ที่ทำการกิจกรรมนั้นจะดู

สกปรก ไม่สะอาด จนทำให้เราคิดว่าดินต้องได้รับการปนเปื้อนจากน้ำทิ้งของกิจกรรมห้ามดื่มน้ำ
แต่เมื่อนำมาวิเคราะห์แล้วพบว่าไม่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 5.3.1 ควรเพิ่มจุดเก็บตัวอย่างให้มากขึ้น เพื่อครอบคลุมทุกพื้นที่
- 5.3.2 ควรทำการสำรวจพื้นที่ศึกษาก่อน เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างที่แน่นอน
- 5.3.3 หมู่บ้านที่ทำกิจกรรมห้ามดื่มน้ำ ควรทำการบำบัดน้ำเสียก่อนปล่อยทิ้ง
- 5.3.4 ควรมีการวางแผนในการปฏิบัติงานล่วงหน้า เพื่อจะได้ไม่เกิดปัญหาในภายหลัง

บรรณานุกรม

- กระทรวงสาธารณสุข.คู่มือการตรวจวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อมในห้องปฏิบัติการ.กรมอนามัย.
กรุงเทพฯ.2539
- กะเนิง จันทรศิริ.การมดัยอม.โอเคียนสโคร์.กรุงเทพฯ.2531
- ปราณี พันธุมสินชัย.มลพิษอุตสาหกรรมเบื้องต้น.สมคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย.
กรุงเทพฯ.2538
- พงษ์ศักดิ์ ปานันท์.การศึกษาปริมาณตะกั่วที่สะสมอยู่ในดินข้างถนนในเขตอำเภอเมือง เชียงใหม่.
รายงานการวิจัย.เชียงใหม่. สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.2540
- พิชัย สุริยะสุขประเสริฐ.การวิเคราะห์หาคะกั่ว ทองแดง และโครเมียมในดิน โดยวิธีสเปก
โทรสโกปี.วิทยานิพนธ์.เชียงใหม่.มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.2527
- ไพฑูรย์ หมายมั่นสมสุข.การเก็บและรักษาสภาพตัวอย่างน้ำเบื้องต้น.มทป.กรุงเทพฯ.2539
- ภรณ์นภา นุสทิพย์.การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำผิวดินจาก วิทยาเขตสะดวง –
ชี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.รายงานการวิจัย.เชียงใหม่. สถาบันราชภัฏ
เชียงใหม่.2540
- ไมตรี สุทธจิต.สารพิษรอบตัวเรา สาเหตุ กลไกการเกิดมลพิษ โรคเมเร้งและการป้องกัน.พิมพ์ครั้งที่
ที่ 2 . เชียงใหม่คาวคอมพิวกราฟฟิค. 2534
- บุพวดี วัชคุณา.การวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี . ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์.กรุงเทพฯ.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2542
- วรพีพร สมใจ. การศึกษาสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของน้ำผิวดินจากวิทยาเขตสะดวง –
ชี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.รายงานการวิจัย.เชียงใหม่. สถาบันราชภัฏ
เชียงใหม่.2542
- วันวิสาห์ ธรรมวิไลพันธ์.การศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำจากบ่อในสถาบันราชภัฏเชียงใหม่และ
อ่างเก็บน้ำในวิทยาเขตสะดวง – ชี้เหล็ก อำเภอเมือง จังหวัดเชียงใหม่.รายงานการวิจัย.
เชียงใหม่. สถาบันราชภัฏเชียงใหม่.2539
- ศุภมาส พนิชศักดิ์พัฒนา.ภาวะมลพิษของดิน จากการใช้สารเคมี.พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2540

ไสว ฝักราว.เคมีประยุกต์.เอมพันธ์.กรุงเทพฯ.2541

อดิเรก แก้วจรัส.การหาปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง สังกะสี โครเมียมและเหล็กในดินและ
น้ำจากอำเภอสันกำแพง โดยวิธีสเปกโทรสโกปี.วิทยานิพนธ์.เชียงใหม่.มหาวิทยาลัย
เชียงใหม่.2528

อภิสิทธิ์ เอี่ยมหน่อ.การกำเนิดดิน.ภาควิชาปฐพีวิทยาและเกษตรศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.2527

ภาคผนวก

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

มาตรา 32(1) แห่งพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 บัญญัติให้คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติมีอำนาจประกาศในราชกิจจานุเบกษา กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแม่น้ำลำคลอง หนอง บึง ทะเลสาบ อ่างเก็บน้ำ และแหล่งน้ำสาธารณะอื่นๆ ที่อยู่ในพื้นแผ่นดิน

มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ได้แบ่งประเภทของแหล่งน้ำผิวดินเป็น 5 ประเภท ดังนี้

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติ โดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน
- (2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน
- (3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ
- (3) การประมง
- (4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน
- (2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

- (1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน
- (2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภทและสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ตาม การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		-	๐	๐'	๐'	๐'	-
2.	อุณหภูมิ (Temperature)		°C	๐	๐'	๐'	๐'	-
3.	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		-	๐	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	-
4.	ออกซิเจนละลาย (DO) ²	P 20	มก./ล.	๐	6.0	4.0	2.0	-
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	มก./ล.	๐	1.5	2.0	4.0	-
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	๐	5,000	20,000	-	-
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟิคอลโคลิฟอร์ม (Fecal Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล.	๐	1,000	4,000	-	-
8.	ไนเตรด (NO ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	๐	5.0			-
9.	แอมโมเนีย (NH ₃) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	๐	0.5			-
10.	ฟีนอล (Phenols)		มก./ล.	๐	0.005			-
11.	ทองแดง (Cu)		มก./ล.	๐	0.1			-
12.	นิกเกิล (Ni)		มก./ล.	๐	0.1			-
13.	แมงกานีส (Mn)		มก./ล.	๐	1.0			-
14.	สังกะสี (Zn)		มก./ล.	๐	1.0			-
15.	แคดเมียม (Cd)		มก./ล.	๐	0.005			-
16.	โครเมียมชนิดเฮกซะวาเลนต์ (Cr Hexavalent)		มก./ล.	๐	0.05			-
17.	ตะกั่ว (Pb)		มก./ล.	๐	0.05			-
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		มก./ล.	๐	0.002			-
19.	สารหนู (As)		มก./ล.	๐	0.01			-
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		มก./ล.	๐	0.005			-
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	- ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	๐	0.1			-
	- ค่ารังสีเบตา (Beta)		เบคเคอเรล/ล.	๐	1.0			-
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	๐	0.05			-

ความมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้แหล่งน้ำบริเวณ (ต่อ)

ลำดับ	ชื่อเคมีภัณฑ์	ค่าทางสถิติ	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานสูงสุด ตาม การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	๖		1.0		-
24.	บีเอชซีบีแอลเฟา (Alpha BHC)		ไมโครกรัม/ล.	๖		0.02		-
25.	ดิลดริน (Dieldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖		0.1		-
26.	อัลดริน (Aldrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖		0.1		-
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีพอกไซด์ (Heptachlor & Heptachlor epoxide)		ไมโครกรัม/ล.	๖		0.2		-
28.	เอนดริน (Endrin)		ไมโครกรัม/ล.	๖	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			

แหล่งที่มาของข้อมูล : ประกาศคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535 เรื่อง กำหนดมาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน ดิพิมพีในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 111 ตอนที่ 16-ง ลงวันที่ 24 กุมภาพันธ์ 2537

หมายเหตุ

- 1/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และ แหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า
 - 2/ ค่า DO เป็นเกณฑ์มาตรฐานต่ำสุด
ธ เป็นไปตามธรรมชาติ
 - ร อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติเกิน 3 องศาเซลเซียส
 - น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO₃ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
 - น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ CaCO₃ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร
- ไม่ได้กำหนด
 - °ซ องค์าเซลเซียส
- P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง
- มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. = มิลลิลิตร
- MPN เอ็ม พี เอน หรือ Most Probable Number

(สำเนา)

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2539)

ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535

เรื่อง กำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน

อาศัยอำนาจตามความในข้อ 14 แห่งกฎกระทรวงฉบับที่ 2 (พ.ศ. 2535) ออกตามความในพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. 2535 ที่ระบุว่า "ห้ามระบายน้ำทิ้งออกจากโรงงานเว้นแต่ได้ทำการอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างจนน้ำทิ้งนั้นมีลักษณะเป็นไปตามที่รัฐมนตรีกำหนดโดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีทำให้เจือจาง (Dilution)" รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรมจึงออกประกาศกำหนดคุณลักษณะของน้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงาน ดังนี้

ข้อ 1 คำจำกัดความ

น้ำทิ้ง หมายถึง น้ำเสียที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงานอุตสาหกรรมที่จะระบายลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม และให้หมายความรวมถึงน้ำเสียจากการใช้น้ำของคนงาน รวมทั้งจากกิจกรรมอื่นในโรงงานอุตสาหกรรม โดยน้ำทิ้งต้องเป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งที่กำหนดไว้ในประกาศนี้

ข้อ 2 น้ำทิ้งที่ระบายออกจากโรงงานต้องมีคุณสมบัติดังนี้

(1) ความเป็นกรดและด่าง (pH) มีค่าไม่น้อยกว่า 5.5 และไม่มากกว่า 9.0

(2) ทึดเอส (TDS หรือ Total Dissolved Solids) ต้องมีค่าดังนี้

2.1 ค่า ทึดเอส ไม่มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

2.2 น้ำทิ้งซึ่งระบายออกจากโรงงานลงสู่แหล่งน้ำที่มีค่าความเค็ม (Salinity) มากกว่า 2,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ค่า ทึดเอส ในน้ำทิ้งจะมีค่ามากกว่าค่า ทึดเอส ที่มีอยู่ในแหล่งน้ำได้ไม่เกิน 5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

(3) สารแขวนลอย (Suspended Solids) ไม่มากกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 150 มิลลิกรัมต่อลิตร

(4) โลหะหนักมีค่าดังนี้

4.1 ปรอท (Mercury)

ไม่มากกว่า 0.005 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.2 เซเลเนียม (Selenium)

ไม่มากกว่า 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 แคดเมียม (Cadmium)

ไม่มากกว่า 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.4 ตะกั่ว (Lead)	ไม่มากกว่า 0.2	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.5 อาร์เซนิก (Arsenic)	ไม่มากกว่า 0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6 โครเมียม (Chromium)		
4.6.1 Hexavalent Chromium	ไม่มากกว่า 0.25	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.6.2 Trivalent Chromium	ไม่มากกว่า 0.75	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.7 บาเรียม (Barium)	ไม่มากกว่า 1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.8 นิกเกิล (Nickel)	ไม่มากกว่า 1.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.9 ทองแดง (Copper)	ไม่มากกว่า 2.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.10 สังกะสี (Zinc)	ไม่มากกว่า 5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร
4.11 แมงกานีส (Manganese)	ไม่มากกว่า 5.0	มิลลิกรัมต่อลิตร

(5) ซัลไฟด์ (Sulphide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนซัลไฟด์ (H_2S) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(6) ไซยาไนด์ (Cyanide) คิดเทียบเป็นไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HCN) ไม่มากกว่า 0.2 มิลลิกรัมต่อลิตร

(7) ฟอร์มาลดีไฮด์ (Formaldehyde) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(8) สารประกอบฟีนอล (Phenols Compound) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(9) คลอรีนอิสระ (Free Chlorine) ไม่มากกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

(10) เพสทิไซด์ (Pesticide) ต้องไม่มี

(11) อลูมิเนียม ไม่มากกว่า 40 มิลลิกรัมต่อลิตร

(12) สลัด ต้องไม่เป็นที่ฝังรังเกียจ

(13) กลิ่น ต้องไม่เป็นที่ฝังรังเกียจ

(14) น้ำมันและไขมัน (Oil & Grease) ไม่มากกว่า 5 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 15 มิลลิกรัมต่อลิตร

(15) ค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เวลา 5 วัน ไม่มากกว่า 20 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 60 มิลลิกรัมต่อลิตร

(16) ค่า ทีเคเอ็น (TKN หรือ Total Kjeldahl Nitrogen) ไม่มากกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม ตามที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมกำหนด แต่ต้องไม่มากกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร

(17) ค่า ซีโอดี (Chemical Oxygen Demand) ไม่มากกว่า 120 มิลลิกรัมต่อลิตร หรืออาจแตกต่างกันจากที่กำหนดไว้ ขึ้นกับปริมาณน้ำทิ้ง แหล่งรองรับน้ำทิ้ง หรือประเภทของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ต้องไม่มากกว่า 400 มิลลิกรัมต่อลิตร

ข้อ 3 การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมตามข้อ 2 ให้ดำเนินการดังต่อไปนี้

(1) การตรวจสอบค่าความเป็นกรดและด่างของน้ำทิ้ง ให้ใช้เครื่องวัดความเป็นกรดและด่างของน้ำ (pH Meter)

(2) การตรวจสอบค่า บีโอดี ให้ใช้วิธีการระเหยแห้ง ระหว่างอุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ถึงอุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 ชั่วโมง

(3) การตรวจสอบค่าสารแขวนลอย ให้ใช้วิธีการกรองผ่านกระดาษกรองใยแก้ว (Glass Fibre Filter Disc)

(4) การตรวจสอบค่าโลหะหนัก ให้ใช้วิธีการดังนี้

4.1 การตรวจสอบค่าสังกะสี โคบอลต์ ทองแดง แคดเมียม แบเรียม ตะกั่ว นิกเกิล และแมงกานีส ให้ใช้วิธีอะตอมมิก แอมซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดโคเร็คแอสไพเรชัน (Direct Aspiration) หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเลด พลาสมา (Inductively Coupled Plasma : ICP)

4.2 การตรวจสอบค่าอาร์เซนิก และเซเลเนียม ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอมซอพชั่น สเปกโตรโฟโตเมตรี (Atomic Absorption Spectrophotometry) ชนิดไฮไดรด์ เจเนอเรชัน (Hydride Generation) หรือวิธีพลาสมา อิมิสชัน สเปกโตรสโคปี (Plasma Emission Spectroscopy) ชนิดอินดักทีฟลี คัพเลด พลาสมา (Inductively Coupled Plasma : ICP)

4.3 การตรวจสอบค่าปรอท ให้ใช้วิธีอะตอมมิกแอมซอพชั่น คอลด์ วาเปอเร เทคนิก (Atomic Absorption Cold Vapour Technique)

(5) การตรวจสอบค่าซิลิเฟด ให้ใช้วิธีการไทเทรต (Titrate)

(6) การตรวจสอบค่าไพริไดน์ ให้ใช้วิธีกลั่นและตามด้วยวิธีไพริดีน บาร์บิทูริกแอซิด (Pyridine-Barbituric Acid)

(7) การตรวจสอบค่าฟอร์มาลดีไฮด์ ให้ใช้วิธีเกียสซี (Spectrophotometry)

(8) การตรวจสอบค่าสารประกอบฟีนอล ให้ใช้วิธีกลั่น และตามด้วยวิธี 4-อะมิโนแอนติไพรีน (Distillation, 4-Aminoantipyrine)

(9) การตรวจสอบค่าคลอรีนอิสระ ให้ใช้วิธีไอโอดิเมตริก (Iodometric Method)

(10) การตรวจสอบค่าสารที่ระเหยง่ายหรือกึ่งระเหยง่ายหรือสลาย ให้ใช้วิธีแก๊สโครมาโตกราฟี (Gas Chromatography)

(11) การตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำ ให้ใช้เครื่องวัดอุณหภูมิ วัดขณะน้ำถูกรบกวนด้วยอ่างน้ำ

(12) การตรวจสอบค่าไขมันและไขมัน ให้ใช้วิธีสกัดด้วยตัวทำละลาย แล้วแยกหาน้ำหนักไขมันและไขมัน

(13) การตรวจสอบค่าบีโอดี ให้ใช้วิธีอะไซด์ โมดิฟิเคชัน (Azide Modification) ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 วัน ติดต่อกัน หรือวิธีการอื่นที่กรมโรงงานอุตสาหกรรมได้เห็นชอบ

(14) การตรวจสอบค่าที่เคเอ็น ให้ใช้วิธีเจลดาล์ (Kjeldahl)

(15) การตรวจสอบค่าซีโอดี ให้ใช้วิธีย้อมสลาย โดยโพตัสเซียม ไดโครเมต (Potassium Dichromate digestion)

ข้อ 4 - การตรวจสอบค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ตามข้อ 3 จะต้องเป็นไปตามคู่มือ
วิเคราะห์น้ำและน้ำเสีย ของสมาคมวิศวกรสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย หรือ Standard Methods for
the Examination of Water and Wastewater ซึ่ง American Public Health Association
American Water Work Association และ Water Environment Federation ของสหรัฐ
อเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้ด้วย

ประกาศ ณ วันที่ 14 มิถุนายน พ.ศ. 2539

ไชยวัฒน์ สินสว่างค์

(นายไชยวัฒน์ สินสว่างค์)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 113 ตอนที่ 52 ง

วันที่ 27 มิถุนายน 2539

1.1 วิธีการคำนวณหาค่า DO

จากสูตร $DO(mg/l) = 40 \times [Na_2S_2O_3 \text{ Conc.}] \times \text{ปริมาณของ } Na_2S_2O_3 \text{ ที่ใช้ในการไทเทรต}$

ตัวอย่าง การคำนวณของน้ำตัวอย่าง (น้ำขุ่นจากเครื่องปั่น) จากตาราง

$$DO = 40 \times 0.025 \times 8$$

$$DO = 8 \text{ mg/l}$$

1.2 วิธีการคำนวณหาค่า BOD

$$\text{จาก } BOD(mg/l) = DO_0 - DO_5$$

เมื่อ DO_0 คือ ค่า DO ที่วัดได้เริ่มแรก

DO_5 คือ ค่า DO ที่วัดได้หลังจากเข้าคูบ 5 วัน ที่อุณหภูมิ $20 \pm 1^\circ C$

ตัวอย่าง การคำนวณของน้ำตัวอย่าง (น้ำบาดาลจุดที่ 1) จากตาราง

$$BOD = 9.1 - 5.2$$

$$BOD = 3.7 \text{ mg/l}$$

ในกรณีที่เป็น้ำเสียมี่ค่าสารอินทรีย์สูง ๆ หรือมีความเข้มข้นมากต้องนำน้ำตัวอย่างมาทำการเจือจาง

การคำนวณจากอัตราการเจือจาง

$$\text{จากสูตร } BOD(mg/l) = (DO_0 - DO_5) \times \text{อัตราเจือจาง}$$

$$\text{เมื่ออัตราเจือจางคือ } \frac{\text{ปริมาณน้ำเค็มขวด BOD(300ml)}}{\text{ปริมาตรของตัวอย่างที่ใช้}}$$

ตัวอย่าง การคำนวณของน้ำตัวอย่าง (น้ำซัสมจากเครื่องปั่น) จากตาราง

$$\text{BOD} = (8.0 - 3.0) \times 150$$

$$\text{BOD} = 750 \text{ mg/l}$$

$$\text{อัตราเจือจาง} = \frac{300 \text{ ml}}{2 \text{ ml}} = 150$$

1.3 วิธีการคำนวณหาค่า คลอไรด์

$$\text{จากสูตร} \quad \text{cl (mg/l)} = \frac{(A - B) \times N \times 35450}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ A = ปริมาณ AgNO_3 (ml) ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

B = ปริมาณ AgNO_3 (ml) ที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง

N = ความเข้มข้นของ AgNO_3 (N)

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าคลอไรด์จากตัวอย่างน้ำ (น้ำซัสมจากเครื่องปั่น) จากตาราง

$$\text{จะได้} \quad \text{cl} = \frac{(8.3 - 1) \times 0.0141 \times 35450}{100}$$

$$\text{cl} = 36.49 \text{ mg/l}$$

1.4 วิธีคำนวณหาค่าของแข็งแขวนลอย และตะกอนแขวนลอย

ของแข็งแขวนลอย จากสูตร

$$\text{SS (mg/l)} = \frac{B - A \times 1000}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ B คือ ปริมาณน้ำหนัก (g) ของกระดาศกรองก่อน (อบที่อุณหภูมิ $103-105^\circ\text{C}$ เวลา 2 ชม.)

A คือ ปริมาณน้ำหนัก (g) ของกระดาศกรองหลัง

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าของแข็งแขวนลอย (SS) ของน้ำตัวอย่าง (น้ำข้อมจากเครื่องปั่นคาราง

$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \text{SS} &= \frac{(0.2076 - 0.1981) \times 10^6}{25} \\ \text{SS} &= 380 \text{ (mg/l)} \end{aligned}$$

$$\text{ตะกอนแขวนลอย จากสูตร TDS (mg/l)} = \frac{B - A \times 10^6}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่าง (ml)}}$$

เมื่อ B คือ ปริมาณน้ำหนัก (g) ของถ้วย (อบที่อุณหภูมิ 103–105 °C เวลา 2 ชม.)

A คือ ปริมาณน้ำหนัก (g) ของถ้วยหลัง

ตัวอย่าง การคำนวณหาค่าตะกอนแขวนลอย (TDS) ของน้ำตัวอย่าง (น้ำข้อมจากเครื่องปั่น) จากคาราง จะได้

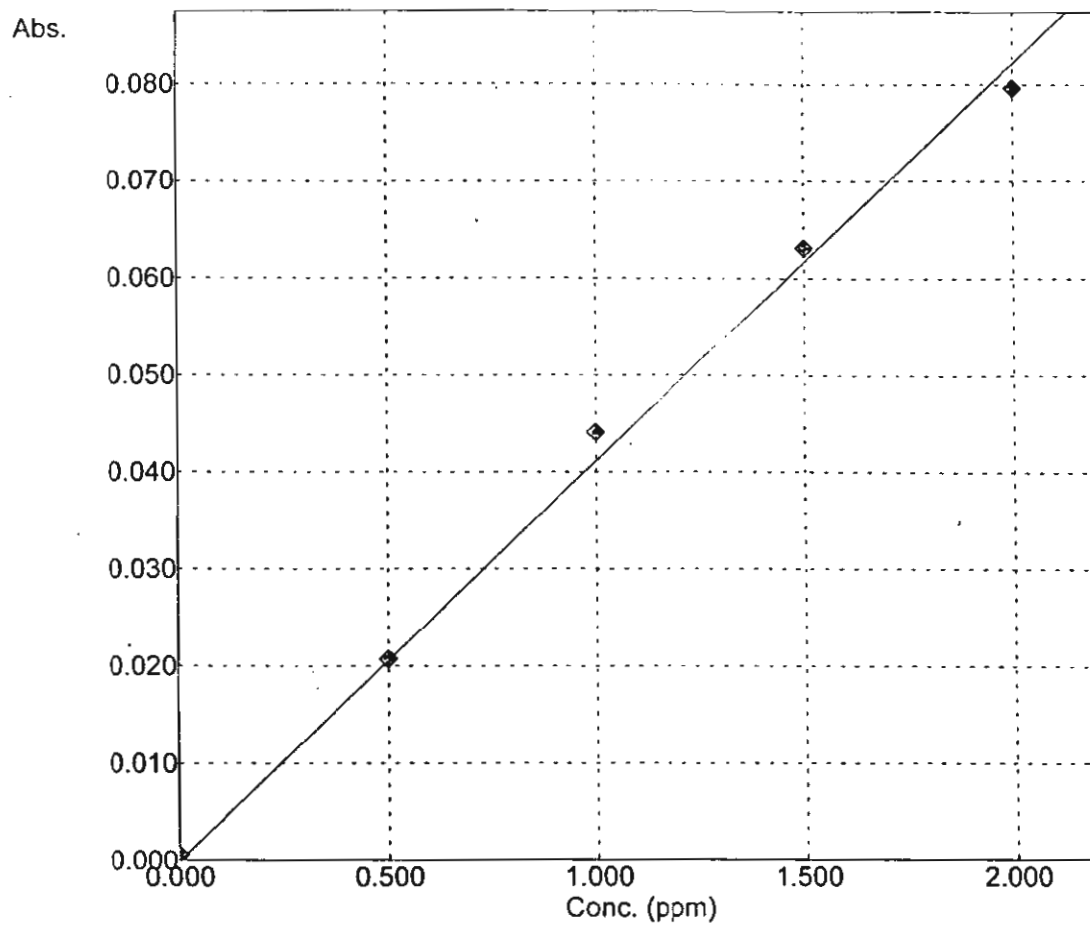
$$\begin{aligned} \text{TDS} &= \frac{(46.4269 - 46.1893) \times 1000}{25} \\ &= 9504 \text{ mg/l} \end{aligned}$$

1.5 วิธีการคำนวณหาปริมาณแคลเซียม โครเมียม และตะกั่ว ในน้ำตัวอย่าง

การคำนวณหาปริมาณแคลเซียมที่แท้จริง

$$\begin{aligned} \text{จากสูตร ปริมาณแคลเซียมที่แท้จริง (ppm)} &= \frac{\text{ปริมาณแคลเซียม (ppm)}}{\text{ปริมาตรน้ำตัวอย่างที่ใช้}} \\ &= \frac{0.0107 \text{ (ppm)}}{200} \\ &= 5.35 \times 10^{-5} \text{ ppm} \end{aligned}$$

หมายเหตุ : การคำนวณหาปริมาณโครเมียมและตะกั่วในน้ำตัวอย่างใช้วิธีการคำนวณวิธีเดียวกัน
: ค่าปริมาณแคลเซียม (ppm) ได้จากค่าความเข้มข้น (Concentration) จากตารางการคำนวณจากเครื่อง



Abs.=0.0411153Conc+ 0
r=0.9983

Conc.	Abs.
0.0000	0.0006
0.5000	0.0207
1.0000	0.0441
1.5000	0.0631
2.0000	0.0797

	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Time
1	AUTOZERO												
2	BLK					-0.0005	0.0000					2002/09/27	14:56
3	STD	0.0000 ppm	1			0.0023	0.0000	0.0000				2002/09/27	14:57
4	STD	0.0000 ppm	1			0.0004	0.0000	0.0000				2002/09/27	14:57
5	STD	0.0000 ppm	1			-0.0010	0.0000	0.0000				2002/09/27	14:57
6	STD-AVG	0.0000 ppm	1			0.0006	0.0000	0.0000		292.1300	0.0016	2002/09/27	14:57
7	STD	0.5000 ppm	1			0.0219	0.0000	0.5000				2002/09/27	14:58
8	STD	0.5000 ppm	1			0.0202	0.0000	0.5000				2002/09/27	14:58
9	STD	0.5000 ppm	1			0.0200	0.0000	0.5000				2002/09/27	14:58
10	STD-AVG	0.5000 ppm	1			0.0207	0.0000	0.5000		5.0904	0.0011	2002/09/27	14:58
11	STD	1.0000 ppm	1			0.0439	0.0000	1.0000				2002/09/27	14:59
12	STD	1.0000 ppm	1			0.0439	0.0000	1.0000				2002/09/27	14:59
13	STD	1.0000 ppm	1			0.0444	0.0000	1.0000				2002/09/27	14:59
14	STD-AVG	1.0000 ppm	1			0.0441	0.0000	1.0000		0.7605	0.0003	2002/09/27	14:59
15	STD	1.5000 ppm	1			0.0644	0.0000	1.5000				2002/09/27	15:00
16	STD	1.5000 ppm	1			0.0617	0.0000	1.5000				2002/09/27	15:00
17	STD	1.5000 ppm	1			0.0632	0.0000	1.5000				2002/09/27	15:00
18	STD-AVG	1.5000 ppm	1			0.0631	0.0000	1.5000		2.1656	0.0014	2002/09/27	15:00
19	STD	2.0000 ppm	1			0.0801	0.0000	2.0000				2002/09/27	15:01
20	STD	2.0000 ppm	1			0.0783	0.0000	2.0000				2002/09/27	15:01
21	STD	2.0000 ppm	1			0.0805	0.0000	2.0000				2002/09/27	15:01
22	STD-AVG	2.0000 ppm	1			0.0797	0.0000	2.0000		1.4554	0.0012	2002/09/27	15:01
23	BLK					-0.0025	0.0000					2002/09/27	15:02
24	UNK [1]	001	1			0.0024	0.0000	0.0586	0.0586			2002/09/27	15:03
25	UNK [1]	001	1			0.0031	0.0000	0.0761	0.0761			2002/09/27	15:03
26	UNK [1]	001	1			0.0034	0.0000	0.0828	0.0828			2002/09/27	15:03
27	UNK [1]-AVG	001	1			0.0030	0.0000	0.0725	0.0725	17.1813	0.0005	2002/09/27	15:03
28	UNK [2]	002	1			0.0259	0.0000	0.6291	0.6291			2002/09/27	15:04
29	UNK [2]	002	1			0.0232	0.0000	0.5652	0.5652			2002/09/27	15:04
30	UNK [2]	002	1			0.0228	0.0000	0.5541	0.5541			2002/09/27	15:04
31	UNK [2]-AVG	002	1			0.0240	0.0000	0.5828	0.5828	6.9413	0.0017	2002/09/27	15:04
32	UNK [3]	003	1			-0.0040	0.0000	-0.0961	-0.0961			2002/09/27	15:05
33	UNK [3]	003	1			-0.0045	0.0000	-0.1102	-0.1102			2002/09/27	15:05
34	UNK [3]	003	1			-0.0036	0.0000	-0.0868	-0.0868			2002/09/27	15:05
35	UNK [3]-AVG	003	1			-0.0040	0.0000	-0.0977	-0.0977	-12.0466	0.0005	2002/09/27	15:05
36	UNK [4]	004	1			0.0028	0.0000	0.0675	0.0675			2002/09/27	15:06
37	UNK [4]	004	1			0.0025	0.0000	0.0601	0.0601			2002/09/27	15:06
38	UNK [4]	004	1			0.0023	0.0000	0.0564	0.0564			2002/09/27	15:06
39	UNK [4]-AVG	004	1										
40	BLK					0.0004	0.0000					2002/09/27	15:06
41	UNK [5]	005	1			0.0475	0.0000	1.1564	1.1564			2002/09/27	15:07
42	UNK [5]	005	1			0.0485	0.0000	1.1791	1.1791			2002/09/27	15:07
43	UNK [5]	005	1			0.0490	0.0000	1.1920	1.1920			2002/09/27	15:07
44	UNK [5]-AVG	005	1			0.0483	0.0000	1.1758	1.1758	1.5334	0.0007	2002/09/27	15:07
45	UNK [6]	006	1			-0.0015	0.0000	-0.0375	-0.0375			2002/09/27	15:08
46	UNK [6]	006	1			-0.0009	0.0000	-0.0223	-0.0223			2002/09/27	15:09
47	UNK [6]	006	1			-0.0012	0.0000	-0.0293	-0.0293			2002/09/27	15:09
48	UNK [6]-AVG	006	1			-0.0012	0.0000	-0.0297	-0.0297	-25.6479	0.0003	2002/09/27	15:08
49	BLK					-0.0036	0.0000					2002/09/27	15:09
50	UNK [7]	007	1			0.0020	0.0000	0.0497	0.0497			2002/09/27	15:10
51	UNK [7]	007	1			0.0031	0.0000	0.0765	0.0765			2002/09/27	15:10
52	UNK [7]	007	1			0.0019	0.0000	0.0464	0.0464			2002/09/27	15:10
53	UNK [7]-AVG	007	1			0.0024	0.0000	0.0575	0.0575	28.6425	0.0007	2002/09/27	15:10
54	UNK [8]	008	1			0.0036	0.0000	0.0887	0.0887			2002/09/27	15:11
55	UNK [8]	008	1			0.0033	0.0000	0.0798	0.0798			2002/09/27	15:11

1

2

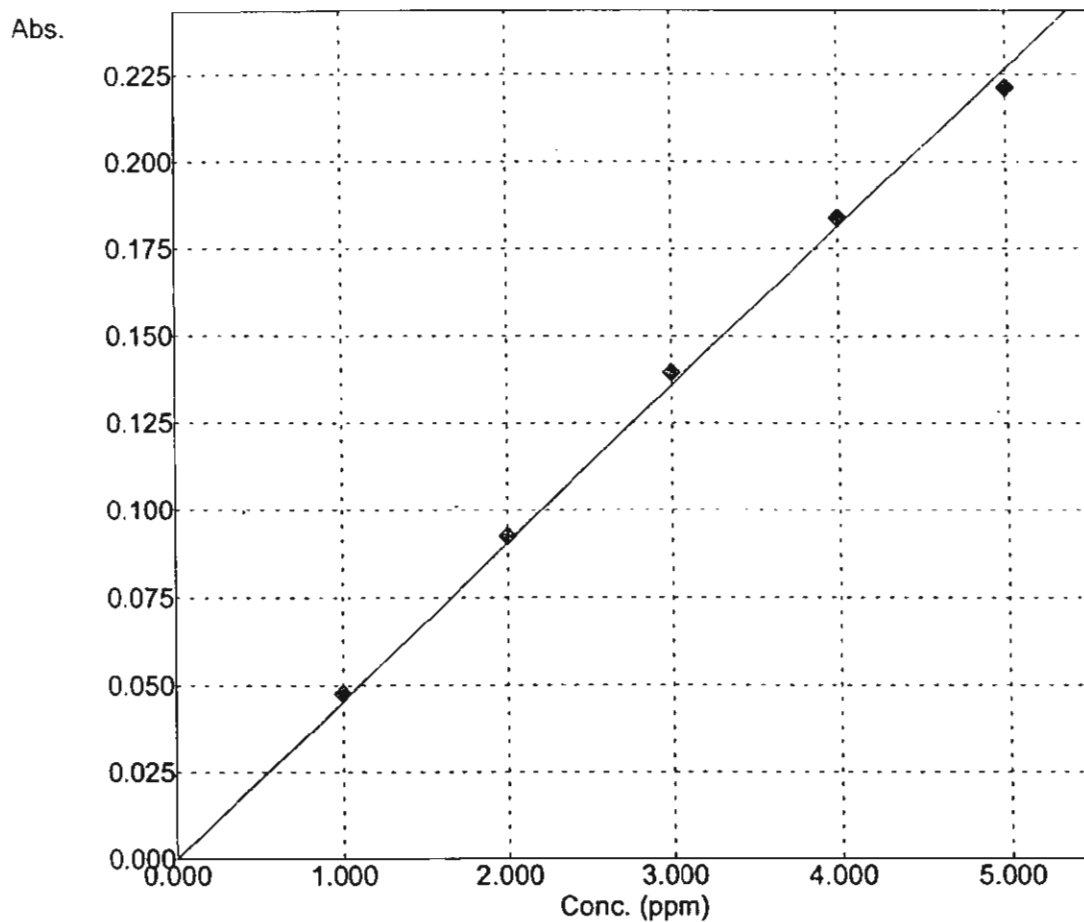
3

4

5

6

	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Time
7	UNK [8]	008	1			0.0036	0.0000	0.0887	0.0887			2002/09/27	15:11
57	UNK [8]-AVG	008	1			0.0035	0.0000	0.0857	0.0857	5.9984	0.0002	2002/09/27	15:11
58	UNK [9]	009	1			0.0024	0.0000	0.0586	0.0586			2002/09/27	15:12
59	UNK [9]	009	1			0.0022	0.0000	0.0542	0.0542			2002/09/27	15:12
60	UNK [9]	009	1			0.0019	0.0000	0.0460	0.0460			2002/09/27	15:12
61	UNK [9]-AVG	009	1			0.0022	0.0000	0.0529	0.0529	12.0865	0.0003	2002/09/27	15:12
62	UNK [10]	010	1			0.0001	0.0000	0.0022	0.0022			2002/09/27	15:13
63	UNK [10]	010	1			0.0007	0.0000	0.0167	0.0167			2002/09/27	15:13
64	UNK [10]	010	1			-0.0001	0.0000	-0.0026	-0.0026			2002/09/27	15:13
65	UNK [10]-AVG	010	1			0.0002	0.0000	0.0054	0.0054	184.5110	0.0004	2002/09/27	15:13
66	BLK					-0.0003	0.0000					2002/09/27	15:13
67	UNK [11]	011	1			0.0031	0.0000	0.0742	0.0742			2002/09/27	15:14
68	UNK [11]	011	1			0.0038	0.0000	0.0913	0.0913			2002/09/27	15:14
69	UNK [11]	011	1			0.0024	0.0000	0.0575	0.0575			2002/09/27	15:14
70	UNK [11]-AVG	011	1			0.0031	0.0000	0.0743	0.0743	22.7126	0.0007	2002/09/27	15:14
71	UNK [12]	012	1			-0.0016	0.0000	-0.0397	-0.0397			2002/09/27	15:15
72	UNK [12]	012	1			-0.0027	0.0000	-0.0649	-0.0649			2002/09/27	15:15
73	UNK [12]	012	1			-0.0039	0.0000	-0.0943	-0.0943			2002/09/27	15:15
74	UNK [12]-AVG	012	1			-0.0027	0.0000	-0.0663	-0.0663	41.1764	0.0011	2002/09/27	15:15
75	UNK [13]	013	1			0.0004	0.0000	0.0093	0.0093			2002/09/27	15:16
76	UNK [13]	013	1			-0.0001	0.0000	-0.0022	-0.0022			2002/09/27	15:16
77	UNK [13]	013	1			-0.0013	0.0000	-0.0312	-0.0312			2002/09/27	15:16
78	UNK [13]-AVG	013	1			-0.0003	0.0000	-0.0080	-0.0080	259.2160	0.0009	2002/09/27	15:16
79	BLK					-0.0053	0.0000					2002/09/27	15:17
80	BLK					-0.0008	0.0000					2002/09/27	15:17
81	UNK [14]	014	1			-0.0010	0.0000	-0.0245	-0.0245			2002/09/27	15:18
82	UNK [14]	014	1			-0.0046	0.0000	-0.1128	-0.1128			2002/09/27	15:18
83	UNK [14]	014	1			-0.0062	0.0000	-0.1510	-0.1510			2002/09/27	15:18
84	UNK [14]-AVG	014	1			-0.0040	0.0000	-0.0961	-0.0961	67.5278	0.0027	2002/09/27	15:18
85	BLK					-0.0092	0.0000					2002/09/27	15:19
86	BLK					0.0026	0.0000					2002/09/27	15:22
87	UNK [15]	015	1			0.0795	0.0000	1.9335	1.9335			2002/09/27	15:23
88	UNK [15]	015	1			0.0771	0.0000	1.8760	1.8760			2002/09/27	15:23
89	UNK [15]	015	1			0.0819	0.0000	1.9911	1.9911			2002/09/27	15:23
90	UNK [15]-AVG	015	1			0.0795	0.0000	1.9335	1.9335	2.9751	0.0024	2002/09/27	15:23
91	UNK [16]	016	1			0.0634	0.0000	1.5424	1.5424			2002/09/27	15:24
92	UNK [16]	016	1			0.0621	0.0000	1.5105	1.5105			2002/09/27	15:24
93	UNK [16]	016	1			0.0559	0.0000	1.3598	1.3598			2002/09/27	15:24
94	UNK [16]-AVG	016	1			0.0605	0.0000	1.4709	1.4709	6.6301	0.0040	2002/09/27	15:24
95	UNK [17]	017	1			0.0499	0.0000	1.2143	1.2143			2002/09/27	15:25
96	UNK [17]	017	1			0.0511	0.0000	1.2421	1.2421			2002/09/27	15:25
97	UNK [17]	017	1			0.0511	0.0000	1.2418	1.2418			2002/09/27	15:25
98	UNK [17]-AVG	017	1			0.0507	0.0000	1.2327	1.2327	1.2950	0.0007	2002/09/27	15:25
99	UNK [18]	018	1			0.0600	0.0000	1.4581	1.4581			2002/09/27	15:26
100	UNK [18]	018	1			0.0613	0.0000	1.4919	1.4919			2002/09/27	15:26
101	UNK [18]	018	1			0.0607	0.0000	1.4760	1.4760			2002/09/27	15:26
102	UNK [18]-AVG	018	1			0.0607	0.0000	1.4753	1.4753	1.1451	0.0007	2002/09/27	15:26
103	UNK [19]	019	1			0.0019	0.0000	0.0468	0.0468			2002/09/27	15:28
104	UNK [19]	019	1			0.0019	0.0000	0.0453	0.0453			2002/09/27	15:29
105	UNK [19]	019	1			0.0019	0.0000	0.0468	0.0468			2002/09/27	15:29
106	UNK [19]-AVG	019	1			0.0019	0.0000	0.0463	0.0463	1.8525	0.0000	2002/09/27	15:28
107	UNK [20]	020	1			0.0049	0.0000	0.1195	0.1195			2002/09/27	15:29
108	UNK [20]	020	1			0.0046	0.0000	0.1173	0.1173			2002/09/27	15:29
109	UNK [20]	020	1			0.0039	0.0000	0.0946	0.0946			2002/09/27	15:30
110	UNK [20]-AVG	020	1			0.0045	0.0000	0.1105	0.1105	12.4542	0.0006	2002/09/27	15:29



Abs.=0.0453156Conc+ 0
r=0.9993

Conc.	Abs.
0.0000	-0.0014
1.0000	0.0476
2.0000	0.0924
3.0000	0.1397
4.0000	0.1836
5.0000	0.2213

	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Time
1	AUTOZERO												
2	BLK					0.0139	0.0000					2002/10/01	16:46
3	STD	0.0000 ppm	1			-0.0011	0.0000	0.0000				2002/10/01	16:47
4	STD	0.0000 ppm	1			-0.0010	0.0000	0.0000				2002/10/01	16:47
5	STD	0.0000 ppm	1			-0.0014	0.0000	0.0000				2002/10/01	16:47
6	STD-AVG	0.0000 ppm	1			-0.0012	0.0000	0.0000		-18.7361	0.0002	2002/10/01	16:47
7	STD	1.0000 ppm	1			0.0485	0.0000	1.0000				2002/10/01	16:48
8	STD	1.0000 ppm	1			0.0480	0.0000	1.0000				2002/10/01	16:48
9	STD	1.0000 ppm	1			0.0476	0.0000	1.0000				2002/10/01	16:48
10	STD-AVG	1.0000 ppm	1			0.0481	0.0000	1.0000		0.8892	0.0004	2002/10/01	16:48
11	STD	2.0000 ppm	1			0.0936	0.0000	2.0000				2002/10/01	16:49
12	STD	2.0000 ppm	1			0.0925	0.0000	2.0000				2002/10/01	16:49
13	STD	2.0000 ppm	1			0.0924	0.0000	2.0000				2002/10/01	16:49
14	STD-AVG	2.0000 ppm	1			0.0928	0.0000	2.0000		0.7214	0.0007	2002/10/01	16:49
15	STD	3.0000 ppm	1			0.1386	0.0000	3.0000				2002/10/01	16:50
16	STD	3.0000 ppm	1			0.1393	0.0000	3.0000				2002/10/01	16:50
17	STD	3.0000 ppm	1			0.1397	0.0000	3.0000				2002/10/01	16:50
18	STD-AVG	3.0000 ppm	1			0.1392	0.0000	3.0000		0.4175	0.0006	2002/10/01	16:50
19	STD	4.0000 ppm	1			0.1829	0.0000	4.0000				2002/10/01	16:51
20	STD	4.0000 ppm	1			0.1840	0.0000	4.0000				2002/10/01	16:51
21	STD	4.0000 ppm	1			0.1836	0.0000	4.0000				2002/10/01	16:51
22	STD-AVG	4.0000 ppm	1			0.1835	0.0000	4.0000		0.2885	0.0005	2002/10/01	16:51
23	STD	5.0000 ppm	1			0.2221	0.0000	5.0000				2002/10/01	16:52
24	STD	5.0000 ppm	1			0.2216	0.0000	5.0000				2002/10/01	16:52
25	STD	5.0000 ppm	1			0.2213	0.0000	5.0000				2002/10/01	16:53
26	STD-AVG	5.0000 ppm	1			0.2217	0.0000	5.0000		0.1979	0.0004	2002/10/01	16:52
27	BLK					0.0099	0.0000					2002/10/01	16:53
28	UNK [1]	001	1			0.0136	0.0000	0.3007	0.3007			2002/10/01	16:54
29	UNK [1]	001	1			0.0137	0.0000	0.3027	0.3027			2002/10/01	16:54
30	UNK [1]	001	1			0.0128	0.0000	0.2778	0.2778			2002/10/01	16:55
31	UNK [1]-AVG	001	1			0.0133	0.0000	0.2937	0.2937	4.7117	0.0006	2002/10/01	16:54
32	UNK [2]	002	1			0.0151	0.0000	0.3337	0.3337			2002/10/01	16:56
33	UNK [2]	002	1			0.0142	0.0000	0.3132	0.3132			2002/10/01	16:56
34	UNK [2]	002	1			0.0145	0.0000	0.3206	0.3206			2002/10/01	16:56
35	UNK [2]-AVG	002	1			0.0146	0.0000	0.3225	0.3225	3.2258	0.0005	2002/10/01	16:56
36	UNK [3]	003	1			0.0056	0.0000	0.1246	0.1246			2002/10/01	16:57
37	UNK [3]	003	1			0.0053	0.0000	0.1168	0.1168			2002/10/01	16:57
38	UNK [3]	003	1			0.0053	0.0000	0.1172	0.1172			2002/10/01	16:57
39	UNK [3]-AVG	003	1			0.0054	0.0000	0.1195	0.1195	3.6620	0.0002	2002/10/01	16:57
40	UNK [4]	004	1			-0.0031	0.0000	-0.0684	-0.0684			2002/10/01	16:58
41	UNK [4]	004	1			-0.0033	0.0000	-0.0717	-0.0717			2002/10/01	16:58
42	UNK [4]	004	1			-0.0032	0.0000	-0.0700	-0.0700			2002/10/01	16:58
43	UNK [4]-AVG	004	1			-0.0032	0.0000	-0.0700	-0.0700	-2.4039	0.0001	2002/10/01	16:58
44	UNK [5]	005	1			-0.0056	0.0000	-0.1243	-0.1243			2002/10/01	16:59
45	UNK [5]	005	1			-0.0060	0.0000	-0.1330	-0.1330			2002/10/01	16:59
46	UNK [5]	005	1			-0.0061	0.0000	-0.1357	-0.1357			2002/10/01	16:59
47	UNK [5]-AVG	005	1			-0.0059	0.0000	-0.1310	-0.1310	-4.5698	0.0003	2002/10/01	16:59
48	UNK [6]	006	1			-0.0051	0.0000	-0.1135	-0.1135			2002/10/01	17:00
49	UNK [6]	006	1			-0.0062	0.0000	-0.1360	-0.1360			2002/10/01	17:00
50	UNK [6]	006	1			-0.0061	0.0000	-0.1337	-0.1337			2002/10/01	17:00
51	UNK [6]-AVG	006	1			-0.0058	0.0000	-0.1277	-0.1277	-9.7087	0.0006	2002/10/01	17:00
52	UNK [7]	007	1			-0.0066	0.0000	-0.1458	-0.1458			2002/10/01	17:02
53	UNK [7]	007	1			-0.0079	0.0000	-0.1741	-0.1741			2002/10/01	17:02
54	UNK [7]	007	1			-0.0087	0.0000	-0.1926	-0.1926			2002/10/01	17:02
55	UNK [7]-AVG	007	1			-0.0077	0.0000	-0.1708	-0.1708	-13.7981	0.0011	2002/10/01	17:02

จากการสุ่มได้

ค่าเฉลี่ยได้

น้ำหัวรวม

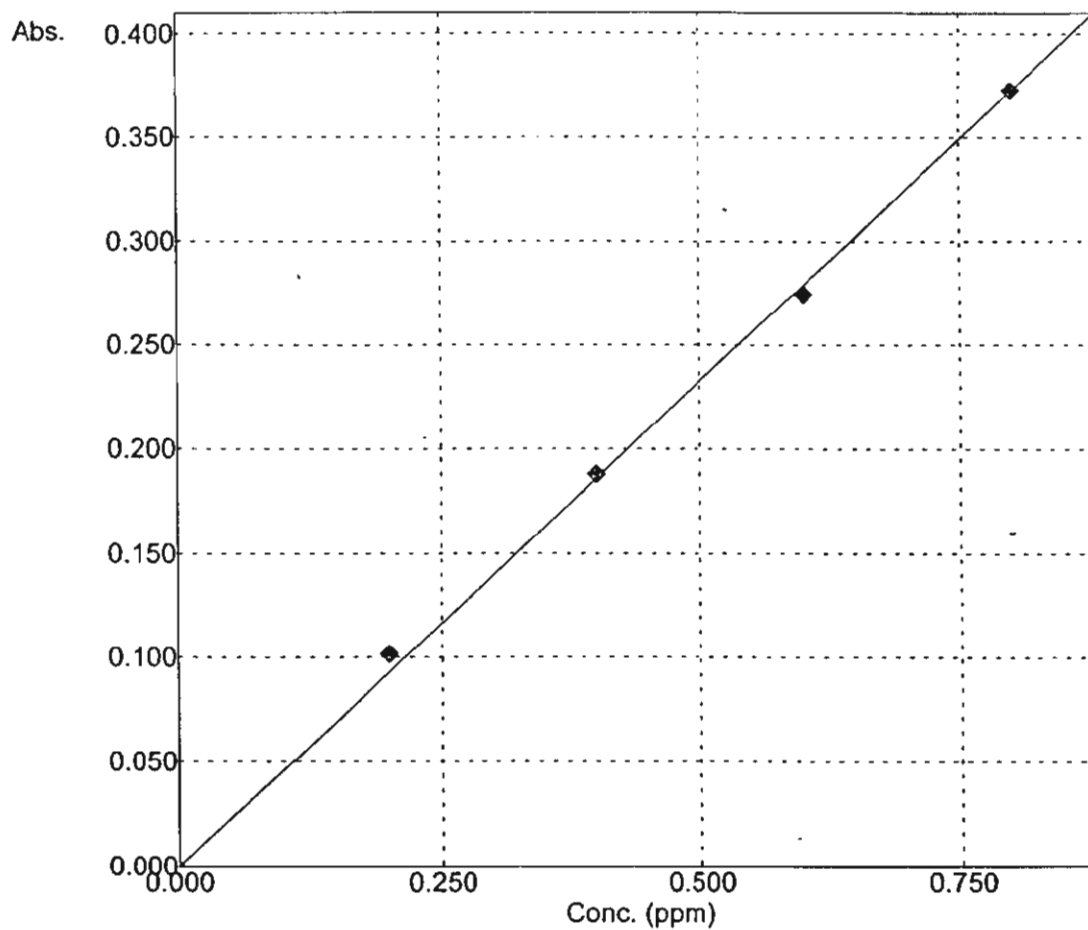
น้ำหัวรวม

น้ำหัวรวม

น้ำหัวรวม

น้ำหัวรวม

	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Time
	UNK [8]	008	1			-0.0045	0.0000	-0.0987	-0.0987			2002/10/01	17:03
	UNK [8]	008	1			-0.0048	0.0000	-0.1051	-0.1051			2002/10/01	17:03
	UNK [8]	008	1			-0.0047	0.0000	-0.1037	-0.1037			2002/10/01	17:03
น้ำประปา 8	UNK [8]-AV	008	1			-0.0048	0.0000	-0.1025	-0.1025	-3.2913	0.0002	2002/10/01	17:03
	UNK [9]	009	1			-0.0006	0.0000	-0.0125	-0.0125			2002/10/01	17:03
	UNK [9]	009	1			-0.0007	0.0000	-0.0165	-0.0165			2002/10/01	17:03
	UNK [9]	009	1			-0.0008	0.0000	-0.0185	-0.0185			2002/10/01	17:03
น้ำบาดาล 9	UNK [9]-AV	009	1			-0.0007	0.0000	-0.0158	-0.0158	-19.5003	0.0001	2002/10/01	17:04
	UNK [10]	010	1			-0.0013	0.0000	-0.0290	-0.0290			2002/10/01	17:04
	UNK [10]	010	1			-0.0014	0.0000	-0.0306	-0.0306			2002/10/01	17:04
	UNK [10]	010	1			-0.0020	0.0000	-0.0448	-0.0448			2002/10/01	17:04
น้ำดื่ม 10	UNK [10]-AV	010	1			-0.0016	0.0000	-0.0348	-0.0348	-24.9807	0.0004	2002/10/01	17:04
	UNK [11]	011	1			-0.0086	0.0000	-0.1892	-0.1892			2002/10/01	17:04
	UNK [11]	011	1			-0.0100	0.0000	-0.2199	-0.2199			2002/10/01	17:04
	UNK [11]	011	1			-0.0113	0.0000	-0.2492	-0.2492			2002/10/01	17:04
น้ำประปา 11	UNK [11]-AV	011	1			-0.0099	0.0000	-0.2194	-0.2194	-13.6584	0.0014	2002/10/01	17:07
	UNK [12]	012	1			-0.0100	0.0000	-0.2202	-0.2202			2002/10/01	17:07
	UNK [12]	012	1			-0.0115	0.0000	-0.2536	-0.2536			2002/10/01	17:07
	UNK [12]	012	1			-0.0123	0.0000	-0.2721	-0.2721			2002/10/01	17:07
น้ำบาดาล 12	UNK [12]-AV	012	1			-0.0113	0.0000	-0.2486	-0.2486	-10.5698	0.0012	2002/10/01	17:08
	UNK [13]	013	1			-0.0050	0.0000	-0.1101	-0.1101			2002/10/01	17:08
	UNK [13]	013	1			-0.0089	0.0000	-0.1966	-0.1966			2002/10/01	17:08
	UNK [13]	013	1			-0.0134	0.0000	-0.2963	-0.2963			2002/10/01	17:08
น้ำดื่ม 13	UNK [13]-AV	013	1			-0.0091	0.0000	-0.2010	-0.2010	-46.3533	0.0042	2002/10/01	17:08
	UNK [14]	014	1			0.0602	0.0000	1.3284	1.3284			2002/10/01	17:08
	UNK [14]	014	1			0.0617	0.0000	1.3607	1.3607			2002/10/01	17:08
	UNK [14]	014	1			0.0629	0.0000	1.3873	1.3873			2002/10/01	17:08
น้ำในฝักรั้ว 14	UNK [14]-AV	014	1			0.0616	0.0000	1.3588	1.3588	2.1718	0.0013	2002/10/01	17:11
	UNK [15]	015	1			0.0944	0.0000	2.0836	2.0836			2002/10/01	17:11
	UNK [15]	015	1			0.0942	0.0000	2.0786	2.0786			2002/10/01	17:11
	UNK [15]	015	1			0.0956	0.0000	2.1089	2.1089			2002/10/01	17:11
น้ำดื่ม 15	UNK [15]-AV	015	1			0.0947	0.0000	2.0904	2.0904	0.7767	0.0007	2002/10/01	17:14
	UNK [16]	016	1		X	0.0118	0.0000	0.2603	0.2603			2002/10/01	17:14
	UNK [16]	016	1		X	-0.0166	0.0000	-0.3657	-0.3657			2002/10/01	17:14
	UNK [16]	016	1		X	0.0124	0.0000	0.2744	0.2744			2002/10/01	17:14
	UNK [16]-AV	016	1		X							2002/10/01	17:14
	UNK [17]	017	1			0.0352	0.0000	0.7772	0.7772			2002/10/01	17:14
	UNK [17]	017	1			0.0339	0.0000	0.7472	0.7472			2002/10/01	17:14
	UNK [17]	017	1			0.0304	0.0000	0.6711	0.6711			2002/10/01	17:14
น้ำในฝักรั้ว 16	UNK [17]-AV	017	1			0.0332	0.0000	0.7318	0.7318	7.4719	0.0025	2002/10/01	17:14
	UNK [18]	018	1			0.0292	0.0000	0.6452	0.6452			2002/10/01	17:14
	UNK [18]	018	1			0.0292	0.0000	0.6435	0.6435			2002/10/01	17:14
	UNK [18]	018	1			0.0282	0.0000	0.6213	0.6213			2002/10/01	17:14
น้ำดื่ม 17	UNK [18]-AV	018	1			0.0288	0.0000	0.6366	0.6366	2.0960	0.0006	2002/10/01	17:14
	UNK [19]	019	1			0.0678	0.0000	1.4954	1.4954			2002/10/01	17:14
	UNK [19]	019	1			0.0684	0.0000	1.5095	1.5095			2002/10/01	17:14
	UNK [19]	019	1			0.0678	0.0000	1.4964	1.4964			2002/10/01	17:14
น้ำดื่ม 18	UNK [19]-AV	019	1			0.0680	0.0000	1.5004	1.5004	0.5258	0.0004	2002/10/01	17:14
	UNK [20]	020	1									2002/10/01	17:14
	UNK [21]	021	1									2002/10/01	17:14
	UNK [22]	022	1									2002/10/01	17:14
	UNK [23]	023	1									2002/10/01	17:14
	UNK [24]	024	1									2002/10/01	17:14
	UNK [25]	025	1									2002/10/01	17:14
	UNK [26]	026	1									2002/10/01	17:14

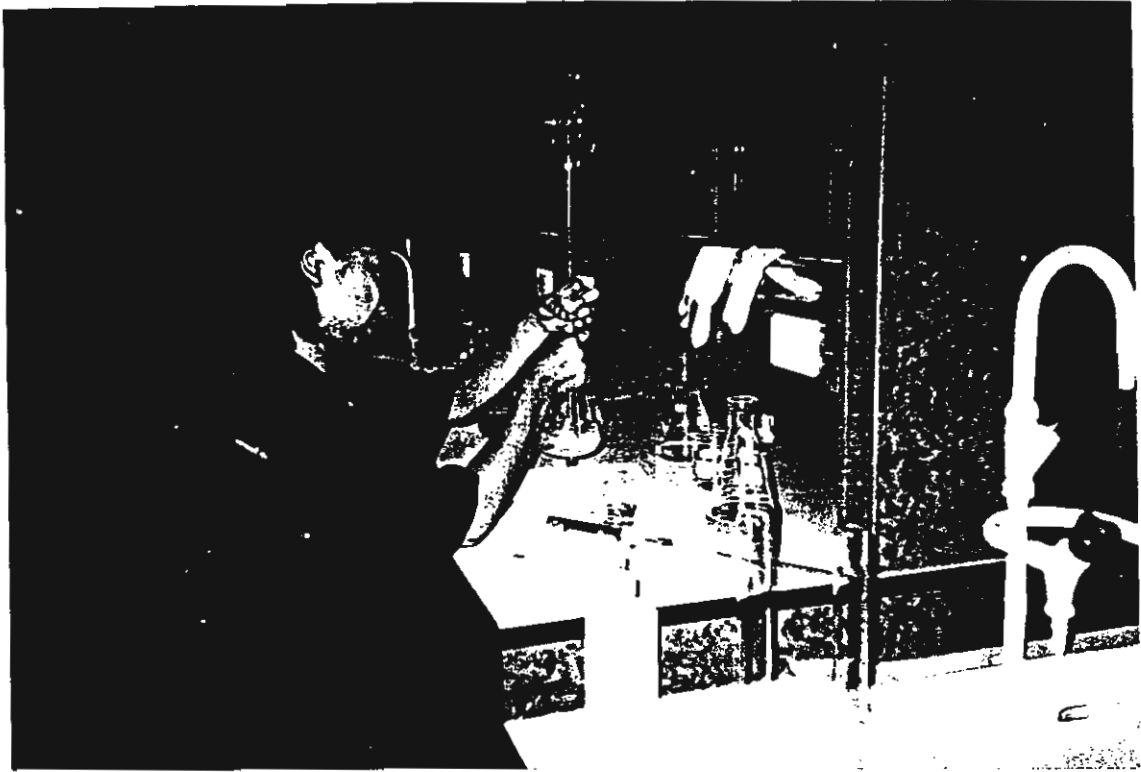


$$\text{Abs.} = 0.465182 \text{Conc} + 0$$
$$r = 0.9995$$

Conc.	Abs.
0.0000	-0.0021
0.2000	0.1015
0.4000	0.1880
0.6000	0.2746
0.8000	0.3725

	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Time
	221	UNK [49]	1			0.0098	0.0000	0.0211	0.0211			2002/10/02	16:50
	222	UNK [49]	1			0.0101	0.0000	0.0216	0.0216			2002/10/02	16:51
	223	UNK [49]	1			0.0087	0.0000	0.0186	0.0186			2002/10/02	16:51
7	224	UNK [49]-AV	1			0.0095	0.0000	0.0204	0.0204	7.9174	0.0008	2002/10/02	16:50
	225	UNK [50]	1			0.0186	0.0000	0.0401	0.0401			2002/10/02	16:52
	226	UNK [50]	1			0.0192	0.0000	0.0412	0.0412			2002/10/02	16:52
	227	UNK [50]	1			0.0182	0.0000	0.0392	0.0392			2002/10/02	16:52
6	228	UNK [50]-AV	1			0.0187	0.0000	0.0401	0.0401	2.5366	0.0005	2002/10/02	16:52
	229	UNK [51]	1			0.0284	0.0000	0.0610	0.0610			2002/10/02	16:53
	230	UNK [51]	1			0.0285	0.0000	0.0612	0.0612			2002/10/02	16:53
	231	UNK [51]	1			0.0271	0.0000	0.0583	0.0583			2002/10/02	16:53
5	232	UNK [51]-AV	1			0.0280	0.0000	0.0602	0.0602	2.7287	0.0008	2002/10/02	16:53
	233	UNK [52]	1			0.0080	0.0000	0.0172	0.0172			2002/10/02	16:54
	234	UNK [52]	1			0.0077	0.0000	0.0166	0.0166			2002/10/02	16:54
	235	UNK [52]	1			0.0068	0.0000	0.0169	0.0169			2002/10/02	16:54
4	236	UNK [52]-AV	1			0.0082	0.0000	0.0176	0.0176	6.8904	0.0006	2002/10/02	16:54
	237	UNK [53]	1			0.0082	0.0000	0.0177	0.0177			2002/10/02	16:55
	238	UNK [53]	1			0.0062	0.0000	0.0134	0.0134			2002/10/02	16:55
	239	UNK [53]	1			0.0065	0.0000	0.0140	0.0140			2002/10/02	16:55
3	240	UNK [53]-AV	1			0.0070	0.0000	0.0150	0.0150	15.4868	0.0011	2002/10/02	16:55
	241	UNK [54]	1			0.0280	0.0000	0.0602	0.0602			2002/10/02	16:56
	242	UNK [54]	1			0.0298	0.0000	0.0635	0.0635			2002/10/02	16:56
	243	UNK [54]	1			0.0303	0.0000	0.0651	0.0651			2002/10/02	16:57
2	244	UNK [54]-AV	1			0.0293	0.0000	0.0629	0.0629	4.0429	0.0012	2002/10/02	16:56
	245	UNK [55]	1			0.0422	0.0000	0.0908	0.0908			2002/10/02	16:57
	246	UNK [55]	1			0.0445	0.0000	0.0956	0.0956			2002/10/02	16:58
	247	UNK [55]	1			0.0397	0.0000	0.0853	0.0853			2002/10/02	16:58
1	248	UNK [55]-AV	1			0.0421	0.0000	0.0906	0.0906	5.6895	0.0024	2002/10/02	16:57

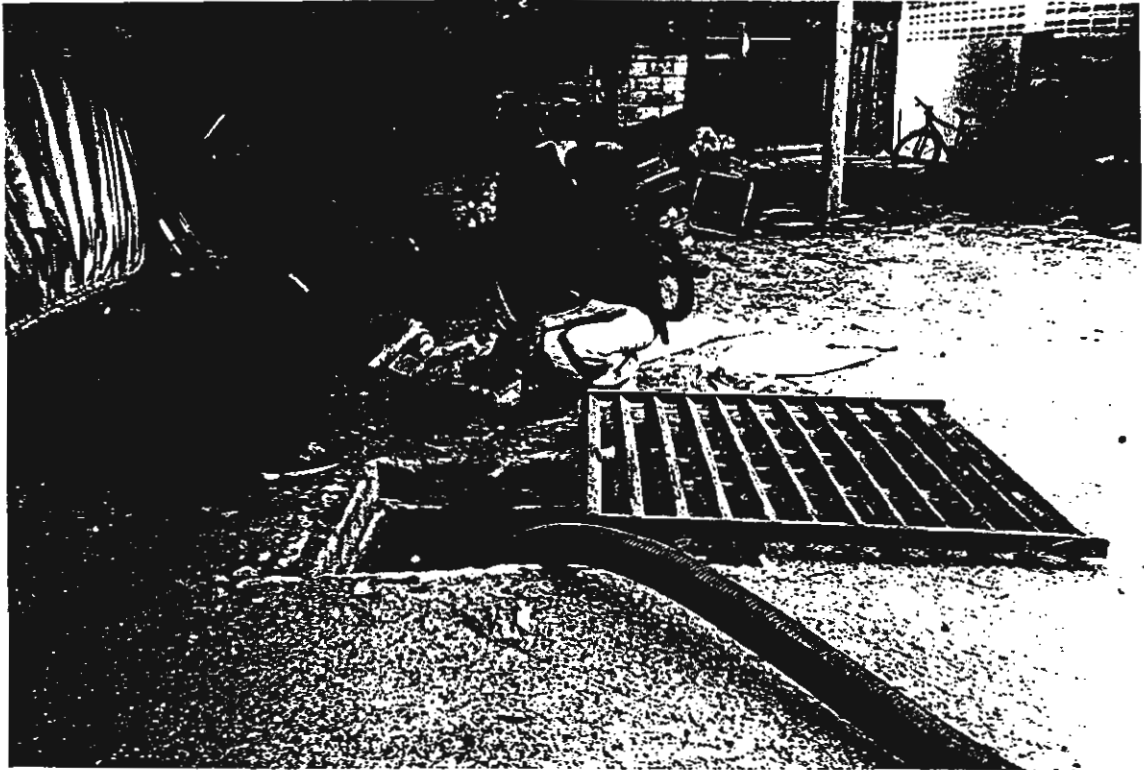
	Action	Sample ID	Curve ID	X	M	Abs.	BKG	Conc. (ppm)	Actual Conc.	CV(%)	SD	Date	Tim
166	UNK [35]		1			0.0195	0.0000	0.0420	0.0420			2002/10/02	16:34
167	UNK [35]-AV		1			0.0202	0.0000	0.0434	0.0434	5.5387	0.0011	2002/10/02	16:33
168	UNK [36]		1			0.0357	0.0000	0.0768	0.0768			2002/10/02	16:35
169	UNK [36]		1			0.0334	0.0000	0.0718	0.0718			2002/10/02	16:35
170	UNK [36]		1			0.0344	0.0000	0.0739	0.0739			2002/10/02	16:35
171	UNK [36]-AV		1			0.0345	0.0000	0.0742	0.0742	3.4010	0.0012	2002/10/02	16:35
172	UNK [37]		1			-0.0006	0.0000	-0.0012	-0.0012			2002/10/02	16:36
173	UNK [37]		1			-0.0005	0.0000	-0.0010	-0.0010			2002/10/02	16:36
174	UNK [37]		1			-0.0006	0.0000	-0.0012	-0.0012			2002/10/02	16:37
175	UNK [37]-AV		1										
176	BLK					-0.0009	0.0000					2002/10/02	16:37
177	UNK [38]		1			0.2157	0.0000	0.4637	0.4637			2002/10/02	16:38
178	UNK [38]		1			0.2157	0.0000	0.4636	0.4636			2002/10/02	16:38
179	UNK [38]		1			0.2164	0.0000	0.4653	0.4653			2002/10/02	16:38
180	UNK [38]-AV		1			0.2159	0.0000	0.4642	0.4642	0.2045	0.0004	2002/10/02	16:38
181	UNK [39]		1			0.0457	0.0000	0.0983	0.0983			2002/10/02	16:39
182	UNK [39]		1			0.0444	0.0000	0.0954	0.0954			2002/10/02	16:39
183	UNK [39]		1			0.0460	0.0000	0.0990	0.0990			2002/10/02	16:39
184	UNK [39]-AV		1			0.0454	0.0000	0.0976	0.0976	1.9383	0.0009	2002/10/02	16:39
185	UNK [40]		1			0.0551	0.0000	0.1185	0.1185			2002/10/02	16:40
186	UNK [40]		1			0.0541	0.0000	0.1162	0.1162			2002/10/02	16:40
187	UNK [40]		1			0.0566	0.0000	0.1216	0.1216			2002/10/02	16:41
188	UNK [40]-AV		1			0.0553	0.0000	0.1188	0.1188	2.2869	0.0013	2002/10/02	16:40
189	UNK [41]		1			0.0357	0.0000	0.0768	0.0768			2002/10/02	16:42
190	UNK [41]		1			0.0380	0.0000	0.0818	0.0818			2002/10/02	16:42
191	UNK [41]		1			0.0384	0.0000	0.0826	0.0826			2002/10/02	16:42
192	UNK [41]-AV		1			0.0374	0.0000	0.0804	0.0804	3.9089	0.0015	2002/10/02	16:42
193	UNK [42]		1			0.0065	0.0000	0.0140	0.0140			2002/10/02	16:43
194	UNK [42]		1			0.0076	0.0000	0.0163	0.0163			2002/10/02	16:43
195	UNK [42]		1			0.0084	0.0000	0.0180	0.0180			2002/10/02	16:43
196	UNK [42]-AV		1			0.0075	0.0000	0.0161	0.0161	12.3835	0.0009	2002/10/02	16:43
197	UNK [43]		1			0.0023	0.0000	0.0050	0.0050			2002/10/02	16:44
198	UNK [43]		1			0.0015	0.0000	0.0032	0.0032			2002/10/02	16:44
199	UNK [43]		1			0.0025	0.0000	0.0053	0.0053			2002/10/02	16:44
200	UNK [43]-AV		1			0.0021	0.0000	0.0045	0.0045	24.7738	0.0005	2002/10/02	16:44
201	UNK [44]		1			0.0050	0.0000	0.0128	0.0128			2002/10/02	16:45
202	UNK [44]		1			0.0051	0.0000	0.0111	0.0111			2002/10/02	16:45
203	UNK [44]		1			0.0054	0.0000	0.0115	0.0115			2002/10/02	16:45
204	UNK [44]-AV		1			0.0055	0.0000	0.0118	0.0118	7.7916	0.0004	2002/10/02	16:45
205	UNK [45]		1			0.1183	0.0000	0.2544	0.2544			2002/10/02	16:46
206	UNK [45]		1			0.1178	0.0000	0.2532	0.2532			2002/10/02	16:46
207	UNK [45]		1			0.1174	0.0000	0.2523	0.2523			2002/10/02	16:46
208	UNK [45]-AV		1			0.1178	0.0000	0.2533	0.2533	0.4100	0.0005	2002/10/02	16:46
209	UNK [46]		1			0.0300	0.0000	0.0644	0.0644			2002/10/02	16:47
210	UNK [46]		1			0.0180	0.0000	0.0388	0.0388			2002/10/02	16:47
211	UNK [46]		1			0.0279	0.0000	0.0600	0.0600			2002/10/02	16:47
212	UNK [46]-AV		1			0.0253	0.0000	0.0543	0.0543	25.3398	0.0064	2002/10/02	16:47
213	UNK [47]		1			0.0368	0.0000	0.0791	0.0791			2002/10/02	16:48
214	UNK [47]		1			0.0360	0.0000	0.0774	0.0774			2002/10/02	16:48
215	UNK [47]		1			0.0339	0.0000	0.0729	0.0729			2002/10/02	16:48
216	UNK [47]-AV		1			0.0356	0.0000	0.0765	0.0765	4.1838	0.0015	2002/10/02	16:48
217	UNK [48]		1			0.0087	0.0000	0.0144	0.0144			2002/10/02	16:49
218	UNK [48]		1			0.0083	0.0000	0.0136	0.0136			2002/10/02	16:49
219	UNK [48]		1			0.0067	0.0000	0.0143	0.0143			2002/10/02	16:50
220	UNK [48]-AV		1			0.0066	0.0000	0.0141	0.0141	3.2558	0.0002	2002/10/02	16:49



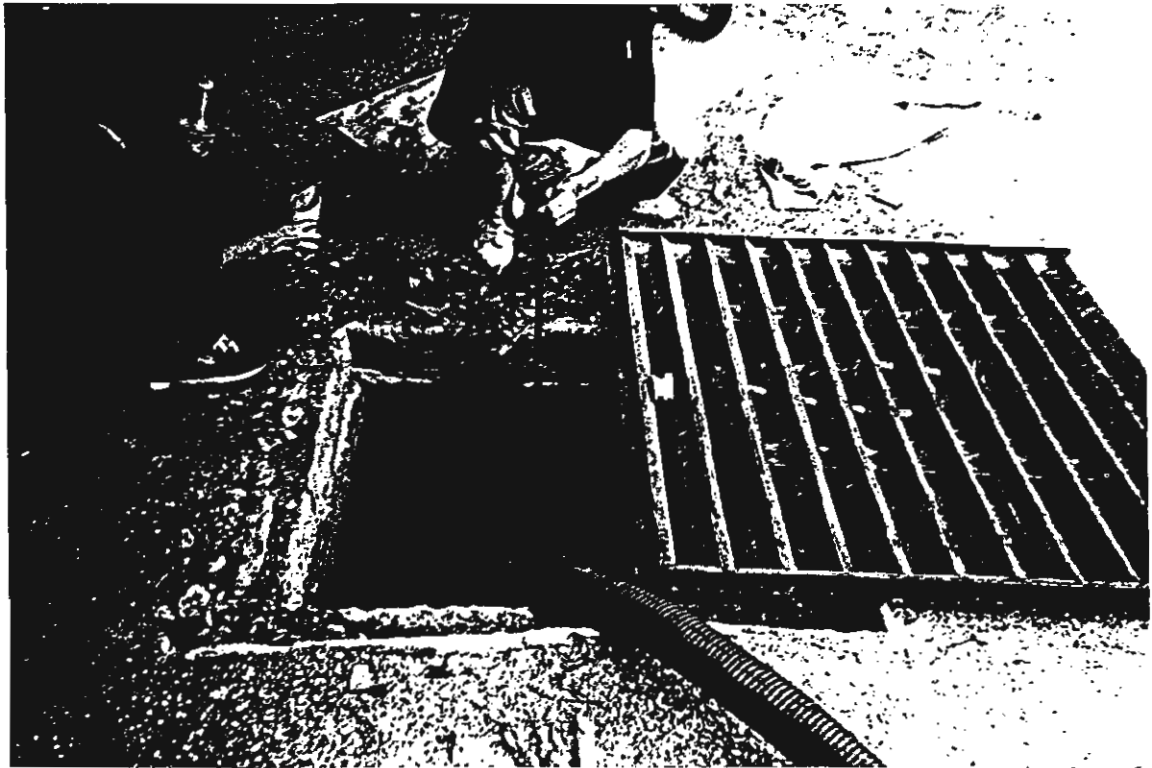
รูปแสดงการวิเคราะห์หาคลอไรด์



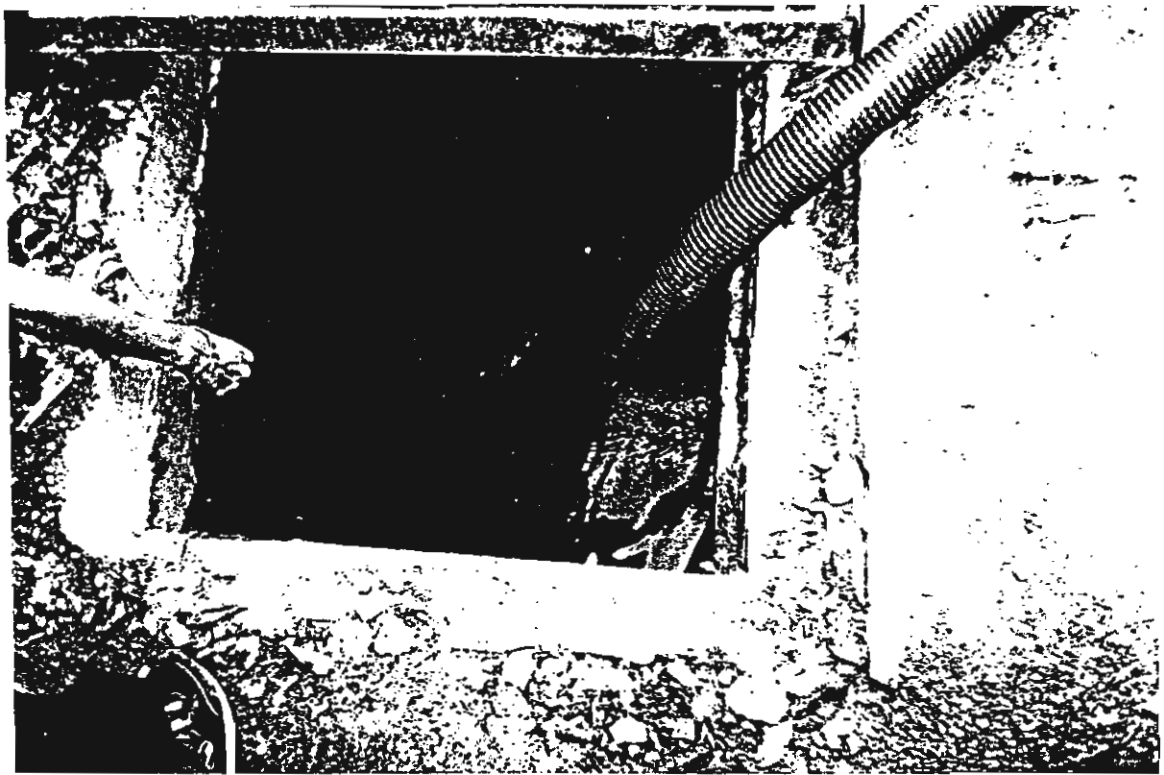
รูปแสดงหน้าบ้านคันฉั่ง



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำทิ้งรวมของบ้านคันผึ่ง



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำทิ้งรวมของบ้านคันผึ่ง



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำทิ้งรวมของบ้านคันผึ่ง



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างดิน



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากกระทะ



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากกระทะ



รูปแสดงกรรมวิธีในการย้อมผ้ามัดย้อม



รูปแสดงการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อล้างผ้า



รูปแสดงการวิเคราะห์หาโลหะหนักโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
(AAS)



รูปแสดงการวิเคราะห์หาโลหะหนักโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
(AAS)



รูปแสดงการวิเคราะห์หาโลหะหนักโดยใช้เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
(AAS)

แบบประเมินรายงานการวิจัยการศึกษาปัญหาชุมชน โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์

เรื่อง เคมี่สิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้.....ศึกษาระดับมัธยมศึกษาปีที่ ๓ โรงเรียนวัดหนองโพธิ์

ชื่อ.....นางสาว (พี่ 3).....รหัสประจำตัว.....หมู่เรียน ๖๔.๖๔.๑.....

กลุ่มที่.....๓.....ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	ความสำคัญและความชัดเจน		✓			
2.	การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง		✓			
3.	ความเหมาะสมของการออกแบบการวิจัย	✓				
4.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย		✓			
5.	ความเหมาะสมของการเก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง	✓				
6.	ความถูกต้อง เหมาะสมของการวิเคราะห์ข้อมูล	✓				
7.	การสรุปและอภิปรายผลการวิจัย	✓				
8.	ความถูกต้องและความเหมาะสมของรูปแบบการอ้างอิง		✓			
9.	ความเหมาะสมของภาคผนวกและรูปแบบรายงานการวิจัย	✓				
10.	คุณภาพประโยชน์ทางวิชาการของงานวิจัย	✓				
	รวม	30	16			
	รวมทั้งสิ้น	46				
	ระดับคะแนน	46/50	18.4			

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	ระดับคะแนน
40-50	A
37-39	B ⁺
34-36	B
31-33	C ⁺
28-30	C
25-27	D ⁺
22-24	D
ต่ำกว่า 21	E

ตัวอย่างแบบประเมินการเรียนรู้

แบบบันทึกคะแนนการตรวจรายงาน

เรื่อง.....

วิชา.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

หัวข้อ	ระดับคะแนน				
	ดีมาก (5)	ดี (4)	ปานกลาง (3)	พอใช้ (2)	ต้องปรับปรุง (1)
1. เนื้อหา ☐ ความสมบูรณ์ของเนื้อหา ☐ ความถูกต้องของเนื้อหา					
2. ความรู้ความเข้าใจ					
3. ความหลากหลายของแหล่งข้อมูล					
4. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อมูล ☐ การวิเคราะห์เนื้อหาที่เกี่ยวข้อง ☐ การสังเคราะห์ข้อมูล					
5. ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ☐ เอกถัักษณ์ของงาน					
6. รูปแบบการนำเสนอ ☐ ความถูกต้อง ☐ ภาษาที่ใช้ในการเขียน					
7. การอ้างอิง ☐ ความถูกต้องของรูปแบบ ☐ ความสมบูรณ์ของการอ้างอิง					
คะแนนรวม					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดตะ)

แบบประเมินเอกสารทางวิชาการ (รายงาน , คู่มือ)

เรื่อง เคมีสิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	ความถูกต้องตามหลักวิชา					
	1.1 เนื้อหา ข้อเท็จจริง					
	1.2 หลักฐานเอกสารการอ้างอิง ข้อมูลที่ใช้					
	1.3 แนวคิด ความรู้ และตัวอย่าง					
2.	ความสามารถในการเขียน					
	2.1 ความชัดเจนในแนวคิด / นำเสนอ					
	2.2 ความถูกต้องและความเหมาะสม การใช้ภาษา					
	2.3 ความเหมาะสมของรูปแบบการเขียนและ การอ้างอิง					
3.	รูปแบบและลักษณะผลงาน					
	3.1 การพิมพ์และความประณีต					
	3.2 บรรณานุกรมและภาคผนวก					
4.	คุณประโยชน์ทางวิชาการ					
	4.1 ประโยชน์ด้านความก้าวหน้าทางวิชาการ					
	4.2 ประโยชน์ด้านการประยุกต์เพื่อชีวิตและ สังคม					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

แบบประเมินรายงานการวิจัย

เรื่อง เคมีสิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่..... ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	ความสำคัญและความชัดเจน					
2.	การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง					
3.	ความเหมาะสมของการออกแบบการวิจัย					
4.	ความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย					
5.	ความเหมาะสมของการเก็บข้อมูลและกลุ่มตัวอย่าง					
6.	ความถูกต้องเหมาะสมของการวิเคราะห์					
7.	การสรุปและอภิปรายผลการวิจัย					
8.	ความถูกต้องและความเหมาะสมของรูปแบบการอ้างอิง					
9.	ความเหมาะสมของภาคผนวกและรูปแบบรายงานการวิจัย					
10.	คุณประโยชน์ทางวิชาการของงานวิจัย					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

แบบประเมินแฟ้มผลงาน

เรื่อง เคมีสิ่งแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่..... ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	คุณภาพของใบงานและการเตรียมงาน					
	1.1 ความถูกต้องและความสอดคล้องการเขียนใบงาน					
	1.2 ความชัดเจนของแนวคิดและรูปแบบกาโฆษณา					
	1.3 ความเหมาะสมและความสวยงามของแบบร่างโครงร่าง (LAYOUT)					
2.	คุณภาพของชิ้นงาน (ภาพถ่าย / ต้นแบบ สิ่งพิมพ์โฆษณา)					
	2.1 คุณภาพของแสงตามแบบร่าง					
	2.2 ความสมบูรณ์ของสิ่งพิมพ์					
	2.3 ความคมชัดและการเน้นจุดสนใจ					
	2.4 องค์ประกอบของภาพและข้อความถูกต้อง ตามหลักการออกแบบ					
	2.5 ความเหมาะสมและความสวยงามของชิ้นงานสิ่งพิมพ์โฆษณา					
3.	รูปแบบและลักษณะของแฟ้มงาน (รูปแบบการนำเสนอ ความสมบูรณ์และความประณีต)					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

แบบประเมินพฤติกรรมการเรียนรู้

เรื่อง เคนี่สังแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	ความมีวินัย					
	1.1 ความตรงต่อเวลา					
	1.2 ความรับผิดชอบ					
2.	จิตพิสัยในการเรียน					
	2.1 ใจรัก พอใจในการเรียน					
	2.2 เฝ้ารอเวลาและสุ่มไม่ก่อกวน					
	2.3 ใส่ใจและไม่ละเลย					
	2.4 พิจารณาใคร่ครวญและปรับปรุง					
3.	พฤติกรรมในการแสดงออก					
	3.1 ตั้งใจและเรียนอย่างมุ่งมั่น					
	3.2 คิดเป็นและคิดอย่างชาญฉลาด					
	3.3 กล้าซักถามและแสดงความคิดเห็น					
	3.4 จดบันทึกสิ่งที่เรียนรู้					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	ระดับคะแนน
40-50	A
37-39	B
34-36	B
31-33	C
28-30	C
25-27	D
22-24	D
ต่ำกว่า 21	F

แบบประเมินพฤติกรรมการทำงาน

เรื่อง เหมี่สังแวดล้อม

หน่วยการเรียนรู้ที่.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่..... ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	พฤติกรรมการทำงานกลุ่ม					
	1.1 การรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
	1.2 การซักถามและแสดงความคิดเห็น					
	1.3 การให้ความร่วมมือในกิจกรรมกลุ่ม					
	1.4 ความสามัคคี					
	1.5 การเป็นผู้นำและผู้ตามที่ดี					
2.	ทักษะการทำงาน					
	2.1 ความพร้อมในการฝึกปฏิบัติ					
	2.2 ปฏิบัติงานตามขั้นตอน					
	2.3 ปฏิบัติงานอย่างคล่องแคล่ว					
	2.4 ใ้และบำรุงรักษาเครื่องมือถูกต้อง					
	2.5 ผลงานสมบูรณ์และสวยงาม					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน

(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	ระดับคะแนน
40-50	A
37-39	B
34-36	B
31-33	C
28-30	C
25-27	D
22-24	D
ต่ำกว่า 21	F

แบบประเมินรายงานพฤติกรรมกรรมการนำเสนอ
เรื่อง เคมี่สิ่งแวดลอม

หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

กลุ่มที่ ชื่อกลุ่ม.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	ความถูกต้อง					
	1.1 เนื้อหา ข้อเท็จจริง					
	1.2 หลักฐาน การอ้างอิง ข้อมูลที่ใช้					
	1.3 แนวคิด ความรู้ ตัวอย่าง					
2.	ความสามารถในการเขียนรายงาน (สาระนิพนธ์)					
	2.1 ความชัดเจนในการสื่อสาร / การนำเสนอ					
	2.2 การใช้ภาษาและความสอดคล้องของเนื้อหา					
	2.3 รูปแบบการเขียนตามหลักวิชาการ					
3.	สื่อเพื่อการนำเสนอ					
	3.1 ความสมบูรณ์ของเอกสาร (การพิมพ์ที่มา)					
	3.2 ความเหมาะสมและชัดเจนของสื่อ					
	3.3 ความน่าสนใจและสร้างความเข้าใจของสื่อ					
4.	การนำเสนอ					
	4.1 กระชับ ได้เนื้อหา ชัดเจน สมบูรณ์ และจิตวิทยาดี					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(อาจเรขาคณิต ขอดและ)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	ระดับคะแนน
40-50	A
37-39	B
34-36	B
31-33	C
28-30	C
25-27	D
22-24	D
ต่ำกว่า 21	F

แบบประเมินพฤติกรรมการฝึกปฏิบัติ

เรื่อง โครงการอบรมคุณธรรมและกระบวนทัศน์ การเรียนวิทยาศาสตร์กับการดำรงชีวิตในห้อง
หน่วยการเรียนรู้.....

ชื่อ..... รหัสประจำตัว..... หมู่เรียน.....

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
1.	กุศลธรรมที่เพิ่มขึ้น					
	1.1 มีความเชื่อมั่นศรัทธาในหลักธรรม (ศรัทธา)					
	1.2 มีระเบียบวินัยในชีวิต (ศีล)					
	1.3 เกิดการเรียนรู้ในหลักธรรม (สุตะ)					
	1.4 มีน้ำใจ สามารถลดละกิเลส ความโลภ ความโกรธ ความหลง (จาคะ)					
	1.5 รู้เข้าใจในความจริงของสิ่งทั้งหลาย (ปัญญา)					
2.	การทำหน้าที่ต่อธรรม					
	2.1 รู้เข้าใจปัญหาชีวิต (ทุกข์)					
	2.2 สามารถค้นหาสาเหตุของปัญหาชีวิต (สมุทัย)					
	2.3 สามารถกำหนดจุดมุ่งหมายในการแก้ ปัญหาชีวิต (นิโรธ)					
	2.4 ลงมือปฏิบัติธรรม ทาน ศีล ภavana (มรรค)					
3.	สภาพจิตขณะปฏิบัติธรรม					
	3.1 มีความเข้มแข็ง เบิกบาน (ปราโมทย์)					
	3.2 มีความปลื้มใจ อิ่มใจ (ปีติ)					
	3.3 มีความรู้สึกผ่อนคลายการใจ สบาย (ปีติสัทธิ)					
	3.4 มีความสุข โล่งใจ ไม่บีบคั้น (สุข)					

ที่	รายการ	ระดับพฤติกรรม				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	พอใช้	ต้องปรับปรุง
		(5)	(4)	(3)	(2)	(1)
	3.5 ใจกว้าง สบอยู่กับสิ่งที่ทำ ไม่ฟุ้งซ่าน วอกแวก (สมาธิ)					
	รวม					
	รวมทั้งสิ้น					
	ระดับคะแนน					

ลงชื่อ ผู้ประเมิน
(อาจารย์ชาญ ยอดละ)

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน	ระดับคะแนน
40-50	A
37-39	B
34-36	B
31-33	C
28-30	C
25-27	D
22-24	D
ต่ำกว่า 21	F

แบบตั้งเกตุ

1501

หน่วยที่

โครงการบูรณาการการจัดการศึกษาเพื่อท้องถิ่น : กรณีศึกษา วิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ชุมชนบ้านแม่แฝด

อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

สิ่งที่สังเกต.....วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

ที่	วัตถุประสงค์	ประเด็นการสังเกต	สถานที่/เวลา	ผลการสังเกต	หมายเหตุ

สรุปผลการสังเกต

[illegible]

แบบประเมินผลการเรียนรู้

วิชา เคมีสิ่งแวดล้อม (Environmental Chemistry)

หมู่เรียน วส.42.ค4.1

ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2545

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม

คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

ตอนที่ 1 **แบบประเมินตนเอง ประกอบการเรียนการสอน รายวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม**

คำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	ก่อนการเรียนรู้					จบการเรียนรู้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
1. นักศึกษามีความเข้าใจในการเรียนรู้และมีความสุขระหว่างการเรียนรู้	10.53	26.31	31.58	31.58	-	-	68.42	31.58	-	-
2. นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและเครื่องมือชั้นสูง	-	5.26	36.84	57.90	-	5.26	73.68	21.06	-	-
3. นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม	-	-	52.63	47.37	-	10.53	47.37	42.10	-	-
4. บทบาทของนักศึกษาการทำงานเพื่อแก้ปัญหาชุมชน	-	-	26.31	63.16	10.53	15.80	42.10	42.10	-	-
5. กระบวนการพัฒนาใหม่ของนักวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการทำงาน (ใช้ชุมชนเป็นสถานที่เรียนรู้ไม่อยู่เฉพาะในห้องปฏิบัติการ	-	21.05	31.58	42.11	5.26	26.32	52.63	21.05	-	-
6. การเรียนรู้การปฏิบัติการทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบใหม่ โดยยึดเอาชุมชนเป็นกลุ่มเป้าหมายการเรียนรู้และศึกษาจากสภาพปัญหาที่แท้จริง	5.26	10.53	36.84	42.11	5.26	15.79	63.19	21.05	-	-
7. นักศึกษามีโอกาสตัดสินใจ พิจารณา และประเมินข้อมูลจากการเรียนรู้	-	15.79	57.89	26.89	-	21.05	63.16	15.79	-	-
8. การแก้ปัญหาและการวิเคราะห์อย่างละเอียด	-	10.53	57.89	31.58	-	10.53	63.16	36.31	-	-
9. การเสียดสี ผลประโยชน์ส่วนตนมุ่งการทำงานเป็นกลุ่มและความสามัคคี	10.53	5.26	68.42	15.79	-	26.32	52.63	21.05	-	-
10. การวางแผนและการเตรียมตัวก่อนการลงมือปฏิบัติสิ่งใดเสมอ	5.26	10.53	15.79	63.16	5.26	5.26	57.90	36.84	-	-
11. การตรวจสอบและการติดตามผลการทำงานสม่ำเสมอ	-	10.53	57.89	31.58	-	-	68.42	31.58	-	-
12. การปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างมีประสิทธิภาพ	-	21.05	52.63	26.32	-	10.56	52.63	36.84	-	-

ตอนที่ 1 (ต่อ)

คำถาม	ระดับความคิดเห็น									
	ก่อนการเรียนรู้					จบการเรียนรู้				
	5	4	3	2	1	5	4	3	2	1
13. การใช้ทรัพยากร (วัสดุ แรงงาน อุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือ ฯลฯ) ได้อย่างเหมาะสม	-	15.79	52.63	31.58	-	26.32	52.63	21.05	-	-
14. นักศึกษามีจิตใจหนักแน่นไม่อ่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงง่าย	5.26	10.53	47.37	36.84	-	-	36.84	52.63	10.53	-
15. นักศึกษามีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่น	-	21.05	57.90	21.05	-	5.26	68.42	26.32	-	-
16. นักศึกษามีความซื่อสัตย์สุจริต ต่อตนเอง และผู้อื่น	15.80	42.10	42.10	-	-	26.32	63.15	10.53	-	-
17. ความตระหนักต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสารพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อม	10.53	10.53	68.42	5.26	5.26	31.58	63.16	5.26	-	-
18. มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน รวมทั้งการเรียนรู้ที่ใช้ชุมชนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้	5.26	21.05	52.64	21.05	-	10.93	52.63	36.84	-	-
19. มีทัศนคติต่ออาจารย์ และเพื่อน ในการทำงานและการเรียนรู้	10.53	36.84	47.37	5.26	-	21.05	63.16	15.79	-	-
20. มีมนุษยสัมพันธ์อันดี กับคนรอบข้าง ผู้อื่นและชุมชน	5.26	52.63	26.32	15.79	-	15.79	63.16	21.05	-	-
21. มีโอกาสได้นำไปสู่ชุมชน และเกิดการทำงานในพื้นที่จริง	-	31.58	42.10	26.32	-	21.05	57.90	21.05	-	-
22. ได้พัฒนา คุณธรรม จริยธรรมควบคู่กับการเรียนรู้	-	15.78	52.64	31.58	-	21.05	57.90	21.05	-	-
23. มีบุคลิกภาพของความเป็นผู้นำ กล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าทำ	-	10.53	73.68	15.79	-	5.26	63.16	31.58	-	-
24. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยไม่ยึดติดในตำรา เอกสาร อาคาร เพียงอย่างเดียว	-	15.79	57.90	21.05	5.26	10.53	52.63	36.84	-	-
25. การเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้ห้องเรียน ห้องปฏิบัติการ และชุมชน	-	26.32	63.51	10.53	-	15.79	63.16	21.05	-	-

จากแบบสอบถาม ตอนที่ 1 เกี่ยวกับการประเมินตนเอง นักศึกษาได้แสดงความคิดเห็นไว้แตกต่างกัน สรุปได้ว่า

1. นักศึกษามีความใฝ่รู้ในการเรียนรู้และมีความสุขระหว่างการเรียนรู้ ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 31.58 รองลงมาตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 26.37 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.58
2. นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับการปฏิบัติงานในห้องปฏิบัติการและเครื่องมือขั้นสูง ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 36.84 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 73.68 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.06
3. นักศึกษามีความรู้เกี่ยวกับรายวิชาเคมีสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลางถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 47.37 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 42.10
4. บทบาทของนักศึกษาการทำงานเพื่อแก้ปัญหาชุมชนส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 26.31 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมากถึงปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.10 รองลงมาตอบว่าดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 15.80
5. กระบวนทัศน์ใหม่ของนักวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมกับการทำงาน (ใช้ชุมชนเป็นสถานที่เรียนรู้ไม่อยู่เฉพาะในห้องปฏิบัติการส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 42.11 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าดีมากคิดเป็นร้อยละ 26.32
6. การเรียนรู้การปฏิบัติการทางห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์แบบใหม่ โดยยึดเอาชุมชนเป็นกลุ่มเป้าหมายการเรียนรู้และศึกษาจากสภาพปัญหาที่แท้จริงส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 42.11 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.84 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่าดีมากคิดเป็นร้อยละ 21.05
7. นักศึกษามีโอกาสตัดสินใจ พิจารณา และประเมินข้อมูลจากการเรียนรู้ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 26.32 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05
8. การแก้ปัญหาและการวิเคราะห์อย่างละเอียดส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.31

9. การเสียสละ ผลประโยชน์ส่วนตัวคน มุ่งการทำงานเป็นกลุ่มและความสามัคคีส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.31

10. การวางแผนและการเตรียมตัวก่อนการลงมือปฏิบัติสิ่งใดเสมอส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 15.79 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84

11. การตรวจสอบและการติดตามผลการทำงานสม่ำเสมอส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.58

12. การปฏิบัติงานตามหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างมีประสิทธิภาพส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 26.32 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84

13. การใช้ทรัพยากร (วัสดุ แรงงาน อุปกรณ์ สารเคมี เครื่องมือ ฯลฯ) ได้อย่างเหมาะสมส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.32

14. นักศึกษามีจิตใจหนักแน่นไม่อ่อนไหวหรือเปลี่ยนแปลงง่ายส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 36.84 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84

15. นักศึกษามีความเชื่อมั่นในความคิดของตนเองและยอมรับความคิดเห็นของคนอื่นส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาตอบว่าดีมากถึงน้อย คิดเป็นร้อยละ 21.05 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.32

16. นักศึกษามีความซื่อสัตย์สุจริต ต่อตนเอง และผู้อื่นส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.10 รองลงมาตอบว่าดีที่สุดในน้อย คิดเป็นร้อยละ 15.80 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.15 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.32

17. ความตระหนักต่อปัญหาที่เกิดขึ้นในชุมชนที่เกี่ยวข้องกับปัญหาสารพิษตกค้างต่อสิ่งแวดล้อมส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 68.42 รองลงมาตอบว่าดีที่สุดในที่สุดถึงมาก คิดเป็นร้อยละ 10.53 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 34.158

18. มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน รวมทั้งการเรียนรู้ที่ใช้ชุมชนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 52.64 รองลงมาตอบว่าดีมากถึงปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84

19. มีทัศนคติต่ออาจารย์ และเพื่อน ในการทำงานและการเรียนรู้ ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่าดีมากคิดเป็นร้อยละ 36.84 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05

20. มีมนุษยสัมพันธ์อันดี กับคนรอบข้าง ผู้อื่นและชุมชนส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้อยู่ในเกณฑ์ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.32 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05

21. มีโอกาสได้นำไปสู่ชุมชน และเกิดการทำงานในพื้นที่จริงส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.10 รองลงมาตอบว่าดีมากคิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05

22. ได้พัฒนา คุณธรรม จริยธรรมควบคู่กับการเรียนรู้ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 52.62 รองลงมาตอบว่าน้อยคิดเป็นร้อยละ 31.58 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05

23. มีบุคลิกภาพของความเป็นผู้นำ กล้าคิด กล้าตัดสินใจ กล้าทำส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 73.68 รองลงมาตอบว่าน้อยคิดเป็นร้อยละ 15.79 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.58

24. การปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ โดยไม่ยึดติดในตำรา เอกสาร อาการเพียงอย่างเดียว ส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 57.90 รองลงมาตอบว่าน้อยคิดเป็นร้อยละ 21.05 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84

25. การเรียนรู้แบบบูรณาการโดยใช้ห้องส่วนใหญ่ก่อนการเรียนรู้ที่อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 63.15 รองลงมาตอบว่าน้อยคิดเป็นร้อยละ 26.32 ส่วนหลังจบการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่าดีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาปานกลางคิดเป็นร้อยละ 21.05

ตอนที่ 2 แบบประเมินกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้

มีจำนวนทั้งหมด 5 ข้อ ซึ่งเป็นกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้ให้ใช้เครื่องหมายตามความเหมาะสม

คำถาม	ระดับความคิดเห็น				
	5	4	3	2	1
1.การเรียนรู้การใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ (เครื่องมือขั้นสูง)	15.79	73.68	10.53	-	-
2. การเรียนรู้บทบาทของนักวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในฐานะนักพัฒนา (ชุมชน) กับการแก้ปัญหาชุมชน	-	78.95	21.05	-	-
3. การปรับปรุงคุณธรรมในการดำรงชีวิตเพื่อแก้ปัญหาชุมชนและการทำงานในฐานะนักวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม	10.53	73.68	15.79	-	-
4. การปฏิบัติงานในพื้นที่จริง (ศึกษาโดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งการเรียนรู้)	42.11	52.63	5.26	-	-
5. กิจกรรมกลุ่ม - ศึกษาปัญหาชุมชนโดยการนำหลักของการทำงานในห้องปฏิบัติการและการใช้เครื่องมือขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์สภาพปัญหาจริงของชุมชน	31.58	63.16	5.26	-	-

จากตารางในตอนที่ 2 เป็นการประเมินกิจกรรม ระหว่างการเรียนรู้ ส่วนมากเป็นนักศึกษา แสดงความคิดเห็นต่อคำถามในแต่ละข้อไว้ 3ระดับ คือดีที่สุด (5) ดีมาก (4) และปานกลาง (3) พบว่าคำถามเกี่ยวกับการเรียนรู้การใช้เครื่องมือในห้องปฏิบัติการ (เครื่องมือขั้นสูง) นักศึกษาส่วนใหญ่ตอบว่าได้เรียนรู้ดีมาก ฟังพอใจมาก คิดเป็นร้อยละ 73.68 รองลงมาตอบว่า ได้เรียนรู้อย่างดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 15.79 และร้อยละ 10.53 ตอบว่าได้เรียนรู้ระดับปานกลาง คำถามเกี่ยวกับการเรียนรู้บทบาทของนักวิชาการวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมในฐานะนักพัฒนา กับการแก้ปัญหาชุมชน ส่วนใหญ่ตอบว่าได้เรียนรู้ระดับดีมากคิดเป็นร้อยละ 73.68 รองลงมาตอบว่าได้เรียนรู้ระดับปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 15.79 และตอบว่าได้เรียนรู้ระดับดีมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 10.53 คำถามเกี่ยวกับการปฏิบัติงานในพื้นที่จริง ส่วนใหญ่ตอบว่า ได้เรียนรู้ดีมากคิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าได้เรียนรู้ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 42.11 นอกจากนั้นตอบว่าได้เรียนรู้ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 5.26 และคำถามเกี่ยวกับ กิจกรรมกลุ่ม – ศึกษาปัญหาชุมชนโดยการนำหลักของการทำงานในห้องปฏิบัติการ และการใช้เครื่องมือขั้นสูงทางวิทยาศาสตร์ในการวิเคราะห์สภาพปัญหาจริงของชุมชน ส่วนใหญ่ตอบว่าได้เรียนรู้ดีมากคิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่าได้เรียนรู้ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 31.58 และตอบว่าได้เรียนรู้ระดับปานกลางคิดเป็นร้อยละ 5.26

ตอนที่ 3 พฤติกรรมการเรียนของนักศึกษา

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาทางด้านเป็นคนชอบที่จะคิดด้วยตนเอง ทำงานด้วยความคิดของตนเองและมีความเชื่อมั่นในความสามารถของตน

ความคิดเห็น	ความถี่	ร้อยละ
มีพฤติกรรม	9	47.37
ไม่มีพฤติกรรม	10	52.63
รวม	19	100.00

จากตารางที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่มีพฤติกรรมชอบคิดด้วยตนเองทำงานด้วยความคิดของตนเองเชื่อมั่นในความสามารถของตนเอง คิดเป็นร้อยละ 47.37 และ ไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 52.63

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาทางด้านเนื้อหาวิชาที่เรียนส่วนใหญ่น่าสนใจ บรรยายภาสในห้องเรียนกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกลอยlakมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การเรียนโดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้

ความคิดเห็น	ความถี่	ร้อยละ
มีพฤติกรรม	14	73.68
ไม่มีพฤติกรรม	5	26.32
รวม	19	100.00

จากตารางที่ 3.2 แสดงให้เห็นว่านักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่คิดว่าวิชาที่เรียนส่วนใหญ่ที่น่าสนใจ บรรยายภาสในห้องเรียนกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกลอยlakมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน เช่น การเรียนโดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้ คิดเป็นร้อยละ 73.18 และไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 26.32

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาทางด้าน ความชอบที่จะทำงานร่วมกับผู้อื่น พยายามร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนและ เห็นว่าห้องเรียนเป็นที่ที่เหมาะสมที่สุดในการเรียนเนื้อหาและการมีกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน

ความคิดเห็น	ความถี่	ร้อยละ
มีพฤติกรรม	11	57.89
ไม่มีพฤติกรรม	8	42.11
รวม	19	100.00

จากตารางที่ 3.3 แสดงให้เห็น นักศึกษาที่มีพฤติกรรมชอบทำงานร่วมกับผู้อื่น พยายามที่ร่วมมือในกิจกรรมการเรียนการสอนและเห็นว่าห้องเรียน เป็นที่เหมาะสมที่สุดในการเรียนเนื้อหา และการมีกิจกรรมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนการสอน คิดเป็นร้อยละ 57.89 และไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 42.11

ตารางที่ 3.4 ตารางแสดงพฤติกรรมการเรียนรู้ของนักศึกษาทางด้านสิ่งที่กำหนดให้เรียนนั้นเหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการ ศึกษาแล้ว ทั้งยังเชื่อว่าอาจารย์คือแหล่งความรู้สำคัญและเพื่อนคือผู้ช่วยในการเรียนที่ สุด และท่านไม่ชอบบรรยากาศของการแข่งขันภายในห้องเรียน ชอบที่จะปฏิบัติตาม ความต้องการของผู้อื่น

ความคิดเห็น	ความถี่	ร้อยละ
มีพฤติกรรม	7	36.84
ไม่มีพฤติกรรม	12	63.16
รวม	19	100.00

จากตารางที่ 3.4 ให้เห็นว่านักศึกษาที่มีพฤติกรรมที่คิดว่าสิ่งที่กำหนดให้เรียนนั้นเหมาะสม สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการจัดการศึกษาแล้ว ทั้งยังเชื่อว่าอาจารย์คือแหล่งความรู้สำคัญและเพื่อนคือผู้ช่วยในการเรียนที่ สุด และท่าน ไม่ชอบบรรยากาศของการแข่งขันภายในห้องเรียน ชอบที่จะปฏิบัติตามความต้องการของผู้อื่นคิดเป็นร้อยละ 36.84 และไม่มีพฤติกรรมดังกล่าว คิดเป็นร้อยละ 63.16

ตารางที่ 3.5 ตารางแสดงพฤติกรรมการเรียนของนักศึกษาทางด้านที่จะพยายามกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าคนอื่น และคิดว่าบรรยากาศในห้องเรียนควรมีการแข่งขันเพื่อพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพของบุคคลให้สูงขึ้น

ความคิดเห็น	ความถี่	ร้อยละ
มีพฤติกรรม	6	31.58
ไม่มีพฤติกรรม	13	68.42
รวม	19	100.00

จากตารางที่ 3.5 แสดงให้เห็นว่านักศึกษา มีพฤติกรรมที่จะพยายามกระทำสิ่งต่าง ๆ ให้ดีกว่าคนอื่น และคิดว่าบรรยากาศในห้องเรียนควรมีการแข่งขันเพื่อพัฒนา และเพิ่มประสิทธิภาพของบุคคลให้สูงขึ้น คิดเป็นร้อยละ 31.58 และไม่มีพฤติกรรมดังกล่าวคิดเป็นร้อยละ 68.42

ส่วนที่ 4 แบบประเมินอาจารย์

หัวข้อ	ข้อ	รายการประเมิน	5	4	3	2	1
ด้านวิธีการสอน	1	อาจารย์บอกจุดมุ่งหมายของการเรียน ทุกชั่วโมง	10.53	47.37	36.84	5.26	-
	2	อาจารย์กำหนดเนื้อหาวิชาเหมาะสมกับ เวลาเรียนในแต่ละครั้ง	-	47.37	47.37	5.26	-
	3	อาจารย์มีวิธีการสอนที่กระตุ้นให้นัก ศึกษาคิดและตัดสินใจด้วยตนเอง	5.26	52.63	42.11	-	-
	4	อาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถาม ข้อสงสัยในเรื่องเรียน	36.84	47.37	15.79	-	-
	5	อาจารย์มีวิธีการสอนที่เน้นนักศึกษาเป็น ศูนย์กลางของการเรียนรู้	26.31	42.11	31.58	-	-
ด้านบูรณาการ	6	การสอนของอาจารย์สามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้	21.05	52.63	26.32	-	-
	7	อาจารย์มีวิธีสอนโดยเชื่อมโยงวิชาที่ เรียนกับความรู้อื่นๆ ได้	10.53	52.63	36.84	-	-
	8	อาจารย์ใช้สื่อประกอบการสอนที่หลากหลาย	15.79	21.05	47.37	15.79	-
	9	อาจารย์วิธีการสอน การกระตุ้นให้ผู้ เรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลทดลอง / การ ค้นคว้าและสรุปเป็นองค์ความรู้	21.05	63.16	15.79	-	-
	10	อาจารย์ประสบการณ์ให้ผู้เรียนรู้หลาย ๆ วิชาในเรื่องเดียวกัน	5.26	68.42	26.32	-	-
ด้านความรู้ ความสามารถ ของอาจารย์	11	อาจารย์มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ สอน	5.26	31.58	63.16	-	-
	12	ลักษณะการสอนแสดงว่าอาจารย์มีการ เตรียมการสอนที่ดี	5.26	42.11	47.37	5.26	-
	13	อาจารย์ตอบข้อสงสัยของนักศึกษาได้ อย่างชัดเจน	-	42.11	42.11	15.78	-
	14	อาจารย์มีคำราหรือเอกสารการสอน	-	42.11	47.37	10.52	-
	15	อาจารย์ใช้เนื้อหาและแบบฝึกหัดได้ อย่างเหมาะสมกับเรื่องที่สนใจ	-	36.84	52.63	10.53	-

ด้านการวัดผล ประเมินผล	16	อาจารย์แจ้งวิธีการวัดผลและแจ้งการ ประเมินผลล่วงหน้า	-	31.58	57.89	10.53	-
	17	อาจารย์มีวิธีการวัดผลหลายวิธี เช่น แบบฝึกหัด สอบย่อย ค้นคว้า รายงาน	42.10	21.31	31.58	-	-
	18	อาจารย์ตรวจงานและแจ้งผลการ ประเมินให้นักศึกษาทราบ	21.06	36.84	36.84	5.26	-
	19	อาจารย์มีวิธีการวัดผลที่สอดคล้องกับ เนื้อหา	10.53	52.63	31.58	5.26	-
	20	อาจารย์มีความยุติธรรมในการประเมิน ผลการเรียน	21.05	52.63	21.06	5.26	-
ด้านจรรยา บรรณมนุษย สัมพันธ์	21	อาจารย์เริ่ม – เลิกสอน ตรงเวลา	15.79	36.84	36.84	10.53	-
	22	อาจารย์มีความตั้งใจถ่ายทอดความรู้และ อบรมนักศึกษาให้เป็นพลเมืองดี	26.32	63.16	5.26	5.26	-
	23	อาจารย์ให้คำปรึกษาและความช่วย เหลือด้านการเรียนแก่นักศึกษา	31.58	63.16	5.26	-	-
	24	อาจารย์ให้คำแนะนำเรื่องอื่น ๆ และเป็น กันเองกับนักศึกษา	36.84	47.37	10.59	5.26	-
	25	อาจารย์รับฟังความคิดเห็นของนักศึกษา ทั้งด้านการเรียนและอื่น ๆ	26.32	57.89	-	15.79	-
คะแนนรวม			86				
คะแนนเฉลี่ย			3.44				

จากแบบสอบถาม ส่วนที่ 4 ซึ่งเป็นแบบประเมินอาจารย์ด้านต่างๆ พบว่า

1. ด้านวิธีการสอน

1.1 อาจารย์บอกจุดมุ่งหมายของการเรียนทุกชั่วโมง ส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.48

1.2 อาจารย์กำหนดเนื้อหาวิชาเหมาะสมกับเวลาเรียนในแต่ละครั้งส่วนใหญ่ตอบว่าอยู่ในเกณฑ์ คีมาก คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่าน้อย คิดเป็นร้อยละ 5.26

1.3 อาจารย์มีวิธีการสอนที่กระตุ้นให้นักศึกษาคิดและตัดสินใจด้วยตนเองส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 42.11

1.4 อาจารย์เปิดโอกาสให้นักศึกษาซักถามข้อสงสัยในเรื่องเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.84

1.5 อาจารย์มีวิธีการสอนที่เน้นนักศึกษาเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้ส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 42.11 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 31.58

2. ด้านบูรณาการ

2.1 การสอนของอาจารย์สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้รู้ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์คีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 26.32

2.2 อาจารย์มีวิธีสอนโดยเชื่อมโยงวิชาที่เรียนกับความรู้อื่น ๆ ได้รู้ส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 36.84

2.3 อาจารย์ใช้สื่อประกอบการสอนที่หลากหลายรู้ส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 21.05

2.4 อาจารย์วิธีการสอน การกระตุ้นให้ผู้เรียนร่วมกันวิเคราะห์ผลทดลอง / การค้นคว้าและสรุปเป็นองค์ความรู้รู้ส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่าดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 21.05

2.5 อาจารย์ประสบการณ์ให้ผู้เรียนรู้หลาย ๆ วิชาในเรื่องเดียวกันรู้ส่วนใหญ่ตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 68.42 รองลงมาตอบว่าปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 26.32

3 ด้านความรู้ความสามารถของอาจารย์

3.1 อาจารย์มีความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 31.58

3.2 ลักษณะการสอนแสดงว่าอาจารย์มีการเตรียมการสอนที่ดีส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 42.11

3.3 อาจารย์ตอบข้อสงสัยของนักศึกษาได้อย่างชัดเจนส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 42.11 รองลงมาตอบว่า คีมาก คิดเป็นร้อยละ 15.78

3.4 อาจารย์มีตำราหรือเอกสารการสอนส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลาง คิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่า ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 21.05

3.5 อาจารย์ใช้เนื้อหาและแบบฝึกหัดได้อย่างเหมาะสมกับเรื่องที่สนใจ ส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่า ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 36.84

4. ด้านการวัดผลและประเมิน

4.1 อาจารย์มีวิธีการวัดผลหลายวิธี เช่น แบบฝึกหัด สอบย่อย คั่นคว่ำ รายงานส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่า ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 31.58

4.2 อาจารย์มีวิธีการวัดผลหลายวิธี เช่น แบบฝึกหัด สอบย่อย คั่นคว่ำ รายงานส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.10 รองลงมาตอบว่า ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.58

4.3 อาจารย์ตรวจงานและแจ้งผลการประเมินให้นักศึกษาทราบส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 42.10 รองลงมาตอบว่า ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 31.58

4.4 อาจารย์มีวิธีการวัดผลที่สอดคล้องกับเนื้อหาส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 36.84 รองลงมาตอบว่า ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.84

4.5 อาจารย์มีความยุติธรรมในการประเมินผลการเรียนส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมากคิดเป็นร้อยละ 52.63 รองลงมาตอบว่า ดีมาก คิดเป็นร้อยละ 31.58

5. ด้านจรรยาบรรณมนุษยสัมพันธ์

5.1 อาจารย์เริ่ม – เลิกสอน ตรงเวลาส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ปานกลางร้อยละ 36.84 รองลงมาตอบว่า ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 15.79

5.2 อาจารย์มีความตั้งใจถ่ายทอดความรู้และอบรมนักศึกษาให้เป็นพลเมืองดีส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมากคิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่า ปานกลางคิดเป็นร้อยละ 26.32

5.3 อาจารย์ให้คำปรึกษาและความช่วยเหลือด้านการเรียนแก่นักศึกษาส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมากคิดเป็นร้อยละ 63.16 รองลงมาตอบว่า ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 31.55

5.4 อาจารย์ให้คำแนะนำเรื่องอื่น ๆ และเป็นกันเองกับนักศึกษาส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมากคิดเป็นร้อยละ 47.37 รองลงมาตอบว่า ดีที่สุด คิดเป็นร้อยละ 36.84

5.5 อาจารย์รับฟังความคิดเห็นของนักศึกษาทั้งด้านการเรียนและอื่น ๆ ส่วนใหญ่ตอบว่า อยู่ในเกณฑ์ดีมากคิดเป็นร้อยละ 57.89 รองลงมาตอบว่า ดีที่สุดคิดเป็นร้อยละ 26.32

ส่วนที่ 5 ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของนักศึกษาต่าง ๆ

1. ด้านความประทับใจมากที่สุดในการเรียนการสอนวิชานี้ (รวมถึงอาจารย์สื่อการสอนและตำราเรียนและวิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้จริง

ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของนักศึกษา

1. ได้ลงสัมผัสพื้นที่จริง ทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่น่าเบื่อ ได้ทำการทดลองเองทั้งหมด มีการช่วยเหลือกันของคนในกลุ่ม
2. ได้เรียนรู้ในการใช้เครื่องมือขั้นสูง
3. ประทับใจอาจารย์มีความเป็นกันเองกับนักศึกษา
4. ได้รู้ถึงการวางแผน เตรียมตัว ในการวิเคราะห์ปัญหาและผลที่เกิดขึ้นอย่างรอบคอบ

2. ด้านความประทับใจน้อยที่สุดในการเรียนการสอนในการเรียนการสอนวิชานี้ (รวมถึงอาจารย์สื่อการสอนและตำราเรียนและวิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้จริง

ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของนักศึกษา

1. ต้องออกนอกพื้นที่บ่อย
2. งานเยอะเกินไป ทำให้ไม่มีเวลาให้วิชาอื่น
3. การวางแผนในกิจกรรมไม่ชัดเจน
4. การวิเคราะห์ผลการศึกษาควรให้เวลามากกว่านี้

3. ด้านข้อคิดเห็น ปัญหาและข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับอาจารย์ผู้สอนและวิธีการสอนต่าง ๆ และวิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้จริง

ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของนักศึกษา

1. ต้องคิดเองทำเองทั้งหมด ซึ่งบางที่ผลที่ได้ไม่ดีเท่าที่ควร
2. ไม่สามารถวิเคราะห์ผลการศึกษาได้ทุกตัว
3. ควรมีการวางแผนตั้งแต่ต้น
4. ควรมีการแนะนำในการปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการ

5.ด้านข้อคิดเห็น ปัญหา และข้อเสนอแนะอื่น ๆ เกี่ยวกับตำราเรียนและสื่อการสอนต่าง ๆ และวิธีการเรียนรู้โดยใช้ชุมชนเป็นแหล่งเรียนรู้จริง

ข้อเสนอแนะ ความคิดเห็นของนักศึกษา

1. มีตำราและเอกสารไม่เพียงพอ
2. ไม่มีการอภิปรายผลและแลกเปลี่ยนผลการสรุปข้อคิดเห็นของแต่ละกลุ่ม
3. อาจารย์ควรมีการจัดทำรูปแบบเอกสารประกอบการเรียนการสอนเพื่อที่จะได้นำเอกสารดังกล่าวใช้อ้างอิงในการเรียนการสอนและการทำกิจกรรมมาได้

ผลการเรียนและการประเมิน การเรียนรู้

สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

โปรแกรมวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม รายวิชา เคมีสิ่งแวดล้อม (4063208) อ.ชาญ ยอดและ

ผลการเรียน ภาคเรียนที่ 1 / 2545 ภาคปกติ

ที่	รหัส	ชื่อ - สกุล	คะแนนเก็บ (65 %)		คะแนน ระหว่างภาค (15%)	คะแนน ปลายภาค (20%)	คะแนนรวม (100%)	เกรด
			งาน (55%)	จิตพิสัย (10%)				
1	42123202	น.ส.จิราภรณ์ คัดอ่าน	44.0	8	10.2	10.0	72	B
2	42123205	น.ส. นันทิรา ดั่งคำฟู	47.2	10	12.9	13.1	83	A
3	42123206	น.ส. ปิยะวรรณ นันดาบุญ	48.2	10	11.4	12.3	82	A
4	42123207	น.ส. พนากาญ กีก้อง	47.9	10	12.3	10.0	80	A
5	42123210	น.ส. วิริยา ไบโพธิ์	47.4	10	12.6	13.1	83	A
6	42123211	น.ส. สุธิดา แสนทองศิริ	47.4	10	12.0	8.3	78	B+
	42123213	น.ส. อรพิน อินตายวง	48.0	10	12.0	10.3	80	A
6	42123214	น.ส. อัครอนงค์ บุญโยทยาน	44.8	8	10.8	10.3	74	B
9	42123215	น.ส. อัมพร วุฒิปัญญา	47.8	10	13.4	11.8	83	A
10	42123218	นายโมดรี มูลกันทา	45.8	9	8.0	12.3	75	B+
11	42123219	นายสิงหา ทัดเทียมดาว	43.1	7.5	11.9	9.1	72	B
12	42123220	นายศิริวัฒน์ พวงมาลัย	42.7	8	5.6	8.3	65	C+
13	42123221	น.ส. วัฒนา ขุนทอง	47.9	10	12.5	11.2	81	A
14	42123222	น.ส. ทศนีย์ วงศ์คำ	47.4	10	11.9	11.5	81	A
15	42123223	นายวัฒนา ปัญญามณีศรี	43.2	8	7.8	5.2	64	C
16	42123224	น.ส. กาญจนา จันสา	47.8	10	11.4	11.1	80	A
	42123225	นายทวีศักดิ์ ทองอยู่	47.4	9	11.3	10.8	78	B+
18	42123226	นายบุษกร มณีเรือง	47.0	9	7.4	9.2	73	B
19	42123227	น.ส. อรุณ กัณธิยาใจ	46.9	10	12.3	10.2	79	B+
20	42123228	น.ส. เนตรนา ปันสวน	46.8	10	10.7	9.5	77	B+

สรุปเกรดที่ได้ดังนี้

A = 9
B+ = 5
B = 4
C+ = 1
C = 1
D+ = -
D = -
E = -
ขส = -
W = -

เกณฑ์การประเมินผล

คะแนนตั้งแต่ 80% ขึ้นไป = A
คะแนนระหว่าง 75 - 79% = B+
คะแนนระหว่าง 70 - 74% = B
คะแนนระหว่าง 65 - 69% = C+
คะแนนระหว่าง 60 - 64% = C
คะแนนระหว่าง 55 - 59% = D+
คะแนนระหว่าง 50 - 54% = D
คะแนนต่ำกว่า 50% = E

ที่	รหัส	ชื่อ - สกุล	ใบงาน 15 %							ใช้เครื่องมือ 10 %			ปฏิบัติการ (Practical) 10 %				รวมคะแนนเก็บ 55 %	รายงาน กิจกรรมวิเคราะห์ปัญหาชุมชน (ด.แม่แรง) 20 %
			รู้สความ Erin Brockovich (10)	ทาสควม Atmospheric Chemistry (10)	Atmospheric Chemical Reactions (10)	รายงาน การทำงานเพื่อสุขภาพท้องถิ่น (ISAC) (10)	รายงาน Organic Pollutant (10)	รายงาน Soil Pollution & Remediation (15)	สรุปคะแนน ใบงาน 15 %	ทดสอบการใช้เครื่องมือ (10)	ทดสอบการใช้เครื่องมือ AAS (10)	สรุปคะแนน การใช้เครื่องมือ (10%)	บทปฏิบัติการ วัดปริมาณตะกั่วในดิน (Pb) 10	บทปฏิบัติการ วัดปริมาณแมงกานีสในน้ำ (Mn)	บทปฏิบัติการ วัดปริมาณเหล็กในน้ำ (Fe) 10	สรุปคะแนน รายงานบทปฏิบัติการ (10%)		
1	42123202	น.ส.จิราภรณ์ คิดอ่าน	9.75	-	8.75	9.5	8.3	12.0	11.2	8.0	7.3	7.67	7.75	6.5	8.5	7.6	17.6	44.0
2	42123205	น.ส. นันทิรา ดังคำฟู	9.25	8.5	9.75	8.0	8.3	12.0	12.9	7.5	8.3	7.92	8.5	8	8.75	8.4	18	47.2
3	42123206	น.ส. ปิยะวรรณ นันทาบุญ	9	9.25	8.5	9.5	9.1	12.5	13.3	8.0	8.0	8.00	8.5	8.5	8.5	8.5	18.4	48.2
4	42123207	น.ส. พนากร กีก้อง	10	8.75	9.75	9.0	8.8	13.0	13.7	8.0	8.3	8.17	7.5	8.75	9	8.4	17.6	47.9
5	42123210	น.ส. วรียา ไบโพธิ์	9.5	8.25	8.5	9.5	8.3	13.0	13.2	8.0	8.0	8.00	8.5	8.75	8.5	8.6	17.6	47.4
6	42123211	น.ส. สุธิดา แส่นทรงศิริ	9.25	7.75	8.5	9.5	8.4	14.0	13.3	7.5	7.3	7.42	8.5	8.75	9	8.8	18	47.4
7	42123213	น.ส. อรพิน อินดาวยง	9.5	8.25	8.5	9.5	9.1	12.5	13.2	8.0	8.0	8.00	9	9	9.5	9.2	17.6	48.0
8	42123214	น.ส. อัครอนงค์ บุณโยทยาน	8.5	-	8.75	9.5	8.3	12.0	10.9	7.5	7.7	7.58	9	8.75	8.5	8.8	17.6	44.8
9	42123215	น.ส. อัมพร วุฒิปัญญา	9.5	7.5	8.75	9.5	8.4	14.0	13.3	8.0	7.7	7.83	7.5	8.75	8.5	8.3	16.4	47.8
10	421_3218	นายโมตรี มูลกันทา	9	8.25	8.5	9.5	8.3	12.5	12.9	7.5	7.7	7.58	7.5	6.5	9	7.7	17.6	45.8

ที่	รหัส	ชื่อ - สกุล	ใบงาน 15 %							ใช้เครื่องมือ 10 %			ปฏิบัติการ (Practical) 10 %				รายวน ศึกษรรวม (รวม) 20 %	รวมคะแนนเก็บ 55 %
			เรื่องความ Erin Brockovich (10)	ทดสอบ Atmosphere Chemistry (10)	Atmospheric Chemical Reactions (10)	รายงาน การทำงานเพื่อพัฒนาท้องถิ่น (ISAC) (10)	รายงาน Organic Pollutant (10)	รายงาน Soil Pollution & Remediation (15)	สรุปคะแนน ใบงาน 15 %	ทดสอบการใช้เครื่องมือ (10)	ทดสอบการใช้เครื่องมือ AAS (10)	สรุปคะแนน การใช้เครื่องมือ (10%)	บทปฏิบัติการ วิชาปริมาณธาตุสังกะสี (Pb) 10	บทปฏิบัติการ วิชาปริมาณธาตุแมงกานีส (Mn) 10	บทปฏิบัติการ วิชาปริมาณธาตุเหล็ก (Fe) 10	สรุปคะแนน รายงานปฏิบัติการ (10%)		
11	42123219	นายสิงหา ทัดเทียมดาว	8.5	9	9.75	9.5	8.3	12.0	13.2	7.5	7.0	7.25	8.5	5.5		4.7	18	43.1
12	42123220	นายภิรมณ์ พวงมาลัย	9.5	8.75	8.5	9.5	8.4	13.5	13.4	8.0	6.7	7.33	7.5	5.5		4.3	17.6	42.7
13	42123221	น.ส. วนา ขุนทอง	10	8.5	8.75	9.0	8.3	13.0	13.3	8.0	7.3	7.67	8.5	8.5	8.5	8.5	18.4	47.9
14	42123222	น.ส. ทศนีย์ วงศ์คำ	8.5	8.5	8.5	9.0	8.8	13.0	13.0	8.0	7.7	7.83	8	8	8.5	8.2	18.4	47.4
15	42123223	นายวัฒนา ปัญญามณีศรี	-	6.25	8.5	8.0	8.8	12.5	10.2	8.0	6.8	7.42	8.5	5.5	8.75	7.6	18	43.2
16	42123224	น.ส. กาญจนา จันสา	9.5	7.75	8.5	9.5	9.1	12.5	13.1	8.0	8.0	8.00	9	8	9	8.7	18	47.8
17	42123225	นายทวีศักดิ์ ทองอยู่	9	8.25	9.75	8.5	8.3	13.0	13.1	8.0	7.3	7.67	8	8.75	8	8.3	18.4	47.4
18	42123226	นายสุสรณ์ มณีเรือง	9.5	9	8.75	9.0	8.3	12.0	13.1	8.0	7.0	7.50	9	6.5	8.75	8.1	18.4	47.0
19	42123227	น.ส. อรุณ ขันธยาใจ	9.5	7.25	9.75	8.0	8.3	12.0	12.7	7.5	8.3	7.92	8	8	9	8.3	18	46.9
20	42123228	น.ส. เนตรนา ปันสวน	10	6.75	8.5	8.5	8.3	12.5	12.6	8.0	7.7	7.83	7.5	9	8.5	8.3	18	46.8

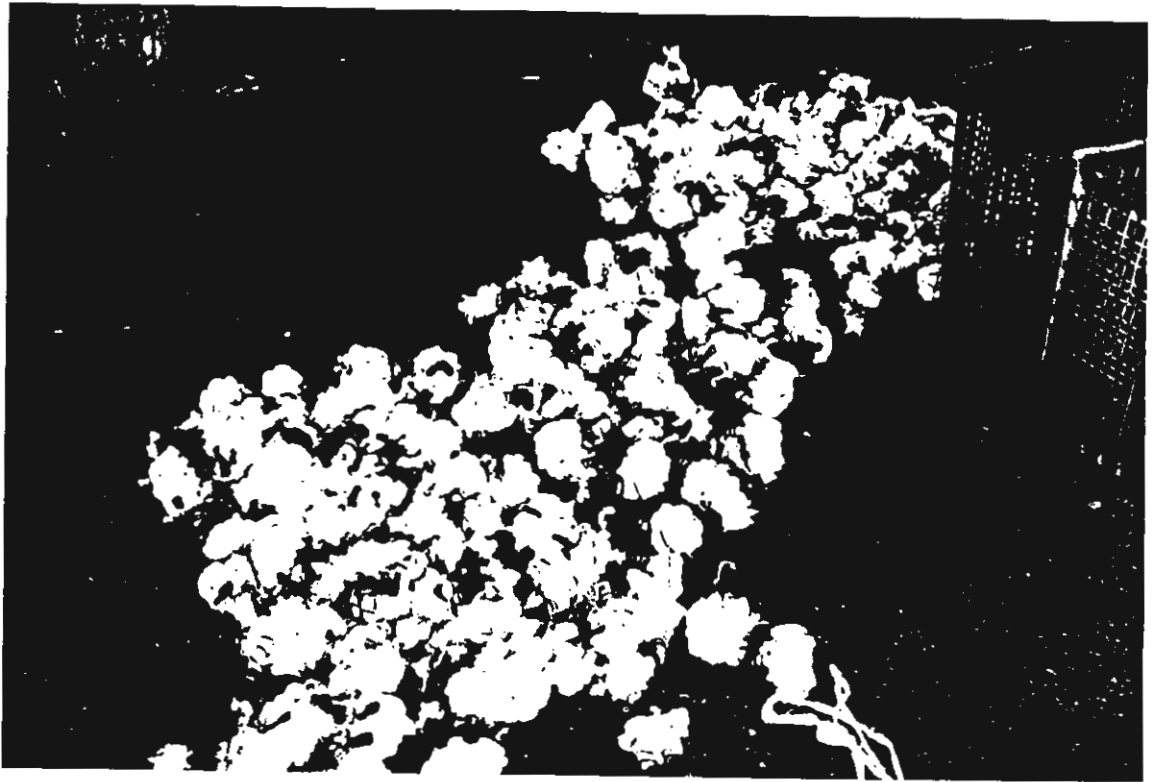
รูปกิจกรรม



รูปที่ 1 แสดงกิจกรรม ฝึกอบรมนักศึกษาพัฒนา – นักศึกษาระดมสมองในกลุ่ม



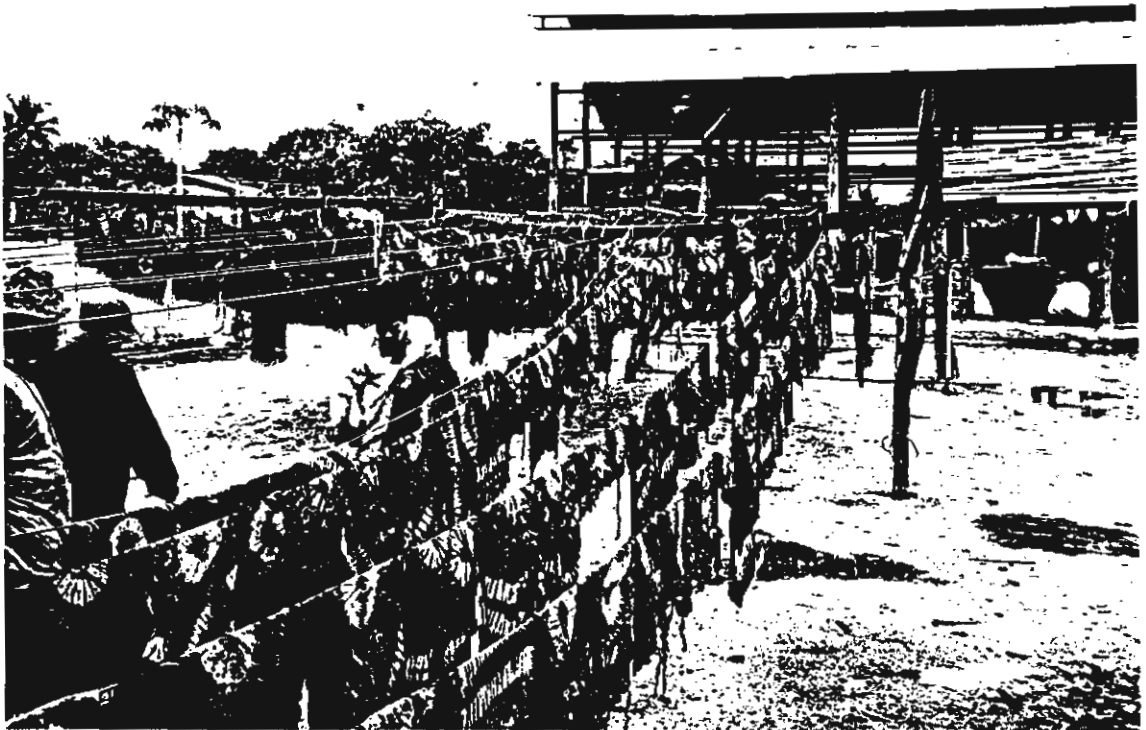
รูปที่ 2 แสดงกิจกรรมฝึกอบรมนักพัฒนา – นักศึกษานำเสนอแผนการทำงานและการเข้าชุมชน



รูปที่ 5 ผ้าฝ้ายถูกมัดและข้อมเป็นสีต่างๆ ที่ต้องการ



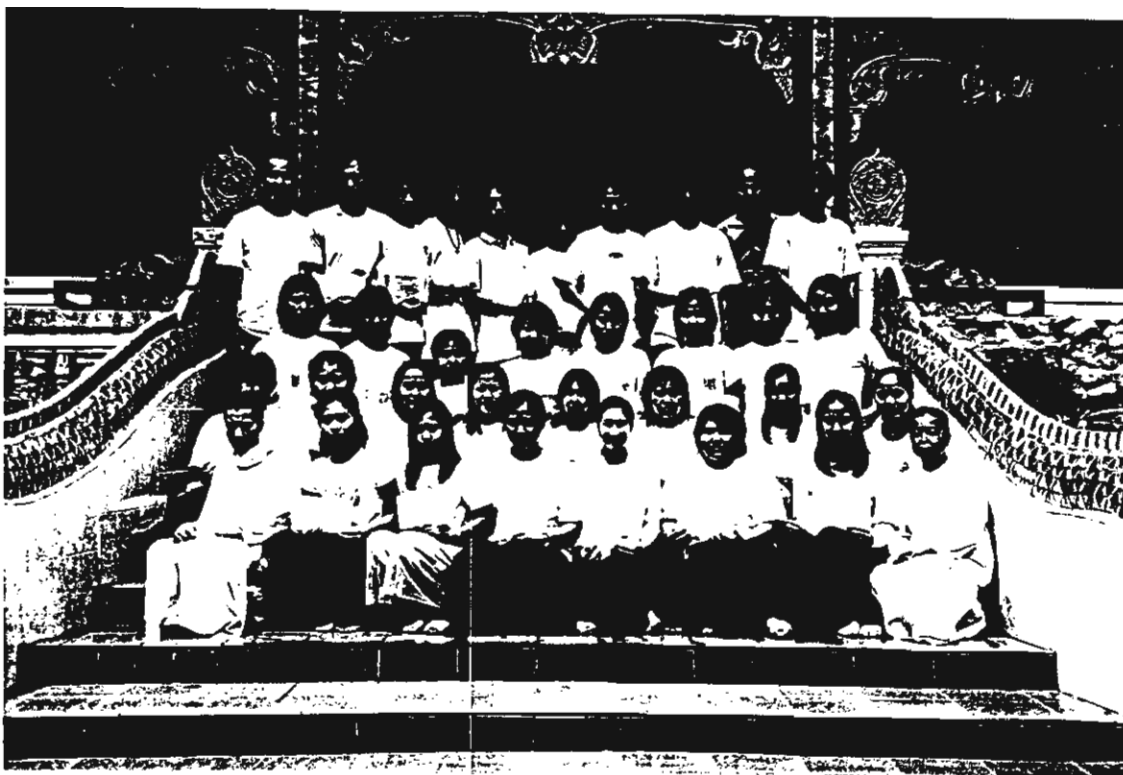
รูปที่ 6 แสดงสภาพบ่อพักน้ำและผ้าหลังจากการข้อม



รูปที่ 7 แสดงการตากผ้ามัดข้อม เพื่อให้ผ้าแห้ง



รูปที่ 8 แสดงปักชำข้าวท่อน ในชุมชนแม่แรง กบบางส่วนเสียชีวิต



รูปที่ 3 แสดงกิจกรรมปรับกระบวนทัศน์ ณ วัดรำเปิง



รูปที่ 4 แสดงผ้าฝ้ายก่อนจะผ่านกระบวนการผลิต



รูปที่ 9 แสดงลักษณะหินจากน้ำบ่อกบมีสีติดอยู่ที่หิน
(น้ำที่ใช้ในบ่อกบ คือ น้ำบ่อดิน)

ตารางบันทึกผลข้อมูลผ้ามัดย้อม
การนำน้ำสีจากการกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

โครงการบูรณาการ การจัดการศึกษาเพื่อท้องถิ่น : กรณีศึกษาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ชุมชนบ้านแม่แรง

อ.ปาชา จ.ลำพูน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

ตารางบันทึกผลข้อมูล ผ้าผัดย้อม การนำน้ำสีจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

วันที่

ชื่อ

เวลาที่การบันทึก

1. สภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ)

หนาว/เย็น	ปกติ	ร้อน	ร้อนมาก

2. ปริมาณการย้อม/วัน

วัตถุดิบที่ใช้/วัน	ลักษณะของน้ำย้อม			
	น้ำย้อมใหม่	น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า	น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า	น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า
จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)				
ปริมาณน้ำสี (ml)				
ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม.)				

3. คุณภาพของสีผ้า

ลักษณะน้ำย้อม	คุณภาพของสีผ้า				
	เข้มมาก	เข้ม	ปกติ	ไม่เข้ม	สด
น้ำย้อมใหม่					
น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า					
น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า					
น้ำย้อมใหม่+น้ำย้อมเก่า					

4. ลักษณะน้ำทิ้ง

--

5. ชนิดของเชื้อเพลิง

ฟืน

แก๊ส

--	--

ตารางบันทึกผลข้อมูลผ้ามัดย้อม
การนำน้ำสีจากการกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

ตารางสรุปผลข้อมูลจากการนำน้ำสีจากกระบวนการผลิตกลับมาใช้ใหม่

ปัจจัยที่ใช้ในการสำรวจ	สัปดาห์ที่			
	1 - 2	4 - 5	7 - 8	10 - 12
1. สภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ)	ปกติ	ปกติ	ร้อน	ปกติ
2. ปริมาณการย้อม/วัน				
2.1 น้ำย้อมใหม่				
- จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)	40	40	40	40
- ปริมาณน้ำสี (ml)	1000	1000	1000	1000
- ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม)	20	20	20	20
2.2 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)	20	20	20	20
- ปริมาณน้ำสี (ml)	-	-	-	-
- ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม)	20	20	20	20
2.3 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)	20	20	20	20
- ปริมาณน้ำสี (ml)	50	100	150	200
- ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม)	20	20	20	20
2.4 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)	20	20	20	20
- ปริมาณน้ำสี (ml)	100	150	200	250
- ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม)	20	20	20	20
3. คุณภาพของสีผ้า				
3.1 น้ำย้อมใหม่				
- สด (จำนวนชิ้น)	40	40	40	40
3.2 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- ไม่เข้ม (จำนวนชิ้น)	13	9	8	20
- สด (จำนวนชิ้น)	7	11	12	-
3.3 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- เข้มมาก (จำนวนชิ้น)	-	-	-	6
- เข้ม (จำนวนชิ้น)	-	5	6	-
- ปกติ (จำนวนชิ้น)	-	15	14	14
- ไม่เข้ม (จำนวนชิ้น)	20	-	-	-

ปัจจัยที่ใช้ในการสำรวจ	สัปดาห์ที่			
	1 - 2	4 - 5	7 - 8	10 - 12
3.4 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า	-	-	3	18
- เข้มมาก (จำนวนชิ้น)	-	-	7	2
- เข้ม (จำนวนชิ้น)				
3. คุณภาพของสีผ้า				
3.1 น้ำย้อมใหม่				
- สด (จำนวนชิ้น)	40	40	40	40
3.2 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- ไม่เข้ม (จำนวนชิ้น)	13	9	8	20
- สด (จำนวนชิ้น)	7	11	12	-
3.3 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- เข้มมาก (จำนวนชิ้น)	-	-	-	6
- เข้ม (จำนวนชิ้น)	-	5	6	-
- ปกติ (จำนวนชิ้น)	-	15	14	14
- ไม่เข้ม (จำนวนชิ้น)	20	-	-	-
3.4 น้ำย้อมใหม่ + น้ำย้อมเก่า				
- เข้มมาก (จำนวนชิ้น)	-	-	3	18
- เข้ม (จำนวนชิ้น)	-	-	7	2
4. ลักษณะน้ำทิ้ง	เข้ม	เข้ม	เข้มมาก	เข้มมาก
5. ระยะเวลาในการเก็บน้ำสี	1-2 อาทิตย์	1-2 อาทิตย์	1-2 อาทิตย์	1-2 อาทิตย์
6. ชนิดของเชื้อเพลิง	แก๊ส	แก๊ส	แก๊ส	แก๊ส

**ตารางบันทึกผลข้อมูลผ้ามัดย้อม
การลดปริมาณการใช้เกลือในการย้อมผ้า**

โครงการ บูรณาการการจัดการศึกษาเพื่อท้องถิ่น : กรณีศึกษาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ชุมชนบ้านแม่แรง

อ.ป้าซาง จ.ลำพูน สำหรับนักศึกษาปริญญาตรี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่

ตารางบันทึกผลข้อมูล ผ้าผัดย้อม การลดปริมาณการใช้เกลือในการย้อมผ้า

วันที่

ชื่อ

เวลาที่การบันทึก

1. สภาพภูมิอากาศ (อุณหภูมิ)

หนาว/เย็น	ปกติ	ร้อน	ร้อนมาก

2. ปริมาณการย้อม/วัน

วัตถุดิบที่ใช้/วัน	ปริมาณการใช้เกลือ		
	ใส่เกลือปกติ	ใส่เกลือน้อย	ไม่ใส่เกลือเลย
จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น)			
ปริมาณเกลือ (กรัม)			
ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ม.)			

3. คุณภาพของสีผ้า

ลักษณะน้ำย้อม	คุณภาพของสีผ้า				
	สีดีมาก	สีดี	ปกติ	ไม่ชัด	สด
น้ำย้อมที่ใส่เกลือ					
น้ำย้อมใส่เกลือน้อย					
น้ำย้อมไม่ใส่เกลือ					

4. ลักษณะน้ำทิ้ง

5. ชนิดของเชื้อเพลิง

ฟืน

แก๊ส

--	--

ตารางสรุปผลข้อมูลผ้าผัดย้อม
การลดปริมาณการใช้เกลือในการย้อมผ้า

ตารางสรุปผลข้อมูลผ้าผัวย้อมการลดปริมาณการใช้เกลือของการย้อมผ้า

ปัจจัยที่ใช้ในการสำรวจ การย้อม	สัปดาห์						
	1	2	3	4	5	6	7
1. สภาพภูมิอากาศ - หนาว/ เย็น - ปกติ - ร้อน - ร้อนมาก	ปกติ	ร้อน	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ร้อน	ร้อน
2. ปริมาณการย้อม/ วัน 2.1 ใส่เกลือ - จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น) - ปริมาณเกลือ (กรัม) - ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ซม.) 2.2 ใส่เกลือน้อย - จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น) - ปริมาณเกลือ (กรัม) - ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ซม.) 2.3 ไม่ใส่เกลือ - จำนวนผ้าที่ย้อม (ชิ้น) - ปริมาณเกลือ (กรัม) ปริมาณน้ำที่ใช้ (ลบ.ซม.)	20 80 20 20 40 20 20 40 20	20 80 20 20 40 20 20 - 20	20 80 20 20 27 20 20 - 20	20 80 20 20 27 20 20 - 20	20 80 20 20 20 20 20 - 20	20 80 20 20 20 20 20 - 20	- - - 20 8 20 20 - -
3. คุณภาพสี 3.1 น้ำย้อมที่ใส่เกลือ - สด 3.2 น้ำย้อมใส่เกลือน้อย - ปกติ - ไม่ชัด 3.3 น้ำย้อมไม่ใส่เกลือ - ชัดมาก - ชัด	20 16 4 15 5	20 17 3 16 4	20 13 7 14 6	20 14 6 15 5	20 17 3 15 5	20 16 4 17 3	- 17 3 19 1
4. ลักษณะน้ำทิ้ง	เข้มมาก	เข้มมาก	เข้ม	เข้ม	เข้ม	เข้ม	ไม่เข้ม
5. ชนิดของเชื้อเพลิง	ฟืน	ฟืน	ฟืน	ฟืน	ฟืน	ฟืน	ฟืน

แบบสอบถาม
เรื่อง การศึกษาความต้องการด้านตลาดของ
ผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อม

แบบสอบถาม

เรื่อง การศึกษาความต้องการด้านตลาดของผลิตภัณฑ์ผ้ามัดย้อม

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิจัย โครงการบูรณาการการจัดการศึกษาเพื่อท้องถิ่น: กรณีศึกษาวิชาเคมีสิ่งแวดล้อม ชุมชนแม่แรง อำเภอป่าซาง จังหวัดลำพูน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันราชภัฏเชียงใหม่ ซึ่งข้อมูลที่ได้จะนำไปวิเคราะห์และเสนอในลักษณะโดยรวมโดยไม่ระบุว่าเป็นผู้ใด ทางคณะผู้วิจัยขอกราบขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

โปรดใช้เครื่องหมาย / ในวงเล็บหน้าข้อความที่ต้องการเลือกคำตอบเดียว

ท่านรู้เรื่องเกี่ยวกับผ้ามัดย้อมหรือไม่

- | | |
|--|--|
| ☐ 1. ไม่รู้จัก / ไม่เคยทราบเรื่อง | ให้ท่านตอบคำถามเฉพาะส่วนที่ 1, 3 และ 4 |
| ☐ 2. รู้จัก / ทราบเรื่อง <u>แต่ไม่เคยซื้อ</u> ผลิตภัณฑ์ | ให้ท่านตอบคำถามเฉพาะส่วนที่ 1, 3 และ 4 |
| ☐ 3. รู้จัก / ทราบเรื่อง <u>และเคยซื้อ</u> ผลิตภัณฑ์ | ให้ท่านตอบคำถามทุกส่วน |

ส่วนที่ 1 ข้อมูลพื้นฐานเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

- | | | |
|--------------------------|---|---|
| 1). เพศ | ☐ 1. ชาย | ☐ 2. หญิง |
| 2). อายุ | ☐ 1. ต่ำกว่า 18 ปี | ☐ 2. 19 - 25 ปี |
| | ☐ 3. 26 - 35 ปี | ☐ 4. 36 - 45 ปี |
| | ☐ 5. 46 - 55 ปี | ☐ 6. 55 ปีขึ้นไป |
| 3). สถานภาพ | ☐ 1. โสด | ☐ 2. สมรส |
| | ☐ 3. อื่น ๆ (โปรดระบุ) | |
| 4). อาชีพ | ☐ 1. นักเรียน / นักศึกษา | ☐ 2. ข้าราชการ |
| | ☐ 3. พนักงานรัฐวิสาหกิจ | ☐ 4. พนักงานบริษัท / ลูกจ้าง |
| | ☐ 5. เจ้าของกิจการ | ☐ 6. เกษตรกร |
| | ☐ 7. อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... | |
| 5). รายได้เฉลี่ยต่อเดือน | ☐ 1. ต่ำกว่า 5,000 บาท | ☐ 2. 5,001 – 10,000 บาท |
| | ☐ 3. 10,001 – 15,000 บาท | ☐ 4. 15,001 - 20,000 บาท |
| | ☐ 5. 20,001 – 25,000 บาท | ☐ 6. มากกว่า 25,000 บาท |
| 6). ระดับการศึกษา | ☐ 1). ต่ำกว่ามัธยมศึกษา | ☐ 2). มัธยมศึกษาหรือ ปวช. |
| | ☐ 3). อนุปริญญา หรือ ปวส. | ☐ 4).ปริญญาตรี |
| | ☐ 5). สูงกว่าปริญญาตรี | ☐ 6). อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... |

ส่วนที่ 2 พฤติกรรมการเลือกซื้อผ้าผัดย้อม

7). ท่านซื้อผ้าผัดย้อมบ่อยแค่ไหน

- | | |
|--|--|
| ☐ 1). ทุก ๆ สัปดาห์ | ☐ 2). ทุก ๆ 1 เดือน |
| ☐ 3). ทุก ๆ 6 เดือน | ☐ 4). ทุก ๆ 1 ปี |
| ☐ 5). ไม่แน่นอน | ☐ 6). อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

8). ครั้งสุดท้ายที่ท่านซื้อผ้าผัดย้อมคือเมื่อใด

- | | |
|---|--|
| ☐ 1). น้อยกว่า 1 เดือน | ☐ 2). 1 เดือน – 6 เดือน |
| ☐ 3). มากกว่า 6 เดือน – 1 ปี | ☐ 4). มากกว่า 1 ปี |

9). โดยส่วนใหญ่ ท่านซื้อผ้าผัดย้อม มาจากที่ใด (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|---|---|
| ☐ 1). ห้างสรรพสินค้า | ☐ 2). ร้านค้าในตลาด |
| ☐ 3). ตลาดนัด / งานจัดแสดงสินค้า | ☐ 4). ร้านค้าของผู้ผลิต / โรงงาน |
| ☐ 5). ตามแหล่งท่องเที่ยว | ☐ 6). อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... |

10). เหตุผลใดที่ท่านเลือกซื้อผ้าผัดย้อม

- | | |
|--|---|
| ☐ 1). ใช้ในชีวิตประจำวัน | ☐ 2). ใช้ในหน้าที่การงาน |
| ☐ 3). ใช้ในเทศกาล / ฤดูกาลพิเศษ | ☐ 4). ใช้ในงานสังสรรค์ / งานเลี้ยง |
| ☐ 5). ของฝาก / ของที่ระลึก | ☐ 6). อื่น ๆ (โปรดระบุ)..... |

ส่วนที่ 3 โอกาสที่จะเลือกซื้อผ้าผัดย้อมในอนาคต

11). ถ้าท่านมีโอกาสได้เลือกซื้อผ้าผัดย้อม ท่านจะซื้อผ้าชนิดใดบ้าง (ตอบได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | | |
|--|--|
| ☐ 1). เสื้อ | ☐ 2). กางเกง / กระโปรง |
| ☐ 3). ชุดสำเร็จรูป (เสื้อ + กางเกง) | ☐ 4). ผ้าคลุม / ผ้าเป็นชิ้น |
| ☐ 5). เสื้อผ้าเด็ก | ☐ 6). อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

12). ท่านจะเลือกเจดสีใดบ้าง (เลือกได้มากกว่า 1 ข้อ)

- | |
|--|
| ☐ 1). สีเข้ม เช่น สีดำ สีน้ำตาลเข้ม สีม่วงเข้ม |
| ☐ 2). สีอ่อน เช่น เหลืองนวล เขียวนวล |
| ☐ 3). สีฉูดฉาด เช่น แดง ส้ม ชมพู |
| ☐ 4). สีสดใส เช่น ฟ้า ฟ้าคราม เหลืองอ่อน เขียวอ่อน |
| ☐ 4). สีเลียนแบบสีธรรมชาติ เช่น เขียวใบไม้ น้ำตาล ครีมน |
| ☐ 5). อื่น ๆ (โปรดระบุ) |

ส่วนที่ 4 ปัจจัยทางการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผ้าผ้ามัดย้อม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมายถูก / ในช่องที่ตรงกับความเห็นของท่าน โดยคำตอบเรียง
จากลำดับความสำคัญ ตั้งแต่สำคัญมากจนถึงสำคัญน้อย

ปัจจัยด้านการตลาดที่มีผลต่อการเลือกซื้อผ้าผ้ามัดย้อม	ระดับความสำคัญ		
	มาก	กลาง	น้อย
ปัจจัยด้านผลิตภัณฑ์			
1.1 ด้านคุณภาพผลิตภัณฑ์			
- ความเรียบร้อยของการตัดเย็บ			
- ความคงทนของสี			
1.2 ด้านลวดลาย			
- ลักษณะและขนาดของลวดลาย			
- ความสวยงามของลวดลาย			
1.3 ด้านสี			
- ลักษณะของสี เช่น เข้ม อ่อน สดใส			
- ความหลากหลายของสีในผืนผ้า			
- ประเภทของสี เช่น สีสังเคราะห์ สีธรรมชาติ			
1.4 ด้านลักษณะเนื้อผ้า			
- คุณลักษณะของเนื้อผ้า เช่น นุ่ม กระด้าง แข็ง			
- ประเภทของผ้า เช่น ผ้าฝ้าย โยสังเคราะห์			
1.5 ด้านรูปทรง / รูปแบบ ของผลิตภัณฑ์			
- ความสมส่วนของรูปทรง			
- รูปแบบที่ทันสมัย			
1.6 ด้านประโยชน์ใช้สอย			
ปัจจัยด้านราคา			
- ราคาปรับเปลี่ยนตามฤดูกาล			
- ความเหมาะสมของราคากับรูปแบบผลิตภัณฑ์			

สรุปการนำเสนอ เรื่อง

Strategies to reduce the
environmental pollution by
textile dyeing

โดย

Dr. Look W. Hulshoff Pol
NMCP, The Netherlands

Strategies to reduce the environmental pollution by textile dyeing

**Dr. Look W. Hulshoff Pol
(NMCP expert, The Netherlands)**

Content

- **Introductory remarks about dyes**
- **Strategies to reduce the environmental pollution by textile dyeing**
- **Dye wastewater treatment**
- **Concluding remarks**

Colour Index (CI)

Classification of more than 28,000 commercial dyes by the Society of Dyers and Colourists and the American Association of Textile Chemists and Colourists

There are 15 classes of dyes:

- | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| 1. Acid dyes | 2. Reactive dyes | 3. Metal complex dyes |
| 4. Direct dyes | 5. Basic dyes | 6. Mordant dyes |
| 7. Disperse dyes | 8. Pigment dyes | 9. Vat dyes |
| 10. Anionic dyes | 11. Sulphur dyes | 12. Solvent dyes |
| 13. Fluorescent brighteners | 14. Food dyes | 15. Natural dyes |

Colour Index (CI)

Classification of more than 28,000 commercial dyes by the Society of Dyers and Colourists and the American Association of Textile Chemists and Colourists

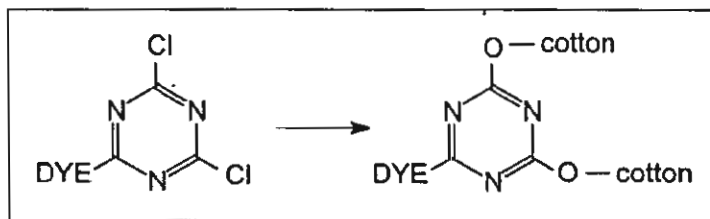
There are 15 classes of dyes:

- | | | |
|-----------------------------|------------------|-----------------------|
| 1. Acid dyes | 2. Reactive dyes | 3. Metal-complex dyes |
| 4. Direct dyes | 5. Basic dyes | 6. Mordant dyes |
| 7. Disperse dyes | 8. Pigment dyes | 9. Vat dyes |
| 10. Anionic dyes | 11. Sulphur dyes | 12. Solvent dyes |
| 13. Fluorescent brighteners | 14. Food dyes | 15. Natural dyes |

used for cotton dyeing

Reactive dyes

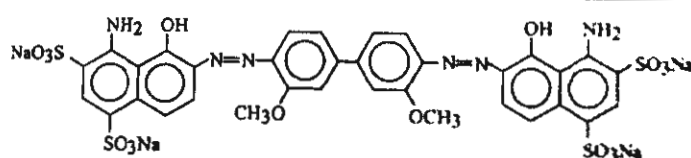
- Colouring by covalent bonds of the dye with OH⁻, NH, SH groups in fibers



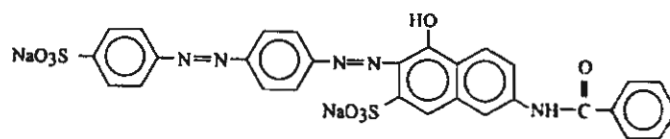
Reactive dyes

- Problem: poor fixation
- Up to 60 g/L salt and 200 g/L ureum are added to increase fixation. Still 10-50% of the dye will not be fixated and ends up in the wastewater.
- 80% of the reactive dyes are azo dyes or metal complex azo compounds

Examples of 2 diazo dyes

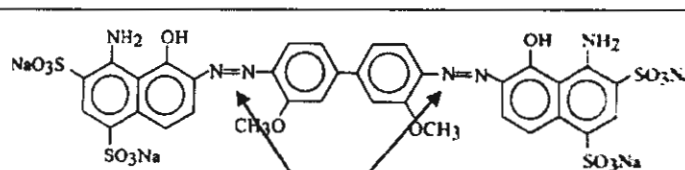


Direct Blue 53



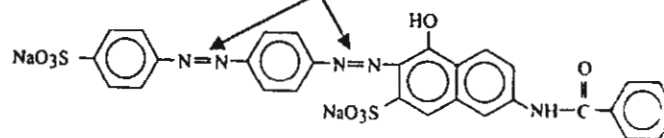
Direct Red 81

Examples of 2 diazo dyes



Direct Blue 53

azo bond



Direct Red 81

Metal complex dyes

- Many acid dyes and reactive dyes are complexed with metal.
- Strong complex of one metal and two dye molecules
- Common metals chromium, copper, cobalt and nickel
- About 15% of all azo dyes are metal complex dyes

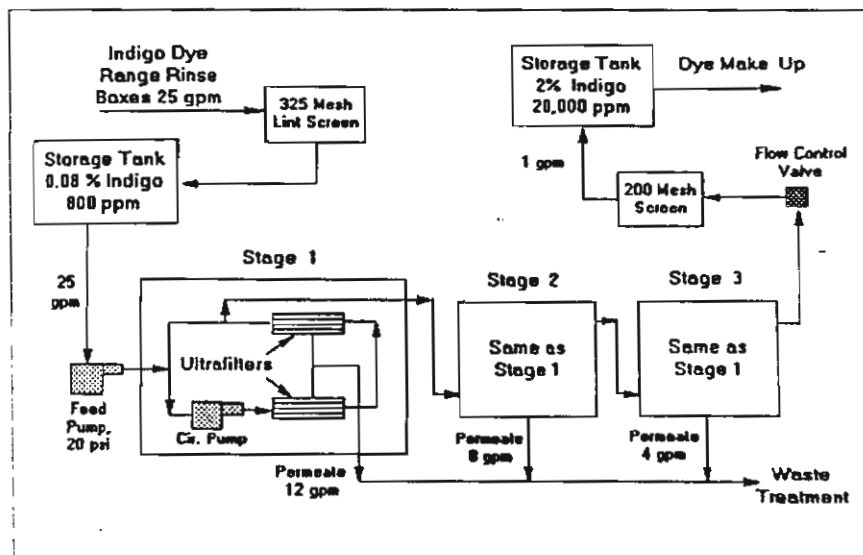
Strategies to reduce the environmental pollution by textile dyeing

- Measures in the dyeing process to reduce the discharge of wastewater
- Treatment of the wastewater

Measures in the dyeing process to reduce the discharge of wastewater

- Automatic process control, recycle and filtration
- Recovery of dyes using membrane filtration

Recovery of indigo dye with ultrafiltration



Dye wastewater treatment

Physico-chemical techniques	Biological techniques
Membrane filtration Coagulation/flocculation Precipitation Flotation Adsorption Ion exchange Ion pair extraction Ultrasonic mineralisation Electrolysis Advanced oxidation - chlorination - bleaching - ozonation - Fenton oxidation - photocatalytic oxidation Chemical reduction	Bacterial and fungal biosorption Bacterial biodegradation - aerobic - anaerobic - anoxic - combined anaerobic/aerobic

Membrane filtration

Nanofiltration and reverse osmosis with a molecular weight cut off of less than 10.000 Dalton can be used for main of post treatment for seperation of salts and dyes.

Advantages	Disadvantages
Quick method Little space required Reuse of dyes is possible for smaller wasteflows.	Flux decline Membrane fouling Brine must be processed Costly

Coagulation/flocculation

Removal of COD and dyes by chemical association with a coagulant forming flocs that can be separated by precipitation or flotation.

Inorganic coagulents:

lime, magnesium salt, iron salt, aluminium salt

Organic coagulents:

organic polymers

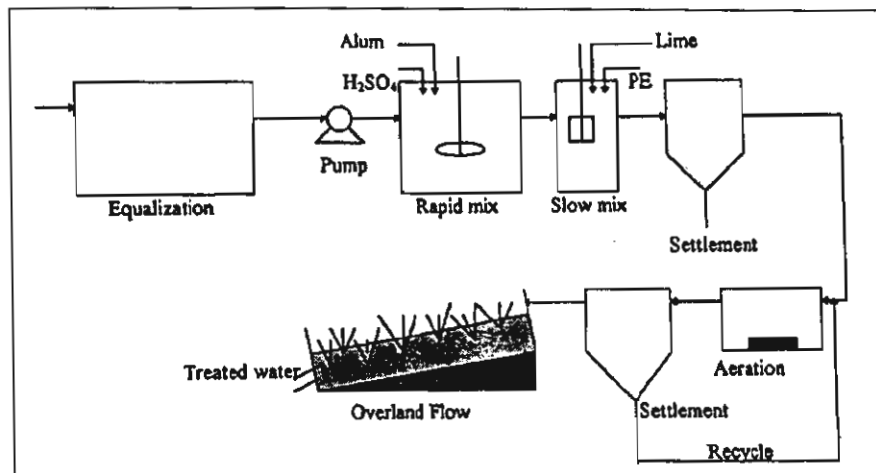
Inorganic coagulents

Advantage	Disadvantage
Cheap	Production of considerable volume of useless or even toxic sludge

Organic coagulents

Advantage	Disadvantage
Highly effective even for reactive dyes Low sludge production	Most polymers are cationic which may be toxic to aquatic life at less than 1 mg/L

Dye wastewater pre-treatment with inorganic coagulents



Sorption and ion exchange

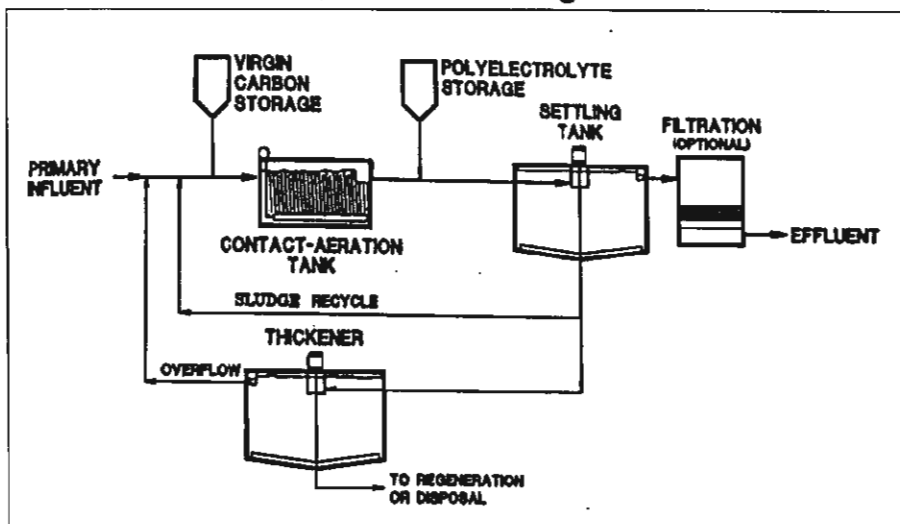
Removal of dyes by adsorption (anionic dyes) or by combined adsorption and ion exchange (cationic dyes).

Activated carbon is most commonly used.

Advantages activated carbon	Disadvantages activated carbon
Capable of adsorbing many different dyes with high adsorption capacity	Expensive Regeneration is difficult

Lot of research on alternative **low-cost** adsorbents!

PACT system: combined powdered activated carbon with aerobic biological treatment



Alternative low-cost adsorbents that have been studied

- **Non-modified cellulose (plant) biomass**

Com/maize cobs, maize stalks, wheat straw, linseed straw, rice husks, wood chips, sawdust, bark, coirpith, banana pith, bagasse pith, palm fruit bunch particles, peat moss, peat, linseed cake, sugar industry mud, cotton waste, cellulose.

- **Modified cellulose biomass**

Carbonised coirpith, carbonised coconut tree sawdust, chemical modified sunflower stalks, sugarcane bagasse derived anion exchange resin

- **Other biomass**

Bacterial biomass (*Aeromonas*, *Actinomycetes*, activated sludge, powdered biogas waste slurry), fungal biomass, yeast biomass

Alternative low-cost adsorbents that have been studied

- **Soil material**

Sand, silica, natural clay, bentonite clay, diatomite clay, montmorillonite clay, vermiculite clay, synthetic clay.

- **Charcoal**

Wood charcoal, bone charcoal, barbecue charcoal, magnetic charcoal

- **Chitin**

Chitin, chitosan, deacylated chitin, cross-linked chitosan fibres

7. Other materials

Activated bauxite, pressed sludge cake (paper pulp), pyrolysed tires, leather hide powder, dealginated seaweed, coal dust, hair

Selection criteria for low-cost adsorbents

- **Costs**
- **Dye binding capacity**
- **Adsorption kinetics**
- **Regeneration properties**
- **Requirements and limitations with respect to environmental conditions (like pH, temperature, salt concentration)**

Low-cost adsorbents

Further remarks:

Chitin and chitosan have extremely high acid and reactive dye binding capacity

Despite the large number of publications on dye adsorption full-scale application is limited to combined adsorption and biodegradation or combined sorption and coagulation by a synthetic clay slurry.

Low-cost adsorbents

Advantages	Disadvantage
Cheap (costs are about 2-10% of activated carbon) Many adsorbents can be used.	Many studies on laboratory scale but no full-scale experience.

Electrolysis

Electrolysis is based on applying an electrical current through wastewater by using electrodes.

Anode (usually iron):

- Release of Fe(II)-ions and precipitation of Fe(II)OH at the surface of the electrode by withdrawal of electrons
- Oxidation of water and chloride ions into O_2 , O_3 and Cl_2

Cathode:

Hydrogen electrode producing hydrogen from water.

Electrolysis

Organic dyes react through a combination of electrochemical oxidation, electrochemical reduction, electrocoagulation and electroflotation processes.

Anode: sorption to the precipitated iron, direct electrochemical oxidation forming oxidised radicals, oxidation by the produced O_3 and Cl_2 gases

Cathode: electrochemical reduction forming reduced radicals

Bulk solution: chemical reduction or coagulation by the released Fe(II) ions followed by flotation by the produced hydrogen gas (in case of coagulation)

Electrolysis

Advantage	Disadvantages
Successful in decolourisation	Expensive due to large energy requirements
	Limited lifetime of electrodes
	Due to radicals: uncontrolled production of unwanted by-products

Advanced oxidation

Advanced oxidation: Oxidation by compounds with an electron potential (E_0) higher than that of oxygen ($E_0 = 1.23\text{V}$) i.e.:

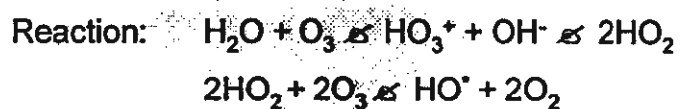
H_2O_2 ($E_0 = 1.78\text{V}$) $\propto$ alone not-powerful enough

O_3 ($E_0 = 2.07\text{V}$)

HO^* ($E_0 = 2.28\text{V}$)

Ozonation

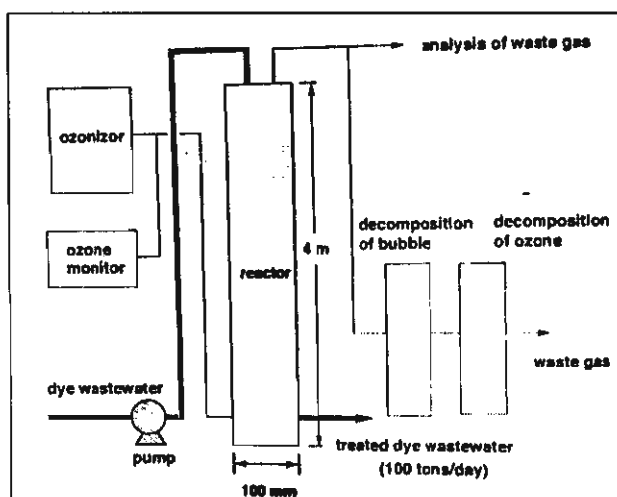
Ozone (O_3) is widely used in drinking water production for pathogen removal.



Decomposition of ozone into the more powerful hydroxyl radical proceeds faster in alkaline solutions ($pH > 10$)

Ozonation

Reactor for treatment of dye wastewater with ozone

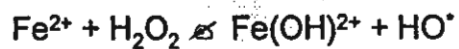


Ozonation

Advantage	Disadvantages
Ozone rapidly decolourises water-soluble dyes	Expensive Less effective for non-soluble dyes Other compounds (e.g. surfactants) will also be oxidised increasing the ozone demand No practical commercial method for ozone treatment of dye wastewater has been reported. In Japan a pilot plant was operated successfully. Little COD reduction

Fenton oxidation

This oxidation is based on the production of hydroxyl radicals from Fenton's reagent ($\text{Fe}^{2+}/\text{H}_2\text{O}_2$)



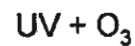
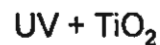
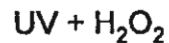
Fenton oxidation

Advantages	Disadvantages
Relatively cheap in comparison with ozonation Larger COD reduction than ozonation A wide range of dyes can be oxidised	Process requires low pH (2 – 5) Formation of high quantities of waste sludge at high pH due to the precipitation of ferric salts. Negative effect from radical scavengers and strong chelating agents

Photocatalytic oxidation

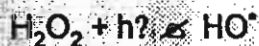
Photocatalytic processes are based on the formation of free radicals due to UV irradiation.

UV does not penetrate deep enough in coloured wastewater and is used in combination with an oxidant like:



Photocatalytic oxidation

UV combined with hydrogen peroxide gives the following simplified reaction:



UV / H_2O_2 processes are relatively high in costs and occasionally not effective.

Faster, cheaper and more effective with solid semiconductor materials as catalyst. Mostly TiO_2 is used.

Chemical reduction of azo dyes with sodium borohydride

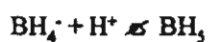
- Sodium borohydride (BH_4^-) is one of the strongest water soluble reducing agents commercially available
- To prevent rapid reaction with water bisulfate (HSO_3^-) has to be added as a catalyst

Chemical reduction of azo dyes with sodium borohydride

- Removal of metal cations such as Cu^{2+} , Ni^{2+} , Pb^{4+} , Hg^{2+} and Ag^+ by reduction into insoluble metal which can be removed by precipitation
- Removal of colour of water-soluble dyes containing azo or other reducible groups into biodegradable aromatic amines

Sodium borohydride reduction

Chemistry of borohydride reduction



Biodegradation

Biological dye removal techniques are based on biotransformation of dyes

But:

Dyes are designed to be stable and long-lasting and are therefore not easily biodegradable!

Publications on bacterial dye biotransformation have so far mainly been focused on azo dyes.

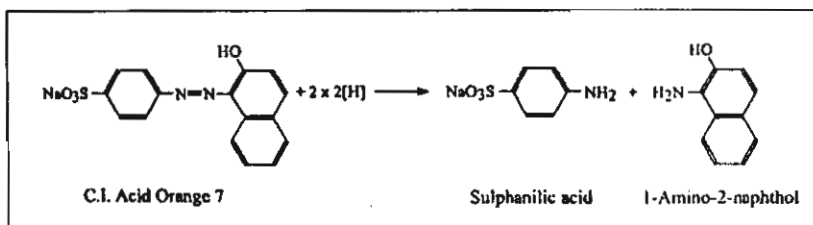
Biodegradation / reductive decolourization of azo dyes

Azo dyes can not be oxidised by aerobic micro-organisms.

They can however be reduced (and thereby decolourised) by anaerobic bacteria.

The reaction products are aromatic amines, which can be degraded by aerobic bacteria.

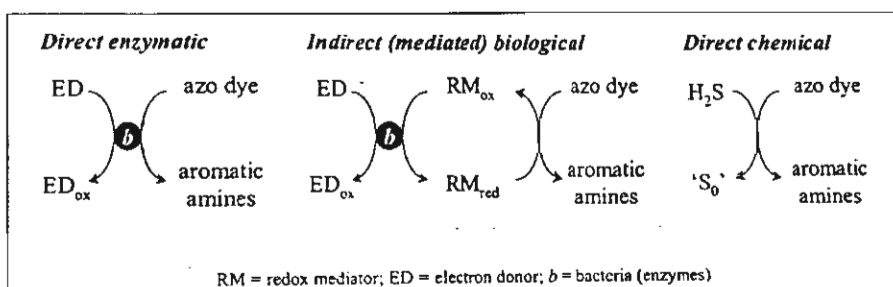
Example: monoazo (acid orange 7) reduction



Biodegradation / reductive decolourization of azo dyes

Azo dye biodegradation requires therefore:
sequential anaerobic / aerobic treatment

Azo dye reduction alternatives



Common biological redox mediators are flavins
(FADH, riboflavin) and NADH

Concluding remarks

- There are several physico-chemical colour removal technologies available.
- These technologies are high-tech and expensive
- Simple technologies are adsorption and coagulation/precipitation
- Little practical experience is available with low cost adsorbents
- Coagulation/precipitation produces a toxic sludge which has to be safely dumped if it can not be reused
- Options for direct biological treatment are limited, except for azo dyes.