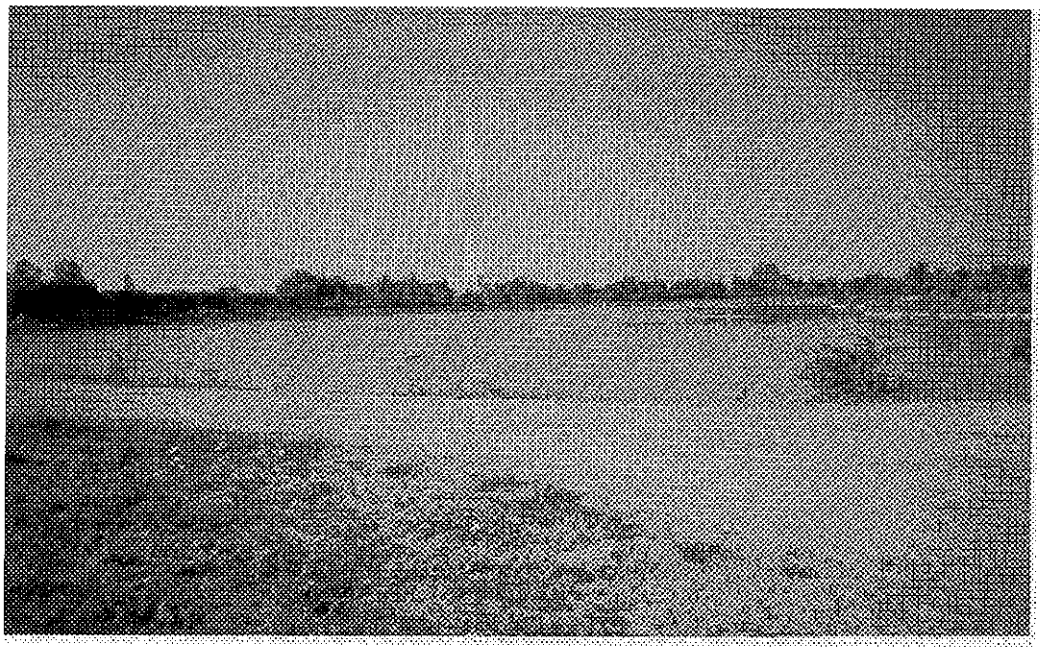
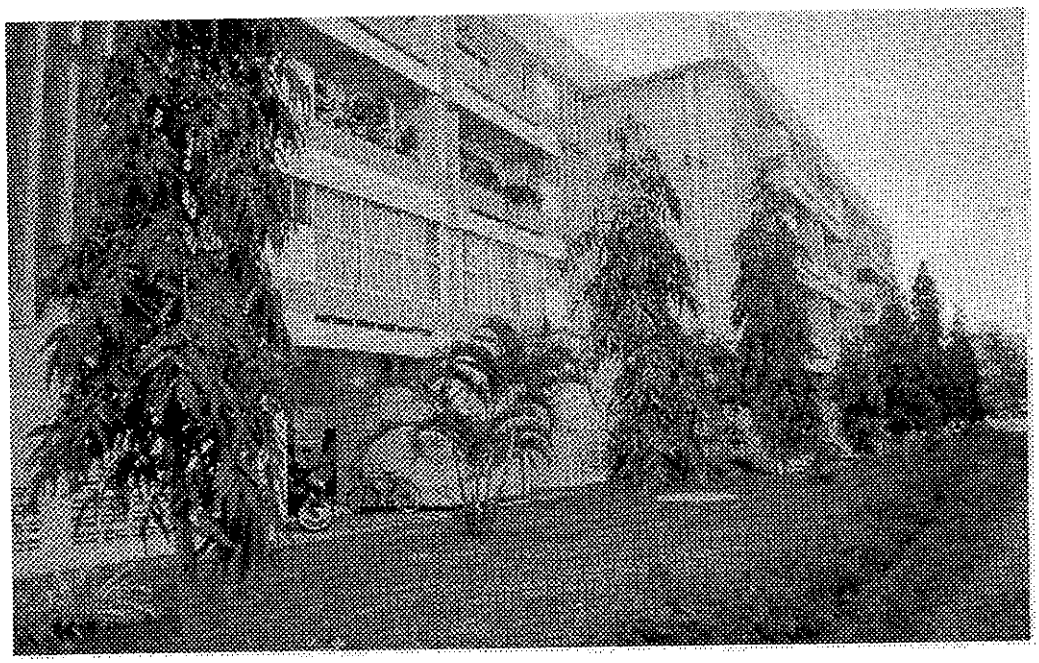
บทที่ 3
วิธีดำเนินการทดลอง

ในการดำเนินโครงการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพของน้ำประปา ในเส้นท่อประปาภายในมหาวิทยาลัยนเรศวร นั้น ได้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาตามสถานที่ต่างๆทั่วมหาวิทยาลัยนเรศวร เป็นจำนวนทั้งสิ้น 13 จุด ดังนี้ซึ่งจะแสดงดังภาพที่ 13 ถึง 25

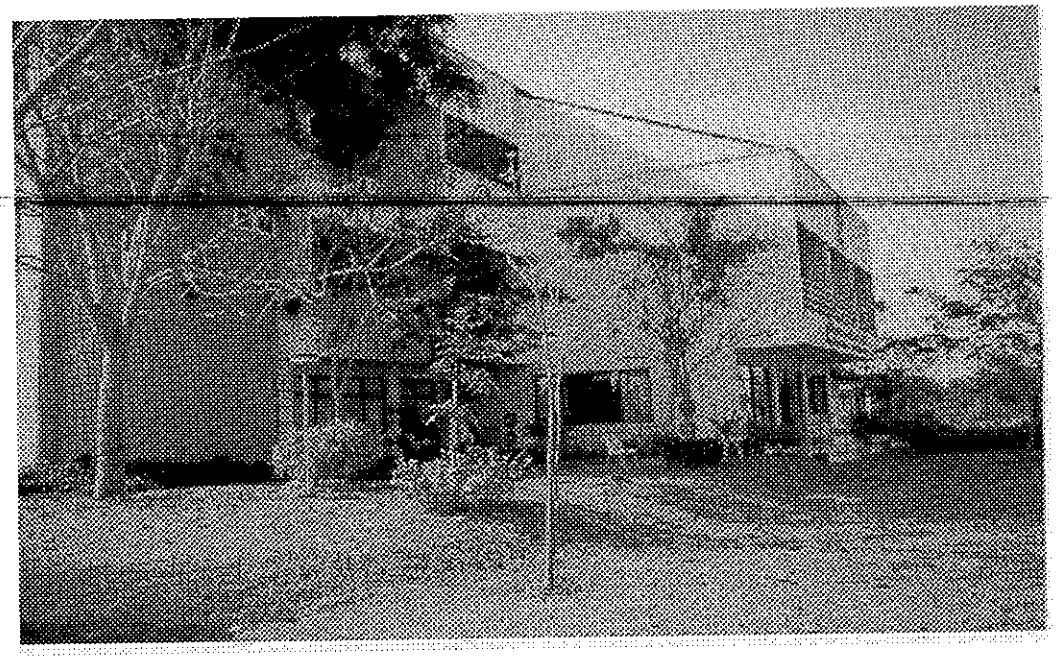


<u>ภาพที่ 13</u> อ่างเก็บน้ำ

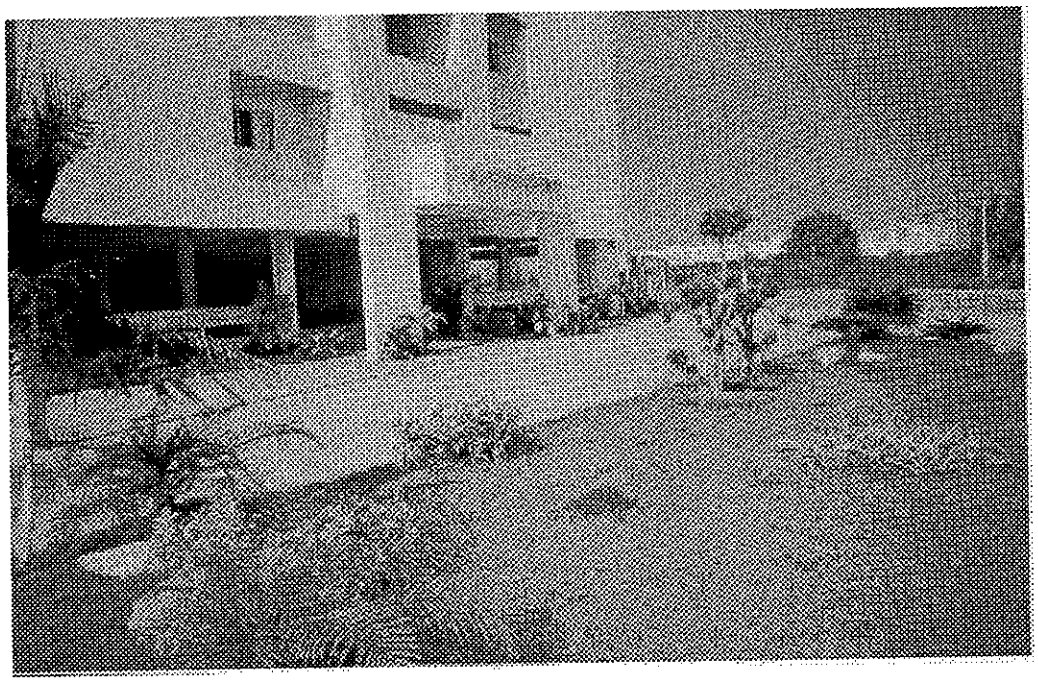
ภาพที่ 14 plant ประปา



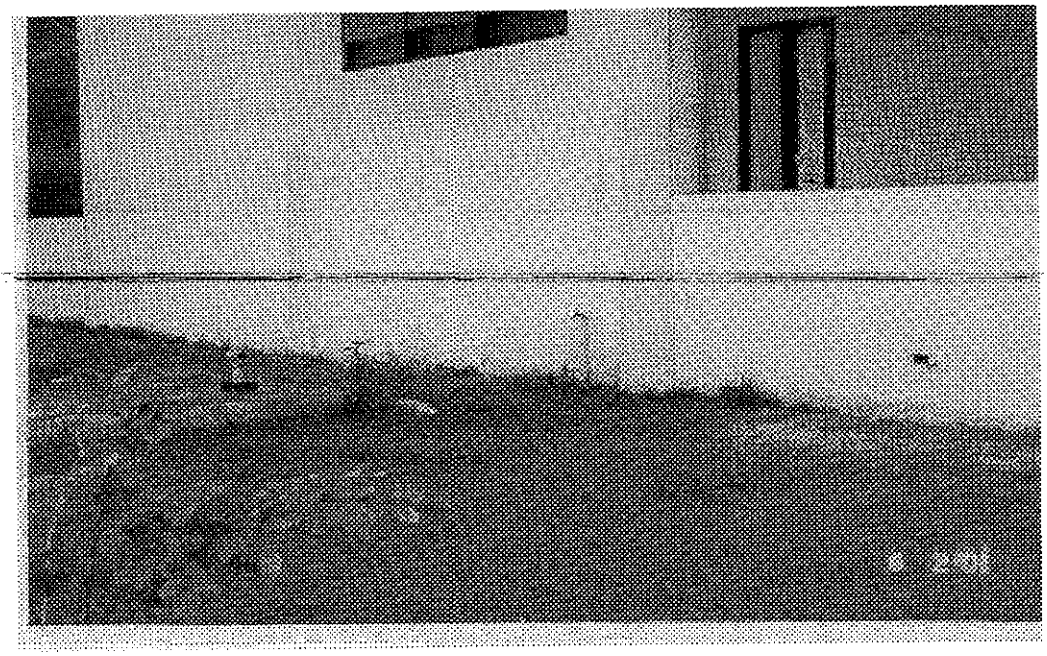
ภาพที่ 15 หอพักอาจารย์



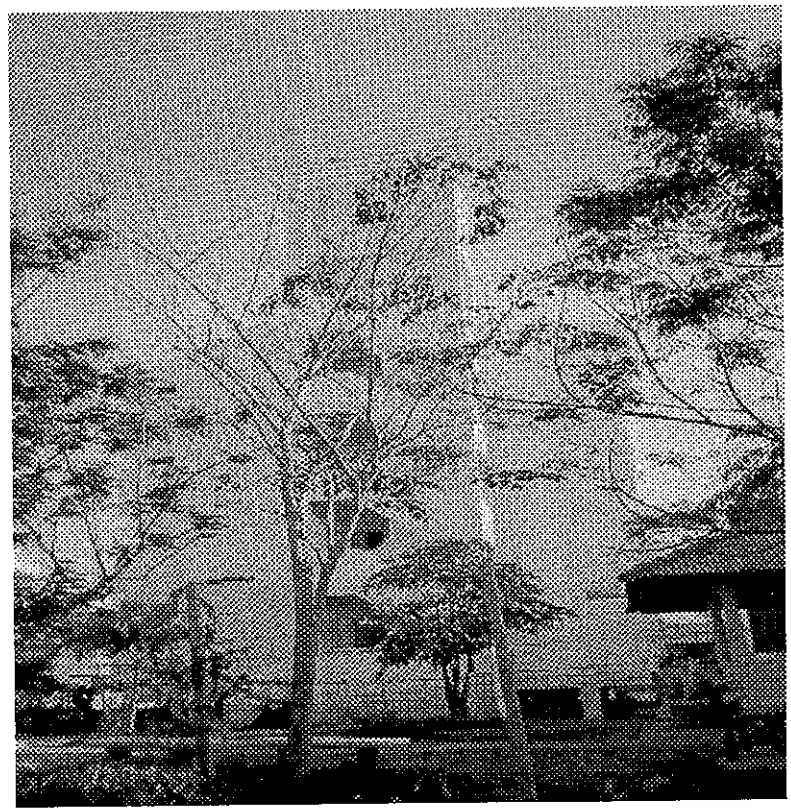
ภาพที่ 16 ศูนย์พลังงาน



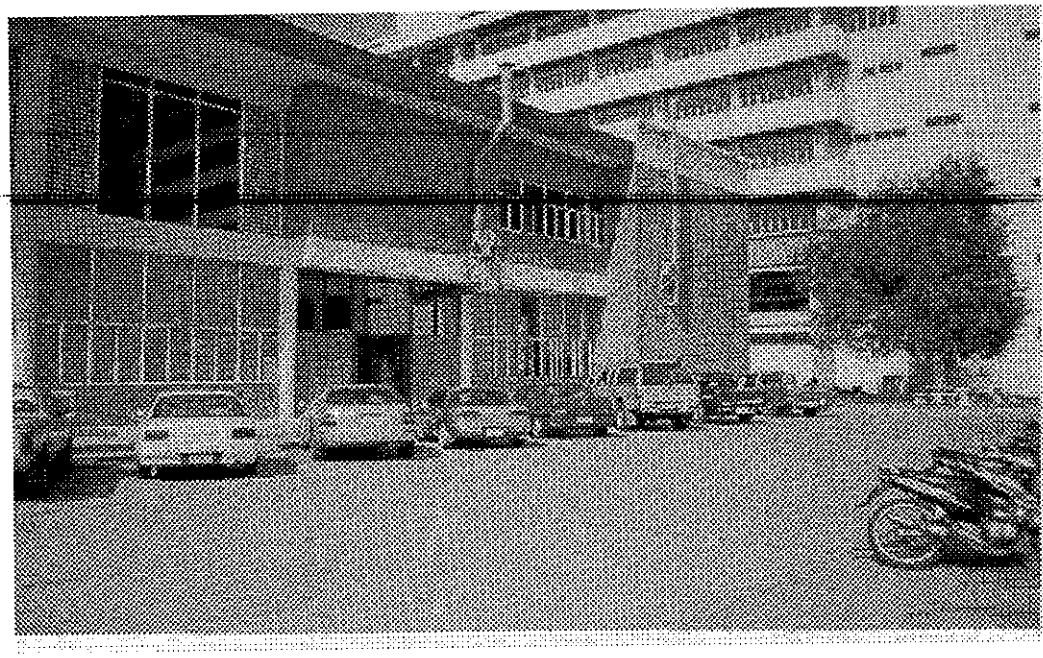
ภาพที่ 17 คณะวิทยาศาสตร์



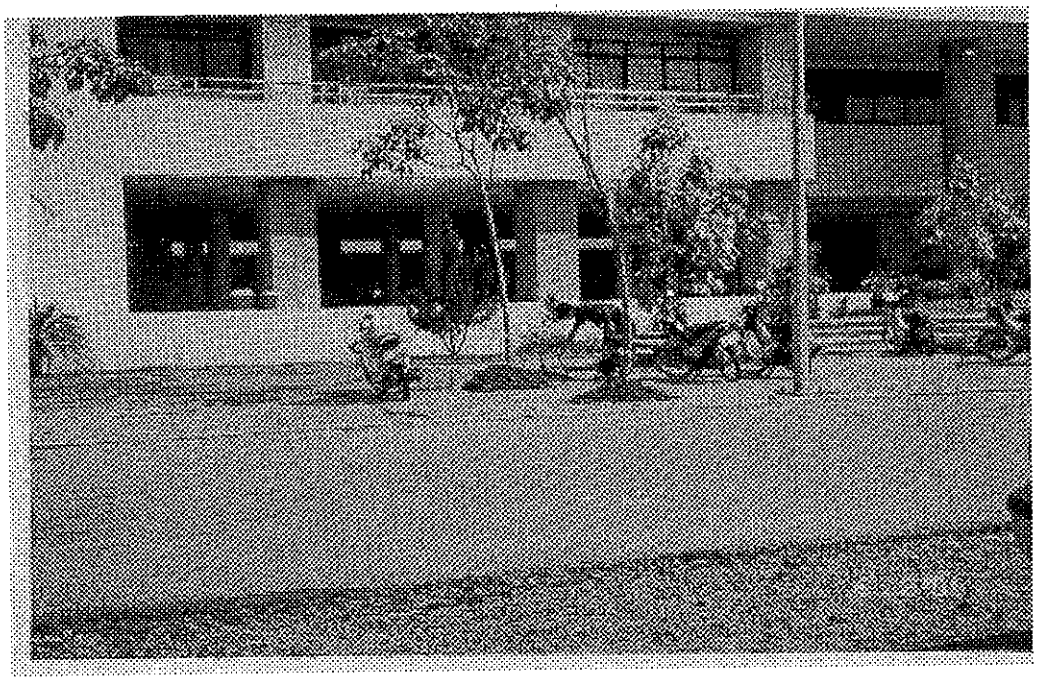
ภาพที่ 18 คณะเภสัชศาสตร์



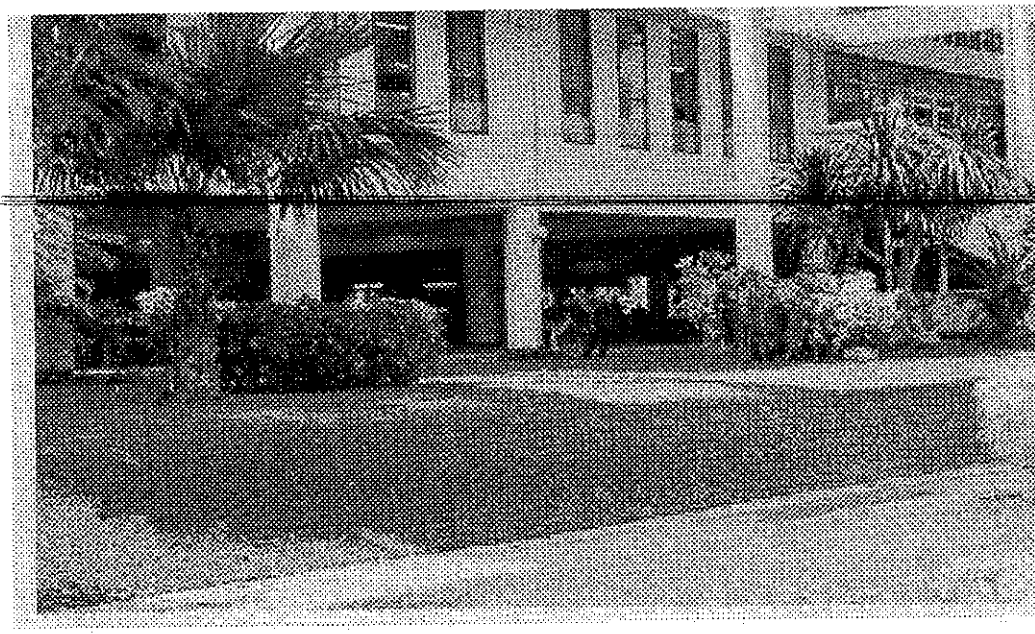
ภาพที่ 19 หอพักหญิง



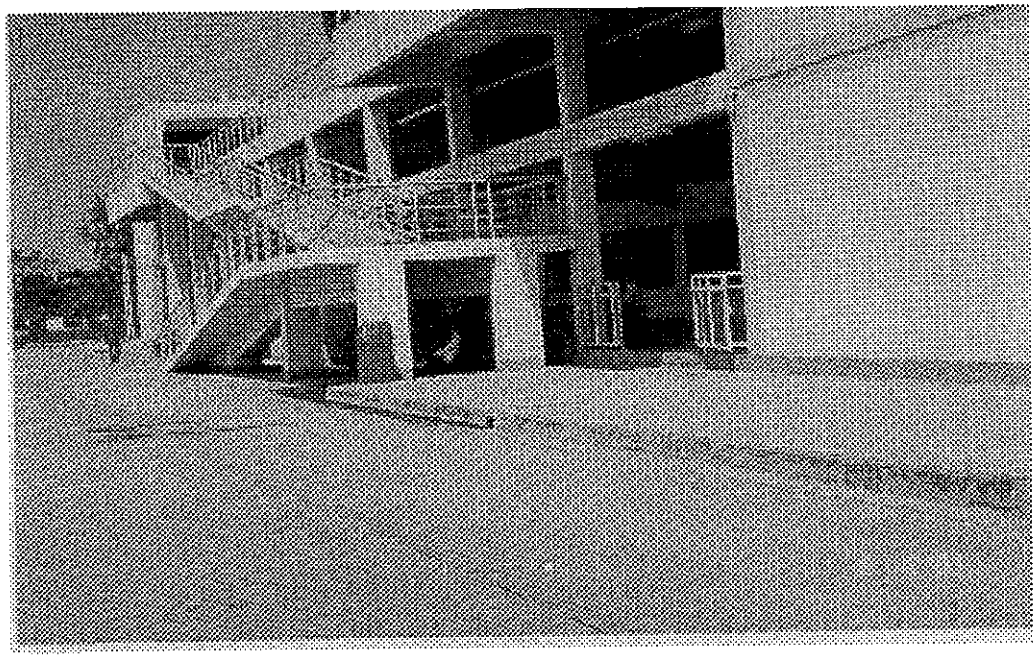
ภาพที่ 20 คณะวิศวกรรมศาสตร์



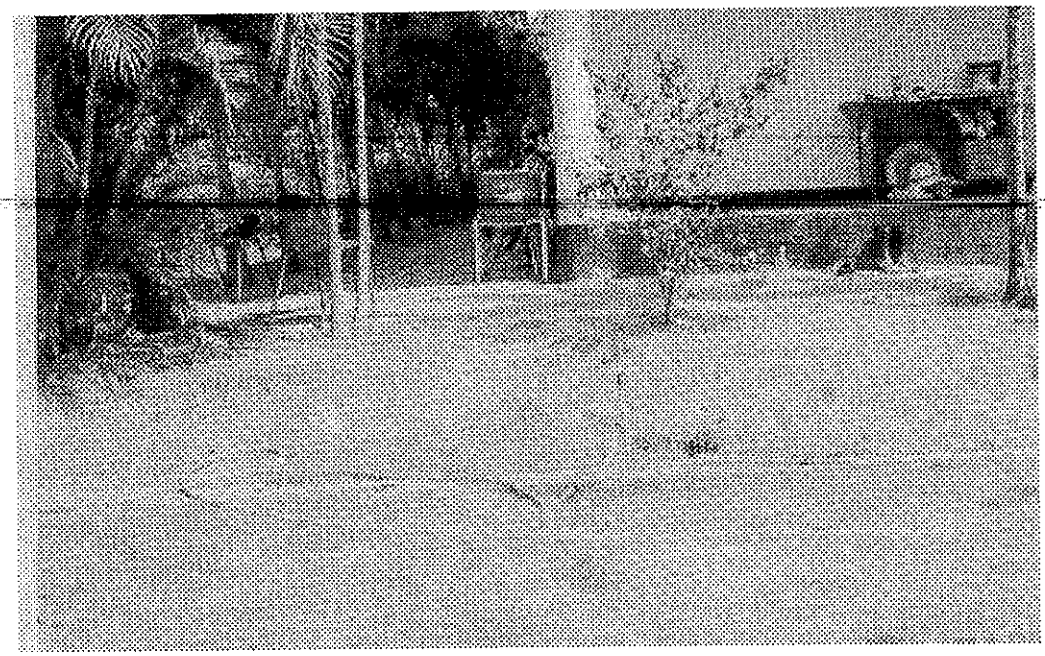
ภาพที่ 21 คณะเกษตรศาสตร์



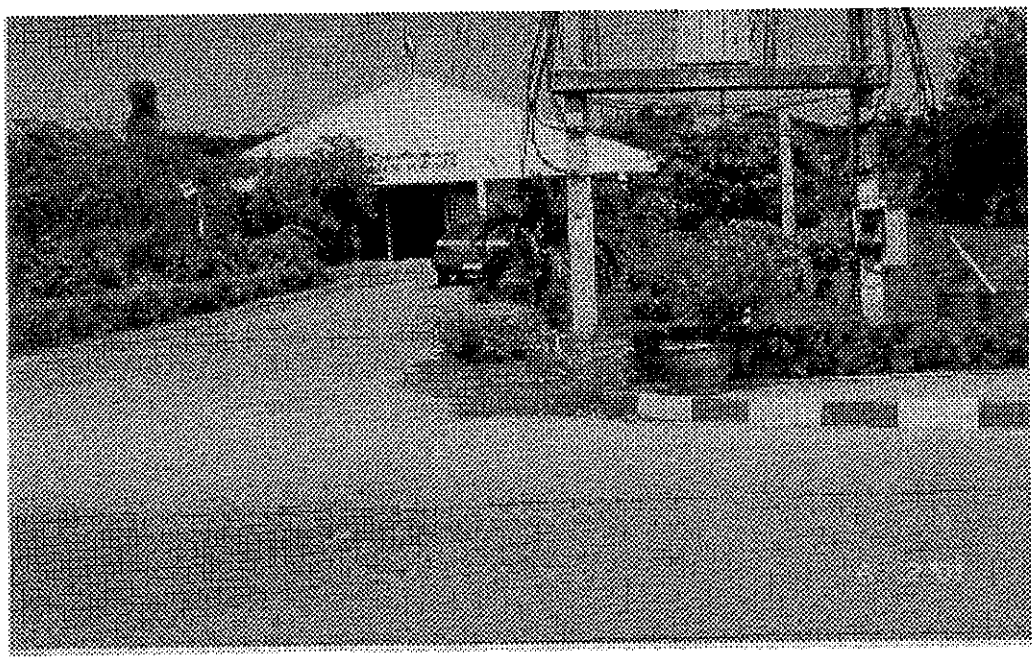
ภาพที่ 22 หอสมุด



ภาพที่ 23 สนามกีฬา



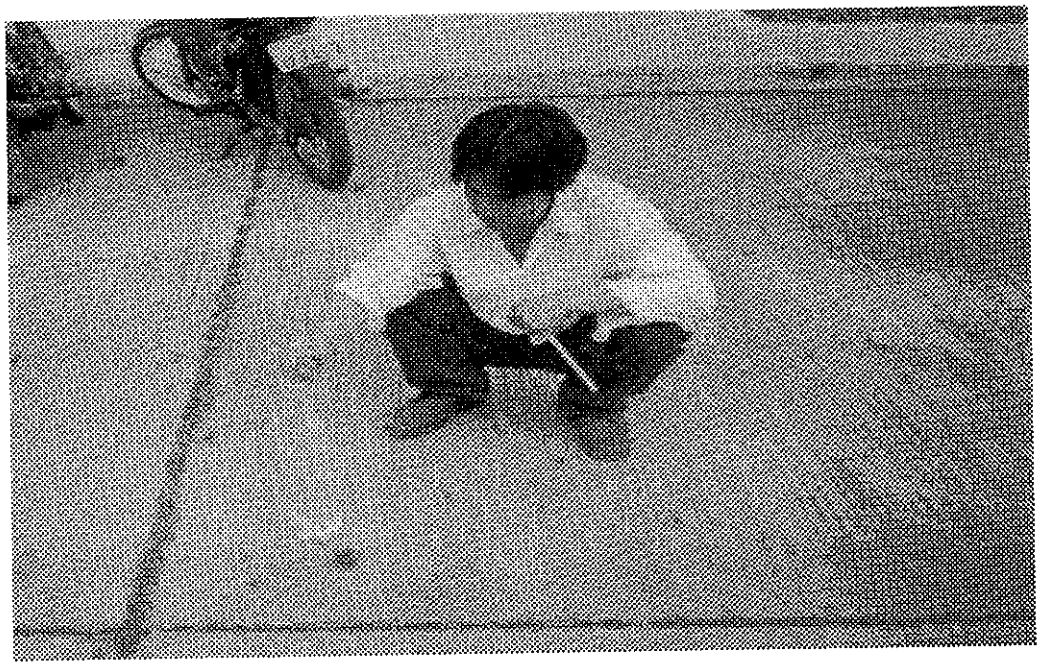
ภาพที่ 24 มิ่งขวัญ



ภาพที่ 25 สถานีวิทยุ

การเก็บตัวอย่างน้ำประปาจะเก็บเป็นเวลา 3 เดือน เริ่มจากวันที่ 8 พฤศจิกายน 2543 ถึง วันที่ 17 มกราคม 2544 โดยทำการเก็บทุกๆ 2 สัปดาห์ มีวิธีการเก็บดังนี้

1. เปิดน้ำทิ้งไว้ เป็นเวลา 5 นาที เพื่อให้ได้ตัวอย่างน้ำที่อยู่ในเส้นท่อประปาจริงๆ
2. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปา โดยใช้ขวดปริมาตร 1.25 ลิตร
3. ทำการวัดอุณหภูมิของน้ำตัวอย่างในแต่ละจุดเก็บ (ภาพตัวอย่างการเก็บตัวอย่างน้ำและการวัดอุณหภูมิแสดงในภาพที่ 26)



ภาพที่ 26 การเก็บตัวอย่างน้ำและการวัดอุณหภูมิ

เมื่อทำการเก็บตัวอย่างน้ำประปาเรียบร้อยแล้ว นำน้ำตัวอย่างมาทำการทดลองทันที โดยทำการทดลองคุณสมบัติทางกายภาพ 5 คุณสมบัติ คือ พีเอช (pH), สภาพความนำไฟฟ้า (Conductivity), ความขุ่น (Turbidity) , ของแข็งทั้งหมด (Total Solids) และความกระด้าง (Hardness) ซึ่งในแต่ละคุณสมบัติจะทำการทดลอง 2 ตัวอย่าง แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ปกติในการเก็บตัวอย่างน้ำประปาแต่ละครั้งจะทำการวิเคราะห์เป็นเวลา 2 วัน ดังนั้นจึงต้องมีการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำประปาเพื่อทำการวิเคราะห์ในวันต่อไป โดยนำตัวอย่างน้ำประปาที่เหลือไปเก็บที่อุณหภูมิ –20 องศาเซลเซียส เพื่อคงสภาพเดิมไว้มากที่สุด เมื่อจะทำการทดลองในวันถัดมา จะต้องนำตัวอย่างน้ำประปาที่เก็บมาทำให้ละลาย จนกระทั่งอุณหภูมิของตัวอย่างน้ำประปาเท่ากับอุณหภูมิห้อง แล้วจึงทำการทดลองต่อไปได้

รายละเอียดการทดลองหาคุณภาพทางกายภาพ ทั้ง 5 คุณสมบัติมีดังนี้

3.1 พีเอช (pH)

วิธีการหาค่าพีเอชโดยการใช้เครื่อง pH , ISE , Conductivity Meter รุ่น Model 25

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter (ดังแสดงในภาพที่ 27)
2. สารละลายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7
3. บีกเกอร์

ภาพที่ 27 เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter

วิธีการทดลอง

หลักการหาค่าพีเอชด้วยใช้เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter โดยทั่วไปจะทำการเทียบค่ามาตรฐานกับสารละลายที่ทราบค่าแล้วก่อนทำการวัดค่าทุกครั้ง โดยจะเทียบค่ากับสารละลายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7 วิธีการเทียบค่าจะต้องทำตามขั้นตอนที่คู่มือของเครื่องได้กำหนดไว้ แล้วจึงทำการทดลองต่อไป วิธีการวัดค่าทำได้ดังนี้

1. นำตัวอย่างน้ำใส่บีกเกอร์ประมาณ 75 มล.

2. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอีเล็คโทรด (Probe) ให้สะอาด แล้วใช้กระดาษทิชชูซับน้ำให้แห้ง

3. เปิดเครื่องแล้วทำการเทียบค่าสารละลายมาตรฐาน pH 4 และ pH 7 พร้อมใช้งานต่อได้เลย

4. ใช้น้ำกลั่นล้างแท่งอีเล็คโทรด (Probe) ซับให้แห้ง

5. ทำการวัดค่าพีเอช โดยใช้แท่งอีเล็คโทรด(Probe) จุ่มลงไปในตัวอย่างน้ำที่จะทำการทดลอง

6. อ่านค่าที่แสดงบนหน้าจอเครื่อง pH Meter แล้วบันทึกค่าไว้

7. ทำซ้ำขั้นตอน ที่ 4 , 5 และ 6 อีก ถ้าหากมีตัวอย่างที่จะทำการวัดค่าพีเอชอีก (ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาหาค่าต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ 3)

<u>หมายเหตุ</u> รายละเอียดนอกเหนือจากที่กล่าวมานี้ จะอ่านได้จากคู่มือประจำเครื่อง และ อิเล็กโทรด (Probe) ที่ใช้เป็นชนิดวัดค่าพีเอช

3.2 สภาพความนำไฟฟ้า (Conductivity)

วิธีการหาค่าสภาพความนำไฟฟ้าโดยการใช้เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter รุ่น Model25

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter (ดังแสดงในภาพที่ 27)
2. สารละลายมาตรฐาน 84 µs/cm และ 1413 µs/cm ๑ 25^0/77 ^{0}F
3. บีกเกอร์

วิธีการทดลอง

หลักการหาค่าสภาพความนำไฟฟ้าด้วยใช้เครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter โดยทั่วก็จะต้องทำการเทียบค่ามาตรฐานกับสารละลายที่ทราบค่าแล้วเช่นเดียวกันกับการหาค่าพีเอชแต่จะมีวิธีการเทียบค่าต่างกัน โดยการเทียบค่าจะทำตามขั้นตอนตามที่คู่มือของเครื่องได้กำหนดไว้ แล้วจึงทำการทดลองต่อไป วิธีการวัดค่าทำได้ดังนี้

1. นำตัวอย่างน้ำใส่บีกเกอร์ประมาณ 75 มล.

2. ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างแท่งอีเล็คโทรด (Probe) ให้สะอาด ใช้กระดาษทิชชูชนิดเนื้อละเอียดซับน้ำให้แห้ง

3. เปิดเครื่องแล้วทำการเทียบค่าสารละลายบัฟเฟอร์มาตรฐาน 84 µs/cm และ 1413 µs/cm

4. แล้วใช้นำกลั่นล้างอีเล็คโทรด ซับให้แห้ง

5. ทำการวัดค่าสภาพความนำไฟฟ้าโดยใช้อีเล็คโทรด (Probe) จุ่มลงไปในตัวอย่างน้ำที่จะทำการทดลอง

6. อ่านค่าที่แสดงบนหน้าจอเครื่อง pH ,ISE, Conductivity Meter แล้วจดค่าไว้

7. แล้วทำตามขั้นตอนตามข้อ 4 , 5 และ 6 อีก ถ้าหากมีตัวอย่างที่จะทำการวัดค่าพีเอชอีก (ตัวอย่างน้ำที่จะนำมาหาค่าต้องมีอุณหภูมิใกล้เคียงหรือเท่ากับอุณหภูมิของสารละลายมาตรฐานในข้อ 3)

<u>หมายเหตุ</u> อีเล็คโทรด (Probe) ที่ใช้เป็นชนิดวัดค่าสภาพความนำไฟฟ้า

<u>ข้อควรระวัง</u>

1. เมื่อจุ่มอีเล็กโทรด (Probe) ลงในสารละลายตัวอย่าง ระวังปลายของอีเล็กโทรด (Probe) กระทบกับภาชนะ
2. เมื่อเลิกใช้งานแล้ว ให้ล้างอีเล็กโทรดด้วยน้ำกลั่นแล้วใช้กระดาษทิชชูซับให้แห้งก่อนเก็บอีเล็กโทรด (Probe) ในปลอกที่มีสารละลาย 3 M KCl
3. เมื่อเลิกการใช้งานให้ทำการปิดปุ่มตรงปลายของอีเล็กโทรด (Probe) ทุกครั้ง

<u>3.3 ความขุ่น (Turbidity)</u>

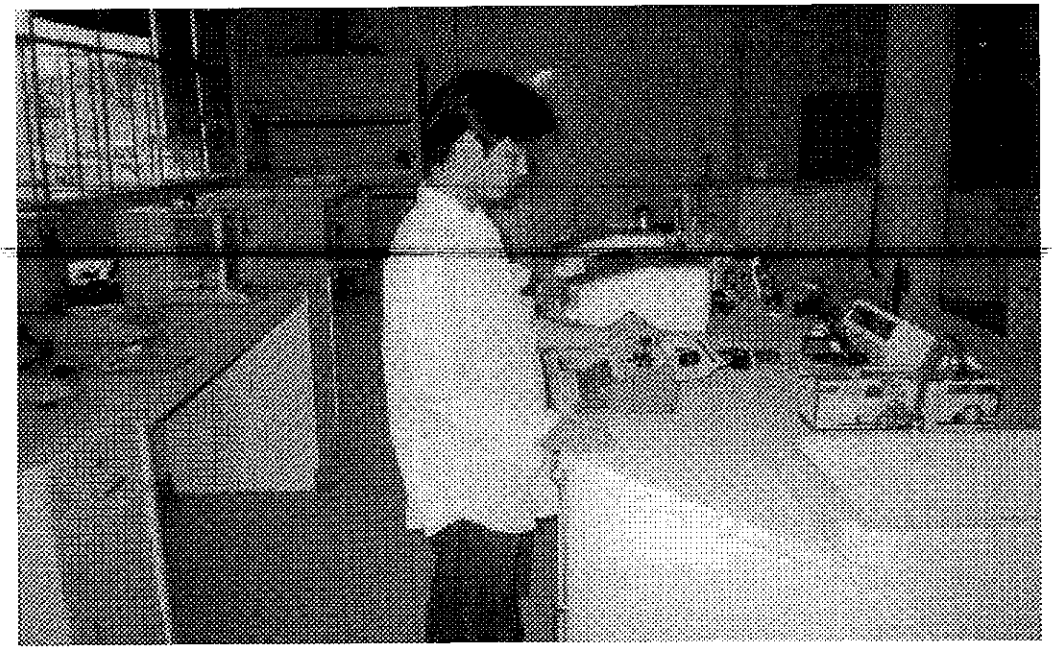
เครื่องมือและอุปกรณ์

1. เครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์
2. สารละลายความขุ่นมาตรฐาน 4000 NTU
3. หลอดวัดตัวอย่างน้ำ (Sample Tubes)
4. น้ำกลั่นใสที่ไม่มีความขุ่น

วิธีการทดลอง

1. เปิดเครื่องวัดความขุ่นและเตรียมน้ำที่ต้องการวัดค่าโดยนำตัวอย่างน้ำประปาใส่ในหลอดวัดความขุ่นเขย่าให้เข้ากัน
2. นำสารละลายมาตรฐานมาทำการเทียบค่า กับเครื่องวัดความขุ่นตามคู่มือการใช้เครื่อง
3. ทำการวัดค่าโดยการใส่หลอดวัดความขุ่นในเครื่องวัดความขุ่นแล้วทำการอ่านค่า
4. เครื่องวัดความขุ่นบางรุ่นจะมีสารละลายมาตรฐานความขุ่นมาให้แล้ว ต้องมีการตรวจเช็คคุณภาพโดยเทียบกับสารละลายมาตรฐานความขุ่นที่เตรียมขึ้น
5. ถ้าตัวอย่างน้ำมีความขุ่นเกินที่เครื่องจะวัดได้ให้เจือจางตัวอย่างน้ำลงก่อน

(ซึ่งภาพการทดลองและภาพเครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์จะ แสดงดังภาพที่ 28)



ภาพที่ 28 การทดลองและภาพเครื่องวัดความขุ่นแบบเนฟฟีโลมิเตอร์

3.4 ของแข็งทั้งหมด (Total Solids)

เครื่องมือและอุปกรณ์

1. ถ้วยระเหย (Evaporating Dishes) มีความจุ 100มล.
2. เครื่องอังน้ำ (Water Bath)
3. โถทำแห้ง (Desiccator) พร้อมสารดูดความชื้น
4. ตู้อบ (Oven) ที่มีเครื่องควบคุมอุณหภูมิ
5. ตาชั่งละเอียด สามารถชั่งได้ถึง 0.0001 กรัม

วิธีการทดลอง

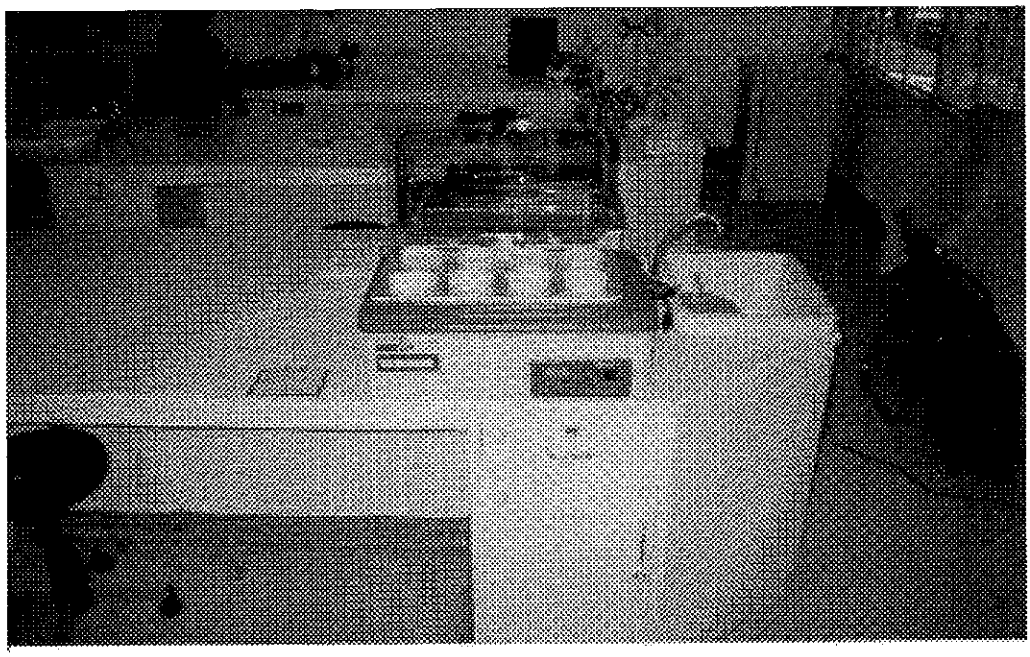
1. นำถ้วยระเหยไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม. แล้วปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง

2. ก่อนวิเคราะห์ นำถ้วยระเหยมาชั่งน้ำหนักก่อน

3. เขย่าตัวอย่างน้ำให้เข้ากันก่อน เทตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาณแน่นอนลงในถ้วยระเหย นำไประเหยบนเครื่องอังน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสจนแห้ง

4. นำถ้วยระเหยที่ตัวอย่างน้ำระเหยหมดแล้ว เข้าไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ 103-105 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชม.

5. นำถ้วยระเหยออกจากตู้อบ ปล่อยทิ้งให้เย็นในโถทำแห้ง แล้วทำการชั่งน้ำหนัก บันทึกค่า (ซึ่งภาพการทดลองและภาพเครื่องอังน้ำ (Water Bath) จะแสดงดังภาพที่ 29)



<u>ภาพที่ 29</u> การทดลองและภาพเครื่องอังน้ำ (Water Bath)

3.5 ความกระด้าง (Hardness)

การเตรียมสารละลาย

1. สารละลายบัฟเฟอร์ (Buffer Solution)

ละลายเกลือไดโซเดียมของอีดีทีเอ(Disodium salt of Ethylenediaminetetraacetic Acid Dihydrate) 1.179 กรัมและแมกนีเซียมซัลเฟต 780 มก. ในน้ำกลั่น 50 มล. เติมสารละลายนี้ลงในสารละลายของแอมโมเนียมคลอไรด์ 16.9 กรัม กับแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 143 มล. ผสมให้เข้ากัน แล้วเติมน้ำกลั่นให้เป็น 250 มล. เก็บสารละลายบัฟเฟอร์ไว้ในขวดพลาสติก ปิดจุกให้แน่น เพื่อป้องกันการสูญเสียแอมโมเนีย

2. อิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ (Eriochrome Black T Indicator)

มีทั้งแบบแห้งและแบบสารละลายแต่ในการทดลองนี้ใช้แบบสารละลายเตรียมโดย ละลายอิริโอโครม แบลค ที 0.5 กรัม ในไตรเอทธาโนลามีน (Triethanolamine) 100 กรัม ใช้เติม 2 หยดต่อน้ำตัวอย่าง 50 มล.

3. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต

ชั่งแคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) ซึ่งได้อบแห้งแล้วจำนวน 1.000 กรัม ใส่ขวดรูปกรวยขนาด 500 มล. วางกรวยไว้ที่คอขวดค่อยๆ เติมกรดไฮโดรริค (1+1) ทีละน้อยจนกระทั่งแคลเซียมคาร์บอเนตละลายหมด เติมน้ำกลั่น 200 มล. ต้มให้เดือดประมาณ 2-3 นาทีเพื่อไล่คาร์บอนไดออกไซด์ ทิ้งให้เย็น เติมเมทธิลเรดอินดิเคเตอร์ 2-3 หยด ปรับให้เป็นสีส้มกลางๆ ด้วยกรดไฮโดรริค (1+1) ถ่ายลงในขวดวัดปริมาตรขนาด 1 ลิตร เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

4. สารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์

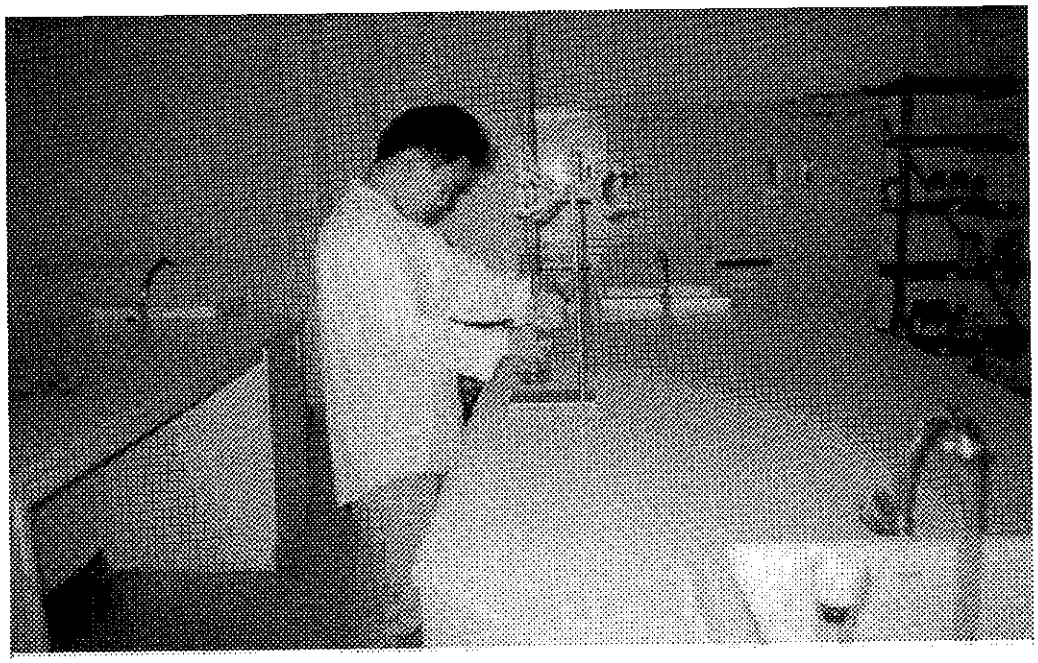
ละลายผงอีดีทีเอโซเดียมซอลท์ (EDTA Disodium Salt) 3.723 g ในน้ำกลั่นแล้วเจือจางให้เป็น 1 ลิตร แล้วเทียบความเข้มข้นที่แน่นนอน (Staandardize) กับสารละลายมาตรฐานแคลเซียมที่ทราบความเข้มข้น (จากข้อ 3) ปรับความเข้มข้นของสารละลายอีดีทีเอให้ได้ 1.00 มล. = 1.00 มก. ของแคลเซียมคาร์บอเนต วิธีเทียบความเข้มข้นที่แน่นอนกระทำโดยการ ปิเปตสารละลายแคลเซียมคาร์บอเนต มา 25.0 มล. เติมน้ำกลั่นให้เป็น 50 มล. แล้วทำเหมือนการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ถ้าสารละลายอีดีทีเอ1.00 มล. = 1.00 มก. แคลเซียมคาร์บอเนต จะใช้อีดีทีเอ 25.0 มล. พอดี ควรเก็บสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่เตรียมในขวดพลาสติก

วิธีการทดลอง

การไตรเตรตตัวอย่างน้ำ : วัดปริมาตรน้ำที่ต้องการทดสอบมา 25 มล. เติมน้ำกลั่นให้มีปริมาตร 50 มล. แล้วเติมสารละลายบัฟเฟอร์ 1-2 มล. โดยปกติมักใช้ สารละลายบัฟเฟอร์เพียง 1 มล. ก็เพียงพอที่จะปรับให้พีเอชของตัวอย่างน้ำเป็น 10.0 ± 0.1 เติมอิริโอโครม แบลค ที อินดิเคเตอร์ 1-2 หยด สารละลายตัวอย่างจะเป็นสีม่วงแดง ไตรเตรตด้วยสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ 0.01 โมลาร์ โดยเติมอย่างช้าๆ สีจะค่อยๆเปลี่ยนจากสีม่วงแดงเป็นสีม่วงและจะค่อยๆเข้มขึ้นซึ่งแสดงว่าใกล้ถึงจุดยุติ จึงค่อยเติมทีละหยดจนถึงจุดยุติ สีสารละลายตัวอย่างจะเปลี่ยนเป็นสีน้ำเงิน ถ้าการเปลี่ยนสีที่จุดยุติมองเห็นไม่ชัดแสดงว่าต้องเติม Complexing Agents ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือไม่ก็แสดงว่าอินดิเคเตอร์เสื่อมคุณภาพ (ซึ่งภาพการทดลองความกระด้างจะแสดงดังภาพที่ 30)

ข้อเสนอแนะและข้อระมัดระวัง

1. เวลาที่ใช้ในการไตรเตรตสารไม่ควรเกิน5นาที เพื่อป้องกันการตกตะกอนของ $CaCO_3$ และ $Mg(OH)_2$
2. ถ้าตัวอย่างน้ำเป็นกรดควรปรับพีเอชให้เป็นกลางก่อเติมสารละลายบัฟเฟอร์



ภาพที่ 30 การทดลองความกระด้าง