เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

กรรณิการ์ สิริสิงห์. 2525. **เคมีของน้ำ น้ำโสโครกและการวิเคราะห์**. บริษัทประยูร: กรุงเทพฯ.

กิตติ เกษตรกรรม. 2535. **การกำจัดไนเตรทจากน้ำด้วยกระบวนการออโตโทรฟิก ดีไนตริฟิเคชั่นในถังกรองซัลเฟอร์-หินปูน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกศสุรา พูลคำ. 2537. **การกำจัดโลหะหนักโดยการใช้เรซินแลกเปลี่ยนไอออนที่ทำจากชานอ้อย และผักตบชวา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เกษม จันทร์แก้ว. 2526. **หลักการจัดการลุ่มน้ำ**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เกษม จันทร์แก้ว. 2530. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพมหานคร: อักษรสยามการพิมพ์.

เกษม จันทร์แก้ว, นิพนธ์ ตั้งธรรม, สามัคคี บุณยะวัฒน์ และวิชา นิยม. 2524. **การวิจัยเกี่ยวกับการจัดการลุ่มน้ำบนภูเขา**. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ควบคุมมลพิษ, กรม 2538. **เกณฑ์ระดับคุณภาพน้ำ มาตรฐานคุณภาพน้ำประเทศไทย**. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม.

จุฑาธิป อยู่เย็น. 2523. **การวิคราะห์แบคทีเรียในน้ำจากลุ่มน้ำป่าดิบเขาบริเวณดอยปุย เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เจษฎา โพธิรัตน์. 2541. **การคัดเลือกเชื้อดีไนตริไฟอิงค์แบคทีเรีย เพื่อลดไนเตรทในน้ำ**. วิทยปฏิบัติ. ภาควิชาวิชาพฤกษศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จำเนียร ธนสีลังกูร. 2523. **ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ ต่อคุณภาพน้ำ ณ. สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

จำเนียร ธนสีลังกูร และ นิวัติ เรืองพานิช. 2524. **.คุณภาพน้ำด้านกายภาพ และเคมีภายใต้การใช้ประโยชน์ที่ดินประเภทต่างๆ ณ. สถานีวิจัยสิ่งแวดล้อมสะแกราช รายงานวนศาสตร์วิจัย เล่ม 81**. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชาญรงค์ แก้วเล็ก. 2532. **การใช้สาหร่ายเป็นดัชนีคุณภาพน้ำในลุ่มน้ำชี**. วิทยานิพนธ์ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูชาติ หุตะเจริญ. 2527. **การศึกษาปริมาณสารอินทรีย์ในน้ำ และดินตะกอนบริเวณลุ่มแม่น้ำปิง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดารณี หันหาบุญ. 2526. **การเปรียบเทียบความอุดมสมบรูณ์ของแหล่งน้ำในป่าเลนที่มีพื้นที่และความอุดมสมบูรณ์ต่างกันโดยใช้ปริมาณอนินทรย์ไนโตรเจนและออโทฟอสเฟตฟอสฟอรัสเป็นดัชนี**.. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธรพร บุศย์น้ำเพชร. 2541. **สมรรถนะของแม่น้ำเพชรบุรีต่อการรองรับปริมาณไนเตรท และฟอสเฟตจากน้ำเสียที่ไม่ผ่านการบำบัดของชุมชนเมืองเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ธรรมนูญ โรจน์บุรานนท์. เพลินจิต ทมชิตชงค์, เปรมจิตต์ แทนสถิตย์, จริยา สุจารีกุล และประธาน อารีพล. 2526. **การศึกษาสภาวะแวดล้อมทางน้ำในคลองหลักของกรุงเทพมหานคร**. รายงานผลการวิจัยของกรุงเทพมหานคร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีระ เกรอต. 2534. Advance Wastewater Engineering. **เอกสารประกอบการสอนวิชา** 167-602. ภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คระวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรวรรค์ วระพงษ์สิทธิกุล. 2535. **ความเข้มข้นของแอมโมเนียไนไตรท์ ไนเตรท และฟอสเฟตในลำน้ำของลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

นงลักษณ์ สุวรรณพินิจ และ ปรีชา สุวรรณพินิจ. 2539. **จุลชีววิทยาทั่วไป**. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นันทนา คชเสนี. 2539. **คู่มือปฏิบัติการนิเวศวิทยาน้ำจืด**. กรุงเทพมหานคร:.สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นฤมล สังขประดิษฐ์. 2541. **การปรับเทียบจำลองทางคณิตศาสตร์** MIKE 11 **ในการคาดการณ์คุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลองตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บริษัท พอล คอนซัลแตนท์จำกัด, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และบริษัท วอเตอร์ แอนด์ เอ็นไวรอนเม้นท์ จำกัด. 2536. รายงานฉบับสุดท้าย **"การสำรวจและการศึกษาความเหมาะสมระบบรวบรวมน้ำ และระบบบำบัดน้ำเสียในเขตพื้นที่ที่กลุ่มที่ 1 (5 แห่ง) : เทศบาลเมืองกาญจนบุรี"** กุมภาพันธ์. 2536.

ประธาน เสนีย์ ณ อยุธยา. 2536. **การปรับปรุงคุณค่าของฟางข้าว และชานอ้อยโดยการหมักด้วยเชื้อราเพื่อใช้เป็นอาหารสัตว์เคี้ยวเอื้อง**. วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสัตวบาล มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พนัส สินธุเทพรัตน์. 2528. **การศึกษาสมบัติทางกายภาพบางประการของน้ำในลุ่มน้ำแม่กลอง และลุ่มน้ำกวง เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยกษตรศาสตร์.

พิทักษ์ วงษ์ชาลี. 2534. **การหาปริมาณไนเตรทและฟอสเฟตในน้ำบริเวณลุ่มน้ำชลบุรี ระยอง และจันทบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เพ็ญศรี วงศ์สวัสดิสกุล. 2532. **ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟตในลุ่มน้ำภาคใต้ตอนบน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. 2536. **รายงานฉบับสมบูรณ์ โครงการศึกษา ติดตาม ตรวจสอบคุณภาพน้ำในพื้นที่ราบภาคกลาง (แม่น้ำแม่กลอง แควน้อยและแควใหญ่)**. ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2526. วิศวกรรมการประปา เล่ม 1. โรงพิมพ์ ก. วิวรรธน์: กรุงเทพ ฯ.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2530. การกำจัดสารอินทรีย์ไนโตรเจนพร้อมด้วยสารอินทรีย์คาร์บอน ด้วยระบบแอ็คติเวดเต็ดสลัดจ์. **โครงการวิจัยเลขที่** 99- ER-2526. สถาบันวิจัยและพัฒนาของคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์. 2538. การกำจัดไนเตรทและฟอสฟอรัสในน้ำเสีย. **เอกสารประกอบการอบรมการจัดการโครงการก่อสร้างระบบบำบัดน้ำเสีย วันที่** 15-25 **สิงหาคม** 2538. ฝ่ายการศึกษาต่อเนื่อง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

มั่นสิน ตัณฑุลเวศม์ และ กิตติ เกษตรกรรม. 2536. **การใช้ถังกรองเอดีในการกำจัดไนเตรทออกจากน้ำดิบ. สวสท.**

ไมตรี ดวงสวัสดิ์ และ จารุวรรณ สมศิริ. 2528. **คุณสมบัติของน้ำ และวิธีวิเคราะห์ สำหรับการวิจัยทางการประมง**. สถาบันประมงน้ำจืดแห่งชาติ กรมประมง กระทรวงเกษตรและสหกรณ์

วิจิตร บัวขวัญ. 2530. **ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟตในน้ำท่าบริเวณลุ่มน้ำชี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีรเกียรติ สิกขากุล. 2528. **การหาปริมาณธาตุอาหารในน้ำบริเวณลุ่มน้ำปิง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

วีระวัฒน์ พัฒนเจริญ. 2536. **ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมในดินตะกอนท้องลำธารตามชั้นคุณภาพน้ำต่าง ๆ ในบริเวณลุ่มน้ำเลย**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศุภพร ภู่เกษมวรางกูล. 2538. **เครื่องวัดปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศักดิ์ชัย ถวัลย์วรกิจ และสุธา คงประเวชนนท์. 2540. **การกำจัดไนเตรทในน้ำด้วยหนังสือพิมพ์**. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.

สามัคคี บุณยะวัฒน์, เกษม จันทร์แก้ว และนิพนธ์ ตั้งธรรม. 2527. ทรัพยากรน้ำ. หน้า 10-1 ถึง 10-35 ในเกษม จันทร์แก้ว (ผู้รวบรวม) **การจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม**. คณะกรรมการบัณฑิตมหาวิทยาลัย สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุชิน พจนานภาศิริ. 2523. **ผลกระทบของการเกษตรศาสตร์บนภูเขาต่อปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำลำธารที่อำเภอเชียงดาว จังหวัดเชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สุธี ควนสวรรค์. 2531. **ผลกระทบของการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อธาตุอาหารในน้ำบริเวณลุ่มน้ำบางปะกง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาภรณ์ ศิริโสภนา. 2524. **การศึกษาธาตุอาหารในน้ำและในดินตะกอนที่ลงมาจากการใช้ประโยชน์ที่ดินแบบต่าง ๆ บริเวณสถานีสิ่งแวดล้อมสะแกราช**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุรจิต สุขกันตะ. 2530. **การตรวจวัดคุณภาพน้ำบางประการของน้ำบริเวณลุ่มน้ำชี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

โสภณ พวงเพชร. 2526. **การศึกษาธาตุอาหารในน้ำที่มาจากการใช้ลงมาจากการใช้ที่ดินประเภทต่าง ๆ บนที่สูง บริเวณดอยปุยและทุ่งจ๊อ เชียงใหม่**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2528. **รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย พ.ศ.** 2528. สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2532. **รายงานการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง**. โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำสายหลัก. ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพน้ำสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2534. **รายงานการศึกษาวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำแม่กลอง**. โครงการศึกษาและวิจัยคุณภาพน้ำแม่น้ำสายหลัก. ฝ่ายคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพน้ำสิ่งแวดล้อม สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ.

อนันตศักดิ์ ส่องพราย. 2525. **ผลกระทบจากการใช้ที่ดินประเภทต่างๆ บนภูเขาต่อคุณภาพน้ำบริเวณดอยปุย และทุ่งจ๊อ จังหวัดเชียงใหม่** .วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัจฉรา ศิริอังคาวุธ. 2535. **ปริมาณแอมโมเนีย ไนเตรท และฟอสเฟตในบึงมักกะสันปริญญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

เอื้อน ทองทับ. 2528. **ผลกระทบจากการใช้ประโยชน์ที่ดินต่อคุณภาพน้ำในลำธารบริเวณอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่**.วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ภาษาอังกฤษ

AbuGhararah, Z. H. 1996. Biological denitrification of high nitrate water : Influence of type of carbon source and nitrate loading. **Journal of Environmemt Science and Health Part A - Environment and engineering & Toxic and Hazardous substance control**. 31: 1651 – 1668.

Alexander, M. 1997. **Introduction to soil microbiology**. 2nd ed. New York: United state John willey & son.

Anderson, G. K., and Ibrahim. A. B. Treatment of high Ntirate Wastewaters by Plastic Media

Anaerobic Filters with Particular Reference to Latex Processing. **Prog. Wat. Tech.** 10: 237-353.

APHA. 1971. Standard Method for the examination of water and wastewater 13 th ed. American Public Helth Association, Inc. washington D.C. USA.

Bitton, G. B. 1994. **Waste water microbiology.** New York: United state John willey & son.

Blaszczyk. M. Effect of medium composition on the denitrification of nitrate by Paracoccus denitrificans. **Appl. Environ. Microbiol.** 59: 3951-3953.

Boussaid, F., Martin, G. and J. Morvan. 1988. Denitrification In-Situ of groundwater with solid carbon matter. **Environment Technology Letters**. 9: 803-816.

Casella, S. and payne, W. J.1996. Potential of denitrifiers for soil environment protection. **Ferms. Microbiol. Lett.** 140: 1-8.

Dabney, H. L. 1971. Watershed impact on raw-water quality. **J. American Water Work Asso**. 13 : 369-375.

Dahab, M. F. and Lee, Y. W. 1988. Nitrate removed from wate supplier using biological denitrification. **J.WPCE**. 60: 1670-1674.

EPA. 1973.**Water Quality Criteria 1972**. A report of the committee on quality criter, Environmental Studies Board. U.S. Gorerment Printing Office, Washigton, D.C.

Fair, G. M., Geyer J. C. and D. A. Okun. 1971. **Elements of water supply and wastewater disposal**. John wiley and Sons, Inc. : New york.

Feth, J. S. 1966. Nitrogen compounds in natural water; a review. **J. water Resources Research**. 2 :42-58.

Fogg. G. E. 1971. **Algal dultures and phytoplankton ecology**. The university of wisconsin Press, London.

Fuchs. W., Schatzmayr. G. and Braun, R. 1997. Nitrate removal from drinking water using a membrane – fixed biofilm reactor. **Applied Microbiology and Biotechnology.** 48: 267 - 274

Hynes, H. B. N. 1971. **The environment of streams In Eutrophication : causes, consequences correctives**. National Academy of Science, Washington, D.C.

Holden, W. S. 1970. **Water treatment and examination**. William and Wilkin Co.: London.

Knowler, R. 1982. Denitrification. **Microbiological Review**. 46: 43-70

Mitchell, R. 1972. **Water Pollution Microbiology**. John Willey and Sons. Inc.: New York.

Natuscka, M. L. and T. Welander. 1996. The Effect of Different Carbon Sources on Respiratory Denitrification in Biological Wastewater Treatment. **Fermentation and Bioengineering**. 82: 277-285.

Nurizzo, C. and Mezzanatte, V. 1992. Groundwater biodenitrification on sand fixed film reactor using sugars as organic source. **Wat. Sci. Tech**. 26: 827- 831.

Rangnekar, D. V. 1988. Availability and utilization of sugarcane by product, **Non-Conventional feed resources and fibrous agricultural residues**, Proceeding of consultation, stratigies for expanded utilization, 21-29 march, 1988, Hisar, India.

Richard, Y., Leprince, A., Martin, G., and Leblance, C. 1980. Denitrification of Water of Human Consumption. **Prog. Wat. Tech**. 12:173-191.

Shoun, H., Kim, D. H., Uchiyama, H. and Sugiyama, J. 1992. Denitrification by fungi. **Ferms. Microbiol. Lett**. 94: 277-282.

Soares, M. I. M. and Abeliovich A. 1998. Wheat straw as substrate for water denitrification. **Wat. Res**. 32: 3790-3794.

St.Amant, P.P., and McCarty, P. L. 1969. Treatment of High Nitrate Waters. **J.AWWA**. 61: 659-662.

Stocker, S. H. and S. L. Seager. 1976. **Environment Chemistry, air and water pollution**. Scott Foreman Co.: Oakland.

Todd, D. K. 1959. **Ground Water Hydrology**. John Wiley Sons. Inc. : New York.

US. Environmental Protection Agency. 1975 . **Process Design Manual for Nitrogen Removal. US. Environmental Protection Agency Technology Transfer**.

Volokita, M., Belkin, S., Abeliovich, A. and M. I. M Soares. 1996. Biological denitrification of drinking water using newspaper. **Wat. Res**. 30: 965-971.

Warren, C. E. 1971. **Biology and water pollution control**. W. B. Saunder company.: Philadelphia.

Zumft, G. W. 1997. **Cell biology and molecular basis of denitrification. Microbiol. Mol. Bio. Rev**. 61: 533-616.

ภาคผนวก

ตารางภาคผนวก ก ตารางผลการศึกษาคุณภาพน้ำ

ตารางที่ 1 อุณหภูมิของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	29.6	29.3	24.1	24.0	26.8
2	29.7	_	24.4	24.1	26.1
3	29.9	29.4	23.9	23.3	26.6
4	30.0	29.4	24.8	24.5	27.2
5	29.6	_	23.6	23.0	25.4
6	_	29.7	25.6	_	26.7
เฉลี่ย	29.8	29.4	24.4	23.8	26.6

ตารางที่ 2 การนำไฟฟ้าของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	การนำไฟฟ้า (ไมโครโมล์/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	82	93	38	6	55
2	115	_	101	32	83
3	77	115	93	44	82
4	85	82	51	56	69
5	86	_	137	125	116
6	_	85	31	_	58
เฉลี่ย	89	93	75	52	76

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 3 ความเป็นกรด-ด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ความเป็นกรด-ด่าง				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	5.92	5.63	6.93	6.72	6.30
2	5.11	_	5.63	6.71	5.81
3	5.97	5.35	5.81	7.37	6.13
4	5.92	5.92	6.61	7.25	6.43
5	5.57	_	5.04	6.92	5.84
6	_	5.81	6.86	_	6.34
เฉลี่ย	5.69	5.68	6.14	6.94	6.20

ตารางที่ 4 ออกซิเจนละลายของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ออกซิเจนละลาย (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	2.36	6.37	4.28	5.72	4.68
2	4.29	_	3.80	1.95	3.33
3	2.46	3.71	3.29	3.05	3.13
4	4.5	5.97	4.04	7.61	5.53
5	3.27	_	3.59	0.95	2.61
6	_	5.19	3.96	_	4.58
เฉลี่ย	3.37	5.31	3.82	3.85	4.02

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 5 ปริมาณคลอไรด์ของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณคลอไรด์ (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	45	130	200	90	116
2	40	_	198	80	106
3	45	80	100	55	70
4	55	105	100	90	87
5	50	_	475	170	232
6	_	115	90	_	103
เฉลี่ย	47	107	193	97	115

ตารางที่ 6 ปริมาณฟอตเฟตในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณฟอตเฟต (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
2	0.16	_	0.00	0.14	0.08
3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
4	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01
5	0.00	_	0.00	0.00	0.00
6	_	0.00	0.00	_	0.00
เฉลี่ย	0.04	0.003	0.00	0.03	0.04

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 7 ปริมาณไนเตรทของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	2.4	4.2	3.8	4.9	3.8
2	4.1	_	4.9	5.6	4.9
3	3.8	3.5	5.9	7.3	5.1
4	2.1	4.5	3.1	4.9	3.6
5	2.4	_	3.8	4.5	3.6
6	_	5.2	5.9	_	5.4
เฉลี่ย	2.9	4.4	4.6	5.4	4.3

ตารางที่ 8 ปริมาณไนไตรท์ของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	0.030	0.057	0.092	0.151	0.083
2	0.079	_	0.106	0.085	0.090
3	0.063	0.108	0.106	0.104	0.095
4	0.100	0.116	0.110	0.075	0.100
5	0.104	_	0.069	0.069	0.080
6	_	0.110	0.100	_	0.105
เฉลี่ย	0.075	0.098	0.097	0.096	0.092

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 9 ความเป็นด่างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ความเป็นด่าง (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	20	10	15	10	14
2	20	_	20	15	18
3	20	17.5	10	10	14
4	10	20	15	50	24
5	13	_	10	10	11
6	_	20	10	_	15
เฉลี่ย	16	16	13	19	16

ตารางที่ 10 ความกระด้างของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ความกระด้าง (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	20	20	20	20	20
2	20	_	20	25	22
3	10	10	20	20	15
4	10	10	20	10	12
5	13	_	20	20	18
6	_	10	5	_	8
เฉลี่ย	14	12	17	19	16

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 11 ปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (MPN/100 มิลลิลิตร				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	210	210	23	43	121
2	150	_	14	21	61
3	150	240	240	75	176
4	240	240	150	14	161
5	460	_	28	240	242
6	_	23	11	_	17
เฉลี่ย	242	178	77	78	139

ตารางที่ 12 ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์ม (MPN/100 มิลลิลิตร)				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	11	3	3	9	7
2	21	_	3	4	9
3	15	4	4	3	7
4	9	7	7	3	7
5	4	_	4	9	6
6	_	7	7	_	7
เฉลี่ย	12	5	5	6	7

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางที่ 13 ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดของน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง

สถานีที่	ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด (CFU/มิลลิลิตร) x 10^3				
	มี.ค.	มิ.ย.	ก.ย.	ธ.ค.	เฉลี่ย
1	13	4	23	6	12
2	13	_	25	18	15
3	8	3	25	15	13
4	4	5	20	8	9
5	7	_	3	4	5
6	_	10	15	_	13
เฉลี่ย	9	6	19	10	12

หมายเหตุ - หมายถึงไม่มีตัวอย่างน้ำ

ตารางภาคผนวก ข ตารางแสดงผลการกำจัดไนเตรท

ตารางที่ 1 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 50 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 5 มิลลิลิตร/นาที

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	50.0	0.030	7.05	28.9	4
2	16.7	0.018	6.30	28.5	24
3	4.8	0.019	6.03	28.3	17
5	6.8	0.023	6.52	28.4	13
7	4.7	0.023	7.22	27.8	17
9	4.9	0.021	7.07	27.7	10
11	4.9	0.026	7.19	27.8	9
13	5.0	0.026	7.08	27.0	10
15	5.4	0.020	7.07	27.4	10
17	5.5	0.026	7.00	27.4	13
19	6.7	0.022	7.08	27.3	11
21	4.8	0.027	7.09	27.9	11
23	4.7	0.023	7.18	27.2	13
25	4.2	0.026	7.09	27.6	14
27	3.9	0.027	7.05	27.7	13
29	3.8	0.022	7.11	27.7	13

ตารางที่ 2 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 75 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 5 มิลลิลิตร/นาที

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	75.0	0.037	7.00	27.7	3
2	30.2	0.025	6.95	27.4	14
3	10.3	0.041	6.99	27.4	7
5	6.5	0.046	6.97	26.9	9
7	6.8	0.054	6.93	27.1	17
9	5.3	0.063	6.90	27.1	13
11	5.3	0.034	6.95	27.9	18
13	5.2	0.031	7.12	26.8	15
15	5.4	0.043	7.18	27.0	16
17	7.3	0.020	7.10	27.2	12
19	7.5	0.030	7.04	26.7	10
21	5.1	0.036	6.80	27.7	15
23	5.4	0.035	6.52	27.5	16
25	5.1	0.034	7.05	27.0	14
27	5.4	0.021	7.02	26.6	13
29	5.4	0.016	7.03	27.0	14

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 100 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 5 มิลลิกรัม/ลิตร

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	100.0	0.020	7.00	26.4	1
2	40.3	0.017	6.70	26.4	5
3	12.6	0.120	6.00	26.3	16
5	10.8	0.029	5.86	26.9	13
7	10.6	0.022	5.93	26.2	18
9	12.9	0.321	5.86	27.6	10
11	22.4	0.071	5.98	27.7	7
13	26.2	0.026	6.35	28.4	8
15	18.5	0.037	6.52	25.7	9
17	19.2	0.061	6.26	25.9	16
19	17.3	0.060	7.01	26.9	13
21	24.4	0.086	7.07	25.7	13
23	29.3	0.254	7.09	26.0	11
25	22.6	0.134	7.04	27.3	11
27	16.6	0.050	7.10	28.2	13
29	13.3	0.056	7.19	26.3	13

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 50 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 10 มิลลิลิตร/นาที

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	50.0	0.025	7.38	27.3	3
2	19.7	0.959	6.58	27.0	4
3	4.4	0.079	6.42	27.6	7
5	4.3	0.032	6.68	26.7	8
7	5.0	0.036	6.66	26.5	26
9	4.9	0.038	6.51	26.5	23
11	3.9	0.035	6.78	27.6	42

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 75 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 10 มิลลิลิตร/นาที

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	75.0	0.041	7.14	27.0	2
2	41.7	0.038	6.90	28.1	4
3	20.0	0.079	6.05	27.3	5
5	9.4	0.428	7.01	26.5	12
7	10.5	0.032	6.51	27.6	26
9	9.4	0.031	6.60	27.9	25
11	5.8	0.038	6.68	28.0	58

ตารางที่ 6 แสดงผลการทดลองการกำจัดไนเตรทที่ความเข้มข้นไนเตรท 100 มิลลิกรัม/ลิตร ที่อัตราการไหล 10 มิลลิลิตร/นาที

วัน	ไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)	ไนไตรท์ (มิลลิกรัม/ลิตร)	ความเป็นกรด-ด่าง	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	ความขุ่น NTU
1	100.0	0.096	7.19	27.2	3
2	71.3	0.059	6.90	27.3	4
3	59.6	0.079	7.04	27.5	6
5	31.4	0.129	7.05	26.6	9
7	9.5	0.082	6.70	26.3	25
9	9.4	0.032	6.51	26.5	26
11	9.3	0.036	6.66	27.6	66

ตารางที่ 7 ปริมาณการกำจัดไนเตรทจากดินในแต่ละสถานี

สถานที่ / วัน	ปริมาณไนเตรท (มิลลิกรัม/ลิตร)				
	1	7	14	21	28
1	50	45	36	41	40
2	50	45	37	39	41
3	50	42	39	39	40
4	50	39	35	36	39
5	50	42	35	35	41
6	50	47	41	42	43
Control	50	53	49	50	53

ภาคผนวก ค. วิธีวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

1. **ความเป็นกรด-ด่างของน้ำ** (pH)

ใช้วิธีทาง Electrometric Method เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า พีเอชมิเตอร์ ค่าที่วัดได้เป็นค่าความเข้มข้นของ ไฮโดรเจนอิออน (H^+) ในน้ำ

2. **การนำไฟฟ้า** (Conductivity)

เป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ซึ่งขึ้นอยู่กับความเข้มข้น ชนิดของอิออนที่อยู่ในน้ำ และอุณหภูมิ ในการวัดการนำไฟฟ้าใช้เครื่อง Conductometer

3. **อุณหภูมิ** (Temperature)

ในการวัดอุณหภูมิใช้ Thermometer

4. **ออกซิเจนละลาย** (DO)

ใช้วิธีทาง Electrometric Method เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า ดีโอมิเตอร์

5. **ความขุ่น** (Turbibity)

ใช้วิธีทาง Electrometric Method เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า Turbidimeter

6. **ฟอตเฟต** (Phosphate)

เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า Hydrocheck / WPA รุ่น HC 6000

7. ไนเตรท (Nitrate)

เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า Hydrocheck / WPA รุ่น HC 6000 และในการวัดน้ำตัวอย่างจากการกำจัดไนเตรทใช้ น้ำยาสำเร็จรูปของ HACH โดยวัดด้วยเครื่อง spectophotometer

8. ไนไตรท์ (Nitrite)

เครื่องมือที่ใช้วัดเรียกว่า Hydrocheck / WPA รุ่น HC 6000 และในการวัดน้ำตัวอย่างจากการกำจัดไนเตรทใช้ น้ำยาสำเร็จรูปของ HACH โดยวัดด้วยเครื่อง spectophotometer

9. คลอไรด์ (Cholide)

ปริมาณคลอไรด์หาได้โดยวิธี Argentometric Method

<u>รีเอเจนต์</u>

1. N/50 สารละลายมาตรฐานซิเวอร์ไนเตรท
2. N/50 สารละลายกรดซัลฟุริก
3. สารละลายโปแตสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์
4. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์

<u>การวิเคราะห์</u>

1. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลลิตร ใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ 3-4 หยด ถ้ามีสีชมพูเกิดขึ้นให้หยด N/50 ซัลฟุริก จนเปลี่ยนเป็นไม่มีสี
3. เติมสารละลายโปแตสเซียมโครเมตอินดิเคเตอร์ 6 หยด
4. ไตเตรทด้วย N/50 สารละลายมาตรฐานซิเวอร์ไนเตรท จนถึงจุดยุติ จากสีเหลืองเป็นสีน้ำตาล

การคำนวณ

$$\text{คลอไรด์ (มิลลิกรัมต่อลิตร } CaCO_3) = \frac{\text{ปริมาตรของซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้ (มล.)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มล.)}}$$

10. **ความเป็นด่าง** (alkalinity)

ความเป็นด่างของน้ำ เกิดขึ้นจากองค์ประกอบพวกไบคาร์บอเนต คาร์บอเนต และไฮดรอกไซด์ ใช้วิธี Phenolphthalein and Total Method

รีเอเจนต์

1. สารละลายฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์
2. สารละลายเมทิลออเลนจ์อินดิเคเตอร์
3. 1 N สารละลายกรดซัลฟุริก
4. N/50 สารละลายกรดซัลฟุริก
5. N/50 สารละลายมาตรฐานโซเดียมไบคาร์บอเนต

การวิเคราะห์

1. ดูดน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. หยดฟีนอล์ฟทาลีนอินดิเคเตอร์ ลงในน้ำ 4 หยด
3. ไตเตรทด้วย N/50 สารละลายกรดซัลฟุริก จนถึงจุดยุติ จากสีชมพูเป็นไม่มีสี (ค่าที่ได้ = P -Alkalinity)
4. หยดเมทิลออเลนจ์อินดิเคเตอร์ ลงในน้ำ 2-3 หยด
5. ไตเตรทด้วย N/50 สารละลายกรดซัลฟุริก จนถึงจุดยุติ จากสีเหลืองเป็นสีหมากสุก
6. จดปริมาตรกรดซัลฟูริกที่ใช้ไป (ค่าที่ได้ = T- Alkalinity)

หมายเหตุ ถ้าพีเอชของน้ำตัวอย่างน้อยกว่า 8.3 ไม่มี p- alkalinity

การคำนวณ

$$\text{ความเป็นด่างทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร } CaCO_3) = \frac{\text{ปริมาตรของกรดซัลฟุริกที่ใช้ (มล.)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มล.)}}$$

11. **ความกระด้าง** (Total Hardness)

ความกระด้างของน้ำ มาจากอิออนของแคลเซียม และแมกนีเซียม แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ

1. ความกระด้างชั่วคราว ได้แก่ เกลือคาร์บอเนต และไบคาร์บอเนตของแคลเซียม และแมกนีเซียม

2. ความกระด้างถาวร ได้แก่ เกลือคลอไรด์ เกลือซัลเฟตของแคลเซียม และแมกนีเซียม

หาโดยวิธี EDTA-Eriochrome black T Titration

รีเอเจนต์

1. สารละลาย hardness buffer
2. EDTA-Eriochrome black T indicator
3. N/50 EDTA
4. สารละลายมาตรฐานแคลเซียมคาร์บอเนต 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

การวิเคราะห์

1. ปิเปตน้ำตัวอย่าง 100 มิลลิลิตร ใส่ในขวดลูกชมพู่ขนาด 250 มิลลิลิตร
2. ใส่สารละลายบัฟเฟอร์ 1 มิลลิลิตร เขย่าแล้วเติม EDTA-Eriochrome black T indicator ลงไป เขย่าให้เข้ากัน จะได้สารละลายเป็นสีแดง แสดงว่ามีความกระด้าง
3. ไตเตรทด้วย N/50 EDTA จนถึงจุดยุติ เปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีฟ้าน้ำเงิน

การคำนวณ

$$\text{ความกระด้างทั้งหมด (มิลลิกรัมต่อลิตร } CaCO_3) = \frac{\text{ปริมาตรของ EDTA ที่ใช้ (มล.)} \times 1000}{\text{ปริมาตรของน้ำตัวอย่าง (มล.)}}$$

12. **โคลิฟอร์มแบคทีเรีย** (Coliform bacteria)

การตรวจสอบขั้นแรก (presumptive Tests)

1. เตรียมหลอดอาหารเหลวแล็คโทสพร้อมหลอดดักก๊าซ 9 หลอด ใช้ระบบแถวละ 3 ให้อาหารเลี้ยงเชื้อแถวแรกมีความเข้มข้นเป็น 2 เท่าของแถวที่ 2 และ 3 ถ้าเป็นระบบแถวละ 5 หลอด จะใช้อาหารเลี้ยงเชื้อทั้งหมด 15 หลอด

2. เขย่าขวดเก็บตัวอย่างน้ำขึ้นลงประมาณ 25-30 ครั้ง เพื่อให้น้ำในขวดผสมกันดี

3. ใช้ปิเปตดูดน้ำตัวอย่างใส่ลงในหลอดอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยวิธีปลอดเชื้อ โดยใช้ปริมาณน้ำตัวอย่างในระดับแรกหลอดละ10 มิลลิลิตร ระดับที่สองหลอดละ 1 มิลลิลิตร และระดับที่สามหลอดละ 0.1 มิลลิลิตร

4. เขย่าหลอดเบาๆ เพื่อให้อาหารผสมกับตัวอย่างน้ำ

5. นำหลอดทั้งหมดไปบ่มเพาะเชื้อที่ตู้บ่มเพาะเชื้อที่อุณหภูมิ 37 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง จากนั้นนำมาตรวจผล โดยให้ผลบวกกับหลอดที่ขุ่นและเกิดก๊าซ ส่วนหลอดที่ให้ผลลบนำกลับมาบ่มต่ออีก 24 ชั่วโมง แล้วตรวจดูก๊าซเช่นเดียวกับข้างต้น

6. นำผลที่ได้มาเทียบหาจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตารางดรรชนีเอ็มพีเอ็น แล้วคำนวณหาปริมาณโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยมีหน่วยเป็น MPN/100 มิลลิลิตร

13. **ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย** (Fecal coliform bacteria)

การตรวจสอบขั้นยืนยัน (confirm Tests)

1. เลือกหลอดที่ให้ผลบวกจากการตรวจสอบขั้นแรกมาตรวจสอบยืนยัน

2. เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้ออีซีมีเดียม หลอดละ 10 มิลลิลิตร เท่ากับจำนวนหลอดที่ให้ผลบวกในขั้นแรก

3. เขย่าหลอดที่ให้ผลบวกเบาๆ ใช้ลูปที่เผาไฟแล้วถ่ายเชื้อจากหลอดที่ให้ผลบวกใส่หลอดบรรจุอาหารเลี้ยงเชื้ออีซีมีเดียม

4. นำไปบ่มเพาะเชื้อในตู้อบอุณหภูมิ 44.5 $\pm$ 0.5 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

5. บันทึกผลที่ได้โดยดูความขุ่นและก๊าซให้เป็นผลบวก

6. นำผลที่ได้มาเทียบหาจำนวนฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียจากตารางดัชนีเอ็มพีเอ็น แล้วคำนวณหาปริมาณฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียโดยมีหน่วยเป็น MPN/100 มิลลิลิตร

<u>การคำนวณ</u>

นำหลอดที่ให้ผลบวก และผลลบในขั้นแรกของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย และในขั้นยืนยันของฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรียในแต่ละระดับมาเทียบอ่านค่าของ MPN จากตารางดัชนี MPN แล้วคำนวณหาค่า MPN/ 100 มิลลิลิตร

ถ้าน้ำตัวอย่างที่ใช้ในการตรวจสอบไม่ได้เริ่มต้นด้วยจำนวนน้ำตัวอย่าง 10 มิลลิลิตรต่อหลอด ให้นำค่าที่อ่านได้จากตาราง MPN มาคำนวณหาปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย หรือ ฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ดังสูตร

$$\text{ปริมาณของโคลิฟอร์มแบคทีเรีย (หรือฟีคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย)} = \frac{\text{MPN} \times 100}{\text{ปริมาณตัวอย่างน้ำในแถวแรกต่อหลอด}} \text{ MPN/100 มิลลิลิตร}$$

ตารางผนวก ค. ที่ 1 ดัชนี MPN และขีดจำกัดความเชื่อมั่นร้อยละ 95

Combination of Positives	Number of Tubes per Dilution					
	3			5		
	MPN Index /100 ml	95% Confidence Limits		MPN Index /100 ml	95% Confidence Limits	
		Lower	Upper		Lower	Upper
0-0-0	<3			<2		
0-0-1	3	<0.5	9	2	<0.5	7
0-1-0	3	<0.5	13	2	<0.5	7
0-2-0	-	-	-	4	<0.5	11
1-0-0	4	<0.5	20	2	<0.5	7
1-0-1	7	1	21	4	<0.5	11
1-1-0	7	1	23	4	<0.5	11
1-1-1	11	3	36	6	<0.5	15
1-2-0	11	3	36	6	<0.5	15
2-0-0	9	1	36	5	<0.5	13
2-0-1	14	3	37	7	1	17
2-1-0	15	3	44	7	1	17
2-1-1	20	7	89	9	2	21
2-2-0	21	4	47	9	2	21
2-2-1	28	10	150	-	-	-
2-3-0	-	-	-	12	3	28
3-0-0	23	4	120	8	1	19
3-0-1	39	7	130	11	2	25
3-0-2	64	15	380	-	-	-
3-1-0	43	7	210	11	2	25
3-1-1	75	14	230	14	4	34
3-1-2	120	30	380	-	-	-
3-2-0	93	15	380	14	4	34
3-2-1	150	30	440	17	5	46
3-2-2	210	35	470	-	-	-
3-3-0	240	36	1,300	17	5	46
3-3-1	460	71	2,400	-	-	-
3-3-2	1,100	150	4,800	-	-	-
3-3-3	≥2,400			-	-	-

14. แบคทีเรียทั้งหมด

1. เตรียมสารละลายน้ำเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3}

2. ใช้ปิเปต ดูดสารละลายน้ำเจือจาง 10^{-1}, 10^{-2} และ 10^{-3} 1 มิลลิลิตร ลงในจานเพาะเชื้อ อย่างละ 2 จาน ด้วยเทคนิควิธีปราศจากเชื้อ

3. เทอาหารเลี้ยงเชื้อ Nutrient agar ที่หลอมเหลวแล้วที่อุณหภูมิ 45 องศาเซลเซียส ลงบนจานเพาะเชื้อที่มีสารละลายน้ำเจือจางต่างๆ ประมาณ 10-20 มิลลิลิตร แล้วหมุนจานเพาะเชื้อเบาๆ ไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ทวนเข็มนาฬิกา และเลื่อนไปข้างหน้าและหลัง และซ้ายขวา อย่างละ 5 ครั้ง จากนั้นรอให้อาหารแข็งตัวแล้วจึงกลับจานเลี้ยงเชื้อให้ผิวหน้าอาหารคว่ำลง นำไปบ่มที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 1-2 วัน

4. นับจำนวนโคโลนีจากจานที่มีโคโลนีอยู่ระหว่าง 30-300 โคโลนี คำนวณหาปริมาณแบคทีเรียในน้ำจากสูตร

$$\text{จำนวนโคโลนีต่อน้ำ 1 มิลลิลิตร} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของจำนวนโคโลนีในจานเพาะเชื้อ}}{\text{ความเจือจางของน้ำตัวอย่างที่นำมาเพาะเลี้ยงบนอาหารนั้น 1 มิลลิลิตร}}$$

หมายเหตุ

ถ้าเป็นสารละลายดินทำแบบเดียวกัน แต่ให้เจือจางตั้งแต่ 10^{-4} ขึ้นไป

ภาคผนวก ง. มาตรฐานคุณภาพน้ำ

ตารางผนวก ง ที่ 1 มาตรฐานคุณภาพน้ำในแหล่งน้ำผิวดิน

ลำดับ	คุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
1.	สี กลิ่นและรส (Colour, Odour and Taste)		—	ธ	ธ´	ธ´	ธ´	—
2.	อุณหภูมิ (Temperature)		°ซ	ธ	ธ´	ธ´	ธ´	—
3.	ความเป็นกรดและด่าง (pH)		—	ธ	5.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0	—
4.	ออกซิเจนละลาย (DO)	P 20	มก./ล. (mg/l)	ธ	≮6.0	≮4.0	≮2.0	—
5.	บีโอดี (BOD)	P 80	"	ธ	≯1.5	≯2.0	≯4.0	—
6.	แบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมด (Total Coliform Bacteria)	P 80	เอ็ม.พี.เอ็น/ 100 มล. (MPN/100 ml)	ธ	≯5,000	≯20,000	—	—
7.	แบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์ม (fecal Coliform Bacteria)	P 80	"	ธ	≯1,000	≯4,000	—	—
8.	ไนเตรต (NO_3) ในหน่วยไนโตรเจน		มก./ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		5.0	—
9.	แอมโมเนีย (NH_3) ในหน่วยไนโตรเจน		"	ธ	"		0.5	—
10.	ฟีนอล (Phenols)		"	ธ	"		0.005	—
11.	ทองแดง (Cu)		"	ธ	"		0.1	—
12.	นิคเกิล (Ni)		"	ธ	"		0.1	—
13.	แมงกานีส (Mn)		"	ธ	"		1.0	—
14.	สังกะสี (Zn)		"	ธ	"		1.0	—
15.	แคดเมียม (Cd)		"	ธ	"		0.005* 0.05**	—
16.	โครเมียมชนิดเฮ็กซาวาเล้นท์ (Cr Hexavalent)		"	ธ	"		0.05	—
17.	ตะกั่ว (Pb)		"	ธ	"		0.05	—
18.	ปรอททั้งหมด (Total Hg)		"	ธ	"		0.002	—

ลำดับ	คุณภาพน้ำ[2/]	ค่าทางสถิติ	หน่วย	การแบ่งประเภทคุณภาพน้ำตามการใช้ประโยชน์[1/]				
				ประเภท 1	ประเภท 2	ประเภท 3	ประเภท 4	ประเภท 5
19.	สารหนู (As)		"	ธ	"		0.01	—
20.	ไซยาไนด์ (Cyanide)		"	ธ	"		0.005	—
21.	กัมมันตภาพรังสี (Radioactivity)							
	— ค่ารังสีแอลฟา (Alpha)		เบคเคอเรล/ล.	ธ	มีค่าไม่เกินกว่า		0.1	—
	— ค่ารังสีเบตา (Beta)		"	ธ	"		1.0	—
22.	สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดที่มีคลอรีนทั้งหมด (Total Organochlorine Pesticides)		มก./ล.	ธ	"		0.05	—
23.	ดีดีที (DDT)		ไมโครกรัม/ล.	ธ	"		1.0	—
24.	บีเอชซีชนิดอัลฟา (Alpha-BHC)		"	ธ	"		0.02	—
25.	ดิลดริน (Dieldrin)		"	ธ	"		0.1	—
26.	อัลดริน (Aldrin)		"	ธ	"		0.1	—
27.	เฮปตาคลอร์และเฮปตาคลออีปอกไซด์ (Heptachor & Heptachlor epoxide)		"	ธ	"		0.2	—
28.	เอนดริน (Endrin)		"	ธ	ไม่สามารถตรวจพบได้ตามวิธีการตรวจสอบที่กำหนด			—

แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2538)

หมายเหตุ

1/ การแบ่งประเภทแหล่งน้ำผิวดิน

ประเภทที่ 1 ได้แก่ แหล่งน้ำที่คุณภาพน้ำมีสภาพตามธรรมชาติโดยปราศจากน้ำทิ้งจากกิจกรรมทุกประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติก่อน

(2) การขยายพันธุ์ตามธรรมชาติของสิ่งมีชีวิตระดับพื้นฐาน

(3) การอนุรักษ์ระบบนิเวศน์ของแหล่งน้ำ

ประเภทที่ 2 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การอนุรักษ์สัตว์น้ำ

(3) การประมง

(4) การว่ายน้ำและกีฬาทางน้ำ

ประเภทที่ 3 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน

(2) การเกษตร

ประเภทที่ 4 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อ

(1) การอุปโภคและบริโภคโดยต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติ และผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำเป็นพิเศษก่อน

(2) การอุตสาหกรรม

ประเภทที่ 5 ได้แก่ แหล่งน้ำที่ได้รับน้ำทิ้งจากกิจกรรมบางประเภท และสามารถเป็นประโยชน์เพื่อการคมนาคม

2/ กำหนดค่ามาตรฐานเฉพาะในแหล่งน้ำประเภทที่ 2-4 สำหรับแหล่งน้ำประเภทที่ 1 ให้เป็นไปตามธรรมชาติ และแหล่งน้ำประเภทที่ 5 ไม่กำหนดค่า

ธ เป็นไปตามธรรมชาติ

ธ′ อุณหภูมิของน้ำจะต้องไม่สูงกว่าอุณหภูมิตามธรรมชาติ เกิน 3 องศาเซลเซียส

* น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ ไม่เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

** น้ำที่มีความกระด้างในรูปของ $CaCO_3$ เกินกว่า 100 มิลลิกรัมต่อลิตร

≤ ไม่น้อยกว่า

≥ ไม่มากกว่า

°ซ องศาเซลเซียส

P 20 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 20 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

P 80 ค่าเปอร์เซ็นต์ไทลที่ 80 จากจำนวนตัวอย่างน้ำทั้งหมดที่เก็บมาตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง

มก./ล. มิลลิกรัมต่อลิตร มล. มิลลิลิตร

MPN เอ็ม.พี.เอ็น หรือ Most Probable Number

ตารางผนวก ง ที่ 2 มาตรฐานน้ำบาดาลที่ใช้บริโภค

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางกายภาพ	สี (Colour)	ปลาตินัมโคบอลต์	5	50
	ความขุ่น (Turbidity)	หน่วยความขุ่น	5	20
	ความเป็นกรด-ด่าง (pH)	—	7.0-8.5	6.5-9.2
ทางเคมี	เหล็ก (Fe)	ส่วนในล้านส่วน (มก./ล., mg/l)	≯0.5	1.0
	มังกานีส (Mn)	"	≯0.3	0.5
	ทองแดง (Cu)	"	≯1.0	1.5
	สังกะสี (Zn)	"	≯5.0	15.0
	ซัลเฟต (SO_4)	"	≯200	250
	คลอไรด์ (Cl)	"	≯200	600
	ฟลูออไรด์ (F)	"	≯1.0	1.5
	ไนเตรต (NO_3)	"	≯45	45
	ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as $CaCO_3$)	"	≯300	500
	ความกระด้างถาวร (Non Carbonate Hardness as $CaCO_3$)	"	≯200	250
	ปริมาณสารทั้งหมด (Total Solids)	"	≯750	1,500
สารพิษ	สารหนู (As)	"	ต้องไม่มีเลย	0.05
	ไซยาไนด์ (CN)	"	"	0.2
	ตะกั่ว (Pb)	"	"	0.05
	ปรอท (Hg)	"	"	0.001
	แคดเมียม (Cd)	"	"	0.01
	ซิลิเนียม (Se)	"	"	0.01

คุณลักษณะ	ดัชนีคุณภาพน้ำ	หน่วย	ค่ามาตรฐาน	
			เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
ทางบักเตรี	บักเตรีที่ตรวจพบโดยวิธี Standard Plate Count	โคโลนีต่อ ลบ.ซม. (Colonies/cm^3)	≯ 500	—
	บักเตรีที่ตรวจพบโดยวิธี Most Probable Number (MPN)	เอ็ม.พี.เอ็น ต่อ 100 ลบ.ซม.	< 2.2	—
	อี.โคไล (E.coli)	—	ต้องไม่มีเลย	—

หมายเหตุ : ≯ = ไม่เกินกว่า
< = น้อยกว่า

แหล่งที่มา : กรมควบคุมมลพิษ (2538)

ประวัติผู้วิจัย

นางสาวกนกวรรณ ศุกรนันทน์ เกิดเมื่อวันที่ 9 เมษายน 2515 มีภูมิลำเนาอยู่ที่ อำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีชีวภาพ) จากสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล เกษตรบางพระ เมื่อปีการศึกษา 2538 และเข้าศึกษาต่อในสหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ภาควิชาสหสาขา คณะวิทยาศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2539