รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำน่าน เพื่อใช้ในการบริโภคในจังหวัดพิษณุโลก

To Study the Quality Of Water at Nan River For Domestic At Phitsanuloke Province.

โดย

นาย ชัยวัฒน์ สุขดี

โปรแกรมวิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม

2541

รายงานวิจัยเรื่องนี้ได้รับเงินอุดหนุนจากสำนักงานสภาสถาบันราชภัฏ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

คำนำ

ปัจจุบันประเทศไทยมีการพัฒนาทางเศรษฐกิจ สังคม และเทคโนโลยีต่าง ๆ มากขึ้น ทำให้มลพิษปนเปื้อนในสิ่งแวดล้อมมากขึ้น การพิจารณาคุณภาพน้ำจากลักษณะทางกายภาพโดยใช้ประสาทสัมผัสของคนเราอย่างเดียวไม่เพียงพอที่จะทำให้เราเกิดความมั่นใจได้ เพราะสารบางชนิดปนในน้ำโดยที่เราไม่สามารถสังเกตได้ ดังนั้นน้ำสะอาดสำหรับการบริโภคต้องไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส และไม่มีสิ่งเจือปน หรือสารมลพิษที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัย ผู้ใช้น้ำหรือผู้บริโภคจะพึงพอใจในคุณภาพน้ำโดยใช้ความรู้สึกของตนเป็นเครื่องวัดเท่านั้น จึงมีการกำหนดเกณฑ์คุณภาพหรือมาตรฐานคุณภาพน้ำขึ้นเพื่อใช้พิจารณาคุณภาพน้ำว่ามีความเหมาะสมที่จะใช้เพื่อการอุปโภค

รายงานการวิจัยฉบับนี้ มีการรายงานการวิเคราะห์คุณภาพน้ำดื่มในลำน้ำน่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก โดยนำน้ำมาวิเคราะห์หาปริมาณค่า pH, ความขุ่น ค่า DO , BOD ธาตุตะกั่ว (Pb) และธาตุเหล็ก (Fe) ในน้ำ ซึ่งประชาชนสามารถที่จะนำไปเป็นข้อมูลเบื้องต้นประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้น้ำในการทำน้ำประปาต่อไป ซึ่งผู้วิจัยคิดว่าคงจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งกับประชาชนทั่วไป

ชัยวัฒน์ สุขดี

มิถุนายน 2542

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยเรื่อง การศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำน่านในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลกนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงไปด้วยดีตามวัตถุประสงค์ ด้วยความร่วมมือของนักศึกษา และคณาจารย์โปรแกรมวิชาเคมี ที่คอยชี้แนะ แนะนำข้อบกพร่องต่าง ๆ

ขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการเคมี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

ขอขอบคุณภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม ที่อำนวยความสะดวกในการใช้เครื่องมือ รวมทั้งให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ

ขอขอบคุณสถาบันราชภัฏพิบูลสงครามที่ให้การสนับสนุน ในการวิจัยและเวลาในการเดินทางไปหาข้อมูลประกอบการเขียนงานวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยของกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง และท่านที่ได้ให้การส่งเสริม สนับสนุน และเป็นกำลังใจมาโดยตลอด ประโยชน์ที่ได้รับจากงานวิจัยเล่มนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ บิดา มารดา ครู อาจารย์ อันเป็นที่เคารพยิ่ง

ชัยวัฒน์ สุขดี

มิถุนายน 2542

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ชื่อเรื่องวิจัย : การศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำน่านเพื่อใช้ในการบริโภค ในเขตจังหวัดพิษณุโลก

ผู้เขียน : นายชัยวัฒน์ สุขดี

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาคุณภาพน้ำในลำน้ำน่านในเขตอำเภอเมืองจังหวัดพิษณุโลก โดยการศึกษาทางเคมี โดยสุ่มมาเป็นบางจุด 4 จุด ดังนี้ สะพานหมู่บ้านแสงดาว สะพานนเรศวร สะพานเอกาทศรถ สะพานวัดพันปี ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำนี้ได้ทำการวิเคราะห์หาปริมาณค่าอุณหภูมิ, pH ,ความขุ่น, DO, BOD ธาตุตะกั่ว (Pb) และธาตุเหล็ก (Fe) โดยการวิเคราะห์ด้วยวิธีอะตอมมิคแอบซอบชั่นสเปกโตรสโกปี พบว่ามีค่า 28.3 - 30.6 °C, 7.21 - 7.70 , 5.24 - 6.94 NTU, 6.63 - 7.21 , 1.00 - 1.80 mg/g , 0.010 - 0.030 , ***140*** - 2.20 ppm. ตามลำดับ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

Research Tile : To study the quality of water at Nan River for Domestic at Phitsanuloke province.

Author : Mr CHAIWAT SUKDEE

Abstract

To study the qualrty *of* water at Nan River at Munge district Phitsanuloke province by Chemical technique (Temperater , pH ,Turbidity ,DO,BOD) Pb,Fe wer determinded with Atommic Absorbtion Spectrophotometer. wer found to be in the range 28.3 – 30.6 °c ,7.21 – 7.70 ,5.24 – 6.94 NTU ,6.53 - 7.21, 1.00 – 1.80 mg/g,0.010 – 0.022,1.60-2.20 ppm. Respectively.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญเรื่อง

	หน้า
คำนำ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
สารบาญ	จ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย	
1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย	
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย	
บทที่ 2 บทตรวจเอกสาร	3
2.1 น้ำ	6
2.2 การเก็บและรักษาน้ำตัวอย่าง	7
2.3 สรุปข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บรักษาน้ำตัวอย่าง	10
2.4 อุปกรณ์และภาชนะบรรจุและเก็บน้ำตัวอย่าง	11
2.5 เครื่องมือเก็บน้ำตัวอย่าง	11
2.6 ข้อควรพิจารณาในการเลือกภาชนะบรรจุ	11
2.7 การทำความสะอาดเครื่องมือเก็บรักษาตัวอย่างน้ำและภาชนะบรรจุ	15
การรณรงค์คุณภาพน้ำตัวอย่าง	17
2.8 ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์	22
บทที่ 3	
3.1 สมบัติของน้ำในทางเคมี	

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

หน้า

3.14	ค่าออกซิเจนที่ละลายน้ำ	28
3.15	ค่า BOD	30
32	เครื่องมือวิเคราะห์อะตอมมิกแอบซอร์พชัน	34
3.2.1	หลักการวิเคราะห์ของอะตอมมิกแอบซอบชั่น	35
3.2.2	เทคนิคต่าง ๆที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS	36
3.2.3	องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมมิกแอบซอบชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์	38
3.2.4	การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS	38
3.2.5	ประโยชน์ของการวิเคราะห์ของ AAS	40
บทที่ 4	การทดลองและบันทึกผลการทดลอง	42
4.1	การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการศึกษา	42
4.2	การหาค่า pH	42
4.3	การหาอุณหภูมิของน้ำ	47
4.4	การหาค่าความขุ่น	51
4.5	การหาค่า DO	56
4.6	การหาค่า BOD	61
4.7	การวิเคราะห์หาปริมาณตะกั่วและเหล็กโดยวิธี AAS	70
บทที่ 5	สรุปและอภิปรายผลการทดลอง	82
บรรณานุกรม		86
ภาคผนวก		87

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	ตารางแสดงการเก็บตัวอย่างกับการวิเคราะห์	21
ตารางที่ 3.1	ตารางแสดงการละลายของออกซิเจนในน้ำใต้สภาวะต่าง ๆ	29
ตารางที่ 3.2	ตารางแสดงธาตุที่วิเคราะห์โดยเปลวไฟที่เหมาะสม	34
ตารางที่ 4.1	ตารางแสดงค่า pH ของน้ำน่านในฤดูฝน	43
ตารางที่ 4.2	ตารางแสดงค่า pH ของน้ำน่านในฤดูหนาว	44
ตารางที่ 4.3	ตารางแสดงค่า pH ของน้ำน่านในฤดูร้อน	45
ตารางที่ 4.4	ตารางแสดงค่า pH ของน้ำน่านตลอดปี	46
ตารางที่ 4.5	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิของน้ำน่านในฤดูฝน	47
ตารางที่ 4.6	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิของน้ำน่านในฤดูหนาว	48
ตารางที่ 4.7	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิของน้ำน่านในฤดูร้อน	49
ตารางที่ 4.8	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิของน้ำน่านตลอดปี	50
ตารางที่ 4.9	ตารางแสดงค่าความขุ่นในน้ำช่วงฤดูฝน	52
ตารางที่ 4.10	ตารางแสดงค่าความขุ่นในช่วงฤดูหนาว	53
ตารางที่ 4.11	ตารางแสดงค่าความขุ่นในช่วงฤดูร้อน	54
ตารางที่ 4.12	ตารางแสดงค่าความขุ่นตลอดทั้งปี	55
ตารางที่ 4.13	ตารางแสดงการละลายของออกซิเจนในฤดูฝน	57
ตารางที่ 4.14	ตารางแสดงการละลายของออกซิเจนในฤดูหนาว	58
ตารางที่ 4.15	ตารางแสดงการละลายของออกซิเจนในฤดูร้อน	59
ตารางที่ 4.16	ตารางแสดงการละลายของออกซิเจนตลอดทั้งปี	60
ตารางที่ 4.18	ตารางแสดงค่า BOD ในช่วงฤดูฝน	64
ตารางที่ 4.20	ตารางแสดงค่า BOD ในช่วงฤดูหนาว	66

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

หน้า

ตารางที่ 4.22	ตารางแสดงค่า BOD ในช่วงฤดูร้อน	68
ตารางที่ 4.23	ตารางแสดงค่า BOD ตลอดทั้งปี	69
ตารางที่ 4.24	ตารางแสดงปริมาณตะกั่วกับค่าการดูดกลืนแสงในน้ำตัวอย่าง	72
ตารางที่ 4.26	ตารางแสดงปริมาณตะกั่วฤดูฝน	74
ตารางที่ 4.28	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณตะกั่วในน้ำในฤดูหนาว	75
ตารางที่ 4.30	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณตะกั่วในน้ำในฤดูร้อน	76
ตารางที่ 4.31	ตารางแสดงปริมาณตะกั่วตลอดทั้งปี	77
ตารางที่ 4.33	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณเหล็กในน้ำในฤดูฝน	76
ตารางที่ 4.35	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณเหล็กในน้ำในฤดูหนาว	79
ตารางที่ 4.37	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณเหล็กในน้ำในฤดูร้อน	80
ตารางที่ 4.38	ตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ปริมาณเหล็กในน้ำในฤดูร้อน	81
ตารางที่ 5.1	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD เหล็ก ตะกั่วในฤดูฝน	82
ตารางที่ 5.2	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD เหล็ก ตะกั่วในหนาว	82
ตารางที่ 5.3	ตารางแสดงค่าอุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD เหล็ก ตะกั่วในฤดูร้อน	83

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สารบัญภาพประกอบ

		หน้า
รูปที่ 1	เครื่องมือเก็บน้ำตัวอย่าง	13,14
รูปที่ 2	ธาตุที่ทำการวิเคราะห์ได้ด้วยวิธี AAS	34
รูปที่ 3	แสดงระดับพลังงานของอะตอมโซเดียม	35
รูปที่ 4	แสดงทรานซิชัน diagram	36
รูปที่ 5	แสดงแผนภาพประกอบของเครื่อง AAS	37
รูปที่ 6	แสดงการหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างด้วยวิธี Standard addition	38

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

รายการอักษรย่อ

°C = deegree cecleies

ppm. = part permillion

% = percent

mg/g = milligram per *gram*

NTU.=Nephelemetric Turbidity Unit.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

จากการพัฒนาสังคมของประเทศไทยตามแผนพัฒนาเศรษฐกิจได้พัฒนาสังคมให้เจริญก้าวหน้า สังคมเมืองได้พัฒนาขึ้นอย่างมากมาย ปัญหาทางด้านสิ่งแวดล้อมก็ได้พัฒนาตัวเองขึ้นมาด้วย ไม่ว่าจะเป็นปัญหาน้ำเสีย อากาศเป็นพิษ ปัญหาขยะล้นเมือง ฯลฯ ซึ่งการพัฒนาประเทศชาติ โดยเน้นการพัฒนาเศรษฐกิจก้าวหน้า สังคมไม่มีปัญหา และ สิ่งแวดล้อมที่ยั่งยืน

ปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบันนี้ได้กลายเป็นปัญหาที่รุนแรงจำเป็นต้องมีการแก้ไขอย่างเร่งด่วน จะต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่ายในการจัดการแก้ไข ลำน้ำน่านเป็นแม่น้ำสายหลัก และมีขนาดใหญ่ ที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก ซึ่งมีความสำคัญหลายประการ ไม่ทางด้านอุปโภคบริโภค ด้านการคมนาคม และทางด้านการเกษตร และใช้เป็นแหล่งน้ำในการผลิตน้ำประปา ในขณะเดียวกันแม่น้ำน่านก็ยังเป็นที่รองรับน้ำทิ้งจากการเกษตรกรรมและน้ำทิ้งจากชุมชนเมือง

แม่น้ำน่านจึงเป็นแม่น้ำหรือแหล่งน้ำตามธรรมชาติสายหนึ่ง ที่ควรจะได้รับการศึกษาทางคุณภาพ ตลอดจนโลหะหนัก หรือสารตกค้างจากยาฆ่าแมลง ที่ปนอยู่ในน้ำ ซึ่งจะทำให้เราทราบถึงคุณภาพ ยังประโยชน์การศึกษา การวิเคราะห์ ซึ่งจะนำมาซึ่งปัญหาในอนาคต เพื่อที่จะได้หาแนวทางและมาตรการปรับปรุงแก้ไขและวางแผนต่อไป

ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้ชาวเมืองพิษณุโลก ได้รับทราบถึงข้อมูลของคุณภาพของน้ำ ซึ่งเป็นแหล่งผลิตน้ำบริโภคและอุปโภค เพื่อเป็นปัจจัยในการดำรงชีวิตอย่างมีคุณค่าและมีคุณภาพสืบไป

1.2 จุดมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำน่าน บริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก
2. เพื่อเปรียบเทียบเกณฑ์ มาตรฐานของคุณภาพ น้ำน่านกับน้ำทั่วไป
3. เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการศึกษาค้นคว้าและวิจัย
4. เพื่อเป็นแหล่งความรู้สำหรับประชาชนในจังหวัดพิษณุโลก เพื่อเป็นข้อมูลในการเลือกน้ำดิบในการผลิตน้ำประปาและน้ำอุปโภคต่อไป

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาคุณภาพน้ำในเขตอำเภอเมืองจำนวน 4 จุด
2. ทำการวิเคราะห์ศึกษาเกณฑ์มาตรฐานของน้ำโดยศึกษาค่า

    2.1 Temperature

    2.2 pH

    23 Turbidity

    2.4 DO

    2.5 BOD

    2.6 หาปริมาณ Pb และ Fe

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.เพื่อเป็นข้อมูลในการตัดสินใจในการเลือกแหล่งน้ำดิบในการทำน้ำประปาสำหรับอุปโภคและบริโภค

2. เป็นแหล่งข้อมูลทางวิชาการแก่ชุมชนและนักศึกษา

3. เป็นงานบริการแก่ชุมชนในท้องถิ่น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 2

บทตรวจเอกสาร

1. **ชัยวัฒน์ สุขดี** ; 2524 การศึกษาคุณภาพทางเคมีและมลภาวะของน้ำตามปกติเขตเทศบาล ในเมืองเชียงใหม่ โดยศึกษาเกี่ยวกับพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของน้ำธรรมชาติ ได้แก่ pH ความขุ่น การนำไฟฟ้า ความกระด้าง บีโอดี ซี โอดี พบว่ามี pH อยู่ในช่วง 5.8 - 7.6, ความขุ่น 4.4 - 8.2, การนำไฟฟ้า 0.7 - 1.5 μS ความกระด้าง 43.5 - 158.3 ppm. ดีโอ อยู่ในช่วง 0.9 - 7.9 และ บีโอดี อยู่ในช่วง 9.15 -84.6 และ ซีโอดี 67.7 - 387 ppm ตามลำดับ

2. **ศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ** ; 2529 โครงการศึกษาสภาวะแวดล้อมทางทะเลในบริเวณอ่าวระยอง 11 สถานี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2529 - เมษายน 2530 ได้ศึกษาปัจจัยต่าง ๆ ที่มีความสำคัญต่อสิ่งชีวิต ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความนำไฟฟ้า ความโปร่งใส ไนไตรต์ ไนเตรต และฟอสเฟต พบว่ามีค่าอยู่ในช่วง 25 - 33%, 27.1 - 32.6°C, 5.8 -8.4, 5.5 - 8.5 mg/l, 43.7 - 61.2 μ semen/ sec. 2.0 - 18.0 เมตร, 0.00 - 0.13 μ mole/l 0.11 - 15.0 μ mole/l และ 0.01 - 2.27 μ mole/l ตามลำดับ ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติ

3. **ศรัณย์ เพ็ชร์พิรุณ และคณะ** ; 2530 โครงการสภาวะแวดล้อมทางทะเลในบริเวณอ่าวไทยฝั่งตะวันออก ปี 2529 - 2530 ได้ศึกษาจากบริเวณช่องแสม จ.ชลบุรี ถึงคลองใหญ่ จ.ตราด ทั้งหมด 21 สถานี ตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2529 - เมษายน 2530 รวม 4 ครั้ง โดยศึกษาปัจจัยต่อ ได้แก่ ความเค็ม อุณหภูมิ ความเป็นกรดเป็นด่าง ออกซิเจนที่ละลายน้ำ ความนำไฟฟ้า ความโปร่งใส ไนไตรต์ ไนเตรต ฟอสเฟต พบว่า มีค่าในช่วง 18 - 34%. 27.3 - 33.2°C. 6.5 - 8.3 mg/l 32.9 - 54.5 μ semen/sec, 4 -12 เมตร 0.01-1 mole/l, 0.20 - 32.91 μ mole/l และ 0.03 - 8.42 μ mole/l ตามลำดับ ซึ่งนับว่าอยู่ในเกณฑ์ปกติ และมีการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

4. **สุทธิพงศ์ เสถียรนพเก้า** ; 2535 ปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแมย จังหวัดตาก ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชลธิชา นุ่มหอม

การศึกษาปริมาณอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนบริเวณลุ่มน้ำแมย จังหวัดตาก เพื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์ตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำและฤดูกาล ได้ดำเนินการเก็บตัวอย่างระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2533 ถึงเดือนกันยายน 2534 ผลการศึกษาคุณภาพน้ำตาม

ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำจำนวน 20 ลุ่มน้ำ พบว่าปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 0.84-236.10 มิลลิกรัมต่อลิตร และร้อยละ 0.10-8.40 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.76 มิลลิกรัมต่อลิตร และร้อยละ 1.52 ตามลำดับ ซึ่งค่าดังกล่าวไม่สอดคล้องกับการจัดชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ได้กำหนดขึ้น เมื่อพิจารณาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนเฉลี่ยตามฤดูกาลสามารถเรียงลำดับจากค่าสูงสุดไปค่าต่ำสุดได้ดังนี้ ฤดูร้อน ฤดูหนาว และฤดูฝน โดยมีค่าเท่ากับ 16.31 มิลลิกรัมต่อลิตรและร้อยละ 2.10, 9.66 มิลลิกรัมต่อลิตรและร้อยละ 1.41, 9.32 มิลลิกรัมต่อลิตรและร้อยละ 1.06 ตามลำดับ ปัจจัยสำคัญที่มีอิทธิพลต่อปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำและในดินตะกอนได้แก่ ปริมาณความเร็วน้ำ กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่ดินของมนุษย์ ประสิทธิภาพการระบายน้ำของลุ่มน้ำ ขนาดของพื้นที่ลุ่มน้ำ และชนิดของเนื้อดิน

5. บุญเติม แซ่ปึง ; 2536 ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่าง ๆ บริเวณลุ่มน้ำแมฮ จังหวัดตาก ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วิโล สันติโสภาศรี

การศึกษาปริมาณของตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม และสังกะสีในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่าง ๆ จำนวน 5 ชั้น รวม 20 ลุ่มน้ำย่อย จากบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำแมฮ จังหวัดตาก ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายน 2533 มกราคม มีนาคม พฤษภาคม กรกฎาคม และกันยายน 2534 มาวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการ พบว่าผลการศึกษาปริมาณโลหะหนัก 4 ชนิด ตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ฤดูกาล และสภาพการใช้ที่ดินมีความแตกต่างกัน โดยตะกั่วในน้ำมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 แคดเมียมและสังกะสีในน้ำมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 และทองแดงในน้ำมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 2 ส่วนแคดเมียม ทองแดงและสังกะสีในดินตะกอนมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 5 ฤดูหนาวมีปริมาณตะกั่วและแคดเมียมในน้ำสูงสุด ทองแดงในน้ำมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในฤดูฝน และสังกะสีในน้ำมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในฤดูร้อน ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสีในดินตะกอนมีปริมาณเฉลี่ยสูงสุดในฤดูร้อน และสภาพการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่อื่น ๆ มีปริมาณแคดเมียมและสังกะสีในน้ำและดินตะกอนสูงกว่าสภาพการใช้ที่ดินเป็นพื้นที่ป่าไม้ ซึ่งได้ผลตรงกันข้ามกับปริมาณตะกั่วในน้ำและดินตะกอน

6. พัชรา วงศ์ชุมพิศ ; 2536 คุณภาพน้ำทางกายภาพที่สำคัญบางประการตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเลย จังหวัดเลย ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยา

ศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ; รองศาสตราจารย์ ดร.วิชา นิยม

ผลการศึกษาคุณภาพน้ำทางกายภาพที่สำคัญบางประการได้แก่ อุณหภูมิ สี ความขุ่น ความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้าง ของแข็งทั้งหมดในน้ำ และการนำไฟฟ้าของน้ำตามชั้นคุณภาพลุ่มน้ำเลย โดยทำการเก็บตัวอย่างน้ำในลุ่มน้ำจำนวน 15 ตัวอย่าง จาก 5 ชั้นคุณภาพลุ่มน้ำ ๆ ละ 3 ซ้ำ ทุก ๆ 8 สัปดาห์ ตั้งแต่เดือนพฤศจิกายน 2533 ถึงเดือนกันยายน 2534 พบว่า ค่าอุณหภูมิความเป็นกรดเป็นด่าง ความกระด้างในทุกชั้นคุณภาพลุ่มน้ำมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสูงสุดในแหล่งน้ำตามธรรมชาติของประเทศไทย (20 - 35°c, *6* - 8,100 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร) ตามลำดับ ยกเว้นค่าสีของน้ำและการนำไฟฟ้า (10 - 25 หน่วย และ 150 - 300 ไมโครโฟนต่อเซนติเมตร) ส่วนค่าความขุ่นของน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานอยู่ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 3 เท่านั้น และค่าปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานเช่นกัน ในชั้นคุณภาพลุ่มน้ำที่ 4 (25 - 75 เจทียู และ 100 - 500 มิลลิกรัมต่อลิตร)

7. วิบูลย์ มหาสินไพศาล ; 2539 การเปรียบเทียบคุณภาพน้ำบางประการระหว่างพื้นที่ ป่าไม้กับพื้นที่การเกษตรที่ห้วยแม่มะเร็ว อุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน จังหวัดเพชรบุรี ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อมโครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา ; รองศาสตราจารย์สามัคคี บุณยะวัฒน์,

ผลการศึกษาการเปรียบเทียบคุณภาพของน้ำบางประการในห้วยแม่มะเร็วอุทยานแห่งชาติแก่งกระจาน ระหว่างเดือนสิงหาคม 2537 ถึงเดือน มกราคม 2538 พบว่าพื้นที่ป่าไม้ กับพื้นที่การเกษตร มีค่าเฉลี่ย อุณหภูมิ 23.5 และ 22.5 °c ความเป็นกรดเป็นด่าง 5.63 และ 6.81 ความขุ่น 40.33 และ 18.67 JTU สี 6.33 และ 3.83 หน่วย ความกระด้าง 275.97 และ 306.1 mg/l ของแข็งทั้งหมดในน้ำ 418.26 และ 452.19 mg/l การนำไฟฟ้า 600 และ 663 ไมโครซีเมนต์ต่อเซ็นติเมตร ออกซิเจนละลายในน้ำ 11.27 และ 13.6 mg/l ปริมาณทองแดงในน้ำ 0.005 และ 0.005 mg/l ปริมาณสังกะสีในน้ำ 0.018 และ 0.021 mg/l ตามลำดับ พอสรุปได้ว่า สถานภาพของคุณภาพน้ำในพื้นที่ป่าไม้ และพื้นที่การเกษตร ที่ห้วยแม่มะเร็ว มีคุณสมบัติที่ไม่แตกต่างกัน และอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำตามแหล่งน้ำในธรรมชาติ ยกเว้นค่าการนำไฟฟ้า และความกระด้างบางเดือนที่มีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Pibulsongkram Rajabhat University

8. อาภรณ์ ยิ่งยง ; 2539 การบำบัด BOD และซีโอดี ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม) สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม โครงการสหวิทยาการระดับบัณฑิตศึกษา ประธานกรรมการที่ปรึกษา : อาจารย์ไมตรี ควงสวัสดิ์, Ph.D.

การศึกษาประสิทธิภาพในการบำบัด BOD และ COD ในน้ำเสียชุมชนเมืองเพชรบุรี โดยใช้ดิน ในสภาพน้ำขังสลับแห้งร่วมกับพืช ที่ระยะเวลาน้ำท่วมขัง 3,5 และ 7 วัน สลับแห้ง 3 วัน ใช้พืช 2 ชนิด คือ กกกลม และธูปฤาษี วางแผนการทดลองแบบ Split Plot Design จำนวน 3 ซ้ำ ทำการวิจัย ตั้งแต่เดือนธันวาคม 2538 ถึง กุมภาพันธ์ *2539*

ผลการศึกษาพบว่าระยะเวลาขังน้ำ มีผลต่อการบำบัด BOD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระยะเวลาขังน้ำ 5 และ 7 วัน สลับแห้ง 3 วัน สามารถบำบัด BOD ได้ดีกว่าระยะเวลาขังน้ำ 3 วัน สลับแห้ง 3 วัน แต่ไม่มีผลต่อการบำบัด COD นอกจากนี้พบว่าการบำบัด BOD โดยใช้ดินในสภาพน้ำขังสลับแห่งร่วมกับพืช และดินเพียงอย่างเดียวในสภาพน้ำขังสลับแห้ง มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยระบบที่มีการใช้ดินร่วมกับพืช สามารถบำบัด BOD ได้ดีกว่าระบบที่ใช้ดินเพียงอย่างเดียว แต่ไม่มีผลต่อการบำบัด COD ส่วนชนิดพืชที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อการบำบัด BOD และ COD อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ไม่พบปฏิกิริยาสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาขังน้ำและชนิดพืช ที่มีผลต่อการบำบัด BOD และ COD

ผลการทดลองสรุปได้ว่า ช่วงเวลาที่เหมาะสมที่สุดในการบำบัด BOD และ COD คือระยะเวลาขังน้ำ 5 วัน สลับแห้ง 3 วัน และ กกกลม เป็นพืชที่เหมาะสมที่สุด

2.1 น้ำ [9]

เป็นสารประกอบที่มีจำนวนมากที่สุดของโลก น้ำครอบคลุมพื้นที่ราว 2 ใน 3 ของผิวโลก และเป็นองค์ประกอบร้อยละ 70 ในร่างกายของเรา คุณสมบัติพิเศษหลายประการของน้ำ เช่น การเป็นสารละลายที่มีประสิทธิภาพที่สุด การคำรงอยู่ได้ทั้ง 3 สถานะ พร้อมกันในโลก ช่วยทำให้น้ำกลายเป็นแหล่งกำเนิดชีวิต เป็นแหล่งที่อยู่อาศัย และโอบอุ้มมวลชีวิตบนพิภพนี้

น้ำจืดเกิดจากวงจรน้ำ เป็นน้ำที่มนุษย์และสัตว์อื่น ๆ อีกหลายชนิดใช้บริโภคได้ โดยน้ำจืด ทั้งที่อยู่บนผิวดินและใต้ดินมีปริมาณร้อยละ 3 ของปริมาณน้ำทั้งหมดในโลกนี้ ส่วนใหญ่ราวร้อยละ 75 อยู่ในรูปของน้ำแข็งขั้วโลก และธารน้ำแข็ง จนทุกวันนี้มนุษย์ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกราวร้อยละ 22.5 เป็นน้ำใต้ดินหรือบาดาลมีการขุดเจาะใช้กันทั่วโลก น้ำบน

ผิวดิน ได้แก่ น้ำในทะเลสาบ หนองบึง และ แม่น้ำลำคลอง มีเพียงร้อยละ 0.33 ของปริมาณน้ำจืดทั้งหมดเท่านั้น

ปริมาณน้ำจืดในโลกที่เรานำมาใช้สอยกัน พื้นที่น้ำได้ดินราว 3,740,000 ล.บ. ก.ม. ส่วนหนึ่งที่อยู่ในระดับความลึกต่าง ๆ กัน ตั้งแต่ 5 เมตร ถึงเกิน 800 เมตร อีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำผิวดินราว 126,500 ล.บ. ก.ม. แบ่งเป็นน้ำในแม่น้ำ 15,000 ลบ. กม. นอกนั้นเป็นน้ำในทะเลสาบและหนองบึง เป็นความชื้นในดินที่ต้นไม้ใช้รากดูดซับมาปรุงอาหารได้รวมราว 69,000 ล.บ. ก.ม. เป็นไอน้ำในบรรยากาศรวม 13,500 ล.บ. ก.ม.

ส่วนต่าง ๆ ของโลกนั้นได้รับน้ำฝนไม่เท่ากัน จากสถิติที่บันทึกไว้ สามารถสรุปปริมาณของน้ำฝนเฉลี่ยในแต่ละพื้นที่ได้แตกต่างกัน เช่น ทวีปยุโรป พื้นที่ส่วนใหญ่มีปริมาณน้ำฝน 500 - 1,000 มม. /ปี แต่แอฟริกาตอนเหนือมีปริมาณน้ำฝน เพียง 0 - 250 มม./ปี การกระจายของน้ำฝนอย่างไม่สมดุล หรือสำนวนไทยว่า "ฝนตกไม่ทั่วฟ้า" นี้เป็นสาเหตุหนึ่งของความขาดแคลนน้ำในบางพื้นที่ และในขณะที่บางส่วนมีน้ำมาก บางครั้งจนเกิดอุทกภัย

ดังนั้นถ้าเรามีวิธีการใช้น้ำอย่างถูกต้อง และเหมาะสม ตลอดจนมีความร่วมมือระหว่างประเทศในการนี้แล้ว เราจะมีน้ำจืดใช้อย่างเพียงพอสำหรับทุกคน และน้ำยังเป็นทรัพยากรธรรมชาติที่มีความสำคัญต่อการพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศไทยในด้านการคมนาคม การเกษตร การประมง และการพัฒนาอุตสาหกรรม

2.2 การเก็บและรักษาตัวอย่างน้ำ[2]

น้ำตัวอย่างที่เก็บมาต้องเป็นตัวแทนของน้ำที่ต้องการจะศึกษาหรือวิเคราะห์ เพื่อให้ทราบถึงคุณภาพ ในการนี้ต้องคำนึงถึงปริมาณของน้ำที่จะเก็บ เวลา ชนิด และแหล่งของน้ำที่จะเก็บว่าเป็นน้ำดี หรือน้ำเสีย การบรรยายถึงวิธีการเก็บตัวอย่างอย่างละเอียดลออ เพื่อนำไปใช้กับตัวอย่างทุกชนิด และทุกที่นั้นเป็นไปได้ยาก เพราะความแตกต่างกันของวัตถุประสงค์ และวิธีที่ใช้ในการวิเคราะห์ จึงขอกล่าวถึงโดยทั่ว ๆ ไปเท่านั้น

2.2.1 ชนิดของตัวอย่าง

1. ตัวอย่างแยก (grab or catch samples) โดยทั่วไปหมายถึงตัวอย่างที่เก็บ ณ เวลาและสถานที่แล้วนำมาวิเคราะห์เป็นตัวอย่าง ๆ ไป ตัวอย่างแยกนี้ จะเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้นเฉพาะเวลาและจุดที่เก็บเท่านั้น อย่างไรก็ดี เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำมากกว่า ณ เวลาและจุดที่ทำการเก็บ

ในกรณีนี้ ตัวอย่างแยกเพียงตัวอย่างเดียว อาจใช้เป็นตัวแทนของแหล่งน้ำบางแห่งได้เลย เช่น น้ำประปา น้ำผิวดิน และน้ำบ่อลึก

ถ้าแหล่งน้ำ มีคุณภาพแปรผันตามเวลา การเก็บตัวอย่างแยกในช่วงเวลาที่เหมาะสมมาทำการวิเคราะห์จะช่วยให้ทราบถึงขอบเขต ความถี่และช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงได้ ช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างขึ้นอยู่กับความถี่ของการเปลี่ยนแปลง ดังนั้น จึงอาจจะแปรผันได้ตั้งแต่ 5 นาที ถึง 1 ชั่วโมง หรือนานกว่านี้ ในกรณีที่คุณภาพของแหล่งน้ำแปรผันตามระยะทางแทนที่จะแปรผันตามเวลา ใช้เก็บชุด (set) ของตัวอย่างจากจุดที่เหมาะสมโดยให้มีการเจาะจงเวลาน้อยที่สุด เพื่อจะได้ข้อมูลที่มีประโยชน์มากที่สุด

ในการเก็บตัวอย่างที่เป็นสลัดจ์ (sludges) และโคลนตม (muds) จะต้องใช้ความระมัดระวังอย่างมากเป็นพิเศษ เพื่อให้ได้ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างทั้งหมด

2. ตัวอย่างแบบรวม composite (composite samples) หมายถึง ส่วนผสมของตัวอย่างแยกที่ทำการเก็บ ณ จุดเดียวกัน แต่ต่างเวลา บางครั้งใช้คำว่า timecomposite samples มีประโยชน์สำหรับการใช้งานที่ต้องการทราบความเข้มข้นเฉลี่ย เช่น ในการคำนวณความสามารถที่จะกำจัดน้ำเสีย หรือประสิทธิภาพของเครื่องจักรในโรงงานกำจัดน้ำเสีย แทนที่จะทำการวิเคราะห์ตัวอย่างแยกทุกตัวอย่างแล้วนำมาคำนวณหาค่าเฉลี่ยของผล อาจทำตัวอย่างรวมของตัวอย่างแยกเหล่านี้ แล้วทำการวิเคราะห์ครั้งเดียว เป็นการประหยัดเวลา และค่าใช้จ่ายอย่างมาก สำหรับการวิเคราะห์ทั่วไปมักใช้ตัวอย่างรวมในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงเป็นมาตรฐาน แต่ถ้าต้องการผลเฉพาะการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของน้ำทิ้ง อาจต้องการตัวอย่างรวมที่เป็นตัวแทนของตัวอย่างในช่วงที่มีการปล่อยน้ำทิ้งนั้น ตัวอย่างรวมที่ได้นี้จึงเป็นตัวอย่างเฉลี่ย ภายใต้สภาวะดังกล่าวจะคัดปัญหาเกี่ยวกับเวลากักเก็บ (detention time) ไปได้ โดยที่แต่ละตัวอย่างน้ำที่เก็บอยู่คนละแฟคเตอร์เดียว คือ อัตราการไหล ณ เวลานั้น (คือผสมกันตามอัตราส่วนปริมาณการไหล)

ในการวิเคราะห์ส่วนประกอบบางอย่างของน้ำ เช่น แกสที่ละลายในน้ำ คลอรีนตกค้าง อุณหภูมิและพีเอช ค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่ายเมื่อเก็บรักษาตัวอย่างไว้ ดังนั้นจึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ตัวอย่างรวม ตัวอย่างรวมแบบ compostic ใช้เฉพาะการหาค่าส่วนประกอบที่ทราบได้แน่นอนว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงภายใต้สภาวะของการเก็บและรักษาตัวอย่างเท่านั้น ให้นำแต่ละส่วนของตัวอย่างที่ทำการเก็บโดยใช้ขวดปากกว้าง ซึ่งมีเส้นผ่าศูนย์กลางอย่างน้อย 35 มิลลิเมตร และจุได้อย่างน้อย 120 มิลลิลิตร เก็บแต่ละส่วนเหล่านี้ทุกชั่วโมง บางกรณีอาจจะทุกครึ่งชั่วโมง หรือทุก 5 นาที และนำมาผสมกันในขวดใบใหญ่ขวดเดียวเมื่อสิ้นสุดเวลาการเก็บตัวอย่างแล้ว ถ้าต้องการให้สาร

ช่วยรักษา (preservatives) ให้เติมลงในขวดเริ่มต้นทุกขวดก่อนทำการเก็บ ปกติมักทำการรวมแต่ละตัวอย่างในปริมาตรที่เป็นสัดส่วนกับปริมาตรที่ไหล สำหรับน้ำโสโครก (sewage) น้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำเสีย (effluent) และน้ำเสีย (wastes) แล้วปริมาตรสุดท้าย 2-3 ลิตรนับว่าพอเพียง ถ้าจะใช้เครื่องมือเก็บตัวอย่างชนิดอัตโนมัติควรเติมสารช่วยรักษาลงไปก่อน ทำความสะอาดเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างรวมทั้งขวดในแต่ละวัน เพื่อกำจัดการเจริญเติบโตทางชีวะและการเกาะของตะกอน

3. ตัวอย่างรวมแบบ integrated (integrated samples) หมายถึง ส่วนผสมของตัวอย่างที่แยกที่เก็บจากจุดต่าง ๆ กันในเวลาเดียวหรือในเวลาที่ใกล้กันที่สุด ตัวอย่างที่จำเป็นต้องเก็บโดยวิธีนี้ได้แก่ แม่น้ำ ลำธาร ซึ่งคุณภาพแปรผันตามความกว้างและลึก ในการประเมินค่าส่วนประกอบเฉลี่ยหรือปริมาณสารทั้งหมด (total loading) ก็ต้องใช้ของผสมของตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของจุดต่าง ๆ ในส่วนตัด (cross section) ของแหล่งน้ำซึ่งเป็นสัดส่วนกับการไหล

การเตรียมตัวอย่างรวมแบบ integrated นี้ต้องการเครื่องมือพิเศษในการเก็บตัวอย่างจากจุดที่ทราบความลึกโดยไม่มีการปะปนจากน้ำมันเลยนอกจากนี้ควรทราบเกี่ยวกับปริมาตรการเคลื่อนไหว และส่วนประกอบต่าง ๆ ของน้ำที่จะทำการเก็บก่อนด้วย จะเห็นได้ว่าการเก็บตัวอย่างรวมแบบนี้ยุ่งยากและมีขั้นตอนพิเศษกว่าแบบอื่น

2.2.2 ปริมาณ ในการตรวจหาคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของน้ำนั้น โดยทั่วไปแล้วปริมาตร 2 ลิตร นับว่าเพียงพอ แต่ถ้าจะทำการหาส่วนประกอบอื่นเพิ่มเติมก็ต้องใช้ปริมาตรมากกว่านี้ดังแสดงในตารางที่ 1 ข้อควรจำคือ อย่างพยายามใช้ตัวอย่างเดียวกัน สำหรับการวิเคราะห์ทางเคมี ทางแบคทีเรีย และด้วยการใช้กล้องจุลทรรศน์ เพราะวิธีที่ใช้ในการเก็บและปฏิบัติต่อตัวอย่างจะแตกต่างกัน

2.2.3 ช่วงระยะเวลาระหว่างการเก็บและการวิเคราะห์ เป็นการยากที่จะบอกว่าช่วงเวลานี้ควรจะเป็นเท่าไร เพราะช่วงเวลานี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวอย่าง สารที่จะวิเคราะห์และวิธีในการเก็บรักษา อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บตัวอย่างน้ำมาแล้วควรทำการวิเคราะห์ให้เร็วที่สุดเพราะยิ่งทิ้งไว้นาน ส่วนประกอบของตัวอย่างน้ำอาจจะเปลี่ยนไป เนื่องจากการเจริญเติบโตของจุลชีพในน้ำ ความผิดพลาดเช่นนี้อาจลดให้น้อยลงได้โดยเก็บตัวอย่างน้ำไว้ในที่มืดและอุณหภูมิต่ำ (4°C.) จนถึงเวลาที่จะวิเคราะห์ ระยะเวลาที่ยอมให้มากที่สุดที่จะเก็บตัวอย่างไว้ก่อนทำการวิเคราะห์ทางกายภาพและเคมีเป็นดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

น้ำสะอาด (unpolluted water)	72 ชั่วโมง
น้ำค่อนข้างสกปรก (slightly polluted water)	48 ชั่วโมง
น้ำสกปรก (polluted water)	24 ชั่วโมง

ถ้าช่วงเวลาดังกล่าวนี้นานพอที่จะให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในความเข้มข้นหรือสภาพทางกายภาพของส่วนประกอบที่จะทำการวัด ให้ทำการเก็บรักษาตัวอย่างตามตารางที่ 1 อย่าลืมจดเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่าง เวลาที่ทำการวิเคราะห์ และสารช่วยรักษาที่ใช้

2.2.4 **วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษา** การเก็บรักษาตัวอย่างทำได้ยาก สารช่วยรักษาเกือบทุกตัวขัดขวางการหาสารบางตัว ดังนั้น ถ้าเป็นไปได้ ควรทำการวิเคราะห์ทันที การเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิต่ำ (4 °C) เพื่อทำการวิเคราะห์ในวันถัดมาจัดว่าเป็นวิธีที่เหมาะที่สุด ใช้สารเคมีในการเก็บรักษาต่อเมื่อสารนั้นไม่ขัดขวางการวิเคราะห์ และให้เติมลงในขวดตัวอย่างก่อนทำการเก็บเพื่อว่าทุก ๆ ส่วนของตัวอย่างจะถูกเก็บรักษาทันทีที่ทำการเก็บ เลือกสารช่วยรักษาให้ถูกกับสารที่จะทำการวิเคราะห์ ฟอร์มัลดีไฮด์มีผลมากต่อการวิเคราะห์สารเกือบทุกตัว จึงไม่ควรใช้

วัตถุประสงค์ในการเก็บรักษาตัวอย่างเพื่อชะลอปฏิกิริยาทางชีววิทยา ชะลอการเกิดไฮโดรไลซีสของสารเคมีและสารเชิงซ้อน (complex) และเพื่อลดการระเหยตัวของส่วนประกอบของสาร วิธีที่ใช้ในการเก็บรักษาตัวอย่างทำได้โดยการควบคุมพีเอช การเติมสารเคมี การแช่เย็น และการแช่แข็ง ดังแสดงในตารางที่ 1

2.3 สรุปข้อควรปฏิบัติทั่วไปในการเก็บตัวอย่างน้ำ

1. ขวดที่ใช้เก็บตัวอย่างน้ำควรทำด้วยพลาสติก (polyethylene) เพราะขนส่งสะดวก ไม่ทำปฏิกิริยากับสารอื่นในน้ำ ข้อสำคัญต้องล้างให้สะอาดก่อนใช้ คือล้างด้วยกรดโครมิค น้ำก๊อก และน้ำกลั่นตามลำดับ และก่อนทำการเก็บให้ล้างด้วยน้ำตัวอย่างที่จะเก็บก่อนสัก 2-3 ครั้ง

2. เขียนฉลากติดที่ขวดตัวอย่างให้เรียบร้อย บอกชื่อผู้เก็บ เวลา สถานที่ วันที่เก็บ อุณหภูมิของน้ำ ชนิดของสารช่วยรักษา

3. ควรวัดอุณหภูมิ พีเอช แกสที่ละลายน้ำ เช่น CO_2 และ O_2 ทันทีที่เก็บ เพราะค่าเหล่านี้เปลี่ยนแปลงได้ง่าย

4. บางกรณีการเก็บตัวอย่างไว้มีผลต่อการวิเคราะห์มาก เช่น อิออนบวกบางตัวจะสูญหายไปโดยการดูดซับ (absorbtion) หรือโดยการแลกเปลี่ยนของอิออน (ion exchange) กับผิว

ของภาชนะที่ทำด้วยแก้ว อิออนบวกเหล่านั้นได้แก่ Al, Cd, Cr, Cu, Fe, Pb, Mn, Ag และ Zn จึงควรทำการเก็บแยกต่างหากโดยใช้ขวดที่สะอาด และทำให้เป็นกรดด้วยกรดเกลือเข้มข้น หรือกรดดินประสิวเข้มข้นจนพีเอชต่ำกว่า 2 เพื่อลดการตกตะกอน และการดูดซับบนผิวภาชนะ

5.แอมโมเนียไนโตรเจน (NH_4-N) ในน้ำถ้าพีเอชสูงไปจะเปลี่ยนไปอยู่ในรูปแอมโมเนียไนโตรเจน (NH_3 - N) ทำให้ค่าลดลง ฉะนั้นควรเก็บแยกขวดและปรับพีเอชให้ต่ำลง

6. น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ให้เก็บตัวอย่างน้ำทิ้งจากทุก ๆ จุดที่ปล่อยน้ำออกมาหรือที่จุดรวมของน้ำทิ้ง

7. น้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนให้เก็บตัวอย่างน้ำจากท่อระบายน้ำโสโครก

8. น้ำทิ้งจากระบบกำจัดน้ำเสียให้เก็บจากจุดต่าง ๆ ตามขั้นตอน

9. น้ำประปาให้ไขทิ้งสักครู่ก่อนเก็บ

10. น้ำบ่อควรเก็บภายหลังจากบ่อนั้นถูกดูดน้ำขึ้นระยะหนึ่งแล้ว ควรจดอัตราเร็วของการดูดน้ำด้วย

11. แม่น้ำและลำธาร ควรเก็บน้ำจากผิวจนถึงก้นแม่น้ำตรงใจกลางแม่น้ำแล้วเอามารวมกันเป็นตัวอย่างรวมแบบ integrated ถ้าจะเก็บเป็นตัวอย่างแยกให้เก็บจากใจกลางแม่น้ำที่จุดกึ่งกลางของความลึกจึงจะนับว่าเป็นตัวอย่างที่ดีที่สุด

12. น้ำในทะเลสาบมักจะมีการแปรผันในคุณภาพทั้งในแนวดิ่งและแนวนอน แต่ในภาพทั่ว ๆ ไปแล้ว เราไม่สนใจค่ารวมหรือเฉลี่ยของสภาพเหล่านี้ สนใจแต่การเปลี่ยนแปลงในแต่ละจุดเท่านั้น ดังนั้นจึงควรใช้ตัวอย่างแยกมากกว่า

2.4 อุปกรณ์และภาชนะบรรจุในการเก็บตัวอย่างน้ำ

อุปกรณ์และภาชนะบรรจุนับว่าเป็นองค์ประกอบที่มีความสำคัญอย่างยิ่งที่อาจจะทำให้ตัวอย่างที่เก็บมาได้รับการปนเปื้อน อันเนื่องจากความสกปรกของอุปกรณ์และภาชนะบรรจุที่ใช้ ซึ่งต้องมีการพิจารณาเป็นกรณีพิเศษ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษที่มีอยู่ในปริมาณต่ำ เช่น โลหะหนัก สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ รวมถึงการเลือกอุปกรณ์และภาชนะบรรจุ

2.5 เครื่องมือ เก็บตัวอย่างน้ำ (Water Sample)

เครื่องมืออุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำ อาจทำด้วยพลาสติก เหล็กกล้าไร้สนิม สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนัก เครื่องใช้ที่ใช้ควรทำด้วยพลาสติก และมีส่วนประกอบของโลหะน้อยที่สุด ส่วนที่สัมผัสน้ำโดยตรงก็ไม่ควรเป็นโลหะ กระบอกเก็บตัวอย่างและน้ำหนักถ่วงควรหุ้มด้วยพลาสติก สายสลิงที่ใช้หย่อนเครื่องมือดังกล่าวควรทำจากพลาสติกหรือลวดที่เคลือบด้วยพลาสติก เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำที่นิยมใช้ได้แก่ ชนิด Van Dorn, Niskin, Nansen ฯลฯ

สำหรับการวิเคราะห์สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ (Pesticide) เครื่องมือควรทำด้วยเหล็กกล้าไร้สนิม และภาชนะบรรจุที่ใช้แตกต่างกัน

ภาชนะบรรจุ สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงคือ

- วัสดุ
- รูปร่างและขนาด
- สี
- การเตรียมภาชนะบรรจุก่อนใช้

วัสดุ วัสดุที่ใช้จากภาชนะบรรจุตัวอย่างน้ำควรเป็นวัสดุที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำกรดด่าง และมลพิษในตัวอย่างน้ำ มีความแข็งแรงทนทาน ไม่เปราะหรือแตกง่าย สามารถล้างทำความสะอาดได้ง่าย มีฝาปิดสนิท โดยทั่วไปนิยมใช้ขวดแก้ว หรือพลาสติกอย่างดีที่แข็งและทนความร้อน เช่น โพลีเอทธิลีน โพลีโพรพิลีน แต่วัสดุที่ดีที่สุด คือ quartz หรือ teflon แต่ราคาแพง

รูปร่างและขนาด ควรจะมีขนาดพอเหมาะที่จะบรรจุตัวอย่างน้ำได้พอเพียงสำหรับการวิเคราะห์และไม่ใหญ่เกินไปที่จะถือหรือตั้งได้สะดวก และควรเป็นรูปทรงที่ไม่มีซอกมุมที่ทำความสะอาดยาก เช่น ขวดทรงกระบอกสูงปากกว้างเป็นต้น

สี โดยทั่วไปควรใช้วัสดุที่ไม่มีสี นอกจากในกรณีที่ต้องการสีเข้ม เพื่อป้องกันไม่ให้ตัวอย่างน้ำถูกแสงแดด นิยมใช้พลาสติกขาวขุ่นหรือขวดแก้วสีชา เป็นต้น

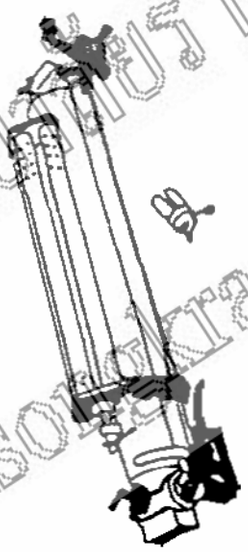
2.6 ข้อควรพิจารณาในการเลือกภาชนะบรรจุ

1. การวิเคราะห์สารประกอบอินทรีย์ เช่น grease, oil ควรใช้ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้ว ไม่ควรใช้ภาชนะที่ทำด้วยพลาสติก เนื่องจากเกิดขบวนการดูดซับสารที่ผิวผนังของภาชนะบรรจุได้ง่าย สำหรับวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ มีข้อควรคำนึง ดังนี้

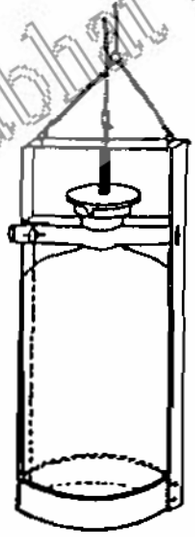
1.1 ขวดแก้วสีชา ขวดแก้วสีชาเป็นภาชนะบรรจุที่เหมาะสมที่สุดในการบรรจุตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ แต่อาจแตกง่ายและมีน้ำหนักมาก ซึ่งไม่

สะดวกในการเคลื่อนย้าย ในกรณีที่ไม่มีขวดแก้วสีชาอาจใช้ขวดแก้วใสห่อด้วยอะลูมินัม หรือกระดาษเพื่อกันแสง ทั้งนี้เนื่องจากแสงอาจทำให้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์สลายตัวได้ ขวดแก้วที่อาจนำมาบรรจุของเหลวได้ดี คือ ขวดสีชาที่บรรจุตัวทำละลาย (solvent) เช่น อะซิโตน (acetone) เฮกเซน (hexane) คลอโรฟอร์ม (chloroform) ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ■ล■ สำหรับฝาจุดปิดขวดควรเป็นฝาแก้วหรือฝาพลาสติกที่คลือบด้วยเทฟลอน หรือใช้อะลูมินัมที่ผ่านการล้างด้วยอะซิโตนหุ้มก่อนปิดฝาพลาสติก

1.2 ขวดพลาสติก ขวดพลาสติกไม่ควรนำมาใช้ในการบรรจุตัวอย่างที่เป็นของเหลว ประเภทสารอินทรีย์ โดยเฉพาะพลาสติกชนิด โปลีเอทธิลีน ชนิดความหนาแน่นสูง (high density polyethylene, HDPE) เนื่องจากอาจเกิดการปนเปื้อนจากโปลีเอทธิลีน แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่จำเป็นอาจอนุโลมให้ใช้พลาสติกคุณภาพดี (inert or non degradable) ซึ่งผ่านการตรวจวิเคราะห์แล้วว่าไม่มีสารแปลกปลอม (interferences) ออกมาระหว่างการบรรจุตัวอย่างในระดับที่วิเคราะห์ได้ (limit of detection) ภาชนะบรรจุดังกล่าวได้แก่ พลาสติก ชนิดเทฟลอนหรือพลาสติกนาลยีน (Nalgene) ชนิดโพลิโพรพีลีนไพลีน



ชนิด Nansen

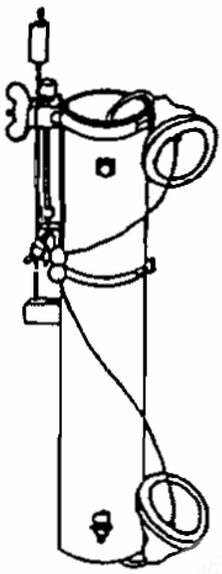


ชนิด Heyroth Sampling Bottle

รูปที่ 1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ชนิด *Kemmerer*



ชนิด Van Dorn

รูปที่ 1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำ (water sampler)

1.3 **ถุงพลาสติก** ถุงพลาสติกไม่ควรนำมาบรรจุตัวอย่างโดยตรง เช่น บรรจุตัวอย่างน้ำ **ถุงพลาสติกจะใช้ได้กับตัวอย่างที่เป็นของแข็งหรือกึ่งของแข็ง ซึ่งห่อด้วยละลูมินัมฟอยล์ก่อนแล้วชั้นหนึ่ง อย่างไรก็ตามในกรณีที่ตัวอย่างมีขนาดใหญ่** และไม่สามารถบรรจุในขวดแก้ว ขวดพลาสติกหรือห่อด้วยละลูมินัมฟอยล์ได้ เช่น ผัก ผลไม้ อนุโลมให้ใช้ถุงพลาสติกได้ แต่ต้องเป็นถุงพลาสติกชนิดสำหรับบรรจุอาหาร ที่ใหม่และสะอาดเท่านั้น

1.4 **ภาชนะโลหะ** ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะนอกเหนือจากภาชนะเหล็กกล้าไร้สนิม ไม่ควรนำมาบรรจุตัวอย่างโดยตรงเนื่องจากอาจมีสารปนเปื้อน **เช่น วัสดุเคลือบผิวประเภทแลคเคอร์**(oil film lacqure) หรือเรซิน (resin) จากตะเข็บรอยต่อ

2. การวิเคราะห์โลหะหนัก เช่น **ทองแดง เหล็ก แมงกานีส สังกะสี โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว อะลูมิเนียม** เป็นต้น ข้อควรคำนึงในการเลือกดังนี้

2.1 **ขวดพลาสติก ขวดพลาสติกเป็นภาชนะที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก ทั้งในแง่ของสารปนเปื้อนและอายุการใช้งาน พลาสติกที่ใช้สำหรับการเก็บตัวอย่าง โลหะหนักได้แก่พลาสติกชนิด โพลิฟลูออโรคาร์บอน โปลีเอทธิลีน โพลิเมทธิลเมทาไครเลท (polymethylmethacrylates หรือ Plexiglas) และเทฟลอน ปัจจุบันภาชนะพลาสติกที่นิยมใช้กันมาก เป็นชนิดโพลิเอททิลีน**

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ Prince of Songkla University Pattani Campus

22 ถุงพลาสติก ถุงพลาสติกไม่ควรนำมาใช้ในการบรรจุตัวอย่างที่เป็นของเหลวโดยตรง อาจนำมาใช้ใส่ตัวอย่างที่เป็นของแข็ง หรือกึ่งของแข็งได้ อย่างไรก็ตามถุงพลาสติกที่ใช้ควรเป็นถุงพลาสติกชนิดสำหรับบรรจุอาหารใหม่และสะอาดเท่านั้น

2.3 ขวดแก้ว ขวดแก้วไม่ค่อยเหมาะในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก เนื่องจากมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนประจุสูง (high ion - exchange capacity) และมีสารโลหะหนักปนเปื้อนอยู่สูง นอกจากนี้ยังแตกเสียหายได้ง่าย ขวดแก้วที่มีคุณสมบัติเหมาะสมในการเก็บตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์โลหะหนัก ได้แก่ ขวดแก้วชนิดบอโรซิลิเคต แต่ขวดประเภทนี้มีราคาค่อนข้างสูง

2.4 ภาชนะโลหะ ภาชนะบรรจุที่เป็นโลหะ ไม่ควรนำมาบรรจุตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์โลหะหนัก

นอกจากนี้การวิเคราะห์หาปริมาณโซเดียม ซิลิก้า โบรอน ภาชนะบรรจุที่เหมาะสมควรทำด้วยพลาสติกเช่นเดียวกัน เพื่อป้องกันการแลกเปลี่ยนออนที่ผิวของภาชนะ

3. การวิเคราะห์หาปริมาณฟลูออไรด์ ห้ามใช้ภาชนะบรรจุที่ทำด้วยแก้ว เนื่องจาก

4. การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียใช้ขวดที่ทำด้วยแก้วหรือพลาสติกที่มีขนาดและรูปร่างที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่างน้ำ เพื่อตรวจวิเคราะห์ทางแบคทีเรีย ใช้สามารถเก็บตัวอย่างน้ำได้เพียงพอสำหรับการตรวจวิเคราะห์ในแต่ละวิธี ปกติแล้วนิยมใช้ขวดแก้วปากกว้าง ที่มีฝาจุกแก้วอุดปิดสนิท (grounds glass stoppered bottles) ขวดพลาสติกก็สามารถใช้ได้ถ้าทำจากวัสดุที่ไม่เป็นพิษ เช่น โพลีโปรพีลีน (polypropylene) และต้องทำการฆ่าเชื้อได้ ก่อนทำการฆ่าเชื้อให้ปิดปากขวดด้วยอะลูมิเนียมฟอยล์ หรือกระดาษหนา ๆ

2.7 การทำความสะอาดเครื่องมือเก็บตัวอย่างน้ำและภาชนะบรรจุ

การเตรียมเครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุก่อนใช้ โดยทั่วไปควรจะต้องล้างทำความสะอาดด้วยผงซักฟอกหรือน้ำยาล้างแก้ว ล้างด้วยน้ำสะอาดและล้างด้วยน้ำกลั่นในครั้งสุดท้ายแล้วทำให้แห้งในห้องที่ปราศจากฝุ่นละอองก่อนที่จะนำไปใช้ นอกจากบางกรณีจะต้องมีกรรมวิธีพิเศษ เช่น ภาชนะที่ใช้บรรจุตัวอย่างที่จะวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ทางด้านแบคทีเรีย ซึ่งมลพิษดังกล่าวโดยทั่วไปมี

ปริมาณน้อย (trace) การปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจึงมีความสำคัญต่อผลการวิเคราะห์ การล้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุ มีขั้นตอนและวิธีการที่แตกต่างกัน ดังนี้

ก. การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะที่ตกค้าง ขั้นตอนและวิธีการล้างเครื่อง เมื่อเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุขึ้นกับลักษณะของการศึกษาและปริมาณโลหะหนักที่มีในตัวอย่างที่ต้องการตรวจ จำแนกออกได้ 2 วิธี ดังนี้

1. การล้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุโดยทั่วไป ให้ดำเนินการดังนี้

- ล้างด้วยผงซักฟอก
- ให้น้ำประปาไหลผ่าน
- ล้างภาชนะบรรจุด้วยกรดไนตริก 50% ชนิดที่มีความบริสุทธิ์สูง (analytical reagent grade) ถ้าเป็นไปได้ให้แช่ค้างคืนไว้
- ล้างด้วยน้ำกลั่นที่บริสุทธิ์หรือน้ำที่ปราศจากไอออน (deionized water)
- ทำให้แห้งโดยวางในห้องที่สะอาด ปราศจากฝุ่นละออง

2. การล้างเครื่องมือเก็บตัวอย่างและภาชนะบรรจุเพื่อการวิจัย

2.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่าง

2.1.1 เครื่องมือเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์โลหะหนักทั่วไป

- ล้างด้วยผงซักฟอก
- ล้างตามด้วยน้ำที่ปราศจากไอออน (deionized water)
- บรรจุกรดเกลือชนิดอุลตราพียวร์ 1 โมลาร์ ทิ้งไว้ 2-3 วัน
- ล้างด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ แล้วห่อถุงพลาสติก

2.1.2 เครื่องมือเก็บตัวอย่างสำหรับวิเคราะห์ปรอท

- ล้างด้วยผงซักฟอก
- ล้างแล้วบรรจุกรดไนตริก 0.5 โมลาร์ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
- ล้างแล้วบรรจุด้วยส่วนผสมของกรดไนตริก 0.5 โมลาร์ และโปแตสเซียมเปอร์มังกานเนต ($KMnO_4$) 0.1% และโปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟต ($K_2S_2O_8$) 0.01% ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
- เติมไฮดรอซิลเอมีน ไฮโดรคลอไรด์ (NH_3OHCl) 12% ลงไป
- ล้างแล้วบรรจุกรดซัลฟูริค 0.1 โมลาร์ ทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง
- ล้างด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์ แล้วห่อด้วยถุงพลาสติก

2.2 ภาชนะบรรจุ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

2.2.1 ภาชนะพลาสติก พลาสติกเป็นภาชนะบรรจุที่เหมาะสมในการเก็บตัวอย่าง แต่ในการผลิตอาจมีอนุภาคโลหะขนาดเล็กฝังตัวอยู่บริเวณใต้ผิวหรือถูกดูดซับบนผิว นอกจากนี้ แอดดิทีฟ (additive) ในพลาสติก ซึ่งอาจจะรบกวนผลการวิเคราะห์โดยทำปฏิกิริยากับโลหะในน้ำ ดังนั้น ภาชนะใหม่จึงควรล้างด้วยตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม และล้างตามด้วยน้ำกลั่น ส่วนวิธีการล้างอนุภาคโลหะที่ปนเปื้อนอยู่ในวิธีการของ Patterson และ Settle ดังนี้

2.2.1.1 ภาชนะพลาสติกชนิดเทฟลอน

- ล้างด้วยกรดไนตริกเข้มข้น
- แช่กรดไนตริกเข้มข้นใน acid bath ที่ 70 C. เป็นเวลา 3-5 วัน
- ล้างด้วยน้ำกลั่นที่บริสุทธิ์
- เปลี่ยนกรดแล้วทำซ้ำอีกครั้ง
- แช่กรดไนตริกชนิดอุลตราเพียวร์ 0.1% ใน acid bath ที่ 70 C. เป็นเวลา 3 วัน
- ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ภาชนะบรรจุที่เป็นขวดให้บรรจุกรดไนตริกชนิดอุลตราเพียวร์ 0.1% แล้วห่อด้วยถุงพลาสติกโปลีเอททิลีนจนกว่าจะใช้

2.2.1.2 ภาชนะพลาสติกชนิดโปลีเอททิลีน

- เติมกรดเกลือในภาชนะบรรจุ
- ล้างด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์
- เติมกรดเกลือชนิดอุลตราเพียวร์ 1% ให้ความร้อนที่ 55 C. เป็นเวลา 3 วัน
- ล้างด้วยน้ำกลั่นบริสุทธิ์
- เติมกรดเกลือชนิดอุลตราเพียวร์ 1% อีก 3 วัน
- ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ภาชนะบรรจุที่เป็นขวดให้บรรจุน้ำกลั่น แล้วห่อด้วยถุงพลาสติก
- โปลีเอททิลีนจนกว่าจะใช้

2.2.2 ภาชนะแก้วชนิดไพเราะ

แก้วไพเราะใช้สำหรับบรรจุตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์ปรอท ให้ล้างโดยวิธีของ Bothner และ Robertson (1975) ดังนี้

- เติมสารละลายผสมระหว่างโปแตสเซียมเปอร์มังกาเนต 0.1% และโปแตสเซียมเปอร์ซัลเฟต 0.1% ในกรดไนตริก 2.5% ให้ความร้อน 80 C. เป็นเวลา 2 ชั่วโมงแล้วทิ้งให้เย็น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

- เติมไฮดรอซิลเอมีน ไฮโดรคลอไรด์ 12% จำนวน 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- เติมสแกนคลอไรด์ ($SnCl_2$) 10% ลงไป 10 ลูกบาศก์เซนติเมตร
- ผ่านก๊าซไนโตรเจนเพื่อไล่สแตนนัสคลอไรด์ที่ทำปฏิกิริยาไม่หมด
- ล้างด้วยน้ำกลั่น 3 ครั้ง
- เครื่องแก้วใหม่ให้ล้างด้วยวิธีการดังกล่าว 2-3 ครั้ง ก่อนใช้

หมายเหตุ การล้างภาชนะซึ่งแนะนำให้เติมสารลงในภาชนะบรรจุแล้วนำไปให้ความร้อนใน Water bath อาจจะดัดแปลงเป็นการแช่ภาชนะบรรจุลงในสารต่าง ๆ ใน acid bath แทนได้

ข. การวิเคราะห์หาปริมาณสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ มีขั้นตอนดังนี้

- ชะด้วยน้ำหรือตัวทำละลายอินทรีย์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ เช่น hexane
- ล้างด้วยผงซักฟอกชนิดที่ปราศจากสารอินทรีย์หรือมีสารอินทรีย์ปะปนอยู่น้อยที่นิยม เช่น alconox
- ล้างด้วยน้ำประปา
- ล้างด้วยน้ำกลั่น
- ชะด้วย hexane ชนิด pesticide grade
- ทำให้แห้งและเก็บในที่ที่ไม่มีฝุ่น

ค. การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรีย ขวดเก็บตัวอย่าง ขวดแก้วปากกว้าง ความจุประมาณ 125 ลูกบาศก์เซนติเมตรพร้อมฝาจุกแก้ว ผ่านการล้างให้สะอาด ตาก หรืออบให้แห้ง ปิดฝาจุกให้สนิท ใช้กระดาษอะลูมิเนียมหุ้มจุดขวดไว้ สำหรับจับขวดขณะปิด บรรจุลงในกระป๋องโลหะเพื่อกันการปนเปื้อน นำไปอบที่อุณหภูมิ 160-180 C. เป็นเวลา 2 ชม. ทิ้งไว้ให้เย็นที่อุณหภูมิห้อง

สำหรับตัวอย่างน้ำประปา หรือน้ำเสียบางชนิดที่มีคลอรีนตกค้างอยู่ในตัวอย่างน้ำจะมีผลในการทำลายแบคทีเรียในตัวอย่างน้ำ จำเป็นต้องกำจัดเสียก่อน โดยเติมสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต ซึ่งมีความเข้มข้น 10% จำนวน 0.1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ลงในขวดเปล่าก่อนนำไปอบฆ่าเชื้อ

2.8 การถนอมคุณภาพตัวอย่างน้ำ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตัวอย่างน้ำที่เก็บมาเพื่อทำการตรวจสอบคุณภาพน้ำนั้น หากไม่ได้ทำการวิเคราะห์ทันทีแล้ว ส่วนประกอบของตัวอย่างน้ำจะเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการเติบโตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ มลพิษหลายชนิดที่ไม่คงตัว มีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอ เช่น แบคทีเรีย ความเป็นกรด-ด่าง สารประกอบไนโตรเจน สารอินทรีย์ และอื่น ๆ เป็นต้น จึงได้มีการศึกษาวิธีการถนอมหรือรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำให้คงที่หรือเปลี่ยนแปลงน้อยที่สุด เพื่อลดหรือหยุดปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจำแนกออกได้ดังนี้คือ

1. การแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 C. หรือแช่แข็ง เช่น การตรวจหาปริมาณความเป็นกรด ความเป็นด่าง ซัลเฟต คลอไรด์ เป็นต้น ผลของการแช่เย็น ก็คือ

- ลดการทำงานของพวกจุลินทรีย์
- ลดอัตราเร็วของการเกิดขบวนการทางกายภาพและเคมี
- ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่มีสารรบกวน (interference) ในการวิเคราะห์

2. การเติมสารเคมี

2.1 เติม Biocides เพื่อยับยั้งการทำงานของพวกจุลินทรีย์ที่นิยมใช้ เช่น $HgCl_2$ เติมในปริมาณ 20-40 mg/l

2.2 เติมกรด เช่น HNO_3, H_2SO_4 เป็นการรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำโดยการควบคุม pH < 2 เพื่อวัตถุประสงค์ คือ

- ป้องกันการดูดซับอิออนที่ผิวภาชนะบรรจุและการตกตะกอน
- ยับยั้งการทำงานของพวกจุลินทรีย์

เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะ ควบคุม pH < 2 โดยการเติมกรด HNO_3 (ดังตารางที่ 1) อาจใช้ 1.5 มล. กรด HNO_3 เข้มข้น หรือ 3 ม. ของ 1+1 HNO_3 ต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร แต่กรณีตัวอย่างน้ำเป็นด่างมากอาจต้องใช้ถึง 5 มล. กรด HNO_3 เข้มข้น และถ้าตัวอย่างน้ำนำไปแช่เย็นด้วย การรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำจะเก็บได้นานถึง 6 เดือน ยกเว้นในกรณีของ Hg ระยะเวลาในการเก็บรักษาสั้นกว่าโลหะอื่น

2.3 สารเคมีเฉพาะข้อมูล สารเคมีอื่น ๆ เช่น การวิเคราะห์หาปริมาณไซยาไนด์ รักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำได้โดยการเติมโซเดียมไฮดรอกไซด์ ให้ pH อยู่ในช่วง 10-11 การวิเคราะห์หา Hg นอกจากรักษาคุณภาพโดยการเติมกรดแล้ว อาจรักษาคุณภาพได้โดยการเติม 2 มล. 20% (น. น. โดยปริมาตร) ของโปแตสเซียมไดโครเมต ในตัวทำละลาย 1+1 กรด HNO_3 ต่อน้ำตัวอย่าง 1 ลิตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี Phetchaburi Rajabhat University

หรือเติม 1 มล. กรด H_2SO_4 เข้มข้น และ 1 มล. 5% (น.น.โดยปริมาตร) ของโปแตสเซียมไดโครเมต ในน้ำตัวอย่าง 100 มล.

การเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำเฉพาะข้อมูลหนึ่ง ๆ นั้น กระทำได้ยากและถึงแม้จะมีการเติมสารเคมีลงไปในตัวอย่างสำหรับรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำเป็นกลุ่มแล้ว ก็ยังอาจมีผลกระทบต่อการวิเคราะห์ได้ หากตัวอย่างน้ำนั้นมีสารแขวนลอยหรือความขุ่นอยู่ด้วย

นอกจากนี้ระยะเวลาในการเก็บรักษาคุณภาพตัวอย่างน้ำหลังจากเติมสารเคมี เพื่อรักษาคุณภาพก็มีความสำคัญเช่นเดียวกัน เนื่องจากในช่วงที่เก็บรักษาคุณภาพน้ำนั้น อาจเกิดขบวนการต่าง ๆ ที่ทำให้ส่วนประกอบหรือมลสารต่าง ๆ ในน้ำเปลี่ยนแปลง ขบวนการดังกล่าว ได้แก่

1. ขบวนการทางชีววิทยา

- ปฏิกิริยาเมตาบอลิซึมของจุลินทรีย์ในน้ำ

2. ขบวนการทางเคมี

- การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน : $Fe^{2+} \longrightarrow Fe^{3+} + e$
- การเปลี่ยนแปลงปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ จะมีผลให้ pH ค่าความเป็นด่างนี้เปลี่ยนแปลง
- การเกิดขบวนการ depolymerization

3. ขบวนการทางกายภาพ

- การดูดซึมของพวกคอลลอยด์
- การดูดซับสารที่ผิวภาชนะบรรจุ ตะกอนดินที่มีอยู่ในน้ำ
- การรวมตัวเป็นตะกอนของพวกคอลลอยด์ สารแขวนลอย

ดังนั้น ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ เพื่อให้ผลการตรวจวิเคราะห์ที่ได้ไม่คลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง ควรทำการวิเคราะห์ทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามเวลา เช่น อุณหภูมิ pH ค่าการนำไฟฟ้า เป็นต้น สำหรับมลพิษบางชนิดในน้ำเป็นสารที่ไม่คงตัว มีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา จำเป็นต้องใช้วิธีการถนอมคุณภาพที่เหมาะสม ซึ่งต้องคำนึงถึงระยะเวลาในการเก็บรักษาควบคู่ไปด้วย หากเก็บตัวอย่างไว้นานเกินไปจะทำให้เกิดการสลายตัวของมลพิษบางชนิด เป็นต้น

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สำนักวิทยบริการสถาบันราชภัฏพิบูลสงคราม
พิษณุโลก

ตารางที่ 2.1 Summary of Special Sampling or Sample Handing Requirements

Determination	Container[+]	Minimum Sample Size ml	Storage and/or Preservation
Acidity	P,	100	24 hr; refrigerate
Alkalinity	P,	200	24 hr; refrigerate
BOD	P, G	1,000	6 hr; refrigerate
Boron	P	100	-
Carbon, organic, total	G(brown)	100	Analyze as soon ad possible
			refrigerate or add Hcl to pH $\leq$ 2
Carbon dioxide	P, G	100	Analyze immediately
COD	P, G	100	Analyze as soon ad possible
			add H_2SO_4 to pH $\leq$ 2
Chlorine dioxine	P, G	500	Analyze immediately
Chlorine, residual	P, G	500	Analyze immediately
Chlorophy11	P, G	500	30 days in dark; freeze
Color	G	500	-
Cyanide	P, G	500	24 hr; add NaOH to ph 12:
			refrigerate
Iodine	P, G	500	Analyze immediately
Metals	P, G	-	for dissolved metals separate
			by filtration immediately add
			5 ml conc HNO_3/1
Nitrogen	P, G	500	Analyze as soon as possible;
Ammonia			add 0.8 ml conc H_2SO_4/l;
Nitrate			refrigerate
	P, G	100	Analyze as soon as possible;
			add 0.8 ml conc H_2SO_4/l;
Nitrite			refrigerate

2
ว๕๑.๗
ร๑๑๑
ล. ๑
128726

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

Determination	Container	Minimum Sample Size ml	Storage and/or Preservation
			add 40 mg. $HgCl_2$/l and refrigerate
Organic:			on freeze at - 20°C
	P, G	500	Analyze as soon as possible;
			refrigerate or add 0.8 ml conc
Odor			H_2SO_4/l
	G	500	Analyze as soon as possible;
Oxygen, dissolved			refrigerate
Ozone	G, BOD bottle	300	Analyze immediately
Pesticides (organic)	G	1,000	Analyze immediately
pH	G (s)	-	-
Phenol	P, G(B)	-	-
	G	500	24 hr; and H_3PO_4 to pH ≤ 4.0
			and 1 g $CuSo_4$ $5H_2O$/l;
	G (A)	100	For dissolved phosphates
			separate by filtration
			immediately ; freeze at ≤ -10°C
Residue			and/ or add 40 mg $HgCl_2$/l
Salinity	P, G(B)	-	-
	G, was seal	240	Analyze immediately or use wax
Sludge digester gas	P	-	-
Sulfate	G, gas bottle	-	-
Sulfide	P, G	-	Refrigerate
	P, G	100	Add 4 drops 2N zinc acetate/
Sulfite			100 ml
Taste	P, G	-	Analyze immediately
	G	500	Analyze as soon as possible ;

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

Determination	Container*	Minimum Sample Size ml	Storage and/or Preservation
Turbidity	-	-	Analyze immediately
	P, G	-	Analyze same day ; store in dark
			for up to 24 hr

*see text for additional details, For determinations not listed, no special requirements have been set: use glass or plastic containers, preferably refrigerate during storage, and analyze as soon as possible.

+p = plastic (polyethylene or e quivalent); G = glass, G(A) or P(A) = rined with 1+1 HNO_3 ; G(B) = glass, borosilicate; G(S) = glass, rinsed with orgonic solvents.

From Standard Method for the Examinahon of Water and Wastewater, 14th Edihon, 1975. p.42

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 3
ทฤษฎีและหลักการที่ใช้ในการวิเคราะห์

3. สมบัติของน้ำในการศึกษาทางเคมี [4,5,6]

3.1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิหมายถึงระดับความร้อน อุณหภูมิของน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำลำธารสาธารณะผลต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำทั้งทางตรงและทางอ้อม โดยที่สิ่งมีชีวิตในน้ำอาจถึงตายได้ในกรณีที่อุณหภูมิของน้ำทิ้งสูงเกินไป และยังมีผลให้การละลายของออกซิเจนในน้ำลดลงอีกด้วย ตามประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรมยอมให้อุณหภูมิของน้ำที่ปล่อยลำน้ำสาธารณะได้ไม่เกิน 40°ซ.

เครื่องมือ

เทอร์โมมิเตอร์ (mercury filled thermometer) ชนิดอ่านค่าเป็นองศาเซลเซียสสเกล อ่านได้ละเอียด 0.1°ซ.

3.1.2 pH (ความเป็นกรด และความเป็นเบส)

ความเป็นกรด

ความเป็นกรดของน้ำ เป็นความสามารถของน้ำที่จะให้โปรตอนหรือ ทั้งนี้รวมถึงกรดอ่อนที่แตกตัวได้น้อย (weaklyionizing acids) เช่น กรดคาร์บอนิค กรดแทนนิค ตลอดจนพวกเกลือซึ่งไฮโดรไลส์ได้ เช่น เฟอร์รัสซัลเฟต อะลูมิเนียมซัลเฟต และ พวกกรดแร่ เหล่านี้ล้วนมีส่วนเพิ่มความเป็นกรดเมื่อตัวอย่างน้ำมีค่าพีเอชต่ำ ความเป็นกรดมีความสำคัญเพราะเป็นตัวที่ทำให้น้ำมีนเกิดการกัดกร่อน และมีอิทธิพลต่อกระบวนการทางเคมีและชีววิทยา ความเป็นกรดของน้ำได้โดยการไตรเทรตน้ำนั้นด้วยด่างที่แก่ ทราบความเข้มข้นแน่นอน เช่น NaOH จนถึงพีเอชที่กำหนด การวัดจะสะท้อนถึงการเปลี่ยนคุณภาพของแหล่งน้ำด้วยความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำที่สำคัญคือ

1. Carbon Dioxide acidity

คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นส่วนประกอบที่สำคัญของน้ำตามธรรมชาติทั่ว ๆ ไป สำหรับน้ำผิวดินจะได้รับแก๊สนี้จากบรรยากาศโดยการดูดซึม แต่ในกรณีนี้จะเป็นไปก็ต่อเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำน้อยกว่าในอากาศ คาร์บอนไดออกไซด์อาจเกิดขึ้นจากการออกซิเดชันทางชีววิทยาของสารอินทรีย์ในน้ำ โดยเฉพาะในน้ำใสไดรก ในกรณีนี้ ถ้าการสังเคราะห์แสงเกิดขึ้นน้อย ความดันของคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำจะสูงกว่าในอากาศ ก็จะหนีสู่บรรยากาศ จะเห็นได้ว่าการดูดและคายคาร์บอนไดออกไซด์ระหว่างน้ำ และอากาศ จะมีอยู่ตลอดเวลาเพื่อรักษาปริมาณของมันให้คงที่ คือให้อยู่สมดุลกับน้ำ

มหาวิทยาลัยพิษณุโลก Pitsanulok University

สำหรับน้ำบาดาลและน้ำจากชั้นล่าง (hypolimnion) ของทะเลสาบ หรือ อ่างเก็บน้ำที่มีการแบ่งชั้นของน้ำเนื่องจากมีความแตกต่างของอุณหภูมิ (thermal stratification) จะมีคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ในปริมาณสูงกว่า น้ำผิวดิน ทั้งนี้การออกซิเดชันของสารอินทรีย์ โดยแบคทีเรียทั้งแบบใช้ออกซิเจนและไม่ใช้ออกซิเจน ดังนั้นความเข้มข้นของคาร์บอนไดออกไซด์จะไม่ถูกจำกัดโดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายอยู่ในน้ำ ตอนเริ่มต้นปกติมักพบน้ำใต้ดินมีปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์สูง 30 - 50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกิดขึ้นได้เมื่อน้ำไหลผ่านชั้นของดินที่มีแคลเซียมคาร์บอเนต หรือแมกนีเซียมคาร์บอเนต ไม่พอที่จะสะเทินคาร์บอนไดออกไซด์ เพื่อให้เกิดความเป็นไบคาร์บอเนต ดังสมการ

$$CO_2 + CaCO_3 + H_2O \text{ -----> } Ca(HCO_3)_2$$

ความเป็นกรดของน้ำที่เกิดจากคาร์บอนไดออกไซด์เรียกว่า Carbondioxide acidity ซึ่งพบว่าคาร์บอนไดออกไซด์หรือกรดคาร์บอนิคอย่างเดียวจะไม่ทำให้พีเอชของน้ำลดลงต่ำกว่า 4.5

2. mineral acidity

คือ ความเป็นกรดที่เกิดขึ้นเนื่องจากกรดแร่ที่เป็นน้ำที่มีความเป็นกรดชนิดนี้จะมีพีเอชต่ำกว่า 4.5 พบในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหะ โรงงานผลิตพวกสารอินทรีย์ แต่น้ำธรรมชาติอาจมี mineral acidity ได้ เช่น ในกรณีที่น้ำไหลผ่านเมืองเก่า ๆ ซึ่งมักจะมีพวกกรดกำมะถัน เกลือของกรดกำมะถัน ซัลไฟด์เหล็กไพไรต์ (FeS) สำหรับ 2 ตัว หลังอาจถูกเปลี่ยนไปเป็นกรดกำมะถัน และซัลเฟตโดยอาศัย sulfuroxidizing bacteria ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน ดังสมการ

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \text{ -----> } 2H_2SO_4$$

$$FeS_2 + 3O_2 + H_2O \text{ -----> } FeSO_4 + H_2SO_4$$

เกลือของโลหะหนักโดยเฉพาะพวกที่มีวาเลนซี 3 เช่น Fe^{+3}, Al^{+3} จะถูกไฮโดรไลส์ในน้ำปล่อยพวก mineral acidity ออกมา เช่น

$$FeCl_3 + 3H_2O \rightarrow Fe(OH)_3 + 3H^+ + 3Cl^-$$

ซึ่งในกรณีที่มีสารนี้จะเกิดเป็นตะกอนขึ้น เมื่อพีเอชของสารละลายเพิ่มขึ้นในปฏิกิริยาสะเทินสำหรับน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรมหลายชนิดที่มีกรดอินทรีย์อยู่จะทำการหาปริมาณกรดได้ดีโดยใช้ electrometric titration curve

ความเป็นกรดมีความสำคัญเพียงเล็กน้อยทางด้านสุขาภิบาล และสาธารณสุข และปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ในเครื่องดื่มต่าง ๆ จัดว่าสูงกว่าที่มีอยู่ตามธรรมชาติมาก แต่ยังไม่มีรายงานเกี่ยวกับอันตรายต่อสุขภาพของคนเลย น้ำที่มี ทรือ mineral acidity โดยทั่วไปจะมีรสไม่น่าบริโภคแต่ก็ยังไม่เคยมีปัญหาทางด้านสุขาภิบาล ความเป็นกรดในน้ำนั้นมีคุณสมบัติในการกัดกร่อนค่าคาร์บอนไดออกไซด์ในน้ำใช้ในการคำนวณหาปริมาณปูนขาวที่จะใช้เพื่อกำจัดความ

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

กระด้างของน้ำโดยวิธี lime soda นอกจากนี้ในการกำจัดน้ำเสียโดยใช้กระบวนการทางชีววิทยาจะต้องควบคุมพีเอชให้อยู่ในระหว่าง 6-8.5 ซึ่งเป็นพีเอชที่เหมาะสม ในการนี้ต้องใช้สารเคมีซึ่งการหาค่าคำนวณปริมาณที่จะใช้ต้องอาศัยค่าความเป็นกรดด้วย

ความเป็นด่าง

เป็นความสามารถของน้ำที่จะโปรตอน หรือเป็น quantitative capacity ของน้ำนั้นสะเทินกรดแก่จนถึงพีเอชที่ต้องการ ค่าที่วัดอาจจะแตกต่างกันไปแล้วแต่ end point pH ที่ใช้ในการหาความเป็นด่างของน้ำตามธรรมชาติมักเกิดจาก

1. เกลือของกรดอ่อน (salt of weak acids) เช่น คาร์บอเนต บอเรต ฟอสเฟต ซิลิเกต ตลอดจนเกลือของกรดอินทรีย์บางตัวที่มีความทนทานต่อการออกซิเดชันทางชีววิทยา เช่น กรดฮิวมิค ส่วนใหญ่แล้วจะได้แก่ พวกไบคาร์บอเนตซึ่งเกิดจากปฏิกิริยาของ CO_2 , H_2O และสารที่เป็นด่างที่มีอยู่ดังสมการ

$$CO_2 + H_2O + CaCO_3 \text{ -----> } Ca(HCO_3)_2$$

2. เบสแก่และเบสอ่อน (Strong and weak base) เช่น ไฮดรอกไซด์ ในบางสภาวะธรรมชาติอาจมีพวกคาร์บอเนตและไฮดรอกไซด์อยู่ในปริมาณสูง เช่น น้ำผิวดิน ซึ่งมีสาหร่ายมากสาหร่าย CO จากน้ำไปใช้ในการปรุงอาหาร (photosynthesis) ทำให้พีเอชของน้ำสูงขึ้นประมาณ 9 - 10 น้ำที่ใส่หม้อต้มน้ำ (boiler water) จะมีพีเอชสูง ทั้งนี้เพราะเมื่อต้ม ไบคาร์บอเนตที่มีอยู่ในน้ำจะถูกเปลี่ยนให้เป็นคาร์บอเนตและคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งคาร์บอเนตจะถูกเปลี่ยนต่อไปเป็น
3. ไฮดรอกไซด์กับคาร์บอนไดออกไซด์ และถูกขับออกไปเมื่อน้ำเดือดเหลือไฮดรอกไซด์ซึ่งเป็นด่างแก่ ฉะนั้นในบางสภาวะจะทำให้ค่าพีเอชสูง

น้ำที่ผ่านกรรมวิธีทางเคมี โดยเฉพาะการทำให้หายกระด้าง (water softening) โดยใช้ ไลม์โซดาแอช น้ำพวกนี้จะมีพีเอชสูง เพราะมีไฮดรอกไซด์เหลืออยู่ในน้ำ สรุปแล้วความเป็นด่าง สาเหตุส่วนใหญ่มาจากองค์ประกอบของสารละลาย 3 ชนิดด้วยกัน ซึ่งจะเรียงกันไป โดยพิจารณาการที่มันทำให้น้ำมีค่าพีเอชสูงจากมากไปหาน้อย คือ

1. ไฮดรอกไซด์
2. คาร์บอเนต
3. ไบคาร์บอเนต

น้ำที่มีความเป็นด่างสูงจะมีรสไม่น่าดื่ม ซึ่งถ้าเกิดขึ้นกับน้ำประปาจะทำให้ประชาชนหันไปใช้น้ำอื่น ซึ่งอาจจะไม่ปลอดภัยแทน น้ำที่ผ่านกรรมวิธีต่าง ๆ ทางเคมีนัก จะมี

พีเอชสูงเนื่องจาก alkalinity ค่าความเป็นด่างในน้ำควรจะมีเพียงพอสำหรับการเกิด floc ระหว่างขบวนการตกตะกอนไม่สูงมากจะทำให้เกิด physiolotical distress ในคนกฎเกณฑ์ในการพิจารณาค่าต่ำสุด สูงสุดเป็นด่าง ในน้ำประปาขึ้นอยู่กับปริมาณ CO^{-2} HCO_3 และ OH^- ซึ่งเป็นบ่อเกิดของความเป็นด่างของแข็งที่ละลายน้ำและแคลเซียม ทั้งนี้เพราะข้อบังคับซึ่งอนุญาตให้มีค่าของที่ละลายน้ำมิลลิกรัมต่อลิตร และพีเอช 6-8.5 จะต้องมีค่าความเป็นด่างอย่างต่ำ 30 mg/l ส่วนค่าด่างสูงสุดเป็นด่าง ในน้ำประปาขึ้นอยู่กับปริมาณด่าง ถ้าสูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตรไม่เหมาะจะทำน้ำประปา น้ำที่จะทำน้ำประปามีค่าความเป็นด่างระหว่าง 30 -500 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นด่าง มีความสำคัญในการปรับปรุงคุณภาพของน้ำธรรมชาติ และน้ำเสียด่าง ๆ ใช้การชี้บอกถึงความเข้มข้นของ CO^{-2} HCO^-_3 และ OH^- ซึ่งเป็นองค์ประกอบของความเป็นด่างในน้ำธรรมชาติ ค่าที่วัดได้อาจรวมทั้งส่วนที่มาจากบอเรต ซิลิเกต หรือฟอสเฟตที่อยู่ในกรณีที่มี alkaline earth ในความเข้มข้นสูง อาจใช้ค่าความเป็นด่างในการพิจารณาความเหมาะสมของน้ำนั้นในการรดประทาน ค่าความเป็นด่างยังใช้ในการแปรผลและควบคุมขบวนการปรับปรุงน้ำเสีย น้ำโสโครกดิบจากอาคารบ้านเรือนมีค่าความเป็นด่างสูงกว่าน้ำประปาเพียงเล็กน้อย การทำ anaerobic digest ที่เหมาะจะทำให้มีค่าความเป็นด่างในช่วง 2,000 - 4,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ในรูปแคลเซียมคาร์บอเนต สำหรับน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมค่าความเป็นด่างจะชี้ให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลงคุณภาพ ถังแหล่งของตัวอย่างที่เก็บมามีระดับความเป็นด่างที่ค่อนข้างคงตัว

เครื่องมือ (pH meter) อ่านค่า (pH 0 - 14)

3.1.3 ความขุ่น (Turbidity)

คำว่าความขุ่น (Turbid) หมายถึง น้ำที่มีพวกสารห้อยแขวน ซึ่งขัดขวางทางเดินของแสงที่ผ่านน้ำนั้น ความขุ่นของน้ำที่เกิดจากการที่น้ำมีสิ่งห้อยแขวนอยู่ เช่น ดินละเอียด อาจเป็นพวกสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ สารแพลงตอน (Plankton) และสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ (microscopic Organisms) สารพวกนี้จะทำให้เกิดการกระจัดกระจาย (Scattered) และดูดซึม (absorbed) ของแสงแทนที่จะปล่อยให้แสงผ่านไปเป็นเส้นตรง

สารห้อยแขวนในน้ำ ซึ่งเป็นสาเหตุใหญ่ของความขุ่นอาจจะมีขนาดตั้งแต่คอลลอยด์ซึ่งละเอียดมาก จนกระทั่งถึงหยาบ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสาเหตุของความขุ่นในน้ำตามทะเลสาป อ่างเก็บน้ำซึ่งค่อนข้างสงบนิ่งในขณะที่น้ำตามแม่น้ำ ซึ่งกระแสน้ำพัดแรง ความขุ่นส่วนใหญ่จะเนื่องจากสารห้อยแขวนขนาดใหญ่ สารเคมีบางอย่างก็เป็นบ่อเกิดของความขุ่น เช่น เหล็ก แมงกานีส ซึ่งพบมากในน้ำบ่อ น้ำบาดาล น้ำเหล่านี้เมื่อนำมาใหม่ ๆ จะแลเห็นใส แต่เมื่อตั้งทิ้งไว้ให้สัมผัสกับอากาศจะเกิดความขุ่นขึ้น เพราะออกซิเจนจากอากาศ ไปออกซิไดส์สารเหล่านี้ให้ไปอยู่ในรูปซึ่ง

เป็นตะกอน เช่น เฟอร์รัสอิออน (Fe^{+2}) จะถูกเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของเฟอร์ริกไฮดรอกไซด์ $Fe(OH)_3$ เป็นตะกอนสีเหลือง หรือน้ำตาลแดง นอกจากนี้แบคทีเรีย ซึ่งอาศัยสารเคมี เช่น เหล็ก กำมะถัน และแมงกานีส เป็นแหล่งพลังงาน เมื่ออยู่ในน้ำที่มีสารเหล่านี้จะเจริญเติบโตมากมายทำให้น้ำขุ่นได้เช่นกัน

ความขุ่นมีความสำคัญต่อการผลิตน้ำประปาในแง่ความน่าดื่มน่าใช้ (aesthetic) อายุของเครื่องกรอง (filterability) และการฆ่าเชื้อโรค (disinfection)

3.1.4 ออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (Dissolved Oxygen, DO)

ออกซิเจนนับว่าเป็นก๊าซที่มีความสำคัญมากในการดำรงชีวิตของคน สัตว์ และพืช เพราะต้องถูกนำไปใช้ในขบวนการต่าง ๆ เพื่อก่อให้เกิดพลังงาน ขบวนการต่าง ๆ ที่ต้องการออกซิเจนเรียก aerobic process ก๊าซต่าง ๆ ในบรรยากาศละลายน้ำได้มากน้อยต่างกันแล้ว แต่ละชนิดของก๊าซ สำหรับไนโตรเจนและออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยมาก และเนื่องจากไม่ได้ทำปฏิกิริยาทางเคมีกับน้ำ ดังนั้นการละลายขึ้นอยู่กับความดันบรรยากาศ (partial pressure) ความเค็ม (Salinity) และอุณหภูมิ

ค่าการละลาย (solubility) ของออกซิเจนในน้ำจะอยู่ในช่วง14.6 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 0°C และ 7 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 35°C ภายใต้ความดันบรรยากาศ 1 บรรยากาศซึ่งจะเห็นว่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความจริงข้อนี้สำคัญมากเพราะอัตราของการออกซิเดชันทางชีววิทยาจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และความต้องการออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ในขณะที่ออกซิเจนที่ละลายในน้ำน้อยลง ความจริงข้อนี้จะเห็นได้ชัดในต่างประเทศ หรือแม้แต่ในประเทศไทยเอง คือในฤดูร้อนปริมาณออกซิเจน (DO) ละลายในน้ำน้อยลงเพราะว่าอุณหภูมิสูง ทำให้เกิดการเน่าเหม็นของน้ำในแม่น้ำ คลอง เนื่องจากออกซิเจนไม่พอสำหรับทำให้เกิด aerobic Process เป็นตัวอย่างที่เห็นได้ชัดในเรื่องนี้

Low solubility ของออกซิเจนเป็นแฟคเตอร์สำคัญที่จำกัดความสามารถในการที่จะฟอกตัวเองให้กับธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องกำจัดสารสกปรกในน้ำเสียก่อนที่จะปล่อยลงแม่น้ำ ลำคลอง ปริมาณของออกซิเจนในน้ำจะมากหรือน้อยกว่าปริมาณที่อิ่มตัวขึ้นอยู่กับสภาวะของน้ำมัน เช่นถ้ามีการสังเคราะห์แสงมากจะมีปริมาณออกซิเจนในน้ำสูง มีการละลายดีขึ้น แต่ถ้ามีการสลายตัวของสารอินทรีย์ทำให้ออกซิเจนในน้ำถูกใช้ไปดังนั้น ปริมาณออกซิเจนในน้ำจะลดลง นอกจากนี้ปฏิกิริยาเคมีต่าง ๆ การออกซิไดส์ของโลหะต่าง ๆ เช่น Fe^{+2}, Mn^{+2}, S^{-2} ในน้ำเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำลดลง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี Rajamangala University of Technology Thanyaburi

การละลายของออกซิเจนในน้ำที่มีเกลือแร่จะน้อยกว่าในน้ำสะอาด ดังนั้น ณ อุณหภูมิจุดหนึ่งการละลายของออกซิเจนในน้ำน้ำจืดจะค่อย ๆ ลดลง เมื่อน้ำนั้นเข้าใกล้ทะเลทุก ๆ ที่ คือ การละลายของออกซิเจนขึ้นอยู่กับทั้งอุณหภูมิและปริมาณคลอไรด์ในน้ำ (คลอไรด์ในน้ำทะเลมีประมาณ 20,000 มิลลิกรัมต่อลิตร) และในทำนองเดียวกันในน้ำเสีย ค่าอิ่มตัวของออกซิเจนที่ละลายจะน้อยกว่าในน้ำสะอาด

ตารางที่ 3.1 แสดงการละลายของออกซิเจนในน้ำภายใต้สภาวะต่าง

อุณหภูมิ	ปริมาณการละลายของออกซิเจนในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)			
C	Chlorinity : O	5	15	25
0	14.621	13.728	12.097	10.657
5	12.770	12.024	10.656	9.441
10	11.288	10.656	9.493	8.545
15	10.084	9.541	8.540	7.642
20	9.092	8.623	7.749	6.964
25	8.263	7.850	7.083	6.390
30	7.559	7.194	6.513	5.896
35	6.950	6.624	6.017	5.464
40	6.412	6.121	5.576	5.078
45	5.927	5.665	5.174	4.724
50	5.477	5.242	4.799	4.392

Salinity = 1.80655 x Chlorinity

จากตารางปริมาณ salinity และ อุณหภูมิเพิ่มขึ้น ทำให้ออกซิเจนละลายได้น้อยลง

ความสำคัญของ DO

1. DO ในน้ำเสียเป็นตัวชี้ว่าปฏิกิริยาทางชีวะที่เกิดขึ้น จะเกิดโดยจุลชีพ aerobic หรือ anaerobic organism ประเภท aerobic Organism ใช้ออกซิเจนอิสระเพื่อออกซิไดส์สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ไม่มีอันตราย ในขณะที่ anaerbic organism ทำให้เกิดออกซิเดชันโดยการ

รีดิวซ์เกลืออนินทรีย์บางตัว เช่น SO_4^- เกิดผลิตภัณฑ์ที่มีกลิ่นเหม็น organism ทั้งสองชนิดพบทั่วไปในธรรมชาติ จึงจำเป็นที่จะต้องรักษาสภาวะที่พวก aerobic organism ชอบไว้ (คือมีออกซิเจน) มิฉะนั้น anaerobic organism จะเข้ามาแทนที่การหาค่า DO เพื่อที่จะรักษาสภาพ aerobic condition ใน

ที่จะรักษาสภาพ aerobic condition ในน้ำธรรมชาติ ซึ่งจะสามารถรับสิ่งสกปรกจากแหล่งต่าง ๆ นอกจากนี้ยังใช้ในการรักษาสภาวะที่เหมาะสมในขบวนการ aerobic treatment process ด้วย

2. ค่า DO มีความสำคัญในการที่จะรักษาสภาวะของน้ำให้เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของปลาและสัตว์น้ำอื่น คือให้มี DO ปริมาณพอเหมาะ เช่น ไม่น้อยกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร

3. ค่า DO เป็นพื้นฐานของค่า บีโอดี (Biochemical Oxygen Demand, BOD) เพื่อหากำลังความสกปรกของน้ำเสีย และอัตราของการออกซิเดชันทางชีววิทยา ซึ่งวัดได้โดยการหาค่า DO ที่เหลือ ณ เวลาต่าง ๆ

4. ค่า DO เป็นแฟคเตอร์สำคัญในการควบคุมการกัดกร่อนของเหล็ก โดยเฉพาะในท่อน้ำประปาและในหม้อต้มน้ำ โดยเฉพาะในหม้อน้ำไม่ควรมี DO เลย แต่ถ้าความดันต่ำกว่า 250 ปอนด์ ต่อตารางนิ้ว (psi) มี DO ได้ 0.015 พีพีเอ็ม

5. ค่า DO ช่วยในการควบคุมอัตราเร็วของปฏิกิริยาใน aerobic treatment process เพื่อให้แน่ใจว่ามีออกซิเจนพอที่จะรักษาสภาวะ aerobic ไว้ได้อีกทั้งป้องกันการใช้อากาศมากเกินควร

เครื่องมือ ดีโอมิเตอร์ (DO Meter) หรือ ออกซิเจนมิเตอร์ (Oxygen Meter)

3.1.5 BOD (Biochemical Oxygen Demand)

BOD คือ ปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน จากขบวนการนี้แบคทีเรียจะได้รับพลังงานเพื่อใช้ในการเจริญเติบโตและแบ่งตัวต่อไป ผลิตภัณฑ์สุดท้ายของการออกซิไดส์สารอาหารเหล่านี้อาจเป็นคาร์บอนไดออกไซด์ น้ำ หรือแอมโมเนีย ขึ้นอยู่กับชนิดของสารอาหาร

การใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสารอินทรีย์แบ่งออกเป็น 2 ระยะ ซึ่งอาจแสดงได้ด้วย BOD curve

ระยะที่ 1 เป็นการออกซิไดส์ของสารประกอบคาร์บอน

$$\text{carbohydrate} + O_2 \longrightarrow CO_2 + H_2O$$

$$\text{protein} + O_2 \longrightarrow CO_2 + NH_3$$

ค่าของออกซิเจนในตัวอย่างที่ลดลงเนื่องจากแบคทีเรียใช้ไปคือค่า BOD ที่หาได้

ระยะที่ 2 เป็นการออกซิไดส์ของ $NH_3 \longrightarrow NO^-_2 \longrightarrow NO^-_3$ ตามลำดับโดยพวก autotrophic bacteria ซึ่งมีชื่อว่า nitrifying bacteria ซึ่งมีอยู่น้อยใน raw sewage การแบ่งตัวของมันที่ 20°ซ. ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ใช้ในการหาค่า BOD น้อยมาก ดังนั้นปริมาณออกซิเจนที่แบคทีเรียพวกนี้ใช้ในช่วงระยะ 5 วัน ซึ่งเป็นเวลาที่ใช้ในการหาค่า BOD จึงน้อยมาก หลังจาก 10 วัน แบคทีเรีย

เหล่านี้จะมีจำนวนมากพอที่จะใช้ออกซิเจนในการออกซิไดส์สาร NH_3 ซึ่งจะสังเกตได้จากปริมาณของไนเตรตในตัวอย่างซึ่งจะเพิ่มขึ้นเป็นอย่างมาก

ค่า BOD จะบอกถึงกำลังความสกปรกของน้ำเสียต่าง ๆ ในทอมของออกซิเจน ซึ่งต้องการใช้เมื่อปล่อยน้ำเสียนั้นลงสู่แม่น้ำลำคลองซึ่งมีสภาวะที่มีออกซิเจนอยู่ การหาค่า BOD ยังมีความสำคัญในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำต่าง ๆ เพราะค่า BOD จะบอกถึงอากาศของความสกปรกของแหล่งน้ำนั้นได้ทันที นอกจากนี้ยังใช้ในการออกแบบในการกำจัดน้ำเสียด้วย

การหา BOD เป็น bioassay procedure ซึ่งเกี่ยวข้องกับการวัดค่าออกซิเจนซึ่งแบคทีเรียใช้เพื่อย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะที่เหมือนกับที่เกิดในธรรมชาติที่สุด เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์เป็นปริมาณวิเคราะห์ จึงต้องทำให้แฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการย่อยสลายคงที่ นั่นคือ ค่า BOD มาตรฐานจะใช้ incubate ที่อุณหภูมิ 20 ± 1°ซ เป็นเวลา 5 วัน สาเหตุที่ใช้อุณหภูมิและเวลาดังกล่าวก็เพราะที่ 20°ซ เป็นอุณหภูมิที่ใกล้เคียงกับน้ำทั่วไป และ nitrifying bacteria เจริญเติบโตได้ช้าที่อุณหภูมินี้ ส่วนการเลือกใช้เวลาที่ incubate 5 วัน ก็เพราะถ้าเวลาน้อยกว่านี้ ปริมาณออกซิเจนที่ถูกใช้ไปจะน้อยมากและเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้ O_2 ในระยะที่ 2 ดังกล่าวข้างต้น ประการสุดท้าย ถ้าเวลา incubate นานเกินไปอาจไม่ทันกับการที่จะปล่อยน้ำเสียต่าง ๆ ลงแม่น้ำลำคลองมักเขียนสัญลักษณ์ของค่า BOD ที่ใช้เวลา incubate 5 วัน ว่า BOD_5

ในการหาค่า BOD ของน้ำควรคำนึงถึงแฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่จะทำให้ค่า BOD ที่ได้มีค่าแน่นอนเชื่อถือได้ โดยยึดหลักทั่วไปดังนี้

1. ใช้อุณหภูมิ 20 ± 1°ซ ในการ incubate เป็นเวลา 5 วัน

2. ไม่ควรให้ตัวอย่างสัมผัสกับอากาศและแสงสว่างเพื่อป้องกันการเติมออกซิเจนและการสังเคราะห์แสง (โดย incubate ในตู้มืด จุกขวดปิดให้แน่นและใช้น้ำกลั่นหล่อบนจุกขวดเสมอ)

3. น้ำบางชนิดมีความสกปรกมากจะต้องทำให้เจือจางก่อน มิฉะนั้นออกซิเจนในน้ำอาจไม่พอตลอดช่วงของการทดลอง (ออกซิเจนเป็นก๊าซที่ละลายน้ำได้น้อยคือ ประมาณ 9 มิลลิกรัมต่อลิตรที่ 20°ซ) ปกติสำหรับ raw sewage ใช้ 1 - 5% การทำเจือจาง ส่วนน้ำธรรมชาติทั่ว ๆ ไป ใช้ 25 - 100% การทำเจือจาง ด้วยน้ำสำหรับใช้เจือจาง ซึ่งจะกล่าวต่อไปภายหลัง นอกจากนี้จะต้องให้ปริมาณของออกซิเจนลดน้อยลงไปอย่างน้อย 2 มิลลิกรัมต่อลิตร และเหลือออกซิเจน 1 มิลลิกรัมต่อลิตรของแต่ละตัวอย่าง

4.น้ำสำหรับใช้เจือจางควรปราศจากสารซึ่งไปหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย เช่น ทองแดง คลอรีน นอกจากนี้ควรมีพีเอชที่เหมาะคือ 7 และประกอบด้วย ธาตุอาหารที่จำเป็น ตลอดจนสารอื่น ๆ ที่แบคทีเรียต้องการ เช่น ฟอสฟอรัส ไนโตรเจน เหล็ก แคลเซียม และแมกนีเซียม ข้อสำคัญจะต้องอิ่มตัวด้วยออกซิเจน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

5. การเติมเชื้อ (seeding) เนื่องจากในน้ำตัวอย่างบางชนิดมีแบคทีเรียที่จะย่อยสารอาหารไม่เพียงพอ ดังนั้น จึงต้องเติมแบคทีเรียชนิดต่าง ๆ ซึ่งพบมากในน้ำเสียจากอาคารบ้านเรือนลงไปด้วย เรียกแบคทีเรียที่เติมลงไปว่าน้ำเชื้อ (seed)

6. เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำสำหรับใช้เจือจางไม่มีสารหรือสิ่งที่จะไปหยุดยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย ทุกครั้งที่ทำควรมีตัวอย่างที่มาตรฐาน เช่น ใช้กลูโคส หรือกรดกลูตามิคทำควบคู่ไปกับตัวอย่างน้ำด้วย

สมการที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยา BOD

การย่อยสลายของสารอินทรีย์เนื่องจากแบคทีเรียในน้ำภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจนนี้ จัดเป็น first order reaction กล่าวคืออัตราเร็วของปฏิกิริยาเป็นปฏิภาคกับปริมาณสารอินทรีย์ที่เหลืออยู่ ณ เวลานั้น ๆ เพราะฉะนั้นจะเห็นได้ว่าปริมาณสารอินทรีย์จะลดลงเรื่อย ๆ ทำนองเดียวกับออกซิเจนในน้ำที่ลดลง (เพราะต้องใช้ออกซิเจนไปย่อยสารอินทรีย์) และค่า BOD ที่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยจนกระทั่งสารถูกย่อยสลายหมด ค่า BOD ที่ได้จะเป็นค่า BOD ทั้งหมดของน้ำนั้นเรียกว่า ultimate demand เขียนแทนด้วยอักษร L ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่า BOD ทั้งหมดในน้ำใดก็เปรียบได้กับความเข้มข้นของสารอินทรีย์ทั้งหมดในน้ำที่ถูกออกซิไดส์ อาจเขียนสมการของการย่อยสลายสารอินทรีย์ในน้ำได้ดังนี้

$$-\frac{dC}{dt} = k' C$$

เมื่อ C เป็น ความเข้มข้นของอินทรีย์ในน้ำเมื่อเริ่มต้นเวลา t

k' เป็นค่าคงที่

ดังนั้น จะเห็นได้ว่าอัตราการเกิดปฏิกิริยาจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อความเข้มข้นของสารอินทรีย์ลดลง อาจใช้ L ซึ่งเป็นค่า ultimate demand หรือค่า BOD ทั้งหมดของน้ำแทน C และ -dL/dt จะแทนอัตราเร็วซึ่งสารอินทรีย์ถูกทำลาย เนื่องจากออกซิเจนใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์เป็นอัตราส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่ถูกออกซิไดส์ ดังนั้น จึงอาจจะบอกค่า L ในรูปสารอินทรีย์ในน้ำหรือในรูปของออกซิเจนที่ถูกใช้ไปก็ได้ สมการเป็นดังนี้

$$\frac{dL}{dt} = -kL$$

$$-\int \frac{1}{L} dL = \int k' dt$$

$$\ln \frac{L_t}{L} = -k't$$

$$L_t = e^{-k't} = 10^{-kt}$$

เมื่อ $k = k'/2.303$ จากสมการ จะทราบถึงปริมาณสารอินทรีย์หรือ BOD ที่เหลืออยู่ในน้ำที่เวลา t ถ้าต้องการจะทราบค่า BOD ที่ถูกใช้ไปก็หาได้โดยการดัดแปลงสมการดังนี้

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

$$\frac{1 - L_t}{L} = 1 - e^{-k_1 t}$$

$$L - L_t = L(1-e)^{-k_1 t}$$

ถ้า $y = L - L_t$ = BOD ที่ถูกใช้ไปในเวลา t

$$y = L(1-e^{-k_1 t})$$

$$y = L(1-10^{-kt})$$

ในสมการที่ นี้ y = ค่า BOD ที่เวลา t หรือคือปริมาณออกซิเจนเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร ที่ถูกใช้ไปในเวลา t

k = ค่าคงที่ซึ่งแปรผันไปตามอุณหภูมิของน้ำ ชนิดของแบคทีเรียและสารอินทรีย์ อาจหาได้จากการทดลองมีค่าประมาณ 0.05-0.3 ต่อวัน ปกติประมาณ 0.1 ต่อวัน

L = Total หรือ ultimate BOD เป็นมิลลิกรัมต่อลิตร

ประโยชน์ของค่า BOD

1. เพื่อกำลังของ sewage และ industrial waste ในเทอมของออกซิเจนที่ต้องการเพื่อใช้ในการออกซิไดส์สารอินทรีย์

2. ใช้หาปริมาณของสารอินทรีย์ที่มีอยู่ในน้ำเพื่อนำไปหาอัตราการออกซิไดส์ที่เกิดหรือเพื่อหาอัตราที่ BOD จะถูกใช้ไป

3. ใช้ในการควบคุมความสกปรกของลำธาร แม่น้ำ ว่าควรจะกำจัดสารอินทรีย์ที่จะทิ้งลงน้ำแค่ไหน เพื่อที่จะให้มีระดับของออกซิเจนในน้ำเหลืออยู่ตามต้องการ

4. ใช้วัดความสามารถของแหล่งน้ำที่จะกำจัดความสกปรกโดยธรรมชาติ

5. ใช้ตรวจคุณภาพของ effluent ที่ปล่อยทิ้งลงน้ำ

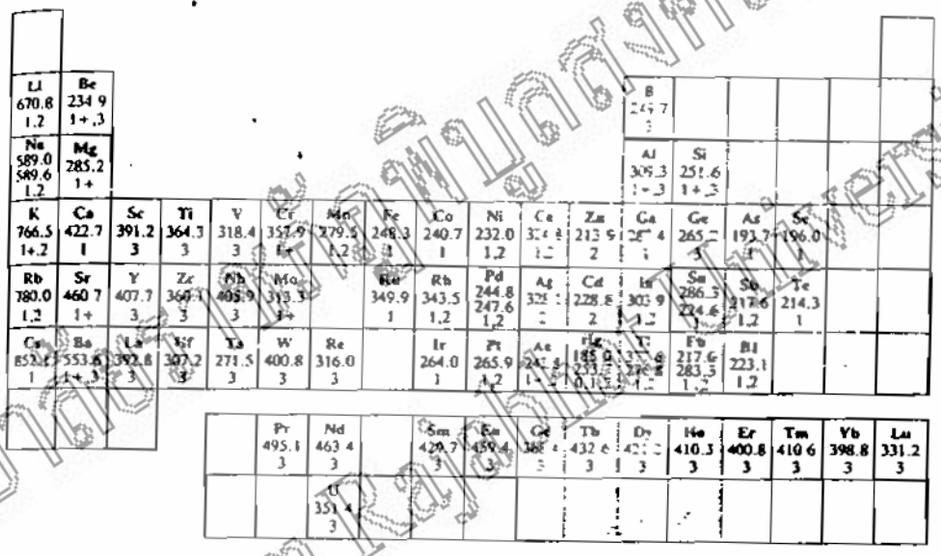
6. ใช้หาประสิทธิภาพของโรงกำจัดน้ำโสโครก

การวิเคราะห์หาค่าบีโอดี (BOD) เป็นการวัดความสกปรกของน้ำเสียในเทอมของออกซิเจนที่แบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ภายใต้สภาวะที่มีออกซิเจน การหาบีโอดีเป็นกระบวนการทดสอบทางชีววิทยาเพื่อหาปริมาณค่าออกซิเจนซึ่งแบคทีเรียใช้ในการย่อยสารอินทรีย์ในน้ำเสียภายใต้สภาวะที่เหมือนกับที่เกิดในธรรมชาติที่สุด เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์เป็นปริมาณวิเคราะห์ จึงต้องทำให้แฟคเตอร์ต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่ออัตราการย่อยสลายคงที่ นั่นคือค่าบีโอดีมาตรฐานต้องบ่ม (incubate) ที่อุณหภูมิ 20 ± 1°ซ เป็นเวลา 5 วัน

3.2 อะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรสโกปี

(Atomic Absorption Spectroscopy AAS)[7,8,9,10,11]

เทคนิคทาง AAS เป็นเทคนิคการวิเคราะห์ธาตุอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำได้ทั้งทางเชิงปริมาณและคุณภาพที่ได้รับความนิยมมากวิธีหนึ่ง เพราะเป็นเทคนิคที่ให้ความเที่ยง ความแม่นยำ มีสภาพไวสูง และเป็นเทคนิคที่เฉพาะที่ดีมาก ประกอบกับค่าใช้จ่ายในการวิเคราะห์ไม่สูงมาก และเทคนิคในชั้นนี้สูงมาก เพราะสามารถวิเคราะห์ธาตุต่างๆ ได้สูงถึง 67 ธาตุ ซึ่งนับได้ว่ามากพอควรสำหรับเครื่องมือเพียงอย่างเดียว ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างมีคุณภาพและประสิทธิภาพ



– ตัวเลขที่อยู่ใต้สัญลักษณ์ของธาตุ แสดงถึงความยาวคลื่น (nm) ที่ใช้วัดการดูดกลืนแสง

– ตัวเลขอยู่ข้างล่างสุด บอกชนิดของเปลวไฟที่ใช้ในการวิเคราะห์

1 = air-acetylene 2 = air-propane or air-natural gas

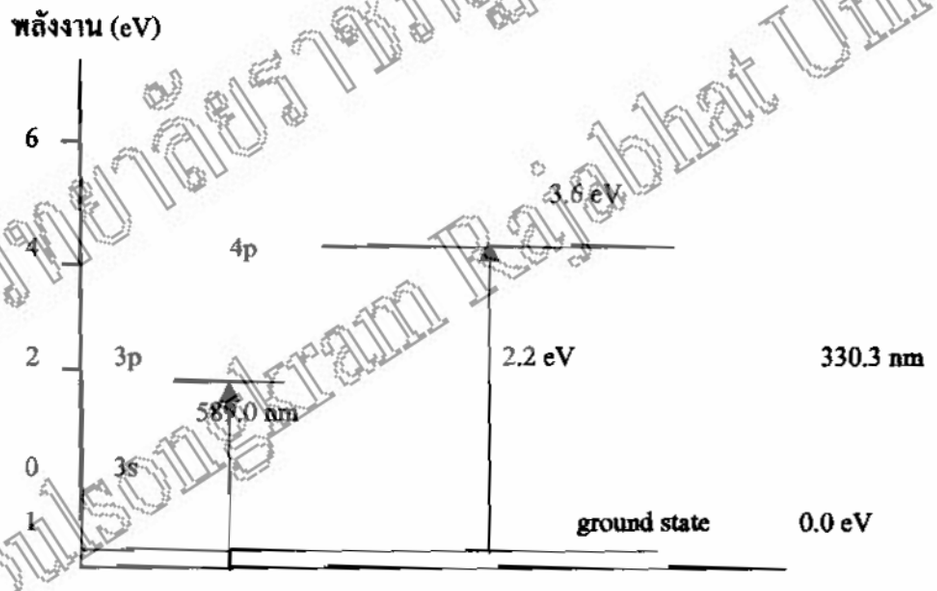
1+ = fuel-rich air-acetylene 3 = nitrous oxide-acetylene

รูปที่ 2 ธาตุที่ทำการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

3.2.1 หลักการของอะตอมมิกแอบซอร์บชัน (Principle of Atomic Absorption)

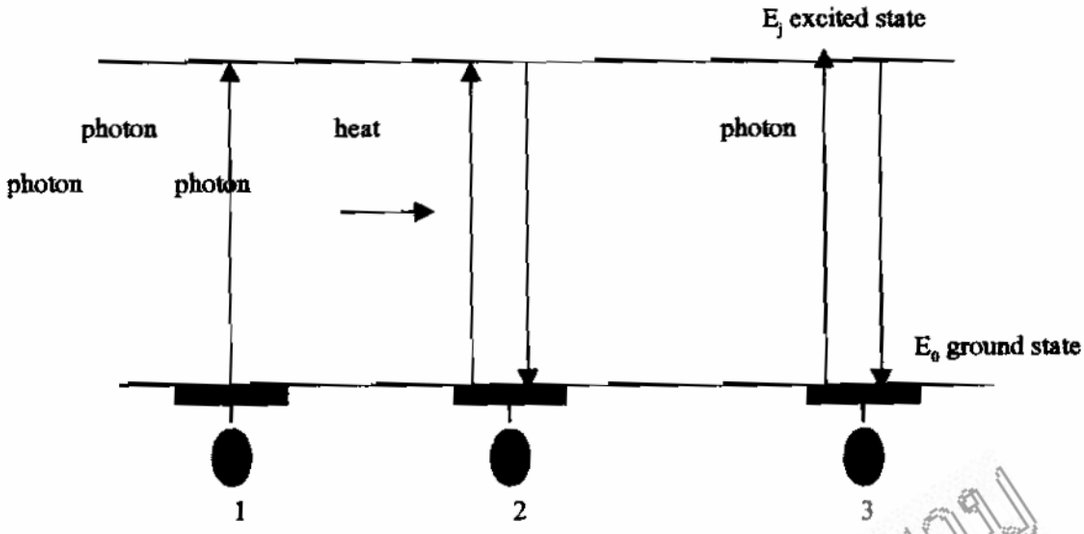
อะตอมมิกแอบซอร์บชันเป็นกระบวนการที่เกิดจากอะตอมเสรีของธาตุดูดการดูดกลืนของแสงที่ความยาวคลื่น อันหนึ่งโดยเฉพาะ ซึ่งขึ้นอยู่กับชนิดของธาตุ ธาตุแต่ละชนิดจะมีระดับพลังงานแตกต่างกัน จึงมีการดูดกลืนพลังงานแตกต่างกัน เช่น อะตอมของโซเดียมจะดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 589 นาโนเมตร เพราะแสงที่มีพลังงานพอดีที่จะทำให้อิเลคตรอนของโซเดียมอะตอมเกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะจากสถานะพื้นไปสู่สถานะกระตุ้น ดังแสดงในรูป 3.5 ซึ่งเห็นว่าความยาวคลื่นเหล่านี้จัดเป็น Spectroscopicline ของอะตอมมิกสเปกตรัม ซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะตัวของธาตุแต่ละชนิด

ในการทำให้อะตอมของธาตุในสารประกอบเกิดเป็นอะตอมเสรีนั้น ต้องมีการดูดกลืนพลังงานเข้าไปซึ่งอาจจะเข้าไปอยู่ในรูปต่าง ๆกัน เช่นพลังงานความร้อนจากเปลวไฟ หรือความร้อนจากไฟฟ้าเป็นต้น ทำให้เกิดการแตกตัว (dissociation) หรือการเปลี่ยนเป็นไอ (Vapolization) หรืออาจแตกตัวเป็นอะตอม หรือทำให้อะตอมตกอยู่ในสถานะกระตุ้น หรือกลายเป็นไอออนก็ได้



รูปที่ 3. แสดงระดับพลังงานของอะตอมโซเดียม Na_{11}^{23} ($1S^2,2S^2,2p^6,3S^1$)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University



รูปที่ 4 แสดง transition diagram สำหรับ

1. อะตอมมิกแอบซอร์บชัน
2. อะตอมมิกอิมิสชัน
3. อะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

การเกิดอะตอมมิกแอบซอร์บชันและฟลูออเรสเซนซ์นั้น ลักษณะดังแสดงดังรูปที่ 3.6 ซึ่งเป็นการเกิดแทรนซิชันจากจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก (frist exited state) มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบคือ

แบบที่ 1 เมื่ออิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานจากสถานะพื้นไปยังสถานะกระตุ้นระดับแรก โดยการดูดกลืนพลังงานจากโฟตอนเป็นอะตอมมิกแอบซอร์พชัน

แบบที่ 2 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากความร้อน ทำให้อิเล็กตรอนเปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้นในระดับแรก แล้วปล่อยพลังงานออกมา เมื่อกลับสู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนออกมาเรียกว่าอะตอมมิกอิมิสชัน

แบบที่ 3 เมื่ออิเล็กตรอนได้รับพลังงานจากโฟตอนที่มาจากสเปกตรัมทำให้เปลี่ยนระดับพลังงานไปยังสถานะกระตุ้น เมื่อกลับมาสู่สถานะพื้นจะให้โฟตอนออกมาเรียกว่าเป็นการเกิดอะตอมมิกฟลูออเรสเซนซ์

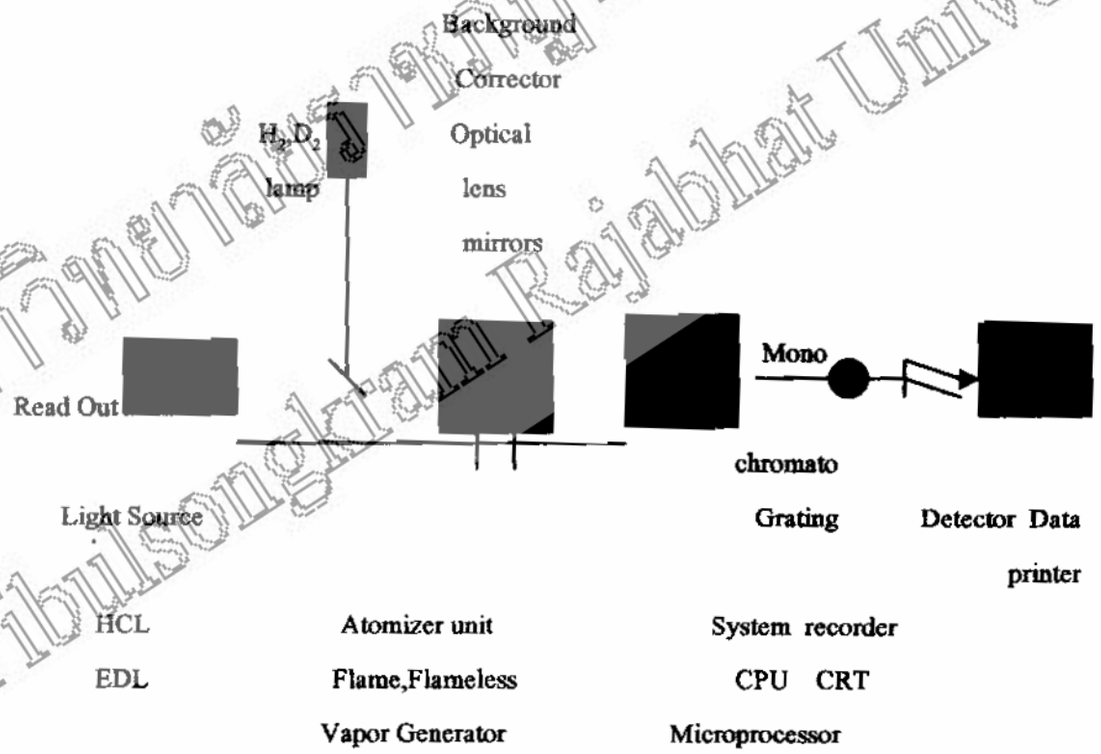
3.2.2 เทคนิคต่างๆ ที่ใช้ในการวิเคราะห์ด้วยวิธี AAS

1 ใช้ Flame Atomization Teachnique เทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำให้สารตัวอย่างแตกตัวเป็นอะตอมด้วยเปลวไฟ (flame)ที่เหมาะสม

2 ใช้ FlamelessTechnique หรือ Non-flame Atomization technique ซึ่งเทคนิคนี้ใช้กระบวนการทำลายสารตัวอย่างสลายตัวเป็นอะตอมได้ด้วยความร้อนจากกระแสไฟฟ้า(Electrothermalatomizer หรือ graphite furnance) โดยสามารถตั้งโปรแกรมให้อุณหภูมิของการเผาที่มีค่าต่าง ๆกันและใช้เวลาที่ต่างกัน

3.ใช้ Hydride Generation technique เนื่องจากมีธาตุบางชนิดจะเปลี่ยนเป็นอะตอมโดยตรงด้วยเทคนิค 3.1และ3.2 ไม่ได้ แต่จำเป็นต้องใช้วิธีทำให้แตกตัวในบรรยากาศที่ปราศจากออกซิเจนเพื่อป้องกันการรวมตัวกับออกซิเจนของธาตุเหล่านี้ ดังนั้นจึงต้องใช้วิธีทำให้ธาตุเหล่านี้กลายเป็นสารที่เป็นไอได้ง่าย ๆ ที่อุณหภูมิห้องด้วยการรีดิวซ์ให้เป็นไฮไดรด์ แล้วให้ไฮไดรด์นั้นผ่านเข้าไปในเปลวไฟไฮโดรเจน ความร้อนจากเปลวไฟไฮโดรเจนจะทำให้ธาตุ As,Se,Te,Ge,Bi,และSb

4 ใช้ Clod Vapor Gennerration Technique สำหรับเทคนิคนี้เหมาะที่จะใช้เป็นวิธีวิเคราะห์ธาตุบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนเป็นไอได้ง่าย ๆ ซึ่งได้แก่การวิเคราะห์ปรอทที่มีปริมาณน้อยโดยเฉพาะ



รูปที่ 5 แสดงแผนภาพองค์ประกอบของเครื่อง atomic absorption spectrophotometer

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

3.2.3 องค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องอะตอมมิกแอบซอร์บชันสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

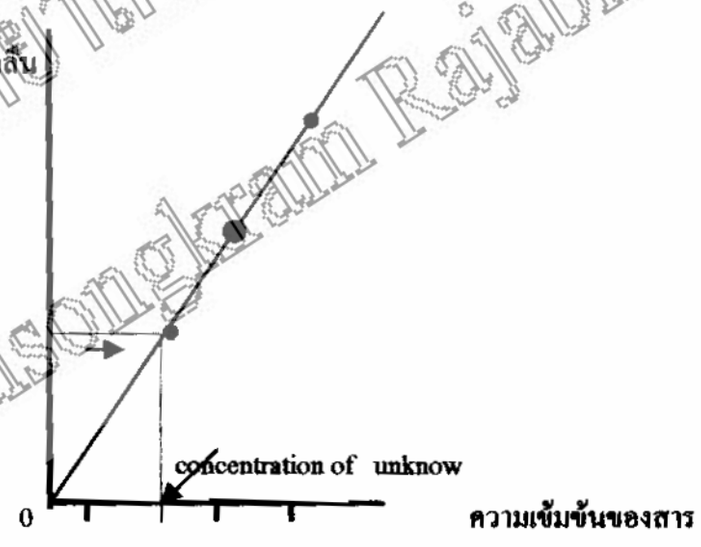
1. แหล่งกำเนิดแสง (Light source)
2. ส่วนที่ทำให้ธาตุกลายเป็นอะตอมเสรี (atomizer)
3. โมโนโครเมเตอร์(monochromator)ซึ่งใช้แยกแสงให้ได้ความยาวคลื่นของแสงที่ต้องการ
4. ดีเทคเตอร์ (Detector)
5. เครื่องประมวลผลและอ่านผล (data system and read-out unit)

เครื่อง AAS แสดงด้วยแผนภาพดังรูปที่ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับเครื่องยูวี-วิสิเบลสเปกโทรโฟโตมิเตอร์มาก ที่แตกต่างกันเฉพาะส่วนที่ 1 และ 2 เท่านั้น นอกนั้นจะเหมือนกัน

3.2.4 การทำปริมาณวิเคราะห์ด้วยเทคนิค AAS (Quantitative Analysis) สามารถทำได้หลายวิธี

1. Calibation Method

. ในกรณีสารตัวอย่างไม่ค่อยมีสิ่งรบกวนและสารตัวอย่างเจือจาง อาจจะทำการวิเคราะห์ได้ง่าย โดยเทียบกับสารมาตรฐานที่ทราบค่าแน่นอนแล้ว วิธีที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยปรับสัญญาณที่ได้จาก blank ให้ศูนย์ แล้วจึงวัดค่าแอบซอร์บแบนซ์ของสารละลายมาตรฐานที่ความเข้มข้นต่างๆ กัน (4 - 5 ความเข้มข้น) เมื่อใช้ flameless atomization technique อาจวัด peak area หรือความสูงของพีค (peak height) แล้วนำผลมาเขียนกราฟเพื่อหาความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของสารละลาย จะได้ Calibration curve ซึ่งอาจเป็นเส้นตรง ใช้ least squares fit แต่ถ้าเป็นเส้นโค้ง อาจใช้เครื่องลากเป็นเส้นโค้งให้ได้พร้อมคำนวณหาความเข้มข้น ให้ด้วยจากค่าที่วัดได้ของสารตัวอย่าง ซึ่งสะดวกมาก ลักษณะ curve ดังรูปที่แสดง



รูปที่ 6 แสดงการหาความเข้มข้นของสารตัวอย่างด้วยวิธี Standard addition

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

สิ่งที่คัญจะต้องไม่ลืมว่า Calibration curve ที่ได้ ใช้ได้เฉพาะการวิเคราะห์แต่ละครั้ง เท่านั้นเมื่อจะวิเคราะห์ใหม่จะต้องทำใหม่ ทั้งนี้เพราะ Paramiters ต่าง ๆที่ใช้อาจเปลียนแปลงได้

2 ใช้ factor Method

วิธีนี้จะใช้ได้เมื่อ caribration cruve เป็นเส้นตรง ซึ่งทำให้วิธีนี้ทำได้ง่ายขึ้น โดยนำสารละลายตัวอย่าง มา 2 ส่วนเท่า ๆกัน (X และ Y)และปริมาตรเป็น Vz นำส่วน X นำมาเติมสารละลายมาตรฐาน ลงในปริมาตร Vs แล้วนำสารละลายทั้งสองส่วนไปวัดค่าแอบซอร์บแบนซ์ได้เป็น Ax และ Ay ตามลำดับ ถ้า

$$Cu = \frac{Ay\ Vs\ Cs}{(Ax-Ay)Vz}$$

เพื่อให้ผลการวิเคราะห์โดยวิธีนี้ที่สุด สภาวะต่าง ๆที่ควรจะต้องคำนึงถึง คือ

1. calibration curve จะต้องเป็นเส้นตรง
2. ค่าแอบซอร์บแบนซ์ที่วัดได้คือค่า Ax ควรจะต้องเป็นประมาณ 2 เท่าของ Ay
3. Vs ควรน้อยกว่า Vz มาก ๆ เพื่อมิให้เกิดการเจือจางของสารละลายตัวอย่างมาก เกินไป เนื่องจากการเติมสารมาตรฐาน
4. ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐาน Cs ควรจะต้องมากกว่าความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่าง Cu มาก ๆ

3. ใช้ standard Addition Method

จะเห็นว่าการทำการวิเคราะห์เท่านั้น calibation curve ในการวิเคราะห์ สารนั้น สัญญาณที่วัดได้ไม่ใช่เป็นแต่เพียงสารที่ทำการวิเคราะห์เท่านั้น แต่มันรวมถึงสัญญาณที่วัดได้จากสารอื่น ๆ ที่มีอยู่ในสารละลายตัวอย่าง ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อนได้ ดังนั้น ในการแก้ไขปัญหาที่เกี่ยวกับ metrix effects และ interferrence จึงควรทำ standard addition method ซึ่งทำได้โดยแบ่งสารละลายตัวอย่างออกเป็น 4-5 ส่วน นำแต่ละส่วนมาเติมสารมาตรฐานที่มีความเข้มข้นต่าง ๆ กันลงไป (C1, C2, C3, C4, C5.....) จำนวนปริมาตรเท่ากัน ส่วนสารละลายสุดท้ายนำมาเติมเฉพาะตัวทำละลายให้มีปริมาตรเท่ากัน นำสารละลายทั้งหมดไปวัดค่าแอบซอร์บแบนซ์ แล้วนำมาเขียนกราฟระหว่างความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานที่เติมลงไป ด้วย least -square fit ดังรูป (.8) ความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างหาได้จาก exraporating ไปตัดแกนความเข้มข้น

การวิเคราะห์ ด้วยธีนี้จะเห็นว่าสารละลายทั้งหกขวดมีลักษณะเหมือนกันหมดไปด้วยจึงหักล้า กันหมดไป และการวิเคราะห์ด้วยวิธีนี้สามารถหาได้ว่าสารตัวอย่างมี matrix efects มากน้อยเพียงใดได้ด้วย โดยเทียบค่าของ slope ของ cruve ทั้งสอง (เส้นทึบเป็น standdard addition method

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

เส้นประเป็นของ standard solution ซึ่งไม่มี interferrences ถ้าทั้งสองเส้นมีค่า slope เท่ากัน แสดงว่าสารละลายทั้งสองชุดนั้นไม่มี interferrences

4 .ใช้วิธีเจือจาง (Dilution method)

วิธีนี้จะใช้ได้ดีกับการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มี interferrence โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการเกิด enhancement คือค่าแอบซอร์บแบนซ์จะวัดได้มากกว่าค่าปกติ เนื่องจากเกิดไอออนไนเซชัน วิธีนี้สามารถทำได้โดยการเติมสารละลายที่ประกอบด้วยธาตุที่ไอออนไนซ์ได้ง่ายลงไปในสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานมากเกินพอและมีปริมาตรจำกัดไม่ควรเติมมากจนเกินไปทำให้สารละลายเจือจางมากจนวัดค่าไม่ได้

5. ใช้วิธีการInternal Standard Method

วิธีการวิเคราะห์นี้อาศัยหลักการเติมสารมาตรฐาน (referrence element) ซึ่งเป็นคนละธาตุกับสารที่ทำการวิเคราะห์ลงไปในสารตัวอย่าง และ Bank หลังการวัดค่าแอบซอร์บแบนซ์แล้วหาอัตราส่วนของแอบซอร์แบนซ์ ระหว่างสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน (Au / As) จากนั้น นำไปเขียนกราฟกับความเข้มของธาตุที่ทำการวิเคราะห์จะได้ Calibration curve เพื่อใช้หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้จะใช้ได้ต่อเมื่อ

1.สารตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นมาตรฐาน(referrence element)

2.ทั้งสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน เทคนิคนี้อาจค่อนข้างลำบากในการทำ แต่สามารถทำได้ง่ายถ้าเป็นเครื่อง atomic absorption spectrophotometer ชนิดที่มี 2 channel

3.2.5 ประโยชน์ของ AAS ที่ใช้ในการวิเคราะห์ทางเคมี (Aplication of AAS)

เนื่องจากเทคนิคทาง AAS นั้นเป็นที่นิยมกันมากในการวิเคราะห์ธาตุในแทบทุกชนิดของสารตัวอย่างไม่ว่าจะเป็นของแข็งหรือ ของเหลว หรือแกส ซึ่งอาจสรุปได้ดังนี้

1.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการเกษตร (agricultural and biochemisty) เช่นการวิเคราะห์ดิน พืชและปุ๋ย

2.ใช้ในการวิเคราะห์เพื่อการแพทย์และทางชีวเคมี (Cinical and Biochemisty) เช่น การหาปริมาณของ Pb Cu Ca K Fe Zn As และอื่น ๆ ในเลือด ปัสสาวะ และเนื้อเยื่อ

3.ใช้ในงานวิเคราะห์เพื่อการหาโลหะวิทยา (Metallurgy) เช่นการตรวจวิเคราะห์โลหะผสมต่าง ๆ หาปริมาณสารเจือปนต่าง ๆ ในโลหะบริสุทธิ์

4. ใช้ในงานวิเคราะห์พวกน้ำมัน และเพื่อการปิโตรเลียม (Oil and petroleum) เช่นการหาองค์ประกอบที่เป็นโลหะของน้ำมันหล่อลื่น และน้ำมันเครื่อง น้ำมันปิโตรเลียม น้ำมันเชื้อเพลิง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

5.ใช้ในงานวิเคราะห์พวกแร่และวัสดุต่าง ๆ (mineral and materials)

6. ใช้ในการวิเคราะห์น้ำจากแหล่งต่าง ๆ เช่นน้ำบาดาล น้ำเสีย น้ำทิ้ง น้ำแร่ จากแหล่งธรรมชาติ

7.ใช้ในงานวิเคราะห์สิ่งแวดล้อม

8.ใช้ในงานวิเคราะห์ทางอาหารและยา

9. ใช้ในการวิเคราะห์หาสารอื่น ๆ

4. ใช้วิธีเจือจาง (Dilution method)

วิธีการนี้ใช้ได้ดีกับการวิเคราะห์สารตัวอย่างที่มี Intreferrence โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีการเกิด enchancement คือค่าแอบซอร์บแบนซ์ จะวัดได้ค่ามากกว่าปกติ เนื่องจากไอออนไนเซชัน วิธีนี้สามารถทำได้โดย การเติมสารละลายที่ประกอบด้วยธาตุที่ไอออนไนซ์ ได้ง่ายลงไปในสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐานมากเกินพอและมีปริมาตรจำกัด ไม่ควรเติมมากจนเกินไป ทำให้สารละลายเจือจางมากจนวัดไม่ได้

5.ใช้วิธีการ Internal Standard Method

วิธีการวิเคราะห์ นี้อาศัยหลักการเติมสารละลายมาตรฐาน (Referrence element) ซึ่งเป็นธาตุกับสารที่ทำการวิเคราะห์ลงไปในสารตัวอย่างและ Bank หลังการวัดค่าแอบซอร์บแบนซ์แล้วหาอัตราส่วนของแอบซอร์บแบนซ์ ระหว่างสารละลายตัวอย่างและสารละลายมาตรฐาน(Pb ,Fe) จากนั้น นำไปเขียนกราฟ กับความเข้มข้นของธาตุที่ทำการวิเคราะห์จะได้ Calibration curve เพื่อใช้หาความเข้มข้นของสารละลายตัวอย่างต่อไป สำหรับวิธีนี้ใช้ได้ดีก็ต่อเมื่อ

1. สารตัวอย่างจะต้องไม่มีธาตุที่ใช้เป็นสารมาตรฐาน (Referrence element)
2. ทั้งสารตัวอย่างและสารมาตรฐานจะต้องมีลักษณะและคุณสมบัติทางเคมีเหมือนกัน

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 4

การทดลองและบันทึกผลการทดลอง

4.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อใช้ในการศึกษา

4.1.1 การเก็บตัวอย่างน้ำ

4.1.1.1 บริเวณสถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ

น้ำที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นน้ำจากแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก บริเวณอำเภอเมือง โดยได้ทำการสุ่มคัดเลือกน้ำตัวอย่างจากแหล่งต่าง ๆ 4 แหล่ง ดังนี้

1.1 บริเวณสะพานหมู่บ้านแสงดาว

1.2 บริเวณสะพานนเรศวร

1.3 บริเวณสะพานเอกาทศรถ

1.4 บริเวณสะพานหมู่บ้านพันปี

4.1.1.2 ระยะเวลาที่ทำการเก็บน้ำตัวอย่าง 1 ปี

ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างน้ำในเวลา 1 ปี แยกออกเป็น 3 ฤดู ดังนี้

1. ฤดูฝน กันยายน , ตุลาคม, พฤศจิกายน 2540
2. ฤดูหนาว ธันวาคม 2540 , มกราคม , กุมภาพันธ์ 2541
3. ฤดูร้อน มีนาคม , เมษายน , พฤษภาคม 2541

4.1.1.3 การเก็บน้ำตัวอย่าง

ทำการเก็บน้ำตัวอย่างแบบจ้วง (grab sampling) แล้วนำไปเก็บบรรจุในขวดบรรจุน้ำ พีวีซีชนิดใสแต่ละครั้งไม่น้อยกว่า 5 ลิตร แล้วนำไปวิเคราะห์หาค่าต่าง ๆ

รหัสตัวอย่าง.....

สถานที่เก็บ.....

วันที่เก็บ.....เวลา.....

ชื่อผู้เก็บ.....

มหาวิทยาลัยนเรศวร Pibulsongkram Rajabhat University

4.2 การหาค่า pH ของน้ำตัวอย่าง

4.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความเป็นกรด - ด่าง (pH - meter)

2. บีกเกอร์ (Beaker)

4.2.2 วิธีการทดลอง

1. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอิเล็กโทรดให้สะอาด ใช้กระดาษชำระซับน้ำให้แห้ง

2. ปรับเครื่องมือให้ได้ค่ามาตรฐานตามคำแนะนำในคู่มือของเครื่องนั้น ๆ ด้วยสารละลายมาตรฐานที่มีค่า pH ใกล้เคียงกับค่าของน้ำตัวอย่างที่จะวัด (pH 4 และ pH 7)

3. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างอิเล็กโทรดอีกครั้ง ซับน้ำให้แห้ง

4. วัดค่า pH ของน้ำตัวอย่าง (น้ำตัวอย่างที่จะนำมาหาค่า ต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียง หรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ (2)

5. เมื่ออ่านค่าที่ได้แล้วบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดง pH แม่น้ำน่านช่วง อุตรดิตถ์ ที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่า pH	ค่า pH เฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.70 7.72 7.71	7.71
สะพานนเรศวร	7.70 7.70 7.70	7.70
สะพานเอกาทศรถ	7.70 7.71 7.72	7.71
สะพานหมู่บ้านพันปี	7.66 7.50 7.61	7.59

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.2. ตารางแสดง pH แม่น้ำน่านช่วง ฤดูหนาว ที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่า pH	ค่า pH เฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.30 7.31 7.32	7.30
สะพานนเรศวร	7.10 7.20 7.00	7.10
สะพานเอกาทศรถ	7.30 7.31 7.33	7.31
สะพานหมู่บ้านพันปี	7.20 7.21 7.22	7.21

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดง pH แม่น้ำน่านช่วง ฤดูร้อน ที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่า pH	ค่า pH เฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.30 7.30 7.30	7.30
สะพานนเรศวร	7.30 7.28 7.30	7.30
สะพานเอกาทศรถ	7.32 7.31 7.30	7.31
สะพานหมู่บ้านพันปี	7.20 7.21 7.22	7.21

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดง pH แม่น้ำน่าน ที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลก

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่า pH ฤดูฝน	ค่า pH ฤดูหนาว	ค่า pH ฤดูร้อน
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.71	7.30	7.30
สะพานนเรศวร	7.70	7.28	7.30
สะพานเอกาทศรถ	7.70	7.30	7.31
สะพานหมู่บ้านพันปี	7.70	7.29	7.31

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

4.3 การหาอุณหภูมิของน้ำ

4.3.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

1. บีกเกอร์

2. เทอร์โมมิเตอร์

4.3.2 วิธีทำการทดลอง

1. นำน้ำตัวอย่างเทใส่ลงในบีกเกอร์ 200 cm^3

2. จุ่มเทอร์โมมิเตอร์ลงในสารน้ำตัวอย่าง 3 นาที

3. อ่านอุณหภูมิที่คงที่จากเทอร์โมมิเตอร์

4. บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.5 ตาราง แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำน่านในช่วงฤดูฝน เดือน กันยายน-พฤศจิกายน

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ (C^0)	อุณหภูมิเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	29.75 29.85 29.80	29.80
สะพานมรดวร	29.82 29.83 29.84	29.83
สะพานเอกาทศรถ	29.7 0 29.8 2 29.72	29.74
สะพานหมู่บ้านพันปี	29.80 30.0 0 30.10	29.97

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดง ค่าอุณหภูมิของน้ำในช่วงช่วงฤดูหนาว
เดือน ธันวาคม-กุมภาพันธ์

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ (C°)	อุณหภูมิเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	28.7 0 28.80 28.90	28.80
สะพานนเรศวร	28.8 0 28.8 0 28.90	28.80
สะพานเอกาทศรถ	28.7 0 28.8 0 28.70	28.73
สะพานหมู่บ้านพันปี	28.3 0 28.30 28.30	28.30

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.7 ตาราง แสดงค่าอุณหภูมิของน้ำในช่วงฤดูร้อน

เดือน มีนาคม - พฤษภาคม

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ (C °)	อุณหภูมิเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	30.00 30.00 30.00	30.00
สะพานนเรศวร	30.50 30.50 30.50	30.50
สะพานเอกาทศรถ	30.70 30.70 30.70	30.70
สะพานหมู่บ้านพันปี	30.10 30.0 0 30.1 0	30.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่4.8 ตาราง แสดค่าอุณหภูมิของน้ำน่านตลอดทั้งปี

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	อุณหภูมิ(C°) ฤดูฝน	อุณหภูมิ(C°) ฤดูหนาว	อุณหภูมิ (C°) ฤดูร้อน
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	29.80	28.80	30.00
สะพานนเรศวร	29.80	28.80	30.50
สะพานเอกาทศรถ	29.74	28.73	30.70
สะพานหมู่บ้านพันปี	29.97	28.30	30.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

4.4 การหาค่าความขุ่น (Turbidity)

4.4.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. บีกเกอร์
2. Turbidimeter
3. สารละลายความขุ่นมาตรฐาน 10, 100, 1000 NTU

4.4.2 วิธีการทดลองและผลการทดลอง

1. เปิดสวิตช์ทำการปรับเครื่องด้วยสารละลายมาตรฐานความขุ่น (Standard Turbidity) ใช้ค่าความขุ่นมาตรฐาน 1, 10, 100 และ 1000 NTU โดยเลือกใช้สเกลช่วงวัดที่ใกล้เคียงมาก ที่สุดที่สภาพความขุ่นของ น้ำตัวอย่าง
2. ใส่น้ำตัวอย่างที่ต้องการวัด จำนวน 25 มิลิลิตร ระวังอย่าให้มีฟองอากาศในหลอดวัดตัวอย่าง (Sample Cell) แล้วใส่ในช่องวัดปิดด้วย Light Shield
3. เปิดสวิตช์ หมุนปุ่ม Range Select วัดค่าความขุ่น จะได้ค่าที่ต้องการ
4. อ่านค่าที่ได้แล้วบันทึกผลการทดลอง

หมายเหตุ รายงานหน่วยเป็น NTU (Nephelometric Turbidity Unit)

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงค่าความขุ่นในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูฝน
เดือน กันยายน-พฤศจิกายน 2540

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่าความขุ่น (NTU)	ค่าเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	6.76 6.80 6.93	6.83
สะพานนเรศวร	6.19 6.25 6.28	6.24
สะพานอกาทศรถ	6.20 6.24 6.25	6.23
สะพานพันปี	6.91 6.91 6.91	6.91

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงค่าความขุ่นในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูหนาว เดือน พฤศจิกายน-กุมภาพันธ์ 2541

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่าความขุ่น (NTU)	ค่าเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	5.76 5.80 5.93	5.83
สะพานนเรศวร	5.19 5.25 5.28	5.24
สะพานอกาทศรถ	5.20 5.24 5.25	5.23
สะพานสันปี	4.91 4.91 5.01	4.94

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.11 ตารางแสดงค่าความขุ่นในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูร้อน
เดือน มีนาคม-มิถุนายน 2541

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ค่าความขุ่น (NTU)	ค่าเฉลี่ย
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	5.76 5.80 5.93	5.83
สะพานนเรศวร	5.19 5.25 5.28	5.24
สะพานเอกาทศรถ	5.20 5.24 5.25	5.23
สะพานพันปี	5.10 5.10 5.13	5.11

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่4.12 ตาราง แสดงค่าความขุ่นของน้ำน่านตลอดทั้งปี

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ความขุ่น ฤดูฝน	ความขุ่น ฤดูหนาว	ความขุ่น ฤดูร้อน
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	6 .83	5.83	5.83
สะพานนเรศวร	6.24	5.24	5.24
สะพานเอกาทศรถ	6.23	5.23	5.23
สะพานหมู่บ้านพันปี	6.91	4.49	5.11

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

4.5 การหาค่า DO และ B.O.D. ของน้ำ โดยวิธี Azide Modification Method

4.5.1 อุปกรณ์และสารเคมี

1. ขวดบีโอดี ขนาด 300 มิลลิลิตร
2. ขวดวัดปริมาตร (Volummetric flask) ขนาด 200 มิลลิลิตร
3. บิวเรต (burette)
4. ขวดเออร์เลนเมเยอร์ (Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร
5. โปแตสเซียมไอโดไดด์ (KI)
6. น้ำกลั่น
7. กรดซัลฟูริก (H_2SO_4)
8. น้ำแป้ง
9. โปแตสเซียมไบโอเดต ($(KH(IO_3)_2$)
10. โปแตสเซียมฟลูออไรด์ไดไฮเดรต ($KF,2H_2O$)
11. โซเดียมไธโดซัลเฟต ($Na_2S_2O_3$)
12. แมงกานีสซัลเฟต

4.5.2 วิธีการทดลอง

การหาค่าออกซิเจนละลายจากน้ำตัวอย่าง ซึ่งเก็บไว้ในขวดบีโอดีขนาด 300 มิลลิลิตร ทำได้ดังนี้

1. เติมสารละลายแมงกานีสซัลเฟต 1 มิลลิลิตร และอัลคาไลด์ไอโอไดด์เอไซด์ 1 มิลลิตร ลงในขวดบีโอดีที่ใส่น้ำตัวอย่างโดยให้ปลายปิเปตอยู่เหนือผิวน้ำตัวอย่างเล็กน้อย ปิดจุกขวดระวังอย่าให้มีฟองอากาศผสมให้เข้ากันโดยคว่ำขวดขึ้นลง 15 ครั้ง

2. ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอนจนได้ปริมาตรน้ำใส ของขวด

3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 1 มิลลิลิตร ปิดจุกขวดก่อนตะกอน (Oxidised floc) จะล้นออกจากปากขวดเขย่ากลับไปกลับมาประมาณ 15 ครั้ง

4. ถ้าใช้ขวดบีโอดีที่มีความจุ 300 มิลลิลิตร ตวงตัวอย่างจากขวดในข้อ 3 ปริมาตร 201 มิลลิลิตร เพื่อนำไปไตเตรท (ปริมาตรตัวอย่างนี้มีค่าเท่ากับปริมาตรน้ำตัวอย่างเริ่มต้น 200 มิลลิตร) เนื่องจากมีการสูญเสียน้ำตัวอย่างจากขวดบีโอดีโดยการแทนที่ของสารละลายเคมีที่เติมลงไปทั้งสิ้น 2 มิลลิลิตร ดังนั้นปริมาตรตัวอย่างซึ่งใช้ในการไตเตรทจึงควรเท่ากับ

$$\frac{200 \times 300}{(300 - 2)} = 201 \text{ มิลลิลิตร}$$

5. ไตเตรทกับสารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 0.025 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายมีสีเหลืองอ่อน เติมน้ำแป้ง 1 มิลลิลิตร จะได้สารละลายสีน้ำเงินเข้ม ไตเตรทต่อไปจนกระทั่งสีน้ำเงินหายไป อ่านปริมาตรของสารละลายโซเดียมไธโอซัลเฟตที่ใช้สำหรับการไตเตรทตัวอย่าง 201 มิลลิลิตร สารละลายมาตรฐานโซเดียมไธโอซัลเฟต 1 มิลลิลิตร มีค่าเท่ากับออกซิเจนละลาย 1 มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l หรือ ppm)

6. บันทึกผลการทดลองในตาราง

ตารางที่ 4.13 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า DO ในน้ำในช่วงฤดูฝน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO (มก./ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.20 7.23 7.20	7.21
สะพานแรงวร	7.00 7.00 7.00	7.00
สะพานอกาทศรถ	7.10 7.10 7.10	7.10
สะพานหมู่บ้านห้วยปี	6.90 6.90 6.90	6.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.14 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า DOในน้ำในช่วงฤดูหนาว

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO (มก./ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	6.60 6.58 6.78	6.65
สะพานนเรศวร	6.60 6.62 6.68	6.63
สะพานเอกาทศรถ	6.85 6.80 6.85	6.83
สะพานหมู่บ้านพันปี	6.70 6.75 6.75	6.73

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.15 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า DO ในน้ำในช่วงฤดูร้อน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO (มก./ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	6.80 6.73 6.50	6.67
สะพานนรศวร	6.70 6.80 6.70	6.73
สะพานเอกาทศรถ	6.80 6.80 6.80	6.80
สะพานหมู่บ้านพันปี	6.90 6.90 6.90	6.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.16 ตาราง แสดงค่าปริมาณ DOของน้ำน่านตลอดทั้งปี

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ปริมาณ DO ช่วงฤดูฝน	ปริมาณ DO ฤดูหนาว	ปริมาณ DO ฤดูร้อน
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	7.21	6.65	6.67
สะพานนเรศวร	7.00	6.63	6.73
สะพานเอกาทศรถ	7.10	6.83	6.80
สะพานหมู่บ้านพันปี	6.90	6.73	6.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

4.6 B.O.D. ของน้ำ โดยวิธี Azide Modification Method

4.6.1อุปกรณ์ และสารเคมี

1. ขวดอินคิวเบท (Incubation Bottles) หรือขวดบีโอดี (BOD)(ซึ่งมีจุกปิดเป็นจุกแก้วปิด สนิท ก่อนที่จะนำขวดบีโอดีมาใช้จะต้องนำขวดมาล้างให้สะอาดปราศจากอินทรีย์สาร ต่าง ๆ การล้างควรล้างด้วยสารละลายของกรดซัลฟูริกเข้มข้นผสมกับสารโพแทสเซี่ยมไดโครเมต,$K_2Cr_2O_7$ (Cleaning soiution) หลังจากนั้นนำขวดมาล้างด้วยน้ำให้สะอาด ครั้งสุดท้ายล้างด้วยน้ำกลั่นอีกครั้งหนึ่ง แล้วทำให้แห้ง)

2. ตู้อินคิวเบท(Incubator) ซึ่งสามารถควบคุมและปรับอุณหภูมิได้เองโดยอัตโนมัติ20 + 1°C และต้องเป็นตู้ซึ่งสามารถป้องกันไม่ให้แสงผ่านเข้าไปได้

3. อุปกรณ์เครื่องแก้วต่าง ๆ เช่น บิวเรต (Burette) ขนาด 50 มิลลิลิตร ขวด เออร์เลนเมเยอร์(Erlenmeyer flask) ขนาด 500 มิลลิลิตร กระบอกตวง 1,000 มิลลิลิตร

4.6.2. สารเคมี

1. น้ำกลั่นจะต้องมีคุณภาพดี (มีปริมาณของทองแดง (copper) น้อยกว่า 0.01 มก/ลิตร และต้องปราศจากคลอรีน (chlorine) ความเป็นด่างเนื่องจากไฮดรอกไซด์ (caustic alkalinity) อินทรีย์สารและกรด

2. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ (Phosphate solution) ละลายโปแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 33.4 กรัมแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) 1.7 กรัม ในน้ำกลั่น 500 มิลลิลิตร แล้วทำให้เจือจาง เป็น 1,000 มิลลิลิตร สารละลายนี้จะมีค่าพีเอชเท่ากับ 7.2

3. สารละลายแมกนีเซียมซัลเฟต (Magnesium sulfate solution) ละลายแมกนีเซียมซัลเฟต เฮปต้าไฮเดรต ($MgSO_4 7H_2O$) 22.5 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร

4. สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (calcium chloride soiution) ละลายแคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2 2H_2O$) 36.4 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร

5. สารละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์ (ละลายไอร์ออน (III) คลอไรด์เฮกไฮเดรต ($FeCl_3 6H_2O$) 0.25 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจางเป็น 1,000 มิลลิลิตร

6. สารละลายกรดซัลฟูริก 1 N (ปิเปตสารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น 2.8 มิลลิลิตร ละลายในกลั่น แล้วทำให้เจือจางเป็น 100 มิลลิลิตร)

7. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N (โซเดียมไฮดรอกไซด์ 4 กรัม ในน้ำกลั่นแล้วทำให้เจือจาง เป็น 100 มิลลิลิตร)

8. สารละลายโซเดียมซัลไฟต์ (sodium suphite solution) 0.025 นอร์มัล ละลายแอนไฮดรัสโซเดียมซัลไฟต์ (Na_2SO_3) 1.575 กรัม ในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร (สารละลายนี้ไม่อยู่ตัวต้องเตรียมในวันที่จะใช้เท่านั้น)

4.6.3. วิธีการวิเคราะห์

1. การเตรียมน้ำตัวอย่างก่อนการวิเคราะห์ (Pretreatment)

1.1 ในกรณีที่น้ำตัวอย่างไม่เป็นกลางจะต้องทำให้เป็นกลางโดยเติมกรดซัลฟูริก 1 N หรือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ 1 N เพื่อปรับ pH น้ำตัวอย่างให้มี pH อยู่ระหว่าง 6.5-7.5

1.2 ในกรณีที่น้ำตัวอย่างมีคลอรีนตกค้าง (residual chlorine) จะต้องกำจัดออกก่อนโดยปกติคลอรีนตกค้างจะลดลงเองเมื่อตั้งตัวอย่างทิ้งไว้ 1-2 ชั่วโมงแต่ในตัวอย่างซึ่งก็คลอรีนตกค้างปริมาณมาก ๆ จะต้องกำจัดโดยการเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ ซึ่งจะทราบปริมาณว่าต้องเติมไปเท่าใด โดยนำน้ำตัวอย่างมาในปริมาณที่เหมาะสม (ระหว่าง 100-1,000 ลบ.ซม.) เติมกรดซัลฟูริก 1+50 (กรด 1 มล. + น้ำกลั่น 50 มล.) 10 มล. เติมสารละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์ 10 มล. (ละลายโปแทสเซียมไอโอไดด์ 10 กรัมในน้ำกลั่น 100 มล. แล้วไตเตรท ด้วยสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ 0.025 นอร์มัล โดยเติมน้ำแป้ง (Starch) เป็นอินดิเคเตอร์จะทราบปริมาณของโซเดียมซัลไฟต์ที่เติมลงไปในตัวอย่าง หลังจากเติมสารละลายโซเดียมซัลไฟต์ตามปริมาณที่ คำนวณได้ลงในตัวอย่างแล้วกวนให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10-20 นาที หรือ น้ำตัวอย่างบริเวณจุดก่อนเติมคลอรีน

4.6.4 การวิเคราะห์ Direct Method

ใช้ในกรณีตัวอย่างน้ำมีค่าบีโอดีน้อยกว่า 7 มก./ล. ได้แก่ น้ำประเภท แม่น้ำ คลอง บึง สระ ฯลฯ แต่ถ้าตัวอย่างน้ำดังกล่าวปนเปื้อนสูง สกปรก สีดำคล้ำ ให้วิเคราะห์โดยวิธีที่ 2 เลือก ทำ dilution 10-100 %

2.1.1 นำน้ำตัวอย่างที่ปรับปรุงแล้วตามข้อ 1 ประมาณ 1 ลิตร มาปรับอุณหภูมิให้ได้ประมาณ $20^{\circ}C + 1^{\circ}C$

2.1.2 เติมอากาศให้มีออกซิเจนละลายอิ่มตัว (ใช้เวลาประมาณ 10-15 นาที)

2.1.3 รินน้ำตัวอย่างลงใส่ขวดบีโอดีจนเต็ม 3 ขวดปิดจุกให้สนิทดูให้แน่ใจว่ามีน้ำหล่อที่ปากขวด นำขวดหนึ่งมาหาค่าออกซิเจนละลายก่อนอีกสองขวด นำไปอินคิวเบทที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ เป็นเวลา 5 วัน

2.1.4 หลังจาก 5 วันแล้ว นำตัวอย่างนั้นมาหาค่าออกซิเจนละลายที่เหลืออยู่

2.15 การคำนวณ ค่า บีโอดี (มล./ล) $= DO_0 - DO_5 = BOD$

เมื่อ DO_0 = ค่าออกซิเจนที่ละลายที่ไตรเตรทวันแรก

DO_5 = ค่าออกซิเจนที่ละลายที่ไตรเตรทในวันที่ 5

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.17 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูฝน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO_1 (มก/ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	6.20 6.23 6.20	6.21
สะพานนเรศวร	6.00 6.00 6.00	6.00
สะพานอดุลยเดช	6.10 6.10 6.10	6.10
สะพานหมู่บ้านพันปี	5.90 5.90 5.90	5.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.18 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูฝน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO_5 (มก/ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	5.10	5.10
สะพานนเรศวร	5.00	5.00
สะพานเอกาทศรถ	5.10	5.10
สะพานหมู่บ้านพันปี	4.90	4.90

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.19 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูหนาว

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO_1 (มก./ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	5.25 5.27 5.23	5.25
สะพานนรศวร	5.40 5.40 5.40	5.40
สะพานเอกาทศรถ	5.50 5.50 5.50	5.50
สะพานหมู่บ้านพันปี	5.40 5.40 5.40	5.40

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.20 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูหนาว

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO_5 (มก/ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	3.80 3.90 4.00	3.90
สะพานนเรศวร	4.10 4.20 4.30	4.20
สะพานเอกาทศรถ	4.20 4.40 4.00	4.20
สะพานหมู่บ้านพันปี	4.10 4.10 4.10	4.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.21 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูร้อน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO 1 (มก/ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	5.00 4.90 4.70	4.80
สะพานนเรศวร	5.00 5.00 5.00	5.00
สะพานเอกาทศรถ	5.30 5.30 5.30	5.30
สะพานหมู่บ้านพันปี	5.10 5.10 5.10	5.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.22 ตารางบันทึกผลการทดลองหาค่า BOD ในน้ำในช่วงฤดูร้อน

ตัวอย่างน้ำ	ปริมาตรสารละลาย Na_2S_2O (Cm^3)	ปริมาณ DO_5 (มก/ล)
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	3.80 3.80 3.80	3.80
สะพานนเรศวร	3.59 3.60 3.61	3.60
สะพานเอกาทศรถ	3.50 3.60 3.40	3.50
สะพานหมู่บ้านพันปี	3.50 3.50 3.50	3.50

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตาราง4..23 แสดงค่าปริมาณ BOD น้ำน่านตลอดทั้งปี

สถานที่เก็บตัวอย่างน้ำ	ฤดูฝน	ฤดูหนาว	ฤดูร้อน
สะพานหมู่บ้านแสงดาว	1.10	1.35	1.00
สะพานนเรศวร	1.00	1.20	1.40
สะพานเอกาทศรถ	1.00	1.30	1.80
สะพานหมู่บ้านพันบึ	1.00	1.30	1.60

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

4.7 การวิเคราะห์หาปริมาณ ตะกั่วและเหล็กในน้ำ [12,13,14,15]

โดยวิธี Atomic Absorption Spectrophotometer

4.7.1 เครื่องมือ

1. เครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer
2. Air-Acetylene Burner Head
3. Hollow - Cathode lamps

4.7.2 สารเคมี และอุปกรณ์

1. Lead (II) nitrate (A.R .grade)
2. Nitric acid (Conc)
3. สารละลายมาตรฐานเหล็ก
4. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว
5. ปิเปต
6. แท่งโคน
7. ชุดกรองสารละลาย
8. ขวดพลาสติก
9. บีกเกอร์
10. น้ำกลั่นปราศจากไอโลหะหนัก (Deionize Distill water)

วิธีการทดลอง

1. เตรียมสารละลาย

1.1 เตรียมสารละลายกรดไนตริก โดยการผสมกรดไนตริกเข้มข้นกับน้ำในอัตราส่วน1:100 ($HNO_3 : H_2O$)

1.2 เตรียมสารละลายกรดไนตริก 0.1 M (เตรียมจากการตวงกรดไนตริก 6.3 Cm^3 แล้วเติมน้ำให้ครบ 1000 Cm^3)

1.3 เตรียมสารละลายตะกั่ว ละลายตะกั่ว 0.1923 กรัม ลงใน HNO_3 conc 10 Cm^3 ทำให้เป็น 1 ลิตร ด้วย น้ำกลั่น (1 Cm^3 = 100 ไมโครกรัม)

1.4 เตรียมสารละลาย ละลายเหล็ก 0.100 กรัม ลวดเหล็กบริสุทธิ์ ในกรดเกลือ Hcl 10 ลบ.ซม. และ conc HNO_3 3 ลบ.ซม. แล้วทำให้ มีปริมาตรเป็น 1 ลิตร ด้วยน้ำกลั่น (1 ลบ.ซม.=100 ไมโครกรัม)

1.5 สารละลายมาตรฐานตะกั่ว 10 ppm, 20 ppm, 100 ppm.

1.6 สารละลายมาตรฐานเหล็ก 10 ppm, 20 ppm, 100 ppm.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Phibulsongkram Rajabhat University

การสกัด (Extracion) สารตะกั่วในน้ำ

ปิเปตกรดไนตริก (0.1 M) 50 cm^3 แล้วทำให้ร้อน จนมีอุณหภูมิ 70 °C แล้วเท กรดไนตริกดังกล่าว ลงในน้ำตัวอย่างที่เก็บมา 25 cm^3 แล้วเขย่าประมาณ 30 นาที แล้วเทสารละลาย ลงในขวดพลาสติก แล้วนำน้ำตัวอย่างมากรอง จนได้สารละลายใส แล้วนำสารดังกล่าวไปทำการวิเคราะห์

4.7.3 การวิเคราะห์เชิงปริมาณ หาปริมาณตะกั่วโดยวิธี Standard addition

1.ปิเปตสารละลายตะกั่วครั้งละ 5 cm^3 ใส่ขวดวัดปริมาตร ขนาด 25 cm^3 6 ใบ แล้วปิเปตสารละลาย มาตรฐาน 20 ppm. ที่เตรียมไว้ 0.0 ,0.05, 1.0 ,2.0 ,3.0 cm^3 ลงในขวดวัดปริมาตรแล้วเติมกรดไนตริก 1:100 จนมีปริมาตร 25 Cm^3 จากนั้น นำไปหาปริมาณตะกั่วโดยวิธี Atommic absorption specphotometer

2.สำหรับการหาปริมาณ เหล็กทำได้โดยใช้วิธีเดียวกันกับการหาปริมาณตะกั่วในน้ำ

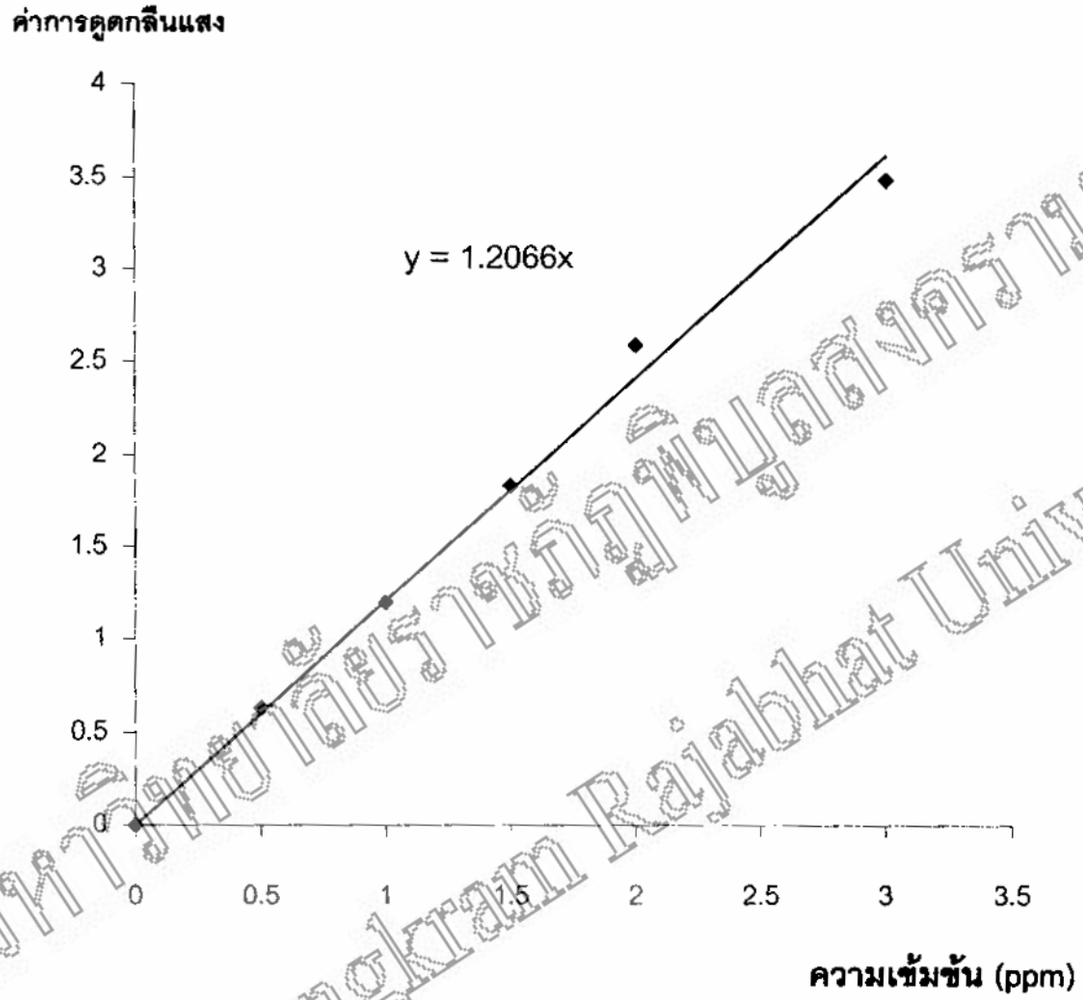
มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.20 ตารางแสดง การหาปริมาณตะกั่วในน้ำตัวอย่าง ด้วยการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Atomic Absorption Spectroscopy ด้วยวิธี Addition

ปริมาณตะกั่วในสารละลาย (ppm.)	Absorbanc
0.00	0.00
0.50	0.633
1.00	1.196
1.50	1.835
2.00	2.59
3.00	3.488

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสง กับปริมาณตะกั่วในสารละลาย



มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.25 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในสารละลาย (ppm) ในน้ำตัวอย่างในฤดูฝน กับค่าการดูดกลืนแสง

ความเข้มข้นของตะกั่วที่เติมลงในตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนสะพานแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าการดูดกลืนสะพานเอกาทศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานพันปี
0.00	0.040	0.042	0.080	0.082
0.50	0.100	0.102	0.160	0.160
1.00	0.170	0.170	0.320	0.342
2.00	0.230	0.237	0.640	0.647
2.50	0.320	0.377	1.12	1.27

ตารางที่ 4.26 ตารางแสดงปริมาณตะกั่วในน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูฝน

สถานที่	ปริมาณตะกั่ว (ppm.)
หมู่บ้านแสงดาว	0.01
สะพานนเรศวร	0.01
สะพานเอกาทศรถ	0.02
สะพานวัดพันปี	0.02

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.27 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในสารละลาย (ppm)ในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูหนาวกับค่าการดูดกลืนของแสง

ความเข้มข้นของตะกั่วที่เติมลงในตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าการดูดกลืนสะพานเอกาทศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานบ้านพันปี
0.00	0.082	0.084	0.083	0.083
0.500	0.160	0.163	0.160	0.160
1.00	0.322	0.340	0.330	0.330
2.00	0.640	0.676	0.618	0.620
2.50	1.12	1.20	1.10	1.15

ตารางที่ 4.28 ตารางแสดงปริมาณตะกั่วในน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูหนาว

สถานที่	ปริมาณตะกั่ว (ppm.)
หมู่บ้านแสงดาว	0.020
สะพานนเรศวร	0.023
สะพานเอกาทศรถ	0.022
สะพานวัดพันปี	0.022

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.29 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในสารละลาย (ppm) ในน้ำตัวอย่างฤดูร้อนกับค่าการดูดกลืนของแสง

ความเข้มข้นของเหล็กที่เติมลงในตัวอย่าง (ppm.)	ค่าการดูดกลืนสะพานบ้านแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าการดูดกลืนสะพานเอกาทศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานบ้านพันบึ
0.00	0.080	0.082	0.080	0.080
0.500	0.160	0.162	0.160	0.161
1.00	0.300	0.334	0.302	0.303
2.00	0.620	0.612	0.620	0.615
2.50	1.220	1.124	1.26	1.16

ตารางที่ 4.30 ตารางแสดงปริมาณตะกั่วในน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูร้อน

สถานที่	ปริมาณตะกั่ว (ppm.)
สะพานแสงดาว	0.020
สะพานนเรศวร	0.021
สะพานเอกาทศรถ	0.020
สะพานวัดพันบึ	0.020

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.31 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่ว (ppm) ในน้ำตัวอย่างตลอดปี

ปริมาณของตะกั่ว ในน้ำตัวอย่าง	สะพานหมู่บ้านแสงดาว	สะพานนเรศวร	สะพานเอกาทศรถ	สะพานหมู่บ้านพันปี
ในฤดูฝน	0.010	0.010	0.020	0.020
ในฤดูหนาว	0.020	0.023	0.022	0.022
ในฤดูร้อน	0.020	0.021	0.020	0.020

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.32 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กในสารละลาย (ppm)ในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูฝนกับค่าการดูดกลืนของแสง

ความเข้มข้นของตะกั่วที่เติมลงในตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าดารดูดกลืนสะพานเอกา?ศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านพันปี
0.00	0.285	0.280	0.290	0.298
0.500	0.385	0.382	0.402	0.408
1.00	0.468	0.465	0.480	0.483
2.00	0.532	0.528	0.520	0.521
2.50	0.582	0.570	0.562	0.565

ตารางที่ 4.33 ตารางแสดงปริมาณเหล็กในน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูฝน

สถานที่	ปริมาณเหล็ก (ppm.)
หมู่บ้านแสงดาว	1.9
สะพานนเรศวร	1.8
สะพานเอกาทศรถ	2.00
สะพานวัดพันปี	2.00

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.34 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กในสารละลาย (ppm) ในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูหนาวกับค่าการดูดกลืนของแสง

ความเข้มข้นของตะกั่วที่เติมลงในตัวอย่าง (ppm.)	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าการดูดกลืนสะพานเอกาทศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านพันปี
0.00	0.290	0.287	0.298	0.291
0.50	0.402	0.408	0.412	0.408
1.00	0.480	0.478	0.490	0.482
2.00	0.520	0.520	0.527	0.522
2.50	0.562	0.562	0.582	0.568

ตารางที่ 4.35 ตารางแสดงปริมาณเหล็กของแม่น้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูหนาว

สถานที่	ปริมาณเหล็ก (ppm.)
หมู่บ้านแสงดาว	2.0
สะพานนเรศวร	1.8
สะพานเอกาทศรถ	2.2
สะพานวัดพันปี	2.1

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.36 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็กในสารละลาย (ppm) ในน้ำตัวอย่างในช่วงฤดูร้อนกับค่าการ ดูดกลืนของแสง

ความเข้มข้นของตะกั่วที่เติมลงในตัวอย่าง	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านแสงดาว	ค่าการดูดกลืนสะพานนเรศวร	ค่าการดูดกลืนสะพานอกาทศรถ	ค่าการดูดกลืนสะพานหมู่บ้านพันปี
0.00	0.290	0.290	0.290	0.297
0.50	0.408	0.402	0.402	0.413
1.00	0.482	0.480	0.482	0..495
2.00	0.522	0.522	0.529	0.528
2.50	0.568	0.562.	0.564	0.588

ตารางที่ 4.37 ตารางแสดงปริมาณเหล็กในน้ำน่านที่ไหลผ่านจังหวัดพิษณุโลกในช่วงฤดูร้อน

สถานที่	ปริมาณเหล็ก (ppm.)
หมู่บ้านแสงดาว	2.1
สะพานนเรศวร	2.0
สะพานอกาทศรถ	2.0
สะพานวัดพันปี	2.2

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 4.38 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเหล็ก (ppm) ในน้ำตัวอย่างตลอดปี

ปริมาณของตะกั่วในน้ำตัวอย่าง	สะพานบ้านแสงดาว	สะพานนเรศวร	สะพานเอกาทศรถ	สะพานบ้านพันปี
ฤดูฝน	1.90	1.80	2.00	2.00
ฤดูหนาว	2.00	1.60	2.20	2.10
ฤดูร้อน	2.10	1.80	2.00	2.20

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ทำการศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำน่าน ในเขตอำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 6 แหล่ง ในช่วงระยะเวลา 1 ปี ได้ผลดังตาราง

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดง อุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD ตะกั่วและเหล็ก ในลำน้ำน่านฤดูฝน

	อุณหภูมิ (องศา ^{0}C)	pH	ความขุ่น (NTU)	DO (มก/ล)	BOD (มก/ล)	Pb (มก/ล)	Fe (มก/ล)
สะพานแสงดาว	29.80	7.71	6.83	7.21	1.10	0.010	1.90
สะพานนเรศวร	29.80	7.70	6.24	7.00	1.00	0.010	1.80
สะพานเอกาทศรถ	29.74	7.70	6.23	7.10	1.00	0.020	2.00
สะพานพันปี	29.97	7.70	6.91	6.90	1.00	0.020	2.00

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดง อุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD ตะกั่วและเหล็ก ในลำน้ำน่าน ฤดูหนาว

	อุณหภูมิ (องศา^{0}C)	pH	ความขุ่น (NTU)	DO (มก/ล)	BOD (มก/ล)	Pb (มก/ล)	Fe (มก/ล)
สะพานแสงดาว	28.80	7.30	5.83	6.65	1.35	0.020	2.00
สะพานนเรศวร	28.80	7.28	5.24	6.63	1.20	0.023	1.60
สะพานเอกาทศรถ	28.73	7.30	5.23	6.83	1.30	0.022	2.20
สะพานพันปี	28.30	7.29	4.94	6.73	1.30	0.022	2.10

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดง อุณหภูมิ pH ความขุ่น DO BOD ตะกั่วและเหล็ก ในลำน้ำน่านฤดูร้อน

	อุณหภูมิ (องศา ^{0}C)	pH	ความขุ่น (NTU)	DO (มก/ล)	BOD (มก/ล)	Pb (มก/ล)	Fe (มก/ล)
สะพานแสงดาว	30.00	7.30	5.83	6.67	1.00	0.020	2.10
สะพานนวศรว	30.50	7.30	5.24	6.73	1.40	0.021	2.00
สะพานเอกาทศรถ	30.70	7.31	5..23	6.80	1.80	0.020	2.00
สะพานพันปี	30.10	7.21	5.11	6.90	1.60	0.020	2.20

ผลจากการศึกษาคุณภาพของน้ำในลำน้ำน่านได้ผลสรุปโดยทั่วไปดังนี้

อุณหภูมิ 28.30 - 30.70 องศาเซลเซียส (^{0} C)
pH 7.21 - 7.71
ความขุ่น 4.94 - 6.91 NTU
DO 6.63 - 7.21 มิลิกรัม / ลิตร
BOD 1.00 - 1.80 มิลลิกรัม / ลิตร
Pb 0.010 - 0.034 มิลลิกรัม / ลิตร
Fe 1 .60 - 2 .20 มิลลิกรัม / ลิตร

จากการศึกษาคุณภาพของน้ำ ในลำน้ำน่าน พบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในช่วง 28.30 - 30.70 องศาเซลเซียสซึ่งจากการศึกษาพบว่าอุณหภูมิของน้ำแปรตามฤดูกาล ดังเช่น ฤดูหนาวในช่วงอุณหภูมิต่ำสุด ที่สะพานหมู่บ้านพันปี 28.30 องศาเซลเซียส และสูงสุดในฤดูร้อน ที่สะพานเอกาทศรถ 30.70 องศาเซลเซียส และไม่มีตัวแปรจากน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมจากการระบายน้ำร้อน และพบว่าอุณหภูมิของน้ำอยู่ในเกณฑ์ปกติซึ่งไม่มีผลกระทบกับสิ่งมีชีวิต และการละลายของออกซิเจนในน้ำ

ค่าความเป็นกรดและเบส (pH) ของน้ำในลำน้ำน่าน pH อยู่ในช่วง 7.21 - 7.71 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ปกติของน้ำทั่วไป (จากมาตรฐานเกณฑ์น้ำดื่มของอนามัยโลก ปี 2527 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร 2531 น้ำดื่มควรมี pH (6.5-8.5) คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี กรมอนามัย กระทรวง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Phibulsongkram Rajabhat University

สาธารณสุข 2537 จากค่า pH ของน้ำในลำน้ำน่านสามารถนำไปใช้อุปโภคบริโภคได้ดื่มได้ ค่า pH ของน้ำปลี่ยนแปลงตามฤดูกาลเล็กน้อย เพราะการละลายของสารเคมีในต้นน้ำบางตัวอาจละลายได้ดี เมื่อน้ำเป็นตัวทำละลายแร่ธาตุในดินได้ดี และมีปริมาณน้ำมากในฤดูฝนเช่น pH มากที่สุดในฤดูฝน pH 7.71 และต่ำสุดในฤดูร้อน pH 7.21

ความขุ่นจากการศึกษาคุณภาพของน้ำมีความขุ่น 4.94 -6.91 NTU มาตรฐานของน้ำดื่มโดยทั่วไป ที่กำหนดไว้ไม่เกิน 5 NTU (จากมาตรฐานเกณฑ์น้ำดื่มของอนามัยโลก ปี 2527 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร 2531 น้ำดื่มควรมีความขุ่นไม่เกิน 5 NTU คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2537) จากการศึกษาผลข้างเคียงพบว่าลำน้ำน่านเกิดจากต้นน้ำที่มีดินตะกอนค่อนข้างมากและไหลมาจากต้นกำเนิดของน้ำที่เกิดการผุกร่อนของดินและการพังทะลายของดิน ค่อนข้างสูง ในทางแก้ไขและป้องกัน ควรทำการปลูกพืชเพื่อการป้องกันการพังทะลายของชั้นดินและดินบริเวณริมฝั่งลำน้ำ ที่เป็นสาเหตุการเพิ่มความขุ่นของน้ำ จากผลการศึกษาพบว่าในฤดูฝนมีปริมาณของความขุ่นในน้ำสูง 6.94 NTU. และระดับความขุ่นของน้ำลดลงตามฤดูดังในฤดูร้อนพบว่ามีความขุ่น 6.60 NTU ตามลำดับ เพราะปริมาณการพังทะลายของดินลดน้อยลงดังกล่าวและปริมาณน้ำน้อยการกัดเซาะบริเวณฝั่งน้ำลดน้อยลงด้วย

คุณภาพของน้ำตามความขุ่น น้ำในลำน้ำน่านไม่เหมาะแก่การบริโภคและอุปโภคในทันที ควรที่จะนำน้ำดังกล่าวไปผ่านกระบวนการบำบัดก่อน เช่นการกรอง หรือการตกตะกอนก่อนนำมาใช้จึงจะปลอดภัยกว่า

ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (DO)ออกซิเจนมีความสำคัญต่อแหล่งน้ำมาก ออกซิเจนเป็นตัวควบคุมการใช้พลังงานของแหล่งน้ำ ไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ที่ต้องการออกซิเจนในการหายใจ และยังเป็นตัวบ่งชี้ถึงคุณภาพของน้ำอีกด้วย ปริมาณการละลายของออกซิเจนในห้วงเวลาใดเวลาหนึ่งขึ้นอยู่กับอุณหภูมิของน้ำ ความกดอากาศ และความเค็ม ปริมาณการละลายของออกซิเจนจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิของน้ำลดลง ในการศึกษาครั้งนี้พบว่า มีปริมาณ 6.63-7.21 มิลลิกรัม/ลิตร DO มากที่สุดในฤดูหนาว มีค่าที่อุณหภูมิ 28.3 องศาเซลเซียส พบว่ามีค่า DO = 6.60 mg /l และปริมาณ DO น้อยที่สุดที่อุณหภูมิที่ 30.6 องศาเซลเซียสมีค่า OD = 6.1 mg /l จากเกณฑ์มาตรฐานพบว่าค่า DO ของน้ำอยู่ในระดับปกติโดยทั่วไปซึ่งจากมาตรฐาน ค่า DO มากกว่า 6 mg/l น้ำไม่ต้องผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้น และต้องไม่ต่ำกว่า 4 mg / l ต้องผ่านกระบวนการบำบัดขั้นต้นก่อน (จากมาตรฐานเกณฑ์น้ำดื่มของอนามัยโลก ปี 2527 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร 2531 น้ำดื่มควรมีค่า DO มากกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2537)

มหาวิทยาลัยนเรศวร Naresuan University

ปริมาณ BOD เป็นปริมาณของออกซิเจนที่ถูกใช้โดยแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ชนิดที่ย่อยสลายได้ ภายใต้ภาวะที่มีออกซิเจน ในการศึกษาครั้งนี้พบ ว่ามีค่า 1.00 – 1.80 มิลลิกรัม/ลิตร ซึ่งจากมาตรฐานคุณภาพของน้ำตามผิวดินควรมีไม่เกิน 15 มิลลิกรัม /ลิตร ซึ่งจากการศึกษาคุณภาพของน้ำพบว่ามีค่าสูงสุดในฤดูหนาวที่สะพานแสงดาว มีค่า 1.45 มิลลิกรัม / ลิตร และต่ำสุดในฤดูฝนที่ สะพานพันปี 1.00 มิลลิกรัม /ลิตร ซึ่งจากค่าที่ได้คุณภาพของน้ำอยู่ในเกณฑ์ดี เพราะมีค่า BOD ไม่สูงเกินกว่าค่าที่กำหนด

ปริมาณตะกั่วในการศึกษาคุณภาพของน้ำพบว่ามีปริมาณตะกั่วอยู่ในช่วง 0.0010-0.0020 ppm. (จากมาตรฐานเกณฑ์น้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ปี 2527 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร 2531 น้ำดื่มควรมีปริมาณตะกั่วไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัม/ลิตร คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2537) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีปริมาณตะกั่วน้อยมาก และอยู่ในเกณฑ์ระดับต่ำ ซึ่งเป็นข้อดีของลำน้ำน่านที่ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ในแหล่งดังกล่าว จึงไม่พบปริมาณตะกั่ว และคุณภาพน้ำยังสามารถนำไปใช้ในการอุปโภคบริโภคได้ลำดับหนึ่ง

ปริมาณเหล็กในการศึกษาคุณภาพของน้ำพบว่ามีปริมาณเหล็ก อยู่ในช่วง 2.0-2.40 ppm. (มิลลิกรัม/ลิตร) (จากมาตรฐานเกณฑ์น้ำดื่มขององค์การอนามัยโลก ปี 2527 และเกณฑ์คุณภาพน้ำบริโภคในชนบทของคณะกรรมการบริหารโครงการจัดให้มีน้ำสะอาดในชนบททั่วราชอาณาจักร 2531 น้ำดื่มควรมีปริมาณเหล็ก 0.3 มิลลิกรัม/ลิตร คู่มือการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข 2537) จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่ามีปริมาณเหล็กสูงกว่าที่กำหนดและอยู่เกณฑ์สูงซึ่งจากการศึกษาทางคุณภาพพบว่ามีปริมาณเหล็กสูงพอประมาณอาจเกิดจากแร่เหล็กที่ปะปนอยู่ในดิน ที่เกิดจากการกัดเซาะและการพังทลายของดินไหลลงสู่ลำน้ำน่าน แต่คุณภาพมีคุณภาพดีที่สามารถนำไปใช้ในการอุปโภคและต้องนำไปทำการบำบัดขั้นต้นก่อนนำไปใช้

ในการศึกษาวิเคราะห์ครั้งนี้ ผลการศึกษาทำให้เราทราบถึงคุณภาพของลำน้ำน่าน ซึ่งเราสามารถนำไปเสนอข้อมูลให้กับประชาชนในเขตบริเวณลำน้ำน่าน ในการดูแลรักษาคุณภาพของลำน้ำน่าน เพื่อเป็นการส่งเสริมคุณภาพ และความจำเป็นในการดูแลรักษา เพื่อคุณภาพชีวิตและสิ่งแวดล้อมต่อไป

มหาวิทยาลัยนเรศวร Naresuan University

บรรณานุกรม

1. บุญพฤกษ์ จามาระ : **เคมีบรรยาย**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์อักษรเจริญทัศน์, 2531.

2. อนามัย, กรม กระทรวงสาธารณสุข. **การควบคุมน้ำบริโภค**, 2535.

3.สมาคมสิ่งแวดล้อมไทย **คู่มือวิเคราะห์น้ำเสีย กรุงเทพมหานคร**.พิมพ์ครั้งที่ 3 สำนักพิมพ์เรือนแก้ว ,2540

4. อนามัย, กรม กระทรวงสาธารณสุข. **คู่มือตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมี**. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2537.

5. ฉัตรไชย รัตนไชย. **การจัดการคุณภาพน้ำ**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2539.

6. ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. **เอกสารประกอบการประชุมเชิงปฏิบัติการเคมีวิเคราะห์ด้วยเครื่องมือ**. เชียงใหม่ : พิมพ์ที่มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2539.

7.ฝ่ายวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม **การตรวจวิเคราะห์โลหะหนักด้วยเทคนิคอะตอมมิคแอบซอร์บชัน สเปคโตรโฟโตเมตรี** กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัยกรุงเทพ ฯ :พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ,2539.

8.กรรณนิการ์ สิริสิงห์ . **เคมีของน้ำโสโครกและการวิเคราะห์**.คณะสาธารณสุขศาสตร์ มหาวิทยาลัย มหิดล พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยมหิดล กรุงเทพ ฯ ,2525.

9.วรวิทย์ ชีวาพร **น้ำเสียและการจัดการมลพิษทางน้ำ** เอกสารประกอบการฝึกอบรม สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี.พิมพ์ที่โรงพิมพ์สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี จันทบุรี ,2542.

10.ฝ่ายวิเคราะห์คุณภาพสิ่งแวดล้อม .Manual of water and wastewater Analylis กองอนามัยสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กรุงเทพ ฯ:พิมพ์ที่โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ กรุงเทพฯ,2539.

11. WHO. "Guideline For drinking-Water Quality " Vol 1 Geneva 1984.

มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี Phranakhon Rajabhat University

บรรณานุกรม

12. W.J. "Analytical Atomic Spectrophotometry" 2 rd.ed,Heyden S Son Ltd, New york, 1981) (18-25)

13. Jame .J. Linggange." Analytical Chemistry Of Selected metallic-element".Reinlnold,New York ,1976.

14. J.J. Chow " Science " 169,(1976)

15. L Cosarett ,and ,Doull " Toxicology the basic Science of persion " Newyork Macemillan Publishing 1985.

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม
Pibulsongkram Rajabhat University

ภาคผนวก

วิธีการคำนวณและรายงานผลที่ได้จากการวิเคราะห์

The Evaluation of the Reliality of Analytical Data.

ผลการทดลองที่ได้จากการวิเคราะห์หาคือปริมาณ ค่าที่วัดได้ เช่น น้ำหนัก ปริมาตร ค่าความเข้มข้น ค่าการนำไฟฟ้า อุณหภูมิ pH ค่าการดูดกลืน เป็นต้น เมื่อ ได้ข้อมูลเหล่านี้จากการทดลองแล้วต้องรู้จักวิธีการนำเสนอข้อมูลเหล่านั้นเพื่อการรายงาน โดยมีหลักการดังนี้

1. เนื่องจากในการวิเคราะห์ทุกครั้งจะต้องทำการทดลองมากกว่า 1 ครั้ง (ปกติจะทำการทดลองระหว่าง 2-5 ครั้ง) การรายงานผลการทดลองจะใช้ค่าเฉลี่ย (Arithmetic mean) และก่อนที่จะนำค่าแต่ละค่ามาหาค่าเฉลี่ยควรมีการทดสอบค่าที่ผิดปกติที่มากเกิดไปหรือน้อยเกินไปว่าสมควรจะนำมาหาค่าเฉลี่ยด้วยหรือไม่

2.การบันทึกผลการทดลองและการคำนวณผลจะต้องคำนึงถึงตัวเลขที่มีนัยสำคัญ (significant figure) พร้อมทั้งต้องแสดงว่าการทดลองมีความถูกต้อง (accuracy) หรือความผิดพลาด (error) อย่างไร และถ้าทำการทดลองหลาย ๆ ครั้ง ควรแสดงด้วยว่าความแน่นอน (precision) หรือ reproducibility ของวิธีการทดลองเป็นอย่างไร

3.ผลการวิเคราะห์ที่คำนวณได้แล้วตามหลักการข้างต้น สามารถใช้วิธีการทางสถิติวิเคราะห์ข้อมูลต่อไปอีก เพื่อให้ทราบว่าผลที่ได้มีความถูกต้องแค่ไหน และตอบในระดับความมั่นใจเท่าไร

<u>ค่า Mean</u>

ผลที่ได้จากการทดลองสามารถนำมาหาค่าเฉลี่ยได้ดังนี้

$$\bar{X} = \frac{\Sigma X}{N}$$

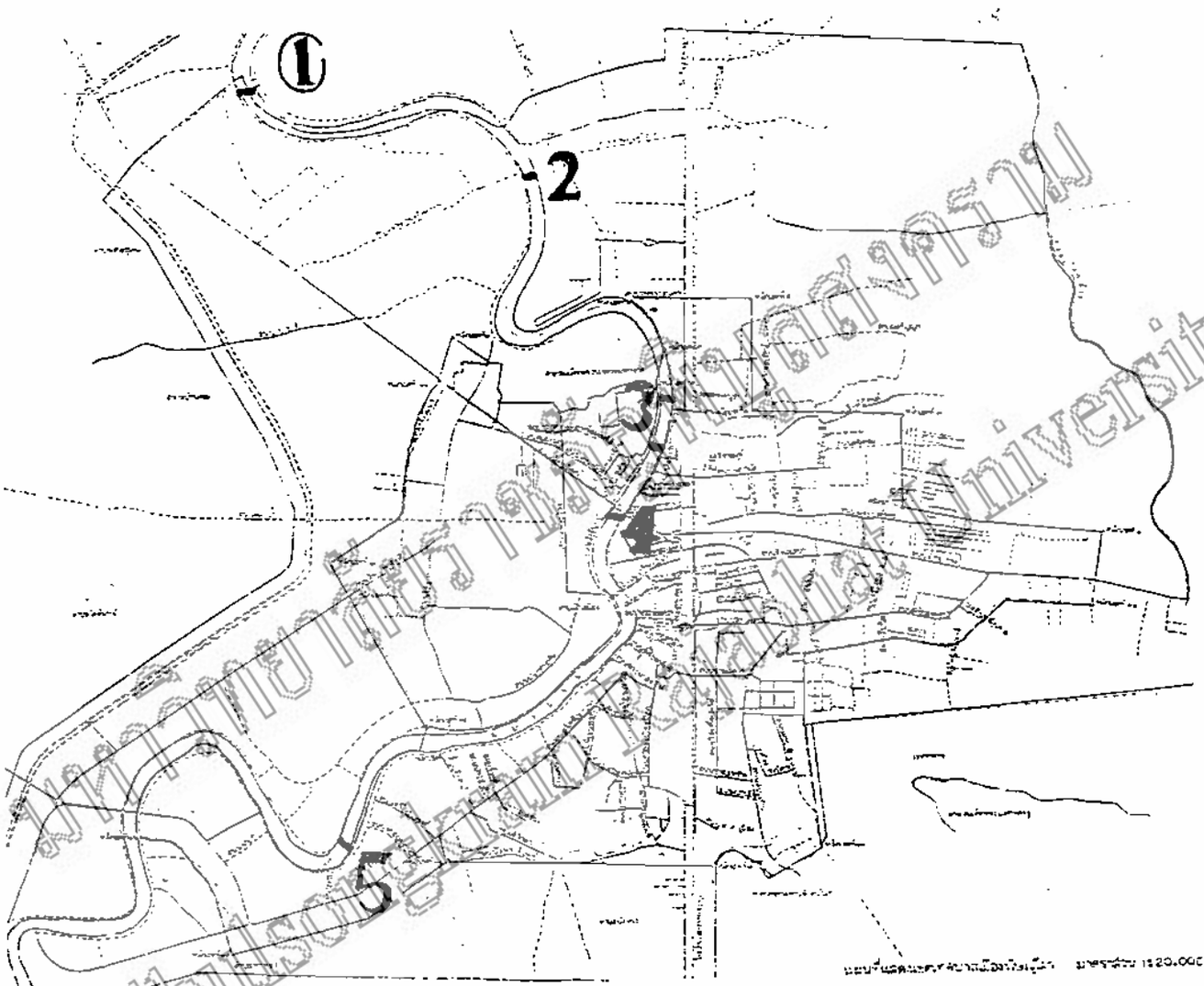
X = ผลที่ได้จากการทดลอง

X = ค่าเฉลี่ยของผลการทดลองทั้งหมด

N = จำนวนครั้งที่ทำการทดลอง

มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม Pibulsongkram Rajabhat University

แผนที่แสดง จุดเก็บตัวอย่างน้ำที่ทำการวิจัยในเขตอำเภอเมือง
จังหวัดพิษณุโลก



1.สะพานมุ่บ้านแสงดาว 2.วัดโพธิ์ใต้โรงงานทอผ้า 3.สะพานนเรศวร

4.สะพานเอกาทศรถ 5.สะพานวัดใหม่พันปี

มหาวิทยาลัยนเรศวร Naresuan University Pibulsongkram Rajabhat University