

การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ปริญญานิพนธ์
ของ
เฉลิม ชัยบุญเรือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม
พฤษภาคม 2553

การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

ปริญญานิพนธ์
ของ
เฉลิม ชัยบุญเรือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พฤษภาคม 2553

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

บทคัดย่อ

ของ

เฉลิม ชัยบุญเรือง

เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม

พฤษภาคม 2553

เฉลิม ชัยบุญเรือง. (2553). การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง
จังหวัดนครปฐม. ปรินทิพย์ วศ.ม. (การจัดการทางวิศวกรรม). กรุงเทพฯ:
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. คณะกรรมการควบคุม:
ดร.กิตติ สถาพรประสาธน์, ดร.ภูริภัส สุนทรนนท์.

การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล จากกรณีศึกษาในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
เป็นการทำการศึกษาและวิเคราะห์คุณภาพน้ำบาดาล เพื่อสำรวจปริมาณการปนเปื้อนของมลพิษจาก
ฟาร์มหมูในแหล่งน้ำบาดาล ในบริเวณพื้นที่ศึกษา และประเมินสภาพความรุนแรงของการปนเปื้อนของ
มลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อคุณภาพน้ำบาดาล ทั้งการเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหา
การปนเปื้อนของมลพิษในแหล่งน้ำบาดาลที่เกิดจากน้ำเสียในฟาร์มหมู น้ำบาดาลนั้นจัดเป็นหนึ่งใน
ทางเลือกที่นำมาใช้ทดแทนแหล่งน้ำธรรมชาติผิวดินที่เสื่อมสภาพลง การที่น้ำบาดาลมีการปนเปื้อน
มลพิษอาจส่งผลกระทบต่อกระบวนการใช้ระบบแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็กแบบกระจาย (Decentralized
Small Water Storages) ระบบแหล่งเก็บน้ำขนาดเล็กแบบกระจายได้รับการส่งเสริมเนื่องจากการ
สร้างแหล่งเก็บน้ำขนาดใหญ่ขึ้นมาใหม่มักส่งผลกระทบต่อทรัพยากรธรรมชาติ

จากการทำการศึกษาฟาร์มหมูทั้ง 3 ขนาด (ขนาดเล็ก, กลาง, และใหญ่) โดยทำการสุ่ม
เก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำบาดาลในพื้นที่บริเวณที่มีเป็นฟาร์มเลี้ยงหมูในระหว่าง ปี 2551-2552
การศึกษาค่า pH และความขุ่น พบว่า มีค่าความเป็นกรดและเบสสูง ค่าบีโอดี (BOD) มีค่าอยู่
ระหว่าง 1,500 - 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเกินมาตรฐานน้ำบาดาลสำหรับการอุปโภคบริโภค เห็น
ได้ว่าคุณภาพน้ำบาดาลมีแนวโน้มเสื่อมสภาพลงในช่วงปีที่ศึกษา ซึ่งอาจจะทวีความรุนแรงก่อให้เกิด
ผลเสียหลายมากขึ้นเป็นลำดับ ดังนั้นทั้งภาครัฐและเอกชนจึงควรที่จะต้องเร่งส่งเสริมและผลักดันให้
เกษตรกรพัฒนาฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของตนให้ได้มาตรฐานโดยเร็ว อันจะส่งผลดีทั้งต่อสุขลักษณะของ
ชุมชน ผู้บริโภคและเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์เองในระยะยาว ในการศึกษาครั้งนี้ยังได้เสนอแนะแนวทาง
แก้ปัญหาทางเทคนิค ตลอดจนการบริหารจัดการปัญหามลพิษจากฟาร์มหมูที่มีต่อแหล่งน้ำ
ธรรมชาติ โดยเน้นเฉพาะน้ำบาดาล

คำสำคัญ : น้ำบาดาล, การบริหารจัดการคุณภาพน้ำ, มลพิษน้ำบาดาล

WELL WATER QUALITY MANAGEMENT: A CASE STUDY OF WELL WATER IN MUANG
DISTRICT, NAKHON PATHOM PROVINCE

AN ABSTRACT
BY
CHALERM CHAIBOONRUANG

Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Master of Engineering Degree in Engineering Management
at Srinakharinwirot University

May 2010

Chalerm Chaiboonruang. (2010). *Well Water Quality Management: A Case Study of Well Water in Muang District, Nakhon Pathom Province*. Master thesis, M.Eng. (Engineering Management). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Dr. Kitti Sathapornprasath, Dr. Puripus Soonthornnonda.

The study of Well Water Quality Management in Muang District, Nakhon Pathom Province was to investigate the quality of well water and sources of hog farm-related pollutants in water wells. The proper management in order to tackle the polluted well problem was also proposed. The well water is normally chosen to be one of the options in case of surface water degradation, and it is easily accessible to all water users. Due to environmental pressures, the large water storage is blamed to give adverse impacts on natural resources. Then, the decentralized small water storages have been introduced in many places including Thailand. However, this approach may be indirectly affected by the groundwater contamination because there is possibly a link between groundwater and those small storages.

The findings indicated that well samples were found to have wide ranges of pH and BOD values. The increasing trend of BOD was also observed. These, in fact, reflect the long-term well water deterioration in the area. The study proposes the management plan to cope with the well pollution due to these hog-related pollutants.

Key words: Groundwater, Water Quality Management, Well Pollution

ปริญญานิพนธ์
เรื่อง
การบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาล กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
ของ
เฉลิม ชัยบุญเรือง

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญามหาบัณฑิต สาขาการจัดการทางวิศวกรรม
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)
วันที่ เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2553

คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ประธาน
(อาจารย์ ดร.กิตติ สถาพรประสารณ์)

..... ประธาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย นิยมมล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ภูริภัส สุนทรนนท์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.กิตติ สถาพรประสารณ์)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ภูริภัส สุนทรนนท์)

ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลงได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก อาจารย์ ดร.กิตติ สถาพรประสาธน์ ประธานคณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ และ อาจารย์ ดร.ภูริภัต สุนทรนนท์ คณะกรรมการควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางและข้อเสนอแนะต่างๆ ตลอดจนช่วยเหลือแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องปริญญานิพนธ์ สำเร็จลงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและขอขอบคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ฉัตรชัย นิยมล ประธานคณะกรรมการสอบปากเปล่า และอาจารย์ ดร.อาจรี ศุภสุธิกุล คณะกรรมการสอบปากเปล่า ที่กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือในการตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง และเสนอแนะขั้นตอนวิธีการทำปริญญานิพนธ์ที่เป็นประโยชน์ต่องานวิจัย

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กองวิเคราะห์น้ำบาดาล กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม ที่ให้ความร่วมมือในการเก็บตัวอย่างและเอื้อเฟื้อเครื่องมือในการทำวิจัย และ ปุศสัตว์จังหวัดนครปฐมที่เอื้อเฟื้อข้อมูลที่มีค่าในงานวิจัยครั้งนี้ด้วยดีตลอดมา

ท้ายที่สุดนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา และ ครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุน รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดียิ่งแก่ผู้วิจัยตลอดจน อาจารย์ เจ้าหน้าที่ และ เพื่อนร่วมชั้น ปริญญาโท มศว สาขาการจัดการทางวิศวกรรม ทุกท่านที่ให้การช่วยเหลือแนะนำด้วยดีเสมอมา

เฉลิม ชัยบุญเรือง

สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
ความหมายของน้ำบาดาล.....	5
คุณลักษณะทางกายภาพ.....	7
คุณลักษณะทางเคมี.....	8
คุณลักษณะที่เป็นพิษ.....	12
คุณลักษณะทางแบคทีเรีย.....	13
คุณลักษณะน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภค.....	13
มลพิษสิ่งแวดล้อมและหลักการจัดมลสารสิ่งแวดล้อม.....	15
มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร.....	24
มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสุกร.....	28
การบำบัดของเสียในฟาร์มสุกร.....	30
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	34
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	36
อุปกรณ์ เครื่องมือ.....	40
การเก็บข้อมูลพื้นฐานและการออกแบบพื้นที่เก็บตัวอย่าง.....	41
การวิเคราะห์ผล.....	45
4 ผลการศึกษาวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	47
การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน.....	51

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	53
สรุปผลการทดลอง.....	53
วิธีการกำจัดสารมลพิษในน้ำดื่ม.....	55
ข้อเสนอแนะ.....	60
บรรณานุกรม.....	61
ภาคผนวก.....	64
ภาคผนวก ก.....	65
ภาคผนวก ข.....	69
ภาคผนวก ค.....	71
สัญลักษณ์และตัวอักษรย่อ.....	84
ประวัติย่อผู้วิจัย.....	85

บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ตามประกาศกระทรวง อุตสาหกรรมฉบับที่ 12.....	14
2 การสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์ เคี้ยวเอื้องและลำไส้ใหญ่ของสัตว์.....	16
3 การเกิดและปล่อยก๊าซต่างๆจากสัตว์เลี้ยง(กก./ตัว-ปี).....	17
4 การแปรสภาพของ N ที่กินเข้าไปกับอาหารโดยสัตว์เลี้ยงต่างๆ.....	18
5 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสัตว์ต่าง ๆ ในแต่ละวัน.....	21
6 ตัวอย่างของค่า BOD ของ ของเสีย/น้ำเสีย จากแหล่งต่างๆ.....	22
7 ไนโตรเจน ฟอสเฟตและโปแตช ในมูลสัตว์และ(คิดจาก นน. สด).....	23
8 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสัตว์และคนคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว.....	24
9 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งออกจากฟาร์มสุกร.....	29
10 ชนิดและจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมกับขนาดบ่อ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง.....	31
11 การเปรียบเทียบค่าพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการที่ใช้อากาศ กับวิธีการที่ไม่ใช้อากาศ.....	33
12 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย ระหว่างระบบที่เติมอากาศกับระบบ ที่ไม่เติมอากาศ.....	33
13 วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี.....	45
14 คุณภาพน้ำตัวอย่าง.....	47
15 สถานที่ดำเนินการปนเปื้อน.....	54
16 การใช้ผงปูนคลอรีน.....	59
17 แสดงตำแหน่งเก็บข้อมูล.....	70
18 ฟาร์มสุกรจังหวัดนครปฐม.....	72

บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิด.....	4
2 วัฏจักรน้ำ.....	6
3 อาณาเขตอำเภอเมืองนครปฐม.....	37
4 แผนที่ทางอุทกธรณีจังหวัดนครปฐม.....	38
5 ตำแหน่งเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลในจังหวัดนครปฐม.....	41
6 การฆ่าเชื้อบริเวณปากบ่อ.....	42
7 การเก็บตัวอย่างแบคทีเรีย.....	43
8 กรองน้ำตัวอย่าง.....	44
9 กระจกกรองน้ำตัวอย่าง.....	44
10 ลักษณะของเชื้อที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar ECC.....	45
11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณเชื้ออีโคไลในแต่ละตำแหน่ง.....	49
12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มในแต่ละตำแหน่ง.....	49
13 พื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ <i>E.coli</i>	50
14 พื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ Coliform.....	51

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมา

น้ำเป็นทรัพยากรที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตปัญหาในการจัดการน้ำในปัจจุบันมีความสำคัญเนื่องด้วยปัจจัยด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นทางด้านปริมาณและด้านคุณภาพ ทำให้ปริมาณน้ำที่มีคุณภาพอาจมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงมีการจัดหาทางเลือกในการหาแหล่งน้ำในการใช้ประโยชน์ อาทิเช่น การเปลี่ยนน้ำทะเลมาเป็นน้ำจืด (Desalination) หรือแม้กระทั่งการหาแหล่งน้ำทดแทน เช่น น้ำบาดาลถือเป็นทางเลือกหนึ่งในทรัพยากรทดแทนเนื่องจากมีปริมาณมากและมีคุณภาพดี แต่เนื่องด้วยสาเหตุนี้จึงมีความต้องการเพิ่มขึ้นในทุกปีทำให้เกิดปัญหาทางด้านต่าง ๆ ตามมา ปัญหาที่สำคัญคือการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลทำให้คุณภาพไม่เหมาะที่จะใช้ในการอุปโภคบริโภค

ปัจจุบันการเลี้ยงหมูได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางในวงการอาชีพสุจริต โดยได้พัฒนารูปแบบการเลี้ยงอย่างหนาแน่นภายในโรงเรือน ด้วยข้อจำกัดในพื้นที่และเป็นการประหยัดในด้านการจัดการต่าง ๆ เพื่อมุ่งหวังให้เกิดความคุ้มค่าทางเศรษฐกิจมากที่สุด ขณะเดียวกันกลับก่อให้เกิดปัญหามลภาวะต่าง ๆ เช่น น้ำเสีย กลิ่นเหม็น เสียงรบกวน และการเป็นแหล่งเพาะเชื้อโรค (กรมปศุสัตว์, 2547) อีกทั้งกลิ่นเหม็นยังมีผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ รวมถึงชุมชนใกล้เคียงหรือก่อเหตุรำคาญทำให้เกิดปัญหาการร้องเรียนตามมาได้ดังข้อมูลที่กองอนามัยสิ่งแวดล้อม ได้รวบรวมไว้ว่ากลิ่นแอมโมเนีย และน้ำทิ้งจากฟาร์มหมู ทำให้มีการร้องเรียนเป็นปัญหาสิ่งแวดล้อมถึงร้อยละ 94.5 ของจำนวนผู้ประกอบการอาชีพเลี้ยงหมูทั้งหมด จากการศึกษาของกลิ่นสุคนธ์ (2537) พบว่าสุกรหนึ่งตัวจะใช้น้ำหรือมีปริมาณน้ำทิ้งประมาณ 30 – 40 ลิตรต่อวัน และน้ำทิ้งจากฟาร์มหมูก่อนผ่านระบบการบำบัดน้ำเสียจะมีค่าความสกปรก (สารอินทรีย์) ซึ่งโดยปกติจะใช้วัดจากค่า BOD อยู่ระหว่าง 3,000 – 10,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

ดังนั้นการบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาลเป็นสิ่งสำคัญ ที่ต้องคำนึงถึงการปนเปื้อนมลพิษ ของน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่พื้นดินและแม่น้ำโดยตรงจากแหล่งชุมชน จากโรงงานอุตสาหกรรมจากแหล่งทิ้งขยะขนาดใหญ่ จากการทำการเกษตรที่ใช้ปุ๋ยเคมี ยาฆ่าแมลงและสารเคมีต่าง ๆ จากการรั่วซึมของสารเคมีจากแหล่งกักเก็บ และจากการทำเหมืองแร่ ของเสียและน้ำเสียจากฟาร์มหมูซึ่งผ่านระบบการบำบัดน้ำเสียที่ไม่ได้มาตรฐาน ทิ้งลงสู่พื้นดินหรือแม่น้ำก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งในการปนเปื้อนลงไปใต้ดินและไหลซึมลงสู่ชั้นน้ำบาดาล ซึ่งจะก่อให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำบาดาลขึ้น ซึ่งถ้านำน้ำบาดาลที่มีสารปนเปื้อนดังกล่าวมาใช้จะเป็นอันตรายต่อสุขภาพและหากได้รับในปริมาณที่มากเกินไปอาจเป็นอันตรายถึงแก่ชีวิตได้ ดังนั้นเราจึงควรมีการบริหารจัดการคุณภาพน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคและอนุรักษ์แหล่งน้ำที่สำคัญนี้ไว้ใช้แบบยั่งยืน

จากการศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ทำให้เราทราบว่าน้ำบาดาลในแหล่งหนึ่งๆ อาจต้องใช้เวลาในการเกิดอย่างต่อเนื่องนับร้อยนับพันปี การสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในปริมาณที่มากเกินไปทั้งในการดำรงชีวิต ในภาคอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมอาจทำให้น้ำบาดาลในแหล่งนั้นๆ หมดลงไปได้ และทำให้เกิดปัญหาการขาดแคลนน้ำในเวลาต่อมา บางครั้งเกิดการแทรกซึมของน้ำจากแหล่งอื่นทำให้เกิดการปนเปื้อนจนไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้

จากสำนักงานปศุสัตว์จังหวัดระบั่ว ในปี พ.ศ. 2549 จังหวัดนครปฐม เป็นจังหวัดที่มีฟาร์มสุกรมากที่สุด คือ มีจำนวนมากกว่า 2,000 ฟาร์ม จังหวัดที่มีจำนวนสุกรมากที่สุด คือ จังหวัดราชบุรี มีจำนวน 1,608,296 ตัว มีจำนวนฟาร์มสุกรทั้งสุกรขุนและสุกรพันธุ์ 33,939 ฟาร์ม ทั้งนี้ฟาร์มส่วนมากมักตั้งใกล้แหล่งน้ำมักปล่อยลงแม่น้ำ หอนางน้ำ คลองบึง โดยตรงโดยไม่ผ่านการบำบัดก่อน ค่าบีโอดี (BOD) หรือค่าที่แสดงถึงความสกปรกของน้ำก่อนบำบัด มีค่าเฉลี่ย 1,500 - 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งแสดงถึงการปนเปื้อนของแบคทีเรียซึ่งผลกระทบต่อคุณภาพน้ำบาดาล ดังนั้นผู้ศึกษาได้จัดเลือกจังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่ศึกษาผลกระทบการปนเปื้อนมลพิษน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อคุณภาพของน้ำบาดาล เพราะในพื้นที่ศึกษามีฟาร์มหมูที่อยู่ในแหล่งชุมชนที่มีการใช้น้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคและบริโภคซึ่งเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยโดยการปนเปื้อนแบคทีเรียจากของเสียในฟาร์มหมู บริเวณพื้นที่ศึกษายังไม่เคยมีงานวิจัยมาก่อน ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยอื่นๆ ที่วิจัยเฉพาะมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมูและผลกระทบการปนเปื้อนตามแม่น้ำ ลำคลอง แหล่งน้ำสาธารณะ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้

1. เพื่อสำรวจปริมาณการปนเปื้อนของมลพิษจากฟาร์มหมูในแหล่งน้ำบาดาล ในบริเวณ พื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม
2. เพื่อประเมินสภาพความรุนแรงของการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อคุณภาพน้ำบาดาล
3. เพื่อเสนอแนวทางป้องกันและแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนของมลพิษในแหล่งน้ำบาดาลที่เกิดจากน้ำเสียในฟาร์มหมู

ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อน้ำบาดาล ในบริเวณ จังหวัดนครปฐม ผู้ศึกษาวิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. ทบทวนข้อมูลทฤษฎีจากเอกสารงานวิจัย ซึ่งเกี่ยวกับมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมู บริเวณพื้นที่จังหวัดนครปฐมและใกล้เคียง

2. ทำการสำรวจและประเมินสภาพการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมูในพื้นที่ศึกษาบริเวณ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ต่อน้ำบาดาลโดยแบ่งพารามิเตอร์ออกเป็น 5 พารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ ความเป็นกรด-ด่าง, ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Dissolved Solids), ไนเตรตทั้งหมด (Total Nitrate), โคลิฟอร์มแบคทีเรีย (Coliform Bacteria), อี.โคไล (E.Coli)

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการศึกษาจะสามารถบ่งบอกถึงสาเหตุที่มาและสภาพการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมู ต่อทรัพยากรดินและทรัพยากรน้ำ และระดับความรุนแรงของผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมโดยเฉพาะคุณภาพน้ำบาดาลที่ถูกปนเปื้อน เพื่อเป็นแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและการเสนอแผนงานการป้องกันรวมทั้งการออกแบบบ่อเก็บกักน้ำเสียจากฟาร์มหมูที่ปลอดภัยไม่ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมในอนาคต

วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาการปนเปื้อนของน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อคุณภาพน้ำบาดาล ในบริเวณพื้นที่ กรณีศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ผู้ศึกษาวิจัยได้กำหนดขั้นตอนของการวิจัยไว้ดังนี้

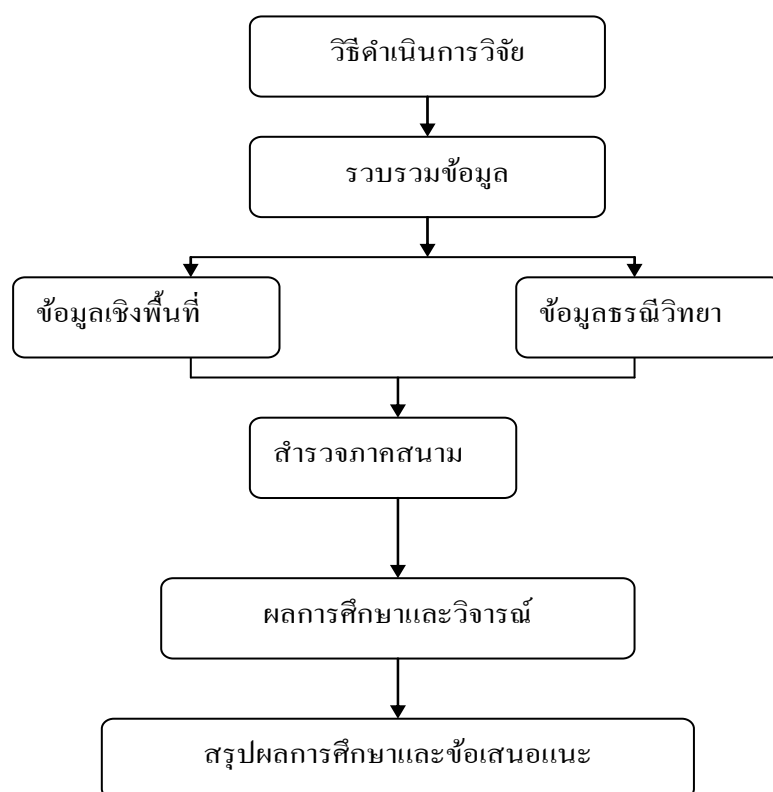
ทบทวนข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยที่ปรากฏโดยละเอียดทั้งหมด ซึ่งเกี่ยวกับมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมู รวบรวมข้อมูลเชิงพื้นที่ด้านภูมิประเทศ ข้อมูลทางธรณีวิทยา ข้อมูลทางอุทกธรณีวิทยา จำนวนบ่อบาดาล ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาลและคุณภาพน้ำบาดาล จำนวนฟาร์มหมู บริเวณพื้นที่อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐมและใกล้เคียงและทำการจัดระเบียบข้อมูลที่ได้รับมา

กำหนดพื้นที่ศึกษาที่ชัดเจน ทางด้าน GIS แล้วสำรวจเก็บข้อมูลภาคสนาม โดยการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงพื้นที่ และข้อมูลทางธรณีวิทยา

ทำการสุ่มสำรวจเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเพื่อทดสอบวิเคราะห์คุณภาพน้ำและประเมินสภาพการปนเปื้อนของมลพิษในน้ำเสียจากฟาร์มหมูต่อน้ำบาดาล แล้วนำมาสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการแก้ไขสภาพการปนเปื้อน บริเวณพื้นที่ศึกษา

กรอบแนวคิด

งานวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาสถานการณ์การปนเปื้อนของน้ำเสียจากฟาร์มหมูลงสู่ น้ำบาดาลตลอดจนการวางแนวทางป้องกันและแก้ไขตามกรอบแนวคิดซึ่งแสดงในแผนภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดงานวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ความหมายของน้ำบาดาล

ในความเข้าใจโดยทั่วไป “น้ำบาดาล” ก็คือน้ำที่อยู่ลึกลงไปใต้ผิวดิน อย่างไรก็ตามในทางวิชาการได้มีการให้คำจำกัดความ หรือให้ความหมายเอาไว้ โดยมีรายละเอียด หรือข้อกำหนดเพิ่มเติมขึ้นมา เพื่อความเหมาะสมกับลักษณะ หรือสาขาของงานที่เกี่ยวข้อง ดังเช่น

ในพจนานุกรมศัพท์ธรณีวิทยา (2530) ได้ให้ความหมายของคำว่า “น้ำบาดาล” ไว้สองนัย ดังนี้

1. ส่วนของน้ำใต้ผิวดินที่อยู่ในเขตอิมน้ำ รวมถึงธารน้ำใต้ดินด้วย
2. โดยทั่วไป หมายถึง น้ำใต้ดินทั้งหมด ยกเว้นน้ำภายในโลก ซึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในระดับ

เขตอิมน้ำ

ในทางกฎหมายน้ำบาดาล ตามพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 กำหนดไว้ว่า “น้ำบาดาล” หมายความว่า น้ำใต้ดินที่เกิดอยู่ในชั้นดิน กรวดทราย หรือหิน ที่อยู่ลึกจากผิวดินเกินความลึกที่รัฐมนตรีกำหนด โดยประกาศในราชกิจจานุเบกษา แต่จะกำหนดความลึกน้อยกว่า 10 เมตร มิได้

อนึ่ง ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 8 (พ.ศ.2537) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่องกำหนดเขตน้ำบาดาล และความลึกของน้ำบาดาล ได้กำหนดให้เขตท้องที่จังหวัดของแต่ละจังหวัดเป็นเขตน้ำบาดาล ยกเว้นจังหวัดกรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี อยุธยา สมุทรปราการ และสมุทรสาคร กำหนดให้เป็นเขตน้ำบาดาล กรุงเทพมหานคร และได้กำหนดความลึกของน้ำบาดาลเอาไว้ดังนี้ เขตน้ำบาดาลกรุงเทพมหานคร และสมุทรสงคราม กำหนดที่ความลึกเกินกว่า 15 เมตร เขตน้ำบาดาลในภาคอีสานทั้งหมดกำหนดที่ความลึกเกินกว่า 20 เมตร ส่วนเขตน้ำบาดาลอื่นๆ กำหนดที่ความลึกเกินกว่า 30 เมตร

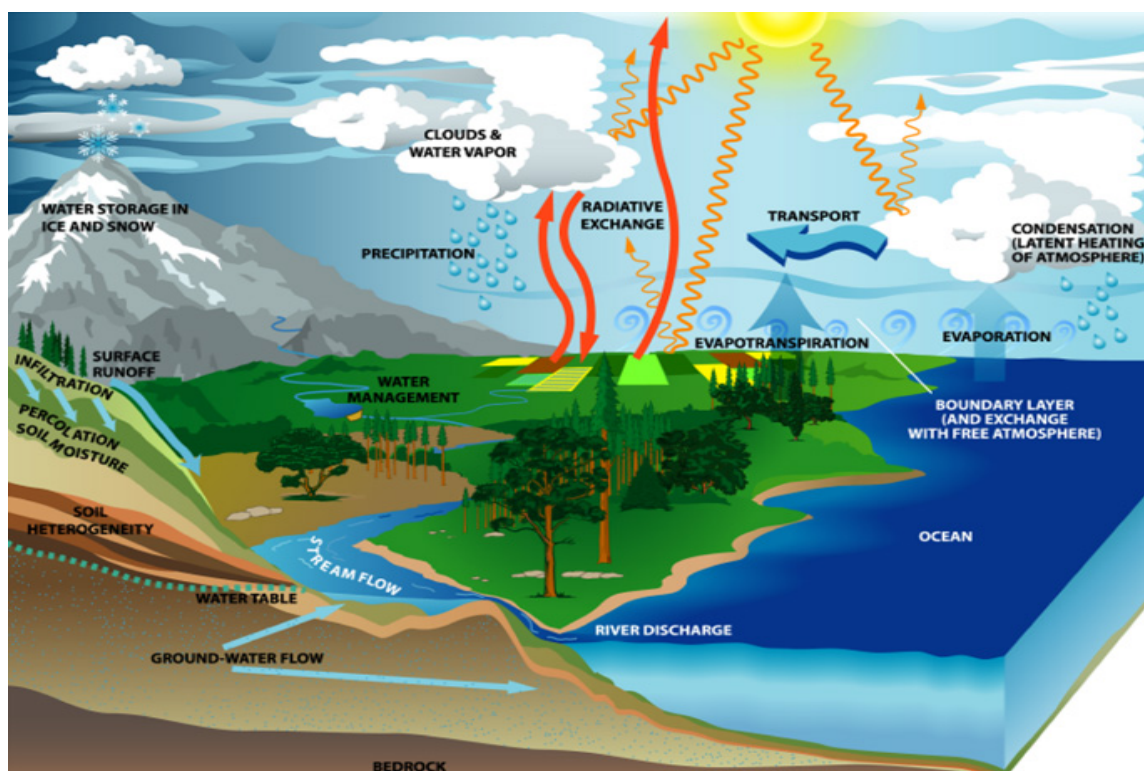
การกำเนิดของน้ำบาดาล

น้ำบาดาล เป็นแหล่งน้ำธรรมชาติที่แม้เราจะมองไม่เห็น แต่ก็มีปริมาณมากกว่าแหล่งน้ำที่เราพบเห็นตามผิวดิน เช่น แม่น้ำ ลำคลอง หนอง บึง อยู่หลายสิบเท่า

น้ำในโลกตามธรรมชาติมีสถานะ และรูปร่างต่างๆ น้ำในบรรยากาศ หรือน้ำฟ้า (Atmospheric or Meteoric Water) จะอยู่ในสภาพของไอน้ำ เมื่อรวมตัวกันจะเห็นเป็นเมฆและหมอก ซึ่งเมื่อกระทบความเย็นจะเปลี่ยนสถานะเป็นของเหลว เช่น ฝน น้ำค้าง หรือของแข็ง เช่น ลูกเห็บ ตกลงสู่โลกหรือเกาะอยู่ตามต้นไม้ใบหญ้า น้ำในสถานะของเหลวจะเดินทางต่อไป ส่วนหนึ่งเรียกว่าน้ำผิวดิน (Surface Water) ไหลล้นไปบนผิวดินตามแรงดึงดูดของโลกลงสู่ที่ลุ่ม กลายเป็น

หนอง บึง ลำคลอง แม่น้ำ ทะเล และมหาสมุทร ซึ่งจะระเหยกลายเป็นไอกลับสู่บรรยากาศไปในที่สุด (ภาพประกอบ 2)

น้ำในดินสถานะของเหลวอีกส่วนหนึ่งเรียกว่าน้ำใต้ดิน (Subsurface Water) จะไหลซึมลงไปตามช่องว่างในดิน หิน ไปยังที่ต่ำกว่า หรือมีแรงดันน้อยกว่า และไหลลงสู่แม่น้ำหรือทะเลในที่สุด น้ำชนิดนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกอยู่ในชั้นระหว่างผิวดินกับระดับน้ำบาดาล (Water Table) เป็นชั้นสัมผัสอากาศ (Zone of Aeration) หรือชั้นไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ (Unsaturated Zone) น้ำชนิดนี้จะแทรกตัวอยู่ตามช่องว่างในดิน หิน ซึ่งบางส่วนมีอากาศแทรกอยู่ และจะระเหยกลับไปสู่ชั้นบรรยากาศ หรือถูกพืชดูดไปใช้ปรุงอาหาร และคายออกสู่บรรยากาศ น้ำอีกส่วนไหลลึกลงไปกักเก็บอยู่ในชั้นดิน หิน ซึ่งอิ่มตัวไปด้วยน้ำ (Saturated Zone) น้ำส่วนนี้ เรียกว่า น้ำบาดาล (Groundwater) ซึ่งผิวบนของน้ำในชั้นนี้ เรียกว่า ระดับน้ำบาดาล Water Table และเรียกชั้นดิน หิน ที่เป็นแหล่งกักเก็บน้ำบาดาลที่สามารถพัฒนามาใช้ประโยชน์ได้ว่า ชั้นหินให้น้ำ (Aquifer)



ภาพประกอบ 2 วัฏจักรน้ำ

ที่มา: <http://www.metoffice.gov.uk/education/primary/students/watercycle>

ความเหมาะสมของคุณภาพน้ำบาดาลในการใช้งานด้านต่าง ๆ

แม้ว่าน้ำบาดาลจะเกิดจากน้ำที่บริสุทธิ์ คือน้ำฝนและน้ำผิวดินที่ไหลซึมลงไปกักเก็บไว้ใต้ดิน แต่น้ำบาดาลจะปะปนด้วยแร่ธาตุต่างๆ ซึ่งเกิดจากการที่น้ำบาดาลละลายเอาแร่ธาตุจากชั้นดินและหินขณะที่ไหลผ่าน ทำให้มีแร่ธาตุต่างๆ ปะปนอยู่ในน้ำบาดาล แร่ธาตุที่ละลายอยู่ในน้ำบาดาลบางชนิดมีประโยชน์ต่อร่างกาย ขณะที่บางชนิดหากมีมากเกินไปอาจทำให้เกิดโรคชาติ กลิ่น และอาจเป็นโทษได้ อย่างไรก็ตามเนื่องจากน้ำบาดาลผ่านกระบวนการกรองโดยธรรมชาติมาหลายชั้น โดยทั่วไปจึงเป็นน้ำที่สะอาดปราศจากสารแขวนลอย สารอินทรีย์เคมี และเชื้อโรคต่างๆ ปราศจากกลิ่นที่น่ารังเกียจ (ยกเว้นในกรณีที่มีธาตุเหล็กละลายอยู่ในปริมาณสูง) คุณสมบัติของน้ำบาดาลจึงต่างไปจากน้ำผิวดินที่มักจะขุ่น มีการปนเปื้อนสูง อาจจะทำให้ได้ว่าน้ำบาดาลเป็นน้ำที่ปลอดภัยมากกว่าน้ำผิวดิน แม้จะมีแร่ธาตุหรือเกลือแร่ต่างๆ ละลายอยู่ค่อนข้างมากกว่าน้ำผิวดิน

อย่างไรก็ตามการที่จะนำน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ในงานกิจกรรมต่างๆ เช่น ใช้เพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตรกรรม การอุตสาหกรรม หรือในวัตถุประสงค์ต่างๆ นั้น จะต้องตรวจสอบคุณลักษณะต่างๆ ทั้งทางกายภาพ คุณลักษณะทางเคมี คุณลักษณะที่เป็นพิษ และคุณลักษณะทางแบคทีเรีย ว่าเหมาะสมสำหรับกิจกรรมนั้นๆ หรือไม่

คุณลักษณะทางกายภาพ

1. ความเป็นกรด/ด่าง (pH) pH เป็นค่าแสดงความเป็นกรด ด่าง หรือความเป็นกลาง มีระหว่าง 0-14 น้ำที่มี pH ต่ำกว่า 7 จะมีสภาพเป็นกรด น้ำที่มี pH สูงกว่า 7 จะมีสภาพเป็นด่าง น้ำบาดาลส่วนใหญ่มีค่า pH อยู่ระหว่าง 5.5-8.0

2. ความเหนี่ยวนำไฟฟ้า (Electrical Conductance; EC) เป็นค่าแสดงความสามารถในการเป็นสื่อไฟฟ้าของน้ำ มีหน่วยวัดเป็นไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ($\mu\text{S}/\text{cm}$) เช่น น้ำฝนมีค่า EC ประมาณ 20-50 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร ค่านี้จะเป็นตัวบอกคุณภาพน้ำคร่าวๆ ได้ คือถ้ามีค่าการนำไฟฟ้าสูง แสดงว่ามีเกลือแร่ละลายอยู่ในน้ำมาก โดยทั่วๆ ไปน้ำที่มีค่าการนำไฟฟ้าน้อยกว่า 1,000 ไมโครซีเมนต์ต่อเซนติเมตร จัดว่าเป็นน้ำคุณภาพดี แต่จะต้องพิจารณาถึงชนิดของเกลือแร่ ที่ละลายอยู่ด้วยว่าเป็นอันตรายหรือไม่

3. สี (Colour) สารที่ทำให้เกิดสีมักมาจากสารอนินทรีย์ เช่น เหล็ก แมงกานีส และสารอินทรีย์ซึ่งมาจากซากเน่าเปื่อยของพืชหรือสัตว์ซึ่งมีลักษณะเป็นองค์ประกอบ เมื่อสลายตัวจะทำให้เกิดสารแทนนิกหรือกรดฮิวมิกที่ทำให้น้ำมีสีได้ หน่วยวัดสีในน้ำมีหน่วยเป็น “หน่วยปลาตินัมโคบอลต์” เช่น น้ำดื่มมาตรฐานสากลกำหนดให้มีค่าสีได้ 5 หน่วยปลาตินัมโคบอลต์ และไม่ควรเกิน 50 หน่วยปลาตินัมโคบอลต์

4. รสและกลิ่น (Taste and Odor) รสของน้ำบาดาลส่วนใหญ่เกิดจากเกลือต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น เกลือแกง (NaCl) โซเดียมซัลเฟต (Na_2SO_4) และแคลเซียมซัลเฟต (CaSO_4) เป็นต้น ทำให้น้ำมีรสชาติเค็ม กร่อย ฝาด ขม แตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับว่าสารละลายของเกลือแร่เหล่านี้อยู่ในน้ำปริมาณเท่าใด สำหรับกลิ่นในน้ำบาดาลมักเกิดจากสารอินทรีย์ ซึ่งเป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่มีอยู่ในน้ำ รวมทั้งแก๊สต่างๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำ เช่น แก๊สไฮโดรเจน (H_2S) เป็นต้น

5. อุณหภูมิ (Temperature) อุณหภูมิเป็นตัวการสำคัญในการช่วยเร่งปฏิกิริยาต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นในน้ำ แต่โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำบาดาลมักจะคงที่

6. ความขุ่น (Turbidity) ความขุ่นเป็นปริมาณของสารที่แขวนลอยอยู่ในน้ำ ไม่ว่าจะเป็นดินทราย เศษไม้ใบหญ้า หรือพืชชั้นต่ำ เช่น สาหร่าย ชาติบางชนิด เช่น เหล็ก ก็ทำให้น้ำขุ่นได้ เนื่องจากออกซิเจนจากอากาศไปทำปฏิกิริยากับธาตุเหล็กที่ละลายอยู่ให้เปลี่ยนสภาพเป็นสนิม หรือตะกอนเหล็กสีเหลือง หรือสีน้ำตาลแดง ความขุ่นมีหน่วยวัดเป็น “หน่วยความขุ่น” (Turbidity Unit; TU) 1 หน่วยความขุ่นมีค่าเท่ากับความขุ่นที่เกิดจากซิลิกา 1 มิลลิกรัมต่อน้ำ 1 ลิตร

คุณลักษณะทางเคมี

ธาตุหรือสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ แม้จะสามารถสังเกตเห็นได้จากภายนอก เช่นเดียวกับลักษณะทางกายภาพ แต่ก็มีผลต่อสุขภาพและการนำไปใช้ตามวัตถุประสงค์ต่างๆ โดยจะทำให้น้ำกระด้าง กร่อย เค็ม เป็นต้น ตัวอย่างธาตุหรือสารอนินทรีย์ที่ละลายอยู่ในน้ำ ได้แก่

1. แคลเซียม (Calcium; Ca) เป็นหนึ่งในแร่ธาตุที่ร่างกายต้องการ พบมากในน้ำตามธรรมชาติเพราะมีอยู่ทั่วไปในดินและหิน โดยเฉพาะในหินปูนซึ่งประกอบด้วยแร่แคลไซต์ (Calcite) โดโลไมต์ (Dolomite) ยิปซัม (Gypsum) และแอนไฮไดรต์ (Anhydrite) ดังนั้นจึงมักตรวจพบแคลเซียมในน้ำจากชั้นหินปูนในปริมาณ 30-120 มิลลิกรัมต่อลิตร แคลเซียมในรูปของแคลเซียมคาร์บอเนตเป็นตัวสำคัญที่ทำให้น้ำกระด้าง

2. แมกนีเซียม (Magnesium; Mg) เป็นแร่ธาตุอีกชนิดที่มีความสำคัญต่อร่างกาย พบมากในแร่ประเภท Magnesium minerals เช่น แร่คลอไรต์ (Chlorite) เซอร์เพนไทน์ (Serpentine) และโดโลไมต์ (Dolomite) ซึ่งมีปริมาณแคลเซียมและแมกนีเซียมใกล้เคียงกัน ในแร่โดโลไมต์ และหินปูนจะมีแมกนีเซียมประมาณ 16-60 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำกระด้าง

3. โซเดียม (Sodium; Na) พบมากในแร่เฮไลต์ (Halite) โดยทั่วไปน้ำบาดาลจะมีโซเดียมน้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อการบริโภค น้ำที่มีปริมาณโซเดียมสูงมักเกิดปัญหาเมื่อนำไปใช้ในการเกษตร

4. โพแทสเซียม (Potassium; K) แร่ที่ให้ธาตุโพแทสเซียมได้แก่ เฟลด์สปาร์ (Feldspar) และไมกา (Mica) โดยปกติพบในปริมาณน้อยจึงไม่เป็นอันตราย ในน้ำบาดาลส่วนมากมีโพแทสเซียมไม่เกิน 20 มิลลิกรัมต่อลิตร

5. เหล็ก (Iron; Fe) แม้จะเป็นธาตุที่มีปริมาณน้อยเมื่อเทียบกับธาตุอื่นๆ ในน้ำบาดาล แต่มีผลกระทบต่อการใช้ น้ำบาดาลเป็นอย่างมาก ทำให้น้ำมีกลิ่นเหม็นคาว เกิดเป็นคราบสีน้ำตาลแดง ติดตามท่อน้ำ อุปกรณ์ระบบน้ำ เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องใช้ในครัวเรือน หากใช้ซักผ้าจะทำให้ผ้ามีคราบสนิมเหล็กสีเหลือง หากใช้หุงข้าวจะทำให้ข้าวมีสีเหลืองและบูดเร็ว ทั้งยังเป็นสาเหตุให้ท่ออุดตันอีกด้วย เหล็กเป็นธาตุที่อยู่ในแร่ประกอบหินในรูปซัลไฟด์และออกไซด์ เช่น แร่แอมฟิโบล (Amphibole) ไพไรท์ (Pyrite) แมกนีไทต์ (Magnetite) และไบโอไทต์ (Biotite) การละลายของธาตุเหล็กขึ้นอยู่กับค่า pH และปริมาณความเข้มข้นของไบคาร์บอเนต (Bicarbonate) ในน้ำผิวดินมักพบธาตุเหล็กไม่เกิน 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร เหล็กนอกจากมาจากชั้นหินให้น้ำเองแล้วยังอาจมาจากสาเหตุอื่นๆ เช่น การผุกร่อนของท่อและปั้มน้ำ หรือจากการย่อยสลายของแบคทีเรียบางชนิด

6. แมงกานีส (Manganese; Mn) ส่วนใหญ่มักจะพบธาตุแมงกานีสน้อยกว่าธาตุเหล็กจากแหล่งน้ำเดียวกันหรือไม่พบเลย แมงกานีสจะถูกออกซิไดซ์และทำให้ตกตะกอนได้ยากกว่าเหล็กจึงกำจัดได้ยากกว่า โทษของแมงกานีสจะคล้ายกับเหล็กแต่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพร่างกาย หากนำไปใช้ซักผ้าจะทำให้เกิดคราบสีดำ น้ำตาลหรือเทา (โดยเฉพาะกับผ้าสีขาว) ทั้งยังเป็นปัญหาต่อเครื่องสุขภัณฑ์ และอาจทำให้ท่ออุดตันได้หากมีปริมาณสูง

7. ทองแดง (Copper; Cu) ส่วนใหญ่ไม่ละลายน้ำดังนั้นจึงไม่ค่อยพบทองแดงในน้ำบาดาล แต่ถ้ามีอยู่ในปริมาณสูงก็อาจทำให้น้ำมีรสชาติไม่ดีนัก

8. สังกะสี (Zinc; Zn) เป็นธาตุที่มีมากในหินและแร่ธาตุต่างๆ แต่พบน้อยมากในน้ำบาดาล เนื่องจากออกไซด์ของสังกะสีละลายน้ำได้น้อย หากมีปริมาณมากจะทำให้น้ำมีรสชาติและกลิ่นไม่ดี

9. คลอไรด์ (Chloride; Cl) เป็นไอออนหรืออนุมูลประจุลบที่มีอยู่ในน้ำธรรมชาติทุกชนิด ตรวจพบในปริมาณตั้งแต่ 1 มิลลิกรัมต่อลิตร จนถึงหลายๆ พันมิลลิกรัมต่อลิตร การที่น้ำมีปริมาณคลอไรด์สูงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้น้ำมีรสชาติกร่อยหรือเค็มแต่ไม่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ปริมาณที่ทำให้มีรสเค็มนั้นไม่สามารถกำหนดได้แน่ชัด เพราะขึ้นอยู่กับความรู้สึกหรือพฤติกรรมการบริโภคของแต่ละคนที่เคยชินต่อแหล่งน้ำนั้นๆ องค์การอนามัยโลกกำหนดปริมาณคลอไรด์ที่เหมาะสมไว้ไม่เกิน 200 มิลลิกรัมต่อลิตร และอนุโลมให้สูงสุดได้ไม่เกิน 600 มิลลิกรัมต่อลิตร หากมีปริมาณคลอไรด์สูงมากจะทำให้เกิดปัญหา คือ ท่อน้ำและเครื่องใช้ต่างๆ ถูกกัดกร่อน ทั้งยังเป็นอันตรายต่อพืชด้วย

10. ซัลเฟต (Sulfate; SO_4) ส่วนใหญ่ตรวจพบปริมาณซัลเฟตในน้ำบาดาลน้อยกว่าคลอไรด์ น้ำบาดาลที่มีซัลเฟตสูงมักเกิดจากแร่ยิปซัม (Gypsum) หรือแอนไฮโดรต์ (Anhydrite) บางส่วนเกิดจากการออกซิไดซ์ของแร่ซัลไฟด์ เช่น ไพไรท์ (Pyrite) หากมีในปริมาณสูงจะทำให้น้ำมีรสฝืดหรือขม และถ้าอยู่ในรูปสารประกอบของแมกนีเซียมซัลเฟตในปริมาณมากอาจทำให้เกิดการระบายน้ียงได้

11. ไบคาร์บอเนต (Bicarbonate; HCO_3) เป็นสารชนิดหนึ่งที่พบมากที่สุดในน้ำธรรมชาติ โดยเฉพาะน้ำบาดาล ทำให้น้ำมีค่าเป็นด่างค่าไบคาร์บอเนตไม่ค่อยมีผลต่อสุขภาพร่างกายมากนัก แต่จะมีผลต่อกระบวนการบำบัดคุณภาพน้ำในเรื่องของการทำน้ำอ่อนหรือการกำจัดความกระด้างของน้ำ การตกตะกอนด้วยสารส้ม เป็นต้น และหากมีปริมาณสูงจะมีผลต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตร

12. ไนเตรท (Nitrate; NO_3) น้ำบาดาลตามธรรมชาติพบไนเตรทได้น้อยมาก ส่วนใหญ่ที่ตรวจพบไนเตรทสูงมักเกิดจากการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่บ่อน้ำบาดาล ไนเตรทเป็นผลจากปฏิกิริยาการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียเพื่อย่อยสลายสารประกอบอินทรีย์ของไนโตรเจน (Nitrogen) และแอมโมเนีย (Ammonia) แหล่งน้ำที่มีไนเตรทสูงไม่ควรนำมาบริโภค เพราะจะเป็นอันตรายต่อสุขภาพโดยเฉพาะต่อเด็กทารกที่มีอายุต่ำกว่า 6 เดือน องค์การอนามัยโลกได้กำหนดให้น้ำที่บริโภคมีปริมาณไนเตรทได้ไม่เกิน 45 มิลลิกรัมต่อลิตร

13. ฟลูออไรด์ (Fluoride; F) มักพบปริมาณฟลูออไรด์ในน้ำบาดาลน้อย เนื่องจากฟลูออไรด์สามารถละลายน้ำได้น้อย ยกเว้นในพื้นที่ที่มีแร่ซึ่งสามารถให้ฟลูออไรด์ได้ในปริมาณสูง เช่น แร่ฟลูออไรต์ หรือแหล่งน้ำจากน้ำพุร้อน ฟลูออไรด์ในน้ำดื่มมีทั้งประโยชน์และโทษต่อร่างกาย ถ้ามีปริมาณที่พอเหมาะในระหว่าง 0.7-1.0 มิลลิกรัมต่อลิตรจะช่วยป้องกันฟันผุได้ แต่ถ้ามีปริมาณมากเกินไป จะทำให้ฟันตกกระและอาจมีผลต่อโครงกระดูก ปริมาณฟลูออไรด์ที่กำหนดไว้ในมาตรฐานคุณภาพน้ำต่างๆ จะมีค่าแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอุณหภูมิของอากาศในแต่ละประเทศ

14. ความกระด้างทั้งหมด (Total Hardness as CaCO_3) ความกระด้างทั้งหมดของน้ำเกิดจากสารละลายของเกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต เกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมคลอไรด์ เกลือแคลเซียมหรือแมกนีเซียมซัลเฟต แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ความกระด้างชั่วคราว และความกระด้างถาวร

ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารละลายเกลือแคลเซียม หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ หรือซัลเฟตที่ละลายอยู่ ทำให้น้ำมีความกระด้างสูง ไม่สามารถแก้ไขโดยการต้ม ต้องใช้กระบวนการทางเคมีหรือใช้สารสังเคราะห์ทางวิทยาศาสตร์ที่เรียกว่าเรซิน (Resin)

กรณีที่น้ำที่มีความกระด้างอยู่ในปริมาณพอเหมาะ (ประมาณ 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร) จะทำให้

- น้ำมีรสชาติดี

- เมื่อมีการทำระบบประปา คาร์บอเนตที่มีอยู่จะรวมตัวกับตะกั่วที่ใช้ทำท่อน้ำ ทำให้เกิดเป็นเกลือของตะกั่ว (PbCO_3) ตามตามผิวท่อน้ำไม่เกิดโทษจากตะกั่วที่อาจจะละลายออกมาปะปนกับน้ำ

- ลดความเป็นพิษของธาตุโลหะที่มีต่อสัตว์จำพวกปลา ลูกไก่ และลูกวัว

- น้ำที่มีความกระด้างน้อยเกินไปหรือที่เรียกว่า “น้ำอ่อน” นั้นมักจะทำให้เกิดการกัดกร่อน เมื่อนำไปซักล้างมักทำให้รู้สึกลื่นและล้างฟองออกยาก

กรณีที่มีน้ำมีความกระด้างสูงเกินมาตรฐานที่กำหนด (มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร)

- อาจทำให้น้ำมีรสชาติไม่เป็นที่น่าพอใจ
- ทำให้เกิดตะกอนในภาชนะตม่น้ำและทำให้สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าปกติ
- อาจทำให้เกิดปัญหาในระบบการจ่ายน้ำและระบบบำบัดคุณภาพน้ำ เนื่องจากเกิด

ตะกอนอุดตันท่อ

- ทำให้เปลืองสบูในการซักล้างหรือทำความสะอาดร่างกายขณะอาบน้ำ

ความกระด้างของน้ำแบ่งเป็นระดับต่างๆ ดังนี้

0-75 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียกว่า “น้ำอ่อน”

75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียกว่า “น้ำกระด้างปานกลาง”

150-300 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียกว่า “น้ำกระด้าง”

มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อลิตร เรียกว่า “น้ำกระด้างมาก”

การแบ่งระดับความกระด้างนี้อาจมีความแตกต่างกันออกไปบ้างแล้วแต่สถานที่และการจัดหาแหล่งน้ำ

15. ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total Dissolved Solids; TDS) เป็นค่าที่บอกถึงปริมาณแร่ธาตุทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ เป็นภาพรวมของคุณภาพน้ำ ถ้ามีปริมาณน้อยก็แสดงว่ามีเกลือแร่ต่าง ละลายอยู่น้อย น้ำที่มีคุณภาพดีมักมีค่า TDS ต่ำกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

องค์การอนามัยโลกได้แบ่งระดับคุณภาพน้ำในกรณีที่ใช้ค่า TDS เป็นเกณฑ์พิจารณา ดังนี้

น้อยกว่า 300	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพดีมาก
300 ถึง 600	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพดี
600 ถึง 900	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพพอใช้ได้
900 ถึง 1,200	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพไม่ดี
มากกว่า 1,200	มิลลิกรัมต่อลิตร ไม่เป็นที่ยอมรับให้ใช้บริโภคได้

กองน้ำบาดาล กรมทรัพยากรธรณีได้กำหนดมาตรฐานระดับคุณภาพน้ำบาดาลในการจัดทำแผนที่น้ำบาดาล ในกรณีที่ใช้ค่า TDS เป็นเกณฑ์พิจารณา มีดังนี้

น้อยกว่า 500	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพดี
500 ถึง 1,500	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพปานกลาง
มากกว่า 1,500	มิลลิกรัมต่อลิตร จัดเป็นน้ำคุณภาพไม่ดี

โดยทั่วไปน้ำบาดาลมีค่า TDS อยู่ในช่วง 100-5,000 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณลักษณะที่เป็นพิษ

โดยทั่วไปมักตรวจไม่พบสารพิษในน้ำบาดาลหรือหากพบก็มีในปริมาณที่น้อยมาก เพราะสารเหล่านี้มีความสามารถในการละลายต่ำมาก ที่ตรวจพบมักเกิดจากการปนเปื้อนจากภายนอกเข้าสู่บ่อน้ำบาดาล เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม หรือแหล่งน้ำที่เป็นน้ำพุร้อน เมื่อตรวจพบสารพิษในน้ำสูงเกินกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำที่กำหนดไว้ ห้ามใช้ดื่มเพราะจะเป็นอันตรายต่อร่างกาย และหากได้รับในปริมาณมากอาจเป็นอันตรายต่อชีวิตได้

สารพิษบางอย่างไม่แสดงผลกระทบใดๆ เมื่อเข้าสู่ร่างกายครั้งแรกๆ ต่อเมื่อได้รับบ่อยๆ จึงเกิดอาการเป็นพิษขึ้น ได้แก่ สารหนู ตะกั่ว แคดเมียม เซเลเนียม ส่วนสารพิษบางอย่างก็ส่งผลเฉียบพลัน เช่น โซยาไนต์

สารพิษที่กำหนดให้มีการตรวจวิเคราะห์ในน้ำบาดาลสำหรับใช้บริโภค มีดังนี้

1. สารหนู (Arsenic; As) โดยทั่วไป มักตรวจไม่พบสารหนูหรือพบในปริมาณที่น้อยมาก คือน้อยกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร จะพบในปริมาณสูงจากแหล่งน้ำที่มีการปนเปื้อนของน้ำทิ้งจากเหมืองแร่บางชนิด ยากำจัดศัตรูพืช น้ำพุร้อน ปริมาณสารหนูในน้ำดื่มกำหนดให้ได้ไม่เกิน 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร หากได้รับสารหนูในปริมาณ 70-180 มิลลิกรัมต่อลิตรอาจเป็นอันตรายถึงชีวิต หรือทำให้เป็นมะเร็งผิวหนังและปอดได้

2. โซยาไนต์ (Cyanide; CN) ตรวจไม่พบในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ อาจปนเปื้อนได้จากโรงงานอุตสาหกรรมผลิตเคมีแก๊ส โรงชุบโลหะ อุตสาหกรรมสกัดเงินและทอง

3. ตะกั่ว (Lead; Pb) ตรวจพบปริมาณตะกั่วในน้ำบาดาลน้อยมาก ที่พบในแหล่งน้ำอื่นๆ มักเกิดจากการปนเปื้อนของตะกั่วจากภาชนะบรรจุอาหารที่เคลือบด้วยตะกั่ว จากท่อน้ำ ท่อไอเสียรถยนต์ การทำเหมืองบางชนิด และผลจากอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น โรงพิมพ์ ร้านถ่ายรูป โรงงานทำวัตถุระเบิด โรงงานทำสีย้อมผ้า หากร่างกายได้รับตะกั่วเข้าไปในปริมาณมากจะทำให้เกิดอาการอ่อนเพลีย หากได้รับในปริมาณมากเกินไปจะทำให้ระดับสติปัญญาต่ำและมีอันตรายถึงชีวิต ความเป็นพิษของตะกั่วจะน้อยลงถ้าน้ำมีปริมาณความกระด้างพอเหมาะ(ความกระด้างในน้ำประมาณ 75-150 มิลลิกรัมต่อลิตร)

4.ปรอท (Mercury; Hg) น้ำบาดาลและน้ำผิวดินโดยทั่วไปตรวจไม่พบปรอท ยกเว้นการปนเปื้อนจากเหมืองแร่ปรอท น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีปรอทอยู่ในขบวนการผลิต เช่น โรงงานผลิตโซดาไฟและคลอรีน อุตสาหกรรมพลาสติก หากร่างกายสะสมปรอทมากเกินไปจะมีอาการทางประสาท ความจำเลอะเลือน นอนไม่หลับ ประสาทหลอน ปวดตามข้อ ปิการและอาจถึงตายได้ มาตรฐานน้ำบริโภคกำหนดให้มีปรอทได้ไม่เกิน 0.001 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งถือว่าน้อยมาก

5. แคดเมียม (Cadmium; Cd) มักจะมาจากการปนเปื้อนของแคดเมียมจากอุตสาหกรรมหลอมและชุบโลหะ

6. เซเลเนียม (Selenium; Se) ตรวจพบในน้ำบาดาลและน้ำธรรมชาติน้อยมาก (ต่ำกว่า 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร) มักพบเซเลเนียมในพืชและในดิน น้ำในขบวนการเกษตรและน้ำพุร้อน บางพื้นที่ตรวจพบเซเลเนียมมากกว่า 0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร เซเลเนียมเป็นธาตุที่จำเป็นสำหรับสัตว์หลายชนิด หากมีมากเกินไปก็เป็นอันตรายได้ทั้งในสัตว์และคน พืชของเซเลเนียมอยู่ในรูปของการสะสม มีผลการวิจัยอันตรายจากเซเลเนียมโดยการทดลองกับสัตว์ พบว่ามีผลต่อไต ตับ และหัวใจ สำหรับในคนยังไม่มีหลักฐานยืนยันชัดเจน เพียงแต่ตั้งข้อสันนิษฐานว่าจะมีความผิดปกติและส่งผลทางด้านจิตใจ

คุณลักษณะทางแบคทีเรีย

หากการก่อสร้างและทำบ่อบาดาลมีความถูกต้องตามหลักวิชาการอย่างดีก็ไม่ควรตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ หากตรวจพบแสดงว่ามีมลพิษปนจากภายนอกไหลปนเปื้อนเข้าสู่บ่อบาดาล สิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่เป็นสาเหตุของโรคภัยไข้เจ็บทั้งหลาย ได้แก่ เชื้อแบคทีเรีย ไวรัส โปรโตซัว พยาธิ ทำให้เกิดโรคได้ตั้งแต่เล็กน้อยจนเป็นอันตรายได้ เช่น ท้องเสีย บิด อหิวาตกโรคและไทฟอยด์ เป็นต้น แบคทีเรียที่ขึ้นถึงความสกปรกที่เกิดจากอุจจาระของคนอยู่ในกลุ่มของโคลิฟอร์ม โดยเฉพาะ อี.โคไล ซึ่งเป็นตัวสำคัญที่จะบอกถึงการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นจากคนและสัตว์ ซึ่งในมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภคกำหนดว่าต้องไม่มี อี.โคไล อยู่เลย

คุณภาพน้ำบาดาล มีความสำคัญเท่าเทียมกับเรื่องปริมาณน้ำ ปัจจุบันมีการพัฒนาน้ำบาดาลมาใช้กันอย่างกว้างขวาง การทำความเข้าใจในเรื่องสภาพปัญหาหรือการปรับปรุงคุณภาพให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการใช้น้ำต่าง ๆ ก็ยิ่งทวีความสำคัญและจำเป็นมากขึ้น คุณภาพน้ำที่ใช้ในแต่ละวัตถุประสงค์ย่อมมีความแตกต่างกันบ้าง ดังนั้นการตรวจวิเคราะห์วิจัยคุณภาพน้ำจึงเข้ามามีบทบาทมากขึ้นในปัจจุบัน

คุณลักษณะน้ำบาดาลเพื่อการอุปโภคบริโภค

คุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการอุปโภคบริโภค ควรเป็นน้ำที่ปราศจาก กลิ่น รส และความขุ่น ซึ่งเป็นลักษณะที่มองเห็นและสัมผัสได้ นอกจากนี้ควรเป็นน้ำที่มีปริมาณเกลือแร่พอเหมาะปราศจากสารพิษและเชื้อโรค (ตาราง 1)

ตาราง 1 มาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12

คุณลักษณะทางกายภาพ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด
สี (Colour)	5 (หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์)	15 (หน่วยปลาตินัม-โคบอลต์)
ความขุ่น (Turbidity)	5 (หน่วยความขุ่น)	20 (หน่วยความขุ่น)
คุณลักษณะทางเคมี	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (หน่วยส่วนในล้าน)*	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (หน่วยส่วนในล้าน)
เหล็ก (Fe)	ไม่เกิน 0.5	1.0
แมงกานีส (Mn)	ไม่เกิน 0.3	0.5
ทองแดง (Cu)	ไม่เกิน 1.0	1.5
สังกะสี (Zn)	ไม่เกิน 5.0	15.0
ซัลเฟต (SO ₄)	ไม่เกิน 200	250
คลอไรด์ (Cl)	ไม่เกิน 250	600
ฟลูออไรด์ (F)	ไม่เกิน 0.7	1.0
ไนเตรท (NO ₃)	ไม่เกิน 45	45
ความกระด้างทั้งหมด (Total hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 300	500
ความกระด้างถาวร (Non-carbonate hardness as CaCO ₃)	ไม่เกิน 200	250
ปริมาณมวลสารทั้งหมดที่ละลายได้ (Total dissolved solids)	ไม่เกิน 600	1,200
คุณลักษณะที่เป็นพิษ	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม (หน่วยส่วนในล้าน)	เกณฑ์อนุโลมสูงสุด (หน่วย ส่วนในล้าน)
สารหนู (As)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ไซยาไนด์ (CN)	ต้องไม่มีเลย	0.10
ตะกั่ว (Pb)	ต้องไม่มีเลย	0.05
ปรอท (Hg)	ต้องไม่มีเลย	0.001
แคดเมียม (Cd)	ต้องไม่มีเลย	0.01
เซเลเนียม (Se)	ต้องไม่มีเลย	0.01
คุณลักษณะทางแบคทีรี	เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม	
Standard plate count	ไม่เกิน 500 โคโลนีต่อลูกบาศก์เซนติเมตร	
Most probable number of coliform organism (MPN)	น้อยกว่า 2.2 ต่อร้อยลูกบาศก์เซนติเมตร	
E.Coli	ต้องไม่มีเลย	

* 1 หน่วยส่วนในล้าน = 1 มิลลิกรัมต่อลิตร

คุณลักษณะน้ำบาดาลเพื่อการเกษตรกรรม

คุณภาพน้ำที่ใช้เพื่อการเกษตรกรรมหรือการชลประทาน ย่อมแตกต่างจากคุณภาพน้ำที่ใช้เพื่อการอุปโภคบริโภค คุณภาพน้ำที่ไม่เหมาะต่อการอุปโภคบริโภค อาจใช้ในการเกษตรได้ เช่น น้ำที่มีสารไนเตรท หรือฟลูออไรด์สูง เป็นต้น

ธาตุที่สำคัญที่เป็นตัวชี้บอกคุณภาพน้ำเพื่อการเกษตร คือ โซเดียม ซึ่งมักจะคำนวณออกมาในรูปของ Sodium Absorption Ratio (SAR) น้ำที่เหมาะสมกับการใช้ในการเกษตรโดยปกติไม่ควรมีค่า SAR สูงเกิน 2 และถ้าเป็น 4 อาจจะเป็นอันตรายต่อพืช โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินเหนียว นอกจากธาตุโซเดียมแล้วยังต้องดูปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่มีอยู่ในน้ำด้วย ปริมาณที่เหมาะสมนั้นไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่มีความต้านทานต่อความเค็มได้มากน้อยต่างกันเพียงใด นอกจากนี้ ธาตุที่มีผลต่อการใช้น้ำเพื่อการเกษตรอีกตัวหนึ่ง คือ โบรอน ซึ่งเป็นธาตุที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช แต่ต้องการในปริมาณเพียงเล็กน้อยเท่านั้น หากมีปริมาณสูงเกินไปก็เป็นอันตรายได้

คุณลักษณะน้ำบาดาลเพื่อการอุตสาหกรรม

คุณภาพน้ำที่ใช้ในอุตสาหกรรมเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องมีการตรวจวิเคราะห์เพราะถ้าใช้น้ำที่มีคุณภาพไม่เหมาะสม จะทำให้เกิดความเสียหายต่ออุตสาหกรรมนั้น ๆ และอาจเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ อุตสาหกรรมแต่ละประเภทย่อมต้องการน้ำที่มีคุณภาพแตกต่างกัน เช่น อุตสาหกรรมการผลิตเบียร์ ต้องใช้น้ำที่ปราศจากกลิ่น รส เกล็ด และแมงกานีส อุตสาหกรรมการผลิตน้ำแข็งต้องพิจารณาปริมาณซัลเฟต และความเป็นด่าง หรือในอุตสาหกรรมยาและเครื่องสำอาง ต้องใช้น้ำบริสุทธิ์ เป็นต้น อย่างไรก็ตามคุณภาพน้ำที่มักจะนำมาพิจารณาในงานอุตสาหกรรมทั่วไปได้แก่ ความกระด้างซัลเฟต และค่า TDS

มลพิษสิ่งแวดล้อมและหลักการกำจัดมลสารทางสิ่งแวดล้อม

ปัญหาก๊าซและมลภาวะกลิ่นในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของเสียจากการเลี้ยงสัตว์ก๊าซที่เกิดขึ้นในฟาร์มเลี้ยงสัตว์จำแนกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ได้ดังนี้

ของแข็ง - เศษอาหารและมูล

ของเหลว - ปัสสาวะและน้ำล้างคอกตักค่าง

ก๊าซ - ก๊าซต่าง ๆ และสารระเหยที่มีกลิ่นจากการสลายตัวของมูลและปัสสาวะที่ขับถ่าย

ก๊าซและกลิ่นที่เกิดในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของเสียจากการเลี้ยงสัตว์ประกอบด้วยเศษอาหาร สิ่งขับถ่ายจากสัตว์เลี้ยงที่ตกค้างในคอกและรางระบาย หรือพักอยู่ในที่กักเก็บภายในหรือนอกเรือนโรง ซึ่งปรากฏให้เห็นอยู่ใน 3 สถานะ คือ

1. มีเทน/ Methane (CH_4)

2. แอมโมเนีย /Ammonia (NH_3) และก๊าซไนโตรเจนอื่นๆ

3. ก๊าซที่มีกลิ่นเหม็นรบกวน/ก๊าซไข่เน่า(H_2S) และก๊าซจากสารระเหย (VFAs) ต่างๆ

การเกิดก๊าซมีเทน (Methane- CH_4) ในฟาร์มก๊าซมีเทนในฟาร์มเกิดจากการย่อยสลายตัวของคาร์โบไฮเดรต (ตาราง 2) โดยการหมักย่อยของจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องและในลำไส้ใหญ่ของสัตว์กระเพาะเดี่ยว

ตาราง 2 การสลายตัวของคาร์โบไฮเดรตโดยจุลินทรีย์ในกระเพาะหมักของสัตว์เคี้ยวเอื้องและในลำไส้ใหญ่ของสัตว์

$(\text{C}_6\text{H}_{10}\text{O}_5)_n$		$n \text{ C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 2\text{H}_2\text{O}$		$2\text{C}_2\text{H}_4\text{O}_2 + \text{CO}_2 + 8[\text{H}]$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 4[\text{H}]$		$2\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$		$\text{C}_4\text{H}_8\text{O}_2 + \text{CO}_2 + 4[\text{H}]$
$\text{CO}_2 + 8[\text{H}]$		$\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537)

CH_4 ที่เกิดขึ้นนั้นสัตว์ระบายออกจากกระเพาะหมักคิดเป็นพลังงานในอาหารที่สูญเสียไป 5-10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งพบว่าถ้าอาหารย่อยได้มาก กรด propionic ที่เกิดขึ้นจะมีมาก สัตว์ได้ประโยชน์เพิ่มและเกิดเป็น CH_4 น้อยลง

CH_4 เป็นก๊าซที่ผลิตขึ้นโดยกระบวนการทางธรรมชาติและโดยกิจกรรมของมนุษย์ปีละ 400 ล้านตันทั่วโลก แต่มาจากการดำรงชีวิตของสัตว์ (ตาราง 3) และการเลี้ยงสัตว์ 15-25 เปอร์เซ็นต์ และจากทั้งหมดนั้นแยกเป็นเกิดจากสัตว์ชนิดต่างๆมีขนาดตัวและจำนวนเลี้ยงในโลกที่ต่างกันคือ โค 74 เปอร์เซ็นต์, แกะ 9 เปอร์เซ็นต์, กระบือ 5 เปอร์เซ็นต์

ตาราง 3 การเกิดและปล่อยก๊าซต่างๆ จากสัตว์เลี้ยง (กิโลกรัม/ตัว/ปี)

ชนิดสัตว์	นน.ตัว (กิโลกรัม)	CH ₄	NH ₃	VFA	อื่นๆ
โคนม	650	100	8.8	na	na
โคเนื้อ	450	50	5.7	na	na
สุกรแม่พันธุ์	200	-	5	na	na
สุกรรุ่น/ขุน	7.5	0.3	3.0	0.14	0.012
ไก่ไข่	5	-	0.2	na	na
ไก่เนื้อ	0.5	-	1.0	na	na

na= ไม่ได้ตรวจวิเคราะห์

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

ก๊าซที่เกิดขึ้นในฟาร์มส่วนหนึ่งมีผลต่อสภาพอากาศและบรรยากาศของโลกเช่น CO₂ และ CH₄ เพราะเป็น ก๊าซเรือนกระจก(GHGs) แต่ CO₂ ในฟาร์มนั้นถูกผลิตหรือเกิดขึ้นจากชีวมวลที่ หมุนเวียนทดแทนได้จึงไม่นับว่าเป็นปัญหามากเพราะสามารถอยู่ในสมดุลได้ ซึ่งไม่เหมือนกับ CO₂ ที่เกิดจากการเผาไหม้พลังงานเชื้อเพลิงและการย่อยสลายตัวของสารอินทรีย์ในธรรมชาติ CO₂ ค่อนข้างคงทนอยู่ในบรรยากาศได้นานกว่าก๊าซ CH₄ แต่ก๊าซ CH₄ ก่อผลในการกักเก็บความร้อนให้ ชั้นบรรยากาศของโลกมีอุณหภูมิได้สูงกว่า CO₂ ราว 25 เท่าตัว ปัจจุบันนี้คนเราจึงสนใจที่จะควบคุม ไม่ให้มีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกทั้งหลายกันเกินความจำเป็น เพื่อร่วมกันรักษาอุณหภูมิของโลกไม่ให้เพิ่มสูงขึ้นในอนาคต

การเกิดแอมโมเนีย (NH₃) และการเปลี่ยนรูปเป็น N₂ สู่บรรยากาศ สัตว์ได้รับ ธาตุ ไนโตรเจน (N) ส่วนใหญ่จากโปรตีนและสารประกอบ N ต่างๆในอาหารที่กิน ส่วนน้อยกักเก็บไว้ใช้ ในร่างกายหรือเปลี่ยนเป็นน้ำนม ส่วนใหญ่ขับถ่ายทิ้งออกไปทางมูลและปัสสาวะ (ตาราง 4) ดังนั้น N ในมูลมาจากอาหารโปรตีนที่ได้กิน และจากอาหารที่ย่อยไม่หมด ตลอดจนส่วนของ N จากการขับ หลั่งเอนไซม์และเยื่อลำไส้ที่หลุดร่อนในทางเดินอาหาร รวมทั้งจากจุลินทรีย์ที่สร้างตัวขึ้นในลำไส้ ใหญ่ N ในจุลินทรีย์เป็นทั้งโปรตีนและกรดนิวคลีอิก(15-20เปอร์เซ็นต์) แต่ N ในปัสสาวะส่วนใหญ่ เป็นยูเรีย(ไนโค แกะและสุกร) แต่อยู่ในรูปของกรดยูริกในสัตว์ปีก N ส่วนอื่นๆมาจาก allantoin,hippuric acid และcreatinine ที่ขับถ่ายออกมาในปัสสาวะ

N บางส่วนในสิ่งขับถ่ายสลายตัวโดยการทำงานของจุลินทรีย์ไปอยู่ในรูป NH_3 , NH_3 และ NH_4^+ เป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการย่อยสลายตัวของ N จากสิ่งขับถ่ายโดยจุลินทรีย์ในขณะที่กักเก็บหรือบ่อพัก หลังจากลงดินแล้ว NH_4^+ จะถูกเปลี่ยนโดยไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (nitrifying bacteria) เป็นไนเตรท (NO_3^-) NO_3^- ในดินและในน้ำ สามารถถูกเปลี่ยนโดยดีไนตริฟายอิงแบคทีเรีย (denitrifying bacteria) กลายเป็น ก๊าซ N_2 กลับคืนสู่บรรยากาศได้ต่อไป

ตาราง 4 การแปรสภาพของ N ที่กินเข้าไปกับอาหารโดยสัตว์เลี้ยงต่างๆ

ชนิดสัตว์	โปรตีนในอาหาร (กรัม/กิโลกรัมวัตถุดิบแห้ง)	กักเก็บใน ร่างกาย (%)	นม(%)	มูล(%)	ปัสสาวะ (%)
โคนม -เลี้ยงปล่อย	250	2	17	25	56
-เลี้ยงในคอก	175	2	25	34	39
โคเนื้อ	150	22	-	30	48
แม่สุกรเลี้ยงลูก	160	5	20	20	55
ลูกสุกร	184	40	-	10	50
สุกรขุน	170	32	-	15	53
ไก่ไข่	170	32	-	12	56
ไก่เนื้อ	217	42	-	10	48

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

กลิ่นเหม็นต่างๆ (Noxious odours) กลิ่นเป็นก๊าซผสมในรูปสารระเหย ที่เกิดจากการสลายตัวของสิ่งขับถ่ายจากสัตว์และเศษอาหารที่ตกหล่นหมักหมมในคอกสัตว์เลี้ยงโดยจุลินทรีย์ ที่ชอบสภาพไร้อากาศ ในขบวนการต่างๆ ได้แก่

- deaminatio
- dehydroxylation และ
- decarboxylation ของกรดอะมิโนต่างๆ

จุลินทรีย์ที่ตายไปยังสามารถถูกย่อยสลายให้สารที่มีกลิ่นอีกหลายชนิด

- กลิ่นที่คนคุ้นเคยและรู้จักดีได้แก่ก๊าซแอมโมเนีย (NH_3) และก๊าซไข่เน่า (H_2S) จากการย่อยสลายแบบไร้อากาศ

- การสลายตัวทำให้มีการสร้างและปลดปล่อย กรดไขมันระเหยได้ (VFAs) หลายชนิด ซึ่งมีกลิ่นเหม็นรุนแรงกว่า NH_3 และ H_2S

- กลิ่นสุคนธ์ (2537) พบสารระเหย 60 ชนิดจากของเสียต่อมูลสัตว์ขณะสลายตัวและ 12 ชนิดในจำนวนนั้น มีกลิ่นเหม็นรบกวน

- ในมลรัฐนอร์ทคาโรไลนา สร.อ. มีรายงานว่าพบสารระเหยที่ปล่อยกลิ่นจากมูลสุกรแล้วราว 150 ชนิด ซึ่งสลายตัวออกมาด้วยกระบวนการทางธรรมชาติ และเป็นสารในกลุ่มต่างๆ คือ Organic acids, Alcohols, Aldehydes, Fixed gases, Carbonyls, Esters, Amines, Sulphides, Mercaptans และ Nitrogen heterocycles

- กลิ่นสุคนธ์ (2537) ระบุว่ากลิ่นเหม็นจากมูลสัตว์ที่กำลังหมักย่อยสลายตัวได้แก่กลุ่มสารต่างๆ คือ

- Carboxylic acids (acetic, butyric acid)
- Phenolics (p-cresol, phenol)
- Aliphatic และสารประกอบ N เช่น แอมโมเนีย (NH_3)
- สารซึ่งมีกำมะถันเป็นส่วนประกอบ (H_2S , dimethyl sulfide, ethyl mercaptan และ methyl mercaptan)

การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นในการเลี้ยงสัตว์ การเพิ่มพลเมืองของประเทศไทยทำให้ความต้องการบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์ นมและไข่เพิ่มขึ้น ติดต่อกันมาหลายปี การเลี้ยงสัตว์ขยายตัวมากขึ้น ช่วงประสบปัญหาจากค่าเงินบาทลอยตัวในปี 2541-42 ทำให้เกิดผลกระทบที่ทำให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์รายย่อยทยอยหายไป ในขณะที่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดกลางและใหญ่ที่มีกำลังทุนทรัพย์พื้นฝาสภาวะวิกฤตไปแล้วหรือฟื้นตัวได้ และหลายฟาร์มเหล่านั้นกำลังขยายตัวเพื่อผลิตทดแทนฟาร์มขนาดเล็กที่หายไป รวมทั้งการส่งเสริมการเลี้ยงสัตว์ของธุรกิจปศุสัตว์แบบครบวงจรก็มีการขยายตัวอยู่ตลอดเวลา แต่มีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ซึ่งไม่มีให้ขยายตัวได้มากตาม การเลี้ยงสัตว์โดยทั่วไปในประเทศไทยจึงเพิ่มความหนาแน่นต่อหน่วยพื้นที่มากขึ้น การเปลี่ยนแปลงสามารถเห็นได้จากภาพของการเลี้ยง ต่อไปนี้

การเลี้ยงแบบดั้งเดิมที่กำลังลดหายไป ได้แก่

- การเลี้ยงวัว-ควายใช้งาน/เสริมรายได้
- การเลี้ยงหมู/ไก่ แบบปล่อยให้หาอาหารกินเองบางส่วน
- การเลี้ยงหมู/ไก่ในเล้าหลังบ้าน

การเลี้ยงเป็นฟาร์มการค้า/อาชีพหลักเกิดขึ้นแทนที่และจำแนกหยาบๆ เป็น 3 ขนาด

- ฟาร์มขนาดเล็ก ที่สัมพันธ์กับการปลูกพืชแบบการเกษตรผสมผสานไม่มากนักน้อยที่มีการใช้ประโยชน์จากมูลสัตว์เป็นปุ๋ยในการเลี้ยงปลาและเพาะปลูกในที่ดินของตนเอง บางฟาร์มให้เป่าหรือขายให้แก่ไร่นา/สวนของเกษตรกรอื่นๆ

- ฟาร์มขนาดกลาง

- ฟาร์มขนาดใหญ่

ฟาร์มขนาดกลางและใหญ่มีการเลี้ยงสัตว์หนาแน่นบนพื้นที่ขนาดเล็กไม่สัมพันธ์กับขนาดที่ดินน้อยในการนำสิ่งขับถ่ายไปใช้ประโยชน์ได้อย่างคล่องตัวส่วนใหญ่กำลังหาวิธีบำบัดและยังขาดระบบบำบัดของเสีย จึงมีปัญหาต่างๆ เช่น

- มูลสัตว์สะสมรอการจำหน่ายปริมาณมาก
- เกิดเป็นแหล่งของกลิ่น แมลงวัน น้ำเสีย
- มีน้ำเสียที่ขาดการบำบัดไหลลงปนเปื้อนในแหล่งน้ำสาธารณะ
- สิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์

เป็นที่ทราบกันว่าฟาร์มเลี้ยงโคนมและสุกร ส่วนใหญ่มีการใช้น้ำล้างและทำความสะอาดเครื่องใช้ คอกและตัวสัตว์วันละจำนวนมาก ตามระดับความบริบูรณ์ของน้ำใช้ ณ ที่ตั้งฟาร์ม ซึ่งต่อไปกลายเป็นน้ำเสียหลัก สำหรับฟาร์มซึ่งมีการกวาดโกยมูลสัตว์ออกจากคอกก่อนใช้น้ำฉีดล้างจะใช้น้ำในปริมาณที่น้อยลงและมีน้ำเสียในปริมาณน้อยกว่าการใช้น้ำฉีดล้างทำความสะอาดทั้งหมด แต่สามารถประหยัดแรงงานในการทำความสะอาดได้บ้าง การใช้ปั๊มแรงดันสูงฉีดล้างทำความสะอาดคอกแทนการฉีดล้างด้วยสายอ่อนแรงดันต่ำ ช่วยให้ประหยัดน้ำลงได้ ไม่น้อยกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ฟาร์มที่ใช้วิธีกวาดโกยมูลสัตว์ออกจากคอก ส่วนใหญ่มีความจำเป็นต้องพักเก็บมูลสัตว์จำนวนหนึ่งไว้ในฟาร์มระยะหนึ่ง จนกว่าจะสามารถระบายออกจากฟาร์มได้ กองพักมูลสัตว์จึงเป็นแหล่งของกลิ่น และเป็นที่ขยายพันธุ์ของแมลงวันที่รบกวนชุมชนใกล้เคียงได้ นอกเหนือจากน้ำเสียที่ไหลออกนอกฟาร์มในฤดูฝน

ปริมาณของสิ่งขับถ่ายและลักษณะของน้ำเสียที่เกิดขึ้นในฟาร์มแต่ละวัน ขึ้นอยู่ กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่

- ขนาดของฟาร์มหรือจำนวนสัตว์ในคอก
- ลักษณะอาหารและวิธีการให้อาหาร
- ขนาด ชนิดของสัตว์และประเภทสัตว์ที่เลี้ยงว่าเป็น โค สุกร หรือไก่ (ตาราง 5)
- ลักษณะเรือนโรงและระบบจัดการของเสีย
- วิธีการทำความสะอาดคอกและปริมาณน้ำที่ใช้ล้าง/ทำความสะอาด

ตาราง 5 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสัตว์ต่าง ๆ ในแต่ละวัน

ชนิดสัตว์ที่ขับถ่าย	นน.ตัว(กิโลกรัม)	ความชื้น(%)	ปริมาตร(ลิตร/วัน)
โคนม	450-650	90	57
โคเนื้อ	200 – 450	90	27
ตาราง 5 (ต่อ)			
แม่สุกรท้องว่าง	90-120	90	4
สุกรขุน อาหารแห้ง	90-120	90	12
สุกรขุน อาหารเหลว (4 :1)	40-75	90	4
ไก่ไข่ (1000 ตัว)			
- มูลสด	2000	70	115
- มูลแห้ง	2000	30	49
ไก่เนื้อ (1000 ตัว)			
- มูล + วัสดุรองพื้น	1000	30	36

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

ลักษณะของสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียลักษณะของสิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำความสะอาด และลักษณะเรือนโรงและระบบจัดการของเสีย ซึ่งเกี่ยวข้องกับปัจจัยเหล่านี้คือ

- มูลทั้งหมดหรือบางส่วน
- ปัสสาวะ
- น้ำล้าง วัสดุรองพื้นและของเสียที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ไหลได้แตกต่างกัน การจัดการเคลื่อนย้าย จึงอาศัยวิธีการต่าง ๆ กัน จากการใช้อุปกรณ์เครื่องใช้ และวิธีการควบคุมมลภาวะหรือการบำบัดที่แตกต่างกัน

สิ่งขับถ่ายและน้ำเสียในฟาร์มมีความเข้มข้นต่างกันไปตามวิธีการทำความสะอาดและวิธีการใช้น้ำ ความเข้มข้นของน้ำเสียขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ใช้ การใช้น้ำมากทำให้น้ำเสียเจือจางลง แต่เท่ากับเป็นการทำน้ำดีให้เป็นน้ำเสียในปริมาณมากตามไปด้วย ความเข้มข้นของน้ำเสีย เป็นปัจจัยกำหนดทางเลือกของวิธีการควบคุมมลภาวะหรือวิธีการบำบัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นนั้น ความเข้มข้นของน้ำเสียแสดงหรือบอกได้ด้วยค่าวิเคราะห์ทางเคมีหรือชีวเคมี (ตาราง 6) เช่น

- ค่า BOD (Biochemical Oxygen Demand)
- ค่า COD (Chemical Oxygen Demand)

น้ำเสียที่มีค่า BOD และ COD สูงๆ แม้ในปริมาณน้อยๆ สามารถก่อปัญหาได้มาก หากถูกปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อมในฟาร์มหรือนอกฟาร์ม (ตาราง 6) แสดงตัวอย่างให้เห็นในเชิงเปรียบเทียบว่าของเสีย-น้ำเสียในฟาร์มกับน้ำเสียอื่น ๆ นั้น มีระดับความเข้มข้นต่างกันอย่างไร

ตาราง 6 ตัวอย่างของค่า BOD ของ ของเสีย/น้ำเสีย จากแหล่งต่างๆ

แหล่งของ ของเสีย/น้ำเสีย	BOD (มิลลิกรัม/ลิตร)
น้ำเสียเทศบาลที่บำบัดแล้ว	20 - 60
น้ำเสียก่อนบำบัด (S)	300 - 400
น้ำล้างคอก / โรงรีดนม	1,000 - 2,000
ตาราง 6 (ต่อ)	
น้ำนมเสีย / ทิ้ง	140,000
น้ำล้างคอกที่โกยมูลออกแล้ว	1,000 - 12,000
น้ำเสียที่ไหลจากกองขยะ	10,000 - 20,000
มูลเหลวจากฟาร์ม :- โค	10,000 - 20,000
- สุกร	20,000 - 30,000

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

ในเรื่องขององค์ประกอบของของเสียและน้ำเสียนั้น สัตว์ต่างชนิดกัน ขับถ่ายออกมาด้วยปริมาณของธาตุหรือสารโภชนะสำหรับพืชต่างๆ กัน ตามชนิดของสัตว์และอาหารที่สัตว์ได้รับ (ตาราง 7) สัตว์ปีกขับถ่ายรวมทั้งมูลและปัสสาวะร่วมกัน จึงมีระดับของ N-P-K สูงกว่า สิ่งขับถ่ายของสัตว์ชนิดอื่น ๆ

ตาราง 7 ไนโตรเจน ฟอสเฟตและโปแตช ในมูลสัตว์และ (คิดจาก นน.สด)

มูลสัตว์	นน. แห้ง (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	K ₂ O (%)
โค	25	0.6	0.3	0.7
สุกร	25	0.6	0.6	0.4
ไก่บนกรง	70	4.2	2.8	1.9
ไก่เนื้อขังเล้า	70	2.4	2.2	1.4
มูลเหลว :				
- โค	10	0.5	0.2	0.5
- สุกร (อาหารแห้ง)	10	0.6	0.4	0.2
- สุกร (อาหารเหลว)	6 - 10	0.5	0.2	0.2

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

การบำบัดมลภาวะ

การเพิ่มพลเมืองของประเทศไทยทำให้ความต้องการบริโภคอาหารโปรตีนจากเนื้อสัตว์เพิ่มขึ้น ติดต่อกันมาหลายปี การเลี้ยงสัตว์จึงขยายตัวเพิ่มขึ้นตามไป ถึงแม้ว่าประสบปัญหาจากภาวะค่าเงินบาทลอยตัวในปี 2541-42 ทำให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็กส่วนหนึ่งโดยเฉพาะฟาร์มสุกรทยอยเลิกกิจการไป แต่ฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดกลางและใหญ่ที่ผันผาสภาวะวิกฤตไปได้กำลังฟื้นตัวควบคู่ไปกับการส่งเสริมการเลี้ยงสุกรของธุรกิจปศุสัตว์แบบครบวงจร บางฟาร์มได้ขยายการผลิตทดแทนฟาร์มขนาดเล็กที่หายไป ข้อจำกัดของของฟาร์มสุกรส่วนใหญ่ในประเทศไทยทั่วไปก็คือการที่พื้นที่เลี้ยงมีอยู่จำกัด การขยายการเลี้ยงส่วนใหญ่จึงเป็นการเพิ่มจำนวนคอกและจำนวนเลี้ยงบนพื้นที่ขนาดเล็ก ฟาร์มเลี้ยงสุกรจึงประสบปัญหาต่าง ๆ ทางด้านสิ่งแวดล้อมคือ

1. เป็นแหล่งของกลิ่น และแมลงวัน จากเล้า ตัวสัตว์และจากมูลสัตว์ที่กองพักอยู่ในฟาร์มหรือในบ่อพักมูลเหลวที่ขาดการบำบัด
2. เป็นแหล่งของน้ำเสีย จากการไหลล้นของน้ำเสียที่ยังไม่มีระบบบำบัดจากเล้าสุกรออกจากบ่อพักน้ำเสียซึ่งมีขนาดไม่พอเพียง และมีการตื่นขึ้น

ปริมาณของสิ่งขับถ่ายที่เกิดขึ้นในฟาร์มแต่ละวัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง ๆ ได้แก่ ขนาด ชนิดของสัตว์และประเภทสัตว์ที่เลี้ยงว่าเป็น โค สุกร หรือ ไก่(ตาราง 7) และขึ้นกับขนาดของฟาร์มหรือจำนวนสัตว์ยืนคอก ส่วนลักษณะของน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ขึ้นอยู่กับวิธีการทำความสะอาด ซึ่งเกี่ยวข้องกับปริมาณน้ำล้างคอกและการแยกวัสดุรองพื้นออกไป ของเสียที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะที่เป็นของแข็งหรือของเหลวที่ไหลได้แตกต่างกัน การจัดการเคลื่อนย้ายของเสียจึงอาศัยลักษณะเรือนโรงและระบบการระบายของเสียด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน และรวมไปถึงอุปกรณ์เครื่องใช้ที่แตกต่างกัน

มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์

การที่มีการร้องเรียนปัญหามลภาวะกันมากและยังไม่มีมาตรฐานน้ำทิ้งเป็นพื้นฐานในการทำความเข้าใจระหว่างฟาร์มเลี้ยงสัตว์และชุมชน ทำให้ฟาร์มกับชุมชนหาข้อสรุปที่เป็นความเห็นร่วมกันได้ยากว่า การแก้ไขควรทำถึงเกณฑ์ใด ผู้แทนหน่วยงานจากจังหวัดเชียงใหม่ กรมควบคุมมลพิษ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เจ้าของฟาร์มและองค์การบริหารส่วนตำบล จึงได้มีการประชุมกันในจังหวัดเชียงใหม่หลายครั้ง และในที่สุดได้เห็นชอบร่วมกันให้ใช้มาตรฐานน้ำทิ้ง สำหรับฟาร์มเลี้ยงสุกรขนาดต่าง ๆ ดังที่แสดงไว้ใน ตาราง 8

ตาราง 8 ปริมาณสิ่งขับถ่ายของสัตว์และคนคิดเป็นร้อยละของน้ำหนักตัว

ชนิดสัตว์	สิ่งขับถ่าย	ในสิ่ง		นน.ตัว(กิโลกรัม)	
	ตาม นน.ตัว	ขับถ่ายสด			
	มูล(%)	ฉี่ (%)	TS (%)	VS (%)	
โค	5	4 - 5	16	13	135 – 800
กระบือ	5	4 - 5	14	12	340 – 420
ตาราง 8 (ต่อ)					
สุกร	2	3	16	12	30 – 75
แพะ-แกะ	3	1 - 1.5	30	20	30 – 100
ไก่/สัตว์ปีก	4.5	-	25	17	1.5 – 2
คน	1	2	20	15	50 – 80

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร

มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรนี้ กำหนดขึ้นเป็นมาตรฐานเพื่อให้ฟาร์มที่ต้องการขึ้นทะเบียนเป็นฟาร์มที่ได้มาตรฐานเป็นที่ยอมรับ ได้ยึดถือปฏิบัติเพื่อให้ได้รับการรับรองจากกรมปศุสัตว์ ซึ่งมาตรฐานนี้เป็นเกณฑ์ที่มาตรฐานขั้นพื้นฐานสำหรับฟาร์มที่จะได้รับการรับรอง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกรนี้กำหนดวิธีปฏิบัติด้านการจัดการฟาร์ม การจัดการด้านสุขภาพสัตว์ และการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมเพื่อให้ได้สุกรที่ถูกต้องลักษณะ และเหมาะสมต่อผู้บริโภค

นิยาม ฟาร์มสุกร หมายถึง ฟาร์มที่ผลิตสุกรขุนเพื่อการค้า ฟาร์มพอ-แม่พันธุ์เพื่อผลิตลูกสุกร และฟาร์มเลี้ยงสุกร

องค์ประกอบของฟาร์ม

1. ทำเลที่ตั้งของฟาร์ม
2. อยู่บริเวณที่มีการคมนาคมสะดวก
3. สามารถป้องกันและควบคุมการแพร่ระบาดของโรคจากภายนอกเข้าสู่ฟาร์ม
4. อยู่ห่างจากแหล่งชุมชน โรงฆ่าสัตว์ ตลาดนัดค้าสัตว์
5. อยู่ในทำเลที่มี แหล่งน้ำสะอาดตามมาตรฐานคุณภาพน้ำใช้ เพียงพอต่อการบริโภคตลอดปี
6. ควรได้รับการยินยอมจากองค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น
7. เป็นบริเวณที่ไม่มีน้ำท่วมขัง
8. เป็นบริเวณที่โปร่ง อากาศสามารถถ่ายเทได้ดี และมีต้นไม้ให้ร่มเงาภายในฟาร์ม

ลักษณะของฟาร์ม

1. เนื้อที่ของฟาร์มต้องมีเนื้อที่เหมาะสมกับขนาดของฟาร์ม โรงเรือน
2. การจัดแบ่งเนื้อที่ ต้องมีเนื้อที่กว้างเพียงพอสำหรับการจัดแบ่ง การก่อสร้างอาหาร โรงเรือนอย่างเป็นระเบียบ สอดคล้องกับการปฏิบัติงานและไม่หนาแน่นจนไม่สามารถจัดการด้านการผลิตสัตว์ การควบคุมโรคสัตว์ สุขอนามัยของผู้ปฏิบัติงานและการรักษาสิ่งแวดล้อมได้ตามหลักวิชาการ ฟาร์มจะต้องมีการจัดแบ่งพื้นที่ฟาร์มเป็นสัดส่วนโดยมีผังแสดงการจัดวางที่แน่นอน
3. ถนนภายในฟาร์ม ถนนภายในฟาร์มต้องใช้วัสดุคงทน มีสภาพและความกว้างเหมาะสมสะดวกในการขนส่งลำเลียงอุปกรณ์ อาหารสัตว์ รวมทั้งผลผลิตเข้า-ออกจากภายนอกและภายในฟาร์ม
4. บ้านพักอาศัยและอาคารสำนักงาน อยู่ในบริเวณอาศัย โดยเฉพาะไม่มีการเข้าอยู่อาศัยในบริเวณโรงเรือนเลี้ยงสัตว์ บ้านพักต้องอยู่ในสภาพแข็งแรง สะอาด เป็นระเบียบไม่สกปรกรกรุงรัง มีปริมาณเพียงพอกับจำนวนเจ้าหน้าที่ ต้องแยกห่างจากบริเวณเลี้ยงสัตว์พอสมควร สะอาด ร่มรื่น มีรั้วกันแบ่งแยกจากบริเวณเลี้ยงสัตว์ตามที่กำหนดอย่างชัดเจน
5. ไม่ควรให้สัตว์เลี้ยงที่อาจเป็นพาหะนำโรคเข้าไปในบริเวณเลี้ยงสุกร

ลักษณะโรงเรือน

โรงเรือนควรมีขนาดที่เหมาะสมกับจำนวนสัตว์ ภูสุขอนามัย สัตว์อยู่สบาย

การจัดการฟาร์ม

การจัดการโรงเรือน

1. โรงเรือน และที่ให้อาหาร ต้องสะอาดและแห้ง
2. โรงเรือนต้องสะดวกในการปฏิบัติงาน
3. ต้องดูแลซ่อมแซมโรงเรือนให้มีความปลอดภัยต่อสุกรและผู้ปฏิบัติงาน
4. มีการจัดการโรงเรือนเตรียมความพร้อมก่อนนำสัตว์เข้า
5. มีการทำความสะอาดโรงเรือนและอุปกรณ์ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อตามความเหมาะสม

การจัดการด้านบุคลากร

1. ต้องมีจำนวนแรงงานอย่างเพียงพอและเหมาะสมกับจำนวนสัตว์เลี้ยง มีการจัดแบ่งหน้าที่และความรับผิดชอบของบุคลากรในแต่ละตำแหน่งอย่างชัดเจน บุคลากรภายในฟาร์มควรได้รับการตรวจสอบสุขภาพเป็นประจำทุกปี
2. ให้มีสัตวแพทย์ ควบคุมกำกับดูแลด้านสุขภาพสัตว์ภายในฟาร์มโดยสัตวแพทย์ ต้องมีใบอนุญาตประกอบบำบัดโรคสัตว์ชั้นหนึ่ง และได้รับอนุญาตควบคุมฟาร์มจากกรมปศุสัตว์

คู่มือการจัดการฟาร์ม

ผู้ประกอบการฟาร์มต้องมีคู่มือการจัดการฟาร์ม แสดงให้เห็นระบบการเลี้ยงการจัดการฟาร์มระบบบันทึกข้อมูลการป้องกันและควบคุมโรคสัตว์ การดูแลสุขภาพสัตว์และสุขอนามัยในฟาร์ม

ระบบบันทึกข้อมูล

ฟาร์มจะต้องมีระบบการบันทึกข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย

1. ข้อมูลการบริหารฟาร์ม ได้แก่ บุคลากร แรงงาน
2. ข้อมูลจัดการผลิต ได้แก่ ข้อมูลตัวสัตว์ ข้อมูลสุขภาพสัตว์ ข้อมูลการผลิตและข้อมูลผลผลิต

การจัดการด้านอาหารสัตว์

1. คุณภาพอาหารสัตว์
แหล่งที่มาของอาหารสัตว์

ก. ในกรณีซื้ออาหาร ต้องซื้อจากผู้ขายที่ได้รับอนุญาตตาม พ.ร.บ. ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2525

ข. ในกรณีผสมอาหารสัตว์เองต้องมีคุณภาพอาหารสัตว์เป็นไปตามกำหนดตามกฎหมายตาม พ.ร.บ. ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2525

ภาชนะบรรจุและการขนส่ง ภาชนะบรรจุอาหารสัตว์ควรสะอาด ไม่เคยใช้บรรจุวัตถุดิบพืช ปุ๋ยหรือวัตถุอื่นๆ ใดที่อาจเป็นอันตรายต่อสัตว์ สะอาด แข็ง กั้นความชื้นได้ ไม่มีสารที่จะปนเปื้อนกับอาหารสัตว์ ถ้าถูกเคลือบด้วยสารอื่นสารดังกล่าวต้องไม่เป็นอันตรายต่อสัตว์

การตรวจสอบคุณภาพอาหารสัตว์

ควรมีการตรวจสอบอาหารสัตว์อย่างง่าย นอกจากนี้ต้องสุ่มตัวอย่างอาหารสัตว์ส่งห้องปฏิบัติการที่เชื่อถือได้ เพื่อวิเคราะห์คุณภาพและสารตกค้างเป็นประจำและเก็บบันทึกผลการตรวจวิเคราะห์ไว้ให้ตรวจสอบได้

การเก็บรักษาอาหารสัตว์

ควรมีสถานที่เก็บอาหารสัตว์แยกต่างหาก กรณีมีวัตถุดิบเป็นวิตามินต้องเก็บในห้องปรับอากาศ ห้องเก็บอาหารสัตว์ ต้องสามารถรักษาสภาพของอาหารสัตว์ไม่ให้เปลี่ยนแปลง สะอาด ห่างไกลจากแมลงและสัตว์ต่างๆ ควรมีแผงไม้รองด้านล่างของภาชนะบรรจุอาหารสัตว์เพื่อป้องกันการเปียกชื้น

การจัดการด้านสุขภาพสัตว์

1. ฟาร์มจะต้องมีระบบเฝ้าระวังควบคุม และป้องกันโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้รวมถึงการมีโปรแกรมทำลายเชื้อโรคก่อนเข้าและออกจากฟาร์ม การป้องกันการสะสมของเชื้อโรคในฟาร์ม การควบคุมโรคให้สงบโดยเร็ว และไม่ให้เกิดระบาดอาหารสัตว์

2. การบำบัดโรค

2.1 การบำบัดโรคสัตว์ ต้องปฏิบัติตาม พ.ร.บ. ควบคุมการประกอบกิจการบำบัดโรคสัตว์ พ.ศ. 2505

2.2 การใช้ยาสำหรับสัตว์ต้องปฏิบัติตามข้อกำหนดการใช้ยาสำหรับสัตว์ (มอก.7001-2540)

การจัดการสิ่งแวดล้อม

1. ประเภทของของเสีย

ของเสียที่เกิดจากฟาร์มปศุสัตว์ จะประกอบด้วย

1.1 ขยะมูลฝอย

1.2 ซากสุกร

1.3 มูลสุกร

1.4 น้ำเสีย

2. การกำจัดหรือบำบัดของเสีย

ฟาร์มจะต้องจัดให้มีระบบกำจัดหรือบำบัดของเสียที่เหมาะสมเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อผู้อยู่อาศัย ช้างเคียง หรือสิ่งแวดล้อม ประกอบด้วย

2.1 ขยะมูลฝอย ทำการเก็บรวบรวมขยะมูลฝอยในถังที่มีฝาปิดมิดชิด และนำไปกำจัดทิ้งในบริเวณที่ทิ้งของเทศบาล สุขาภิบาล หรือองค์การบริหารราชการส่วนท้องถิ่น

2.2 ชากสุกร ฟาร์มจะต้องมีการจัดการกับชากสุกรให้ถูกสุขลักษณะอนามัย

2.3 มูลสุกร นำไปทำปุ๋ย หรือหมักเป็นปุ๋ยโดยไม่ทิ้งหรือกองเก็บในลักษณะที่จะทำให้เกิดกลิ่นหรือก่อความรำคาญต่อผู้อยู่อาศัยข้างเคียง

2.4 น้ำเสีย ฟาร์มจะต้องมีระบบเก็บกัก หรือบำบัดน้ำเสียให้เหมาะสมทั้งนี้ น้ำทิ้งจะต้องมีคุณภาพน้ำที่เป็นไปตามมาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งที่กำหนด

มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม อาศัย มาตรา 35, 48, 50 และ 51 ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทยในการดำเนินการในมาตรา 55 ของพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 ให้มีประกาศ 2 ฉบับดังนี้

1. เรื่องกำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือ ออกสู่สิ่งแวดล้อม

2. กำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร

ซึ่งทั้งสองฉบับมีสาระสรุปได้ดังนี้ การเลี้ยงสุกร ประเภท ก และ ข เป็นแหล่งกำเนิดมลพิษ ซึ่งถ้ามีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะ หรือ ออกสู่สิ่งแวดล้อม จะต้องมีความมาตรฐานของน้ำทิ้งเป็นไปตามประกาศของกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม โดยมีการเก็บตัวอย่างน้ำทิ้งแบบเก็บจ้วงจากจุดที่ระบายน้ำทิ้งออกสู่สิ่งแวดล้อมและการตรวจสอบมาตรฐานน้ำทิ้งเป็นไปตามคู่มือวิเคราะห์น้ำและน้ำเสียของสหรัฐอเมริกา ร่วมกันกำหนดไว้หรือวิธีการอื่นๆ ตามที่กรมควบคุมมลพิษประกาศในราชกิจจานุเบกษา ทั้งนี้ตามประกาศของกรมควบคุมมลพิษนี้ จะมีผลเริ่มใช้ในเดือนกุมภาพันธ์ 2545 เป็นต้นไป ซึ่งมีค่า มาตรฐานน้ำทิ้ง(ตาราง 9)ของฟาร์มสุกร ดังนี้

ตาราง 9 ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งออกจากฟาร์มสุกร

คุณสมบัติทางเคมีของน้ำทิ้ง	หน่วย	ขนาดของฟาร์มสุกร		
		ก (> 600นปส)	ข (60-600 นปส)	ค (>6-<60 นปส)
pH		5.5-9	5.5-9	5.5-9
BOD (Biochemical Oxygen Demand)	มิลลิกรัม/ลิตร	60	100	100
COD (Chemical Oxygen Demand)	มิลลิกรัม/ลิตร	300	400	400
TSS (Total suspended solids)	มิลลิกรัม/ลิตร	150	200	200
TKN (Total Kjeldahl Nitrogen)	มิลลิกรัม/ลิตร	120	200	200

หมายเหตุ น้ำหนักปศุสัตว์ 1 หน่วย: น้ำหนักสุกรของสุกรพ่อพันธุ์ แม่พันธุ์ สุกรขุน หรือ ลูกสุกร ชนิดใดชนิดหนึ่ง หรือตั้งแต่สองชนิดขึ้นไปที่มีน้ำหนักรวมกันเท่ากับ 500 กิโลกรัม โดยที่

สุกรพ่อพันธุ์ หรือ แม่พันธุ์	น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ	170	กิโลกรัม
สุกรขุน	น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ	60	กิโลกรัม
ลูกสุกร	น้ำหนักเฉลี่ยตัวละ	12	กิโลกรัม

ที่มา: รุ่งนภา. (2544).

กฎ/ ข้อบังคับอื่นๆ ทางกฎหมาย

1. ข้อกำหนดการควบคุมการใช้ยาสัตว์ (มอก. 7001-2540)
2. พ.ร.บ. ควบคุมการประกอบกิจการบำบัดโรคสัตว์ พ.ศ. 2505
3. พ.ร.บ. ควบคุมคุณภาพอาหารสัตว์ พ.ศ. 2525
4. มาตรฐานน้ำทิ้งจากฟาร์มสุกร
5. มาตรฐานคุณภาพน้ำใช้

ซึ่งหมายความว่า ค่ามาตรฐานน้ำเสียจากฟาร์มสุกรดังที่แสดงไว้นั้น ในปัจจุบันถือว่าเป็นบรรทัดฐานที่ยอมรับได้สำหรับการพัฒนาประเทศในด้านการรักษาสภาพแวดล้อม

อย่างไรก็ตามยังน่าเป็นห่วงว่าการรักษาความสะอาดคอก วิธีการแยกของแข็งออกจากมูลเหลว วิธีการเติมสารคุมหรือยับยั้งกลิ่น (sarsaponin, zeolites) หรือเอนไซม์ ในอาหารสัตว์ ตลอดจนการใช้จุลินทรีย์ขั้นพ่นตามพื้นคอก ได้ถูกแล้ว หรือในบ่อพักน้ำเสียในปัจจุบัน ซึ่งฟาร์มต้องเสียค่าใช้จ่ายผ่อนส่งและมีภาระงานมากประจำวันมากมาย เป็นเพียงการทุเลาปัญหากลิ่นและน้ำเสียในฟาร์มเลี้ยงสุกรเท่านั้น แต่จะยังไม่สามารถทำให้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ควบคุมมลภาวะให้ถึงเกณฑ์มาตรฐานตามที่กฎหมายกำหนดนี้ได้อย่างแท้จริงในระยะยาว จำเป็นต้องใช้วิธีการบำบัดหรือมีระบบบำบัดที่มีประสิทธิภาพ ที่สามารถ กำจัดแมลงวัน บำบัดกลิ่นและน้ำเสียได้พร้อมกันอย่างเบ็ดเสร็จในขนาดคอกอันใกล้

การบำบัดของเสียในฟาร์มสุกร

การบำบัดของเสียซึ่งส่วนใหญ่เป็นสิ่งขับถ่ายจากสุกรที่เลี้ยง นับว่าเป็นมาตรการที่มีความจำเป็นในอนาคต เนื่องจากจะมีผลบังคับตามกฎหมายว่าด้วยมาตรฐานของก๊าซที่ส่งกลิ่นรบกวนและมาตรฐานของน้ำเสียที่จะประกาศใช้ใน เวลาประมาณ 1 ปีจากนี้ไป

เจ้าของฟาร์มสุกรที่มีสำนักก้าวหน้าในด้านสภาพแวดล้อมจำนวนหนึ่ง เห็นว่าการบำบัดกลิ่นที่รบกวนชุมชน ซึ่งมีผลต่อการควบคุมการขยายพันธุ์ของแมลงวันด้วย จะทำให้ฟาร์มของตนได้รับการยอมรับ และคงมีความสัมพันธ์อันดีกับชุมชนรอบ ๆ ถึงแม้ว่าจะมีบ่อพักน้ำเสียจากเรือนโรงเลี้ยงสุกรเพียงพอและน้ำเสียจะไม่ไหลเล็ดลอดออกไปนอกฟาร์มแล้วก็ตาม ต่างพยายามรักษาสภาพแวดล้อมด้วยการควบคุมกลิ่นและปัญหาแมลงวันอย่างเต็มที่ ฟาร์มในจังหวัดราชบุรีแห่งหนึ่ง (ฟาร์มเอสพีเอ็ม 1) ถึงกับชะลอการเริ่มเลี้ยง ถึงแม้เรือนโรงเลี้ยงสุกรจะสร้างเสร็จแล้วเป็นปี เนื่องจากต้องการให้มีระบบบำบัดมลภาวะที่ใช้ได้เสียก่อน

ระบบบำบัดน้ำเสียที่รู้จักกันในประเทศไทยมาตั้งแต่เริ่มต้น ว่ามีประสิทธิภาพในการบำบัดสูง และสามารถบำบัดน้ำเสียจนได้เกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งของโรงงานอุตสาหกรรม หรือตามประกาศของจังหวัดเชียงใหม่และหรือกฎหมายที่กรมควบคุมมลพิษจะประกาศให้มีผลบังคับใช้ภายใน 1 ปี นั้น ได้แก่ ระบบบำบัดน้ำเสียที่อาศัยกระบวนการทางชีวจุลินทรีย์แบบเติมอากาศ (aerobic treatment) หรือแบบเร่งตะกอน (activated sludge -AS) ซึ่งต้องลงทุนสูงมากสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์เติมอากาศปริมาณมาก และเสียค่าใช้จ่ายในการเดินระบบที่ใช้พลังงานสูงมาก โดยทั่วไปทราบกันว่าโรงงานอุตสาหกรรมหลายแห่ง มักจะหยุดพักการเดินระบบเพราะไม่สามารถรับภาระค่าใช้จ่ายในการเดินระบบบำบัดน้ำเสียแบบเร่งตะกอนอย่างต่อเนื่อง จะเดินระบบก็ต่อเมื่อ มีกำหนดการตรวจคุณภาพน้ำเสียครั้งต่อไป ฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดปราจีนบุรีแห่งเดียวของประเทศที่ใช้ระบบบำบัดน้ำเสียแบบเร่งตะกอน ยอมรับว่าระบบบำบัดน้ำเสียแบบเร่งตะกอน ที่สร้างขึ้นนั้นเป็นระบบที่ก่อให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายรายเดือนที่สูงมากเกินไป

ในปัจจุบันกองทุนเพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงานให้การสนับสนุน โครงการส่งเสริมการผลิตก๊าซชีวภาพในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ทั่วประเทศผ่านหน่วยงาน ต่อไปนี้

- กรมส่งเสริมการเกษตรผ่านสำนักงานเกษตรอำเภอต่างๆได้แก่ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ขนาดเล็กที่ใช้บ่อก๊าซชีวภาพขนาด 12, 16, 30, 50 และ 100 ลูกบาศก์เมตร โดยมีข้อแนะนำดัง ตาราง10

ตาราง 10 ชนิดและจำนวนสัตว์ที่เหมาะสมกับขนาดบ่อ และค่าใช้จ่ายในการก่อสร้าง

ขนาดบ่อ(ลูกบาศก์เมตร)	12	16	30	50	100
ค่าก่อสร้าง (บาท)	27,000	33,000	48,900	86,000	160,000
ขนาดพื้นที่(เมตร)	5x5	6x6	7x7	8.5x8.5	12x12
วัวนม (ตัว)	5	7	17	28	56
สุกรแม่พันธุ์ (ตัว)	25	38	83	139	278
สุกรขุน (ตัว)	55	74	140	230	460

ที่มา: กลีนสุคนธ์. (2537).

กรมส่งเสริมการเกษตรเป็นผู้ดูแลการวางตำแหน่งและระดับของบ่อก๊าซชีวภาพที่จะสร้างให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่ในฟาร์มให้สะดวกต่อการใช้งาน และจัดหาช่างฝีมือมาทำงานก่อสร้างร่วมกับเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ รวมถึงการ ตรวจสอบสภาพบ่อหมักที่สร้างเสร็จก่อนใช้งาน แนะนำการใช้ประโยชน์จากก๊าซชีวภาพและน้ำมูลหมักให้เป็นปุ๋ย เมื่อใช้งานได้แล้วมีการจ่ายเงินอุดหนุนให้แก่เจ้าของฟาร์มนั้นๆ ประมาณร้อยละ 45 ของราคากลางค่าก่อสร้างโดยอาศัยการร่วมมือกับธนาคารเพื่อการเกษตรและสหกรณ์ (ธกส)

สถานเทคโนโลยีก๊าซชีวภาพ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ให้บริการด้านการเป็นที่ปรึกษาตั้งแต่การสำรวจ ฟาร์มในด้านปริมาณของเสีย สภาพปัญหาของมลภาวะและการจัดการพลังงาน แล้วเสนอหลักการของระบบบำบัดน้ำเสียขั้นต้นถึงขั้นหลังให้เจ้าของฟาร์มเห็นชอบ และปรับแก้ในส่วนที่ฟาร์มเห็นว่าจำเป็น รวมทั้งออกแบบและวางระบบให้เหมาะแก่สภาพพื้นที่ฟาร์ม ควบคุมงานก่อสร้าง และจัดหาอุปกรณ์เพื่อการใช้ก๊าซ และชุดอุปกรณ์ผลิตไฟฟ้า ตลอดจนเริ่มเดินระบบ และติดตามผลการบำบัดน้ำเสีย โดยผู้ที่เข้าร่วมโครงการจะได้รับเงินอุดหนุนค่าก่อสร้างระบบก๊าซชีวภาพตามขนาดบ่อหมัก 1,128 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ในปัจจุบัน

ระบบบำบัดน้ำเสียในอุตสาหกรรม

การบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเร่งตะกอน (activated sludge -AS) นั้นเป็นที่รู้จักกันดีในประเทศไทยมาก่อนระบบหมักย่อยแบบไร้อากาศ (anaerobic treatment) ว่ามีประสิทธิภาพสูง และมีการขยายตัวใช้งานสำหรับการบำบัดน้ำเสียขนาดใหญ่ในช่วงระหว่างหลังสงครามโลกครั้งที่หนึ่งกับสงครามโลกครั้งที่สองมาก่อน ไม่ว่าจะเป็นการบำบัดน้ำเสียชุมชน หรือในอุตสาหกรรม ระบบเร่งตะกอนเป็นระบบที่ต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าปั๊มอากาศเติมลงไปให้น้ำเสียปริมาณมาก เพื่อให้จุลินทรีย์ที่ต้องการออกซิเจนใช้ในการย่อยสลายสารอินทรีย์อย่างเพียงพอ ต่อมาหลังปี 1970 ซึ่งเป็นยุคสมัยที่โลกเกิดภาวะวิกฤตด้านพลังงานจากการจำกัดการผลิตน้ำมันโดยกลุ่มประเทศโอเปค ทำให้เกิดความจำเป็นต้องคิดค้นพัฒนาระบบบำบัดน้ำเสียที่ใช้แบคทีเรียย่อยสลายสารอินทรีย์แบบไร้อากาศ ซึ่งประหยัดพลังงานมากขึ้นแทนที่ และมีการพัฒนารูปแบบต่างๆ ขึ้นใช้งานต่อไป โดยเน้นการออกแบบถังหมัก-บ่อหมัก ให้สารอินทรีย์ในน้ำเสียสัมผัสกับแบคทีเรียในถังหมักอย่างเต็มที่ จนระบบบำบัดน้ำเสียแบบไร้อากาศในยุคปัจจุบันมีประสิทธิภาพสูงมาก และมีประสิทธิภาพเหนือกว่าระบบบำบัดแบบไร้อากาศที่พัฒนาขึ้นใช้ในประเศยุโรปในช่วงปี ค.ศ. 1981 ถึงก่อนสงครามโลกครั้งที่สอง

การเปรียบเทียบระหว่างการบำบัดน้ำเสียด้วยระบบเติมอากาศกับระบบถังหมักย่อยไร้อากาศระบบบำบัดน้ำเสียทั้งสองระบบนั้นผู้เปรียบเทียบกันในด้านต่างๆ ดังที่แสดงไว้ใน ตาราง 11 ซึ่ง ปรากฏว่าจุลินทรีย์ในระบบเติมอากาศบำบัดของเสียด้วยการใช้สารอาหารจากสารอินทรีย์ในน้ำเสียในการเจริญเติบโตและผลิตตะกอนซึ่งเป็นเซลล์จุลินทรีย์จำนวนมาก ในขณะที่เดียวกันก็ผลิตความร้อนออกมาด้วยซึ่ง ตรงกันข้ามกับระบบบำบัดแบบไร้อากาศ ที่ย่อยสลายสารอินทรีย์โดยผลิตจำนวนเซลล์เพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยโดยไม่ผลิตหรือปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปความร้อน แต่ผลิตก๊าซชีวภาพขึ้นจำนวนมาก โดยเฉพาะ Kirby(1983) นั้นได้แสดงการเปรียบเทียบให้เห็นใน ตาราง 12 ว่าระบบหมักย่อยแบบไร้อากาศ เหมาะสำหรับการบำบัดน้ำเสียที่มีค่าความสกปรกสูงระหว่าง 1,000 - 100,000 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสำหรับพลังงานในการเดินระบบ แต่สามารถผลิตพลังงานให้ใช้ประโยชน์ได้ และไม่ผลิตตะกอนในระบบมากมายจนเป็นภาระในการกำจัดต่อไป แต่น้ำทิ้งยังคงมีสารอินทรีย์เหลืออยู่มากกว่า ดังนั้นระบบบำบัดไร้อากาศจึงเหมาะที่จะเป็นระบบบำบัดขั้นต้นเพื่อลดค่าใช้จ่ายส่วนใหญ่ แล้วบำบัดน้ำทิ้งขั้นหลังเพิ่มเติม ด้วยระบบเติมอากาศบางอย่างในช่วงท้ายหรือใช้วิธีบำบัดน้ำทิ้งต่อไปด้วยชุดบึงพืชน้ำ จุลินทรีย์และสาหร่ายต่างๆ ซึ่งช่วยเติมอากาศด้วยวิธีธรรมชาติเพื่อเปลี่ยนแปลงหรือบำบัดไนโตรเจน(N)ที่เหลืตกค้างอยู่ ในน้ำทิ้งในรูปของ NH_3 และ NH_4^+ ให้กลับคืนสู่บรรยากาศ ด้วยขบวนการ nitrification และ denitrification โดยอาศัยแบคทีเรีย ที่มีอยู่ในบึงพืชน้ำ ทำให้ในน้ำทิ้งเหลือ N ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งที่จะมีการกำหนดขึ้นมาได้

ตาราง 11 การเปรียบเทียบค่าพลังงานในการย่อยสลายสารอินทรีย์ด้วยวิธีการที่ใช้อากาศ
กับวิธีการที่ไม่ใช้อากาศ

ผลที่เกิดขึ้น	สัดส่วนพลังงานในระบบบำบัดน้ำเสีย	
	ใช้อากาศ	ไม่ใช้อากาศ
เซลล์จุลินทรีย์	60 %	10 %
ความร้อน	40 %	-
ก๊าซมีเทน	-	90 %

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

ตาราง 12 การเปรียบเทียบระบบบำบัดน้ำเสีย ระหว่างระบบที่เติมอากาศกับระบบที่ไม่เติมอากาศ

ข้อเปรียบเทียบ	แบบเติมอากาศ	แบบไร้อากาศ
ลักษณะของน้ำเสียที่แต่ละระบบสามารถบำบัดได้ :	- ค่าBOD ต่ำ (200 -2,000 มิลลิกรัม/ลิตร)	- ค่าBODสูง (1,000 -100,000 มิลลิกรัม/ลิตร)
	- ค่าTS ต่ำ (0-500 มิลลิกรัม/ลิตร)	- ค่า TS สูง (2-20%)
การลดมวลสาร :	- ลด BOD ลงได้ 80-90%	- ลด BOD ลงได้ 70 - 95%
คุณภาพน้ำเสียหลังการบำบัด :	- ลด COD ลงได้ 70-90%	- ลด COD ลงได้ 60 – 80%
	ค่า BOD เหลือต่ำมาก ไม่ต้องบำบัดชั้นหลังต่อไป	ค่า BOD ยังคงเหลือสูงและต้องบำบัดชั้นหลังต่อไป
การเกิดตะกอนในระบบบำบัด :	การเกิดตะกอนสูงมากเป็นภาระในการกำจัดออก	ตะกอนเกิดขึ้นน้อย ไม่เป็นภาระมาก
การลดสารต่างๆในระบบบำบัด :	N ลดหายไป P ยังคงเหลืออยู่	N และ P ยังคงเหลืออยู่
การสิ้นเปลืองพลังงาน :	ต้องใช้พลังงานสิ้นเปลืองมาก	ผลิตพลังงานได้
ค่าใช้จ่ายเดินระบบ :	สูง	ต่ำ

ที่มา: กลิ่นสุคนธ์. (2537).

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปัจจุบันมีการศึกษาการจัดการน้ำทางด้านคุณภาพอย่างมากน้ำบาดาลซึ่งถือว่ามีความบริสุทธิ์สูงในปัจจุบันก็มีการปนเปื้อนจากกิจกรรมต่างๆของมนุษย์โดยการทำปศุสัตว์ถือเป็นกิจกรรมหนึ่งที่มีผลต่อการปนเปื้อนของแหล่งน้ำบาดาลโดยการปนเปื้อนที่เกิดขึ้นได้แก่ ไนเตรต, สารพิษ และแบคทีเรีย

จุลินทรีย์ถือเป็นมาตรฐานหนึ่งในการศึกษาการปนเปื้อนในน้ำบาดาลโดยทั่วไปถือเอาเชื้อกลุ่มที่มีผลกระทบต่อระบบขับถ่ายของมนุษย์เป็นตัวชี้วัด โดยเชื้อกลุ่มนี้พบในระบบขับถ่ายของสัตว์เลื้อยคืบซึ่งการตรวจพบเชื้อกลุ่มนี้บ่งบอกถึงความสะอาดของแหล่งน้ำนั้นๆ เชื้อกลุ่มดังกล่าวได้แก่ เชื้อกลุ่มโคลิฟอร์ม และอีโคไล โดยเชื้อกลุ่มดังกล่าวบ่งบอกถึงความปลอดภัยของน้ำบริโภคและบ่งบอกถึงการปนเปื้อนของเสียจากปศุสัตว์ซึ่งเกิดจากมูลสัตว์ลงสู่ น้ำบาดาล

ในปี 2003 ที่อิตาลี มีการสำรวจน้ำบาดาลในพื้นที่ปศุสัตว์ พบว่า 20 เปอร์เซ็นต์มีการปนเปื้อนของไนเตรตเกินมาตรฐานน้ำดื่ม และยังพบว่ามีความสัมพันธ์กับปริมาณเชื้อแบคทีเรียในน้ำ เช่นงานวิจัยของศุภเวท ทองประยูร (2008) ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ในน้ำบาดาล ประกอบด้วย ลักษณะทางกายภาพและทางเคมีของน้ำบาดาล ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดิน ลักษณะชั้นดิน และฤดูกาล ชนิดการใช้ประโยชน์ที่ดินและลักษณะของดินเป็นปัจจัยในการกำหนดพื้นที่ โดยมีพื้นที่ อำเภอบางคล้าจังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอกอสุ่มพิสัย จังหวัดมหาสารคาม เป็นพื้นที่ศึกษา โดยกิจกรรมส่วนใหญ่ในพื้นที่บางคล้าเป็นการทำปศุสัตว์แต่ในพื้นที่โกสุ่มพิสัย เป็นการทำการเกษตร น้ำบาดาลจำนวน 12 ตัวอย่างจากพื้นที่อำเภอบางคล้า จังหวัดฉะเชิงเทรา และอำเภอกอสุ่มพิสัย จังหวัดมหาสารคาม จำนวน 18 ตัวอย่างถูกเก็บในช่วงฤดูฝน และฤดูร้อน จากผลการศึกษาพบว่า 50 เปอร์เซ็นต์ และ 33 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำบาดาลที่เก็บจากอำเภอบางคล้า ปนเปื้อนโคลิฟอร์ม และอีโคไล ตามลำดับ แต่ไม่พบการปนเปื้อนโคลิฟอร์ม และอีโคไล ในน้ำบาดาลที่เก็บจากอำเภอกอสุ่มพิสัยในช่วงฤดูฝน นอกจากนี้ยังพบว่า 91 เปอร์เซ็นต์ และ 36 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำบาดาลที่เก็บจากอำเภอบางคล้าในช่วงฤดูร้อนมีการปนเปื้อนของโคลิฟอร์ม และอีโคไล 22 เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนตัวอย่างน้ำบาดาลที่เก็บจากอำเภอกอสุ่มพิสัยมีการปนเปื้อนโคลิฟอร์ม แต่ไม่มีการปนเปื้อนอีโคไล นอกเหนือจากการปนเปื้อนแบคทีเรียแล้วยังพบว่าน้ำบาดาลในพื้นที่โกสุ่มพิสัยถึง 83 เปอร์เซ็นต์ มีปริมาณไนเตรต สูง และจากการศึกษาพบว่าพื้นที่อำเภอบางคล้ามีการทำการเกษตรไถบ่อบาดาลและลักษณะของดินในบริเวณนั้นเป็นดินตะกอน ซึ่งการกรองของเชื้อแบคทีเรียโดยชั้นของดินอาจมีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควรทำให้พบการปนเปื้อนของแบคทีเรียในน้ำบาดาล ในช่วงฤดูร้อนระดับน้ำลดลงจึงอาจส่งผลให้น้ำบาดาลมีปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้นซึ่งมีผลต่อปริมาณ โคลิฟอร์มและ อีโคไล จากผลการศึกษาน้ำบาดาลมีการปนเปื้อนเชื้อกลุ่มโคลิฟอร์ม และอีโคไล อาจส่งผลต่อสุขภาพของประชาชนถ้านำไปใช้ในการบริโภค

Goss M.J.; et al. (1988) พบว่า 30 เปอร์เซ็นต์ของน้ำบาดาลในพื้นที่ Ontario, Canada ซึ่งอยู่ในบริเวณฟาร์มมีการปนเปื้อนของไนเตรต, แบคทีเรีย, ยาฆ่าแมลง และ สารกลุ่มปิโตรเลียม ส่วนมากเป็นบ่อส่วนตัวโดยการสำรวจในปี 1991-1992 พบว่าการปนเปื้อนถึง 40 เปอร์เซ็นต์ โดยการปนเปื้อน 34 เปอร์เซ็นต์เป็นการปนเปื้อนแบคทีเรียโดยเชื้อที่พบส่วนมากคือ *Escherichia coli* (E.Coli) บริเวณฟาร์มหมู่เนื่องจากเป็นกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการปนเปื้อนเนื่องด้วยแบคทีเรียกลุ่มดังกล่าวมีการปะปนมาจากของเสียจากฟาร์ม และอื่นที่มีผลต่อการปนเปื้อน ได้แก่ ปัจจัยอายุของ ชั้นน้ำ, ความลึกและ ลักษณะชั้นดินโดย Goss M.J. พบว่ากลุ่มของชั้นดินเหนียวมีโอกาสทำให้เกิด การไหลผ่านของเชื้อแบคทีเรียได้มากกว่ากลุ่มของชั้นดินทรายเนื่องจากการเก็บความชุ่มชื้นของดิน ที่มากกว่ามีผลต่อการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ การศึกษาของ Conboy (1999) พบว่าปัจจัย ทางด้านธรณีมีความสำคัญต่อการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในน้ำบาดาลโดยสนับสนุนงานวิจัยที่ว่า ดินเหนียวมีโอกาสเกิดการปนเปื้อนได้มากกว่าดินร่วนปนทรายตลอดจนลักษณะโครงสร้างของบ่อ บาดาลก็มีผลกระทบต่อการปนเปื้อนเช่นเดียวกัน

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงสำรวจ (Survey Research) การปนเปื้อนของน้ำเสียจากฟาร์มหมูในดินบริเวณรอบๆ พื้นที่บริเวณอำเภอ เมือง จังหวัดนครปฐมโดยการดำเนินการวิจัยออกการเป็น 3 ขั้นตอนคือ ขั้นที่ 1 การเก็บข้อมูลทั่วไป ขั้นที่ 2 การเก็บข้อมูลผลวิเคราะห์ทั้งด้านกายภาพ เคมี และแบคทีเรีย และ ขั้นสุดท้าย การรวบรวมข้อมูลมาเปรียบเทียบหาความสัมพันธ์โดยการดำเนินงานออกดังต่อไปนี้

ข้อมูลพื้นฐาน ของพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม

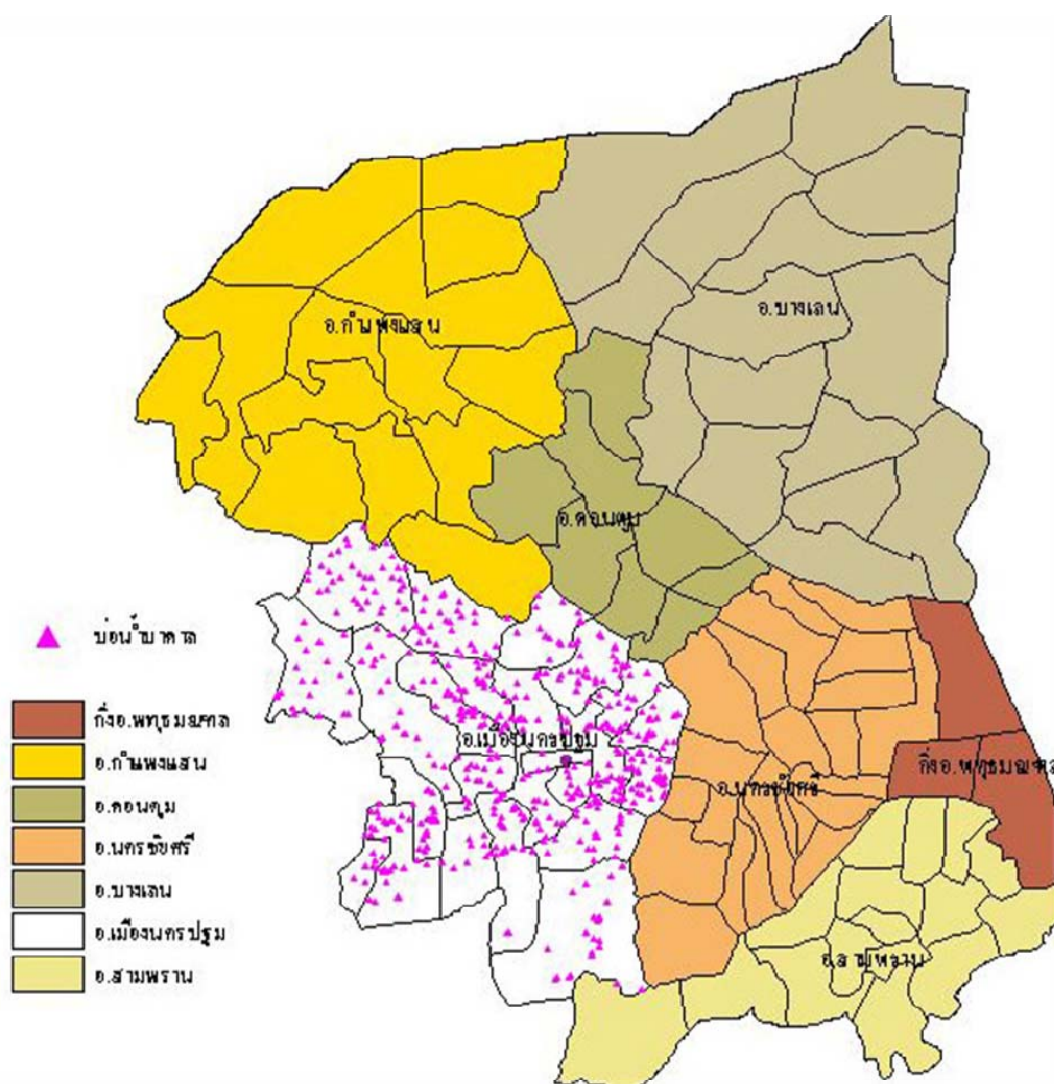
ข้อมูลพื้นฐานของพื้นที่ อำเภอ เมือง จังหวัด นครปฐม ได้จากการศึกษาข้อมูลทุติยภูมิและจากการลงพื้นที่ศึกษา เพื่อทำมาวางแผนในการจัดการน้ำในพื้นที่ศึกษา ข้อมูลประกอบไปด้วย

1.ข้อมูลด้านภูมิประเทศ

จังหวัดนครปฐม ตั้งอยู่ภาคกลางของประเทศห่างจากกรุงเทพฯ 56 กิโลเมตร มีอาณาเขตติดต่อกับอำเภอกำแพงแสนและอำเภอดอนตูม ทางทิศเหนือ ติดต่อกับอำเภอสามปราณ และอำเภอบางแพ (จังหวัดราชบุรี) ทางทิศใต้ ติดต่อกับอำเภอนครชัยศรี ทางทิศตะวันออก ติดต่อกับอำเภอโพธารามและอำเภอบ้านโป่ง (จังหวัดราชบุรี)ทางทิศตะวันตก (ภาพประกอบ 3) ครอบคลุมพื้นที่ 415 ตารางกิโลเมตร พื้นที่โดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำนครชัยศรี ระดับความสูงของพื้นที่โดยเฉลี่ยประมาณ 10-20 เมตร จากระดับน้ำทะเลปานกลาง นอกจากแม่น้ำนครชัยศรีแล้ว ยังมีแม่น้ำลำคลอง และหนองน้ำใหญ่น้อยมากมาย เช่น คลองนราภิรมณ์ ห้วยหนองกร่าง สระน้ำพุทธมณฑลกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ของจังหวัด

2.ข้อมูลทางด้านธรณี

ในทางธรณีวิทยา พื้นที่จังหวัดนครปฐมตั้งอยู่บนอนุทวีปอินโด-ไทยซึ่งพื้นที่ทั้งหมดของจังหวัดถูกทับถมด้วยตะกอนหินร่วนอายุควอเทอร์นารีในปัจจุบัน โดยประกอบไปด้วย ตะกอนที่เกิดจากการทับถมของชายฝั่งทะเลโดยอิทธิพลของน้ำขึ้นน้ำลง จำพวกดินเหนียว ทรายแป้ง และทรายละเอียดของที่ราบน้ำท่วมถึง พรุ ที่ลุ่มป่าชายเลน และชวากทะเล ครอบคลุมพื้นที่เกือบทั้งหมดของจังหวัด ยกเว้นบริเวณพื้นที่ตอนบนฝั่งตะวันตกของอำเภอเมืองนครปฐม และอำเภอกำแพงแสนเป็นเนินตะกอนรูปพัด ซึ่งประกอบด้วย กรวดและทรายที่ถูกพัดพาโดยธารน้ำพา



ภาพประกอบ 3 อาณาเขตอำเภอเมืองจังหวัดนครปฐม (Map of Nakhon Pathom, Geocode 7301)

3.ข้อมูลทางด้านอุทกธรณี

พื้นที่จังหวัดนครปฐม ประกอบด้วยตะกอนหินร่วมอายุควอเตอร์เทอร์นารี ซึ่งนับเป็นอายุอ่อนที่สุดตามธรณีกาล รายละเอียดเกี่ยวกับสภาพอุทกธรณีวิทยาของพื้นที่จังหวัดนครปฐม ตามที่แสดงไว้ในแผนที่น้ำบาดาลของจังหวัด(ภาพประกอบ 4)

2. คุณภาพน้ำ เป็นข้อมูลแสดงให้เห็นโดยประมาณว่า คุณภาพน้ำดีหรือไม่ โดยใช้ค่าปริมาณของสารละลายทั้งหมดที่พบในน้ำ (Total Dissolved Solid ; TDS) มีหน่วยเป็นมิลลิกรัมต่อลิตร โดยกำหนดเป็น 3 ระดับดังนี้ TDS น้อยกว่า 500 เป็นน้ำที่มีคุณภาพดี แสดงโดยสีน้ำเงิน TDS อยู่ระหว่าง 500 ถึง 1500 เป็นน้ำที่มีคุณภาพปานกลาง แสดงด้วยสีเขียว และ TDS สูงกว่า 1,500 เป็นน้ำที่มีคุณภาพไม่ดี แสดงด้วยสีน้ำตาล

5.ศักยภาพแหล่งน้ำบาดาล

พื้นที่อำเภอเมืองนครปฐมรองรับด้วยชั้นน้ำที่ราบลุ่มน้ำหลากอายุควอเทอร์นารีประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ ของพื้นที่ โดยมีพื้นที่การแผ่กระจายตัวอยู่ทางด้านล่างและตอนกลางของอำเภอกครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของ ตำบลดอนยายหอม ตำบลบางแขม ตำบลวังเย็น ตำบลสระกระเทียม ตำบลสวนป่าน ตำบลลำพญา ตำบลสนามจันทร์ ตำบลห้วยจรเข้ม ตำบลธรรมศาลา ตำบลพระประโทน ตำบลถนนขาด ตำบลสามควายเผือก ตำบลทุ่งน้อย ตำบลพระปฐมเจดีย์ ตำบลบ่อพลับ และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลโพรงมะเดื่อ ตำบลหนองปากโลง ตำบลมาบแค ตำบลนครปฐม พื้นที่อีกประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ รองรับด้วยชั้นน้ำตะพักระดับต่ำอายุควอเทอร์นารี โดยมีพื้นที่การแผ่กระจายตัวอยู่ทางด้านบนของอำเภอ ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของ ตำบลวังตะกู ตำบลหนองงูเหลือม ตำบลบ้านยาง ตำบลทัพหลวง ตำบลตาก้อง และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลโพรงมะเดื่อ ตำบลหนองปากโลง ตำบลมาบแค ตำบลนครปฐม

ชนิดของหินให้น้ำบาดาล เป็นพวกกรวดและทราย ปริมาณน้ำในชั้นกรวดและทราย อยู่ในเกณฑ์มากกว่า 20 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง ความลึกชั้นให้น้ำโดยประมาณ 70-120 เมตร และ 40-50 เมตร ในบางพื้นที่ระดับน้ำปกติโดยประมาณ 20-30 เมตร โดยมีรายละเอียดของชั้นน้ำบาดาลดังนี้

ชั้นน้ำบาดาล 2 อยู่ในระดับความลึกระหว่าง 0-120 เมตร ชั้นกรวดและทราย มีความหนาประมาณ 3-8 เมตร คุณภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์คุณภาพดีถึงปานกลาง ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ แบ่งออกเป็น 3 ระดับคือ น้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในบริเวณพื้นที่ทางทิศตะวันตกเฉียงเหนือของอำเภอ ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่ของ ตำบลหนองงูเหลือม ตำบลบ้านยาง ตำบลโพรงมะเดื่อ และ ตำบลหนองปากโลง ช่วง 500-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอ ยกเว้นบางบริเวณที่มีปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้สูงกว่า 1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ บ้านโคกสวนหลวง ตำบลถนนขาด บ้านท่าหน่อไม้ ตำบลธรรมศาลา บ้านหนองบอนงาม ตำบลพระประโทน บ้านไร่ต้นสำโรง ตำบลวังเย็น และ บ้านรางกระทุ่ม ตำบลหนองงูเหลือม ปริมาณคลอไรด์ แบ่งออกเป็น 3 ระดับ คือ น้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในพื้นที่ส่วนใหญ่ของอำเภอ ช่วง 200-600 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำบาดาลที่ได้เป็นน้ำกร่อย พบในบริเวณตอนกลางของอำเภอ ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่ของ ตำบลสวนป่าน ตำบลสนามจันทร์ ตำบลห้วยจรเข้ม ตำบลลำพญา และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลสระกระเทียม ตำบลหนองดินแดง ตำบลบางแขม ตำบลถนนขาด ตำบลพระปฐมเจดีย์ ตำบลพระประโทน ตำบลธรรมศาลา ตำบลนครปฐม และ ตำบลวังตะกู

มากกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำบาดาลที่ได้เป็นน้ำเค็ม พบบริเวณ บ้านหนองบอนงาม ตำบลพระประโทน ปริมาณเหล็กโดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ยกเว้นบางบริเวณที่มีสูงเกินกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ บ้านห้วยลาดแพรก ตำบลสระกระเทียม และ บ้านปทุมโคก ตำบลพระประโทน ปริมาณฟลูออไรด์ ทั้งหมดของพื้นที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน น้อยกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความกระด้าง พบอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ในบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ทางตอนบนของอำเภอ และสูงเกินมาตรฐาน สูงกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่ทางตอนล่างของอำเภอ

ชั้นน้ำบาดาลที่ 3 อยู่ในระดับความลึก 120-215 เมตร ไม่มีข้อมูลความหนาของชั้นกรวด และทรายคุณภาพน้ำบาดาลของชั้นน้ำส่วนใหญ่ของพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ดี ปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้แบ่งออกเป็น 2 ระดับ คือ น้อยกว่า 500 มิลลิกรัมต่อลิตร พบในบริเวณส่วนใหญ่ของพื้นที่อำเภอ และช่วง 500-1,500 มิลลิกรัมต่อลิตร ได้แก่ พื้นที่ส่วนใหญ่ของ ตำบลสวนป่าน ตำบลลำพญา และพื้นที่บางส่วนของ ตำบลสระกระเทียม ตำบลหนองดินแดง ปริมาณคลอไรด์ของพื้นที่เกือบทั้งหมด น้อยกว่า 200 มิลลิกรัมต่อลิตร ยกเว้นบริเวณ บ้านท่าหน่อไม้ ตำบลธรรมศาลา ที่สูงเกินมาตรฐาน สูงเกินกว่า 600 มิลลิกรัมต่อลิตร น้ำบาดาลที่ได้เป็นน้ำเค็ม ปริมาณเหล็ก โดยทั่วไปอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อลิตร บ้านดอนยายหอม บ้านดอนสามสิบ ตำบลดอนยายหอม บ้านบางแขม ตำบลบางแขม ปริมาณฟลูออไรด์ ของพื้นที่ทั้งหมดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีค่าต่ำกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ปริมาณความกระด้าง ของพื้นที่ส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

อุปกรณ์เครื่องมือ

งานวิจัยครั้งนี้แบ่งเครื่องมือ, วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีในการทดสอบออกดังต่อไปนี้

1. เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บตัวอย่าง

เครื่องมือที่ใช้ในการสำรวจและเก็บข้อมูลทางระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์(GIS) ประกอบไปด้วย GPS (GARMIN IQue3600, USA), แผนที่ 1:50,000 จังหวัดนครปฐม

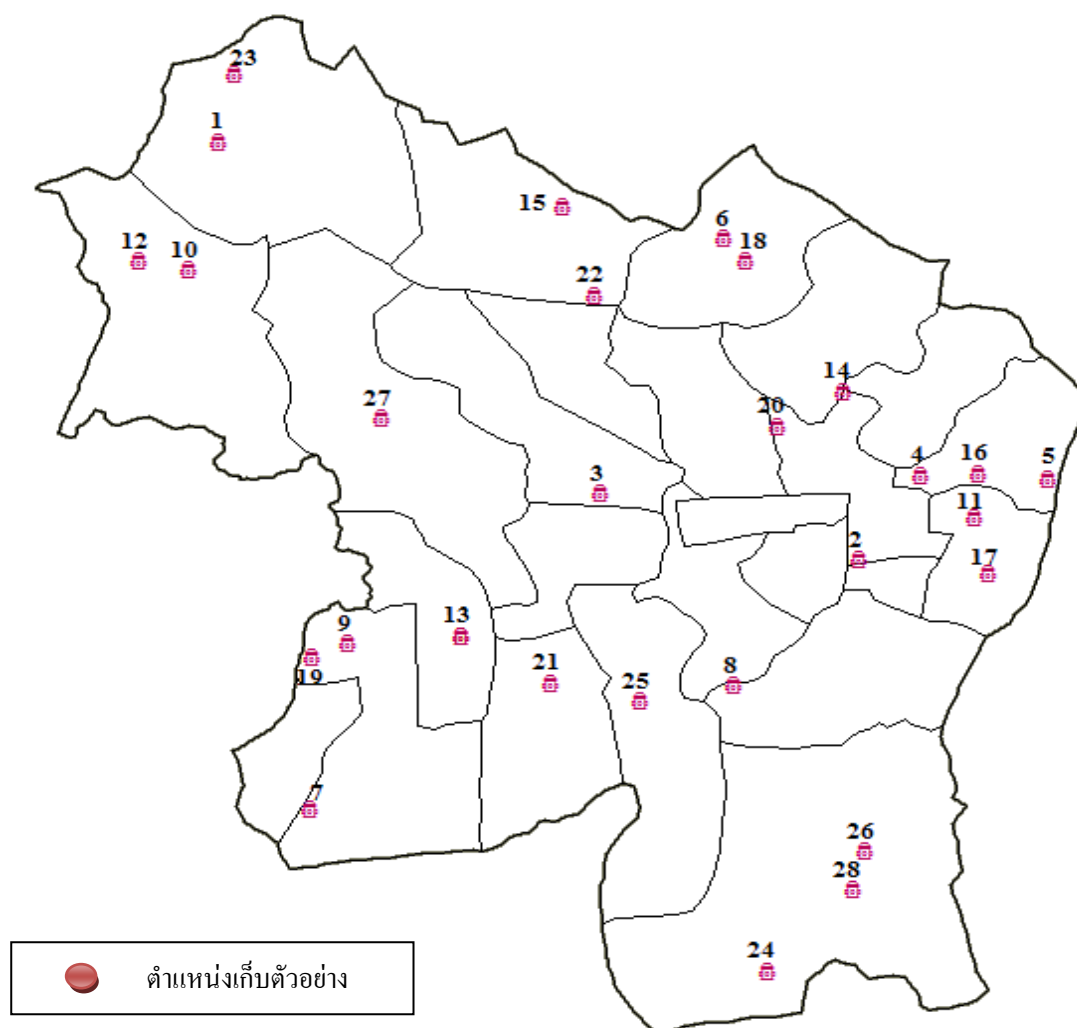
เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างประกอบไปด้วย ขวดพลาสติกเก็บตัวอย่างขนาด 500 มิลลิลิตร, ขวดแก้วสเตอร์ไรต์ ขนาด 500 มิลลิลิตร

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพ

ในงานวิจัยครั้งนี้มีการวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ (ความเป็นกรด-ด่าง), เคมี (ปริมาณสารที่ละลายในน้ำ และปริมาณไนเตรดทั้งหมด) และ แบคทีเรีย โดยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบไปด้วย Aqua tester (Hellige, USA), Auto Analyzer (Skalar model SA 5000, Germany), Auto clave (Hirayama model HVE-50, Japan), Balance (Mettler model AE 163, USA), DO Meter (WTW model Multi 350 I, Germany), Hot Plate, Incubator (WTW model TS606/4-i, Germany), Membranes filter 0.4 micron, Filter, Oven (Precision model 17, USA), pH Meter (Orion Research model 410A,720A, USA), and ชุดเครื่องแก้ว

การเก็บข้อมูลพื้นฐานและการออกแบบพื้นที่เก็บตัวอย่าง

ในการศึกษาครั้งนี้มีเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิเกี่ยวกับพื้นฐานและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง โดยเฉพาะกิจการฟาร์มเลี้ยงหมูในจังหวัดนครปฐม เพื่อกำหนดจุดเก็บตัวอย่างโดยคำนึงถึงระยะห่างโดยใช้ระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) ช่วยในการประเมิน (ภาพประกอบ 5)



ภาพประกอบ 5 ตำแหน่งเก็บตัวอย่าง

การกำหนดจุดเก็บตัวอย่างในพื้นที่รอบๆ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม ประกอบไปด้วย ตัวอย่างน้ำบ่อบาดาลโดยรอบพื้นที่เขตอำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม จำนวน 28 ตัวอย่าง จากบ่อบาดาลที่อยู่ในพื้นที่ 16 ตำบล ตัวอย่างน้ำผิวดิน จำนวน 5 ตัวอย่าง (ตาราง 17, หน้า 67)

การเก็บตัวอย่างด้านกายภาพ และเคมี

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลโดยการเปิดน้ำตัวอย่างจากท่อทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อเป็นการไล่ น้ำที่ค้างท่อ ปรับระดับแรงดันน้ำให้สม่ำเสมอ จากนั้นล้างน้ำทิ้งตัวอย่างแรกใส่ขวดพลาสติก ขนาด 250 มิลลิลิตร เทน้ำให้เต็มขนาด 250 มิลลิลิตร ปิดฝาให้สนิท นำไปทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง

การเก็บตัวอย่างด้านจุลินทรีย์

การเก็บตัวอย่างน้ำบาดาลเริ่มด้วยการทำความสะอาดปลายท่อด้วยแอลกอฮอล์ 70 เปอร์เซ็นต์ (ภาพประกอบ 6) การเปิดน้ำตัวอย่างจากท่อทิ้งไว้ประมาณ 5 นาที เพื่อเป็นการไล่ น้ำที่ค้างท่อ ปรับระดับแรงดันน้ำให้สม่ำเสมอ จากนั้นล้างน้ำทิ้งตัวอย่างแรกใส่ขวดแก้ว สเตอไรด์ขนาด 500 มิลลิลิตร (ภาพประกอบ 7) เทน้ำให้เหลือประมาณสามส่วนสี่ของขวดปิดฝาให้สนิท นำไปทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง



ภาพประกอบ 6 การฆ่าเชื้อบริเวณปากบ่อ



ภาพประกอบ 7 การเก็บตัวอย่างแบบที่เรีย

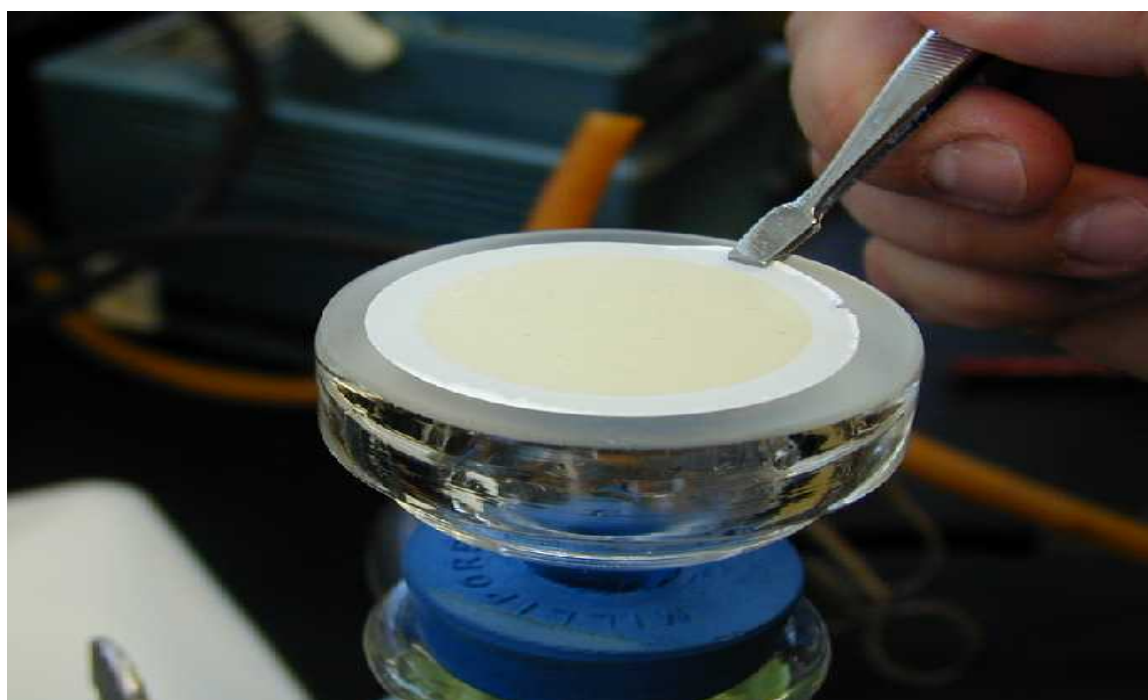
การเก็บตัวอย่างน้ำผิวดินจ้วงตัก (Grab Sampling) น้ำทั้งตัวอย่างแรกใส่ขวดขวดแก้วสเตอไรต์ขนาด 500 มิลลิลิตร เทน้ำให้เหลือประมาณสามส่วนสี่ของขวดปิดฝาให้สนิท นำไปทดสอบภายใน 24 ชั่วโมง

การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์หาปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มและอีโคไลโดยนำตัวอย่างน้ำที่เก็บมาไม่เกิน 24 ชั่วโมง มาตรวจด้วยวิธีปราศจากเชื้อ ปริมาตร 100 มิลลิลิตร ด้วยปิเปตที่ปราศจากเชื้อ แล้วถ่ายน้ำตัวอย่างลงในชุดกรอง(ภาพประกอบ 8) กรองน้ำตัวอย่างผ่านแผ่นกระดาษกรองแผ่นกระดาษกรองที่ใช้เป็นขนาด 0.45 ไมโครเมตร (ภาพประกอบ 9)

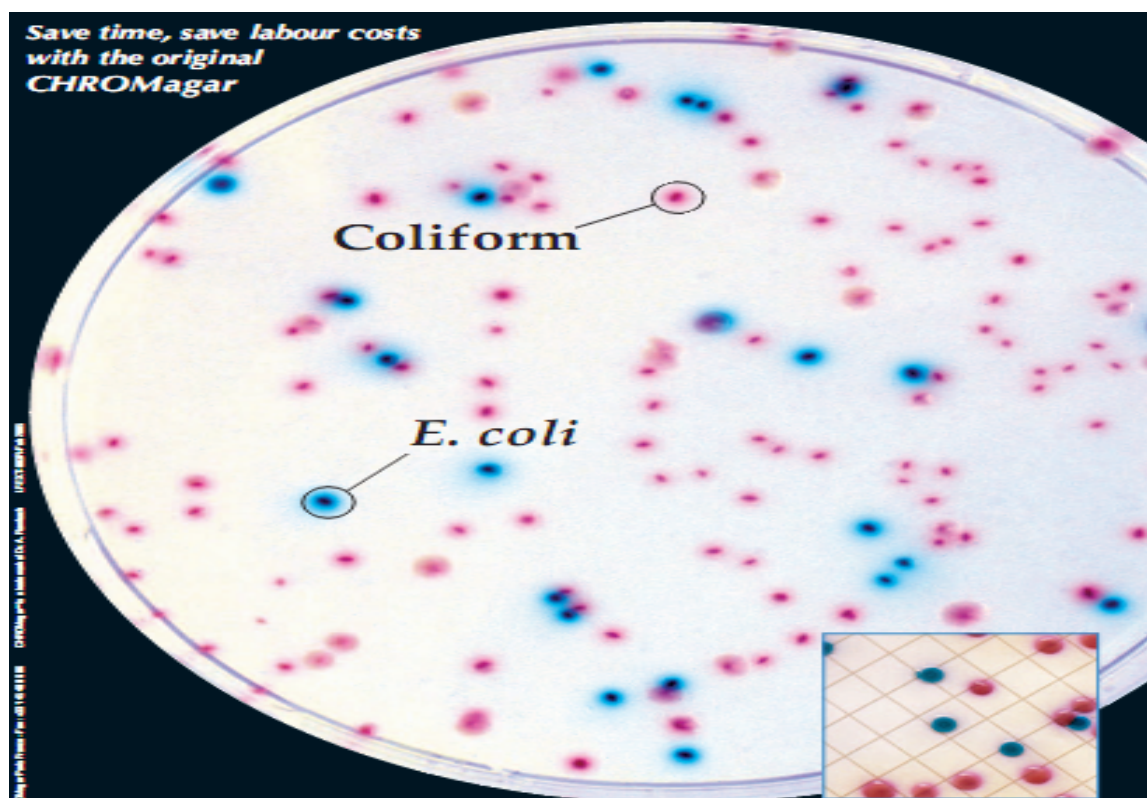
จากนั้นใช้ปากคีบ คีบแผ่นกระดาษกรองออกจากชุดกรอง ไปวางลงบนอาหารเพาะเลี้ยงเชื้อสำเร็จรูป CHROMagar ECC (Biomedica, Thailand) แล้วนำไปบ่มที่ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะพบโคโลนีของเชื้อ ขึ้นบนแผ่นกระดาษกรอง (ภาพประกอบ 10) โคโลนีสีชมพูคือเชื้อโคลิฟอร์ม และโคโลนีสีฟ้าคือเชื้ออีโคไล นับจำนวนโคโลนีที่ได้แล้วรายงานผล เป็นโคโลนีของเชื้อโคลิฟอร์ม และอีโคไล ตามลำดับ ต่อหน้า 100 มิลลิลิตร (CFU/100ml)



ภาพประกอบ 8 กรองน้ำตัวอย่าง



ภาพประกอบ 9 กระดาษกรองน้ำตัวอย่าง



ภาพประกอบ 10 ลักษณะของเชื้อที่ขึ้นบนอาหารเลี้ยงเชื้อ CHROMagar ECC

การวิเคราะห์ผล

การวิเคราะห์ผลทางด้านคุณภาพด้านกายภาพและเคมี แบ่งการทดลองดังแสดงในตาราง 13

ตาราง 13 วิธีการวิเคราะห์ทางกายภาพและทางเคมี

ตัวแปร	วิธีการทดสอบ
กายภาพ	
Total Dissolve Solid (TDS)	EPA's standard method E150.1- Field probe with direct reading mete
เคมี	
Acidity or alkalinity (pH)	EPA's standard method E360 – Dissolved oxygen membrane electrode
Total Nitrate	Automated cadmium reduction method that uses EPA's standard method 4500

การวิเคราะห์และการเปรียบเทียบการปนเปื้อน

ผลการวิเคราะห์ที่ได้จะถูกนำมาเปรียบเทียบกับมาตรฐานน้ำบาดาล(ตาราง 1 ,หน้า 13) เพื่อหาแหล่งที่มีการปนเปื้อนและประเมินการปนเปื้อนด้วยระบบสารสนเทศภูมิศาสตร์ (GIS) เพื่อหาพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน โดยการปนเปื้อนจะหาได้จากการนำข้อมูลคุณภาพน้ำผิวดินมาเปรียบเทียบกับข้อมูลคุณภาพน้ำบาดาล

บทที่ 4

ผลการศึกษาวิจัยและการวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการศึกษาวิจัย

ข้อมูลทางด้านคุณภาพน้ำที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจากสถานที่ (ตาราง 15 ภาคผนวก) ในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐมซึ่งคุณภาพน้ำตัวอย่าง (ตาราง 14) พบว่าพื้นที่คุณภาพน้ำส่วนมากมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.6-7.1 และในน้ำบาดาลปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค (1,200 มิลลิกรัมต่อลิตร) แต่มีน้ำผิวดินบางส่วนเกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่ปริมาณไนเตรทอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำที่กำหนด (น้อยกว่า 45 มิลลิกรัมต่อลิตร) ส่วนผลการวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์พบว่าน้ำบาดาลบางส่วนมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรีย

บ่อบาดาลที่อยู่ใกล้บริเวณฟาร์มปศุสัตว์(ตาราง 17 ภาคผนวก)มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญที่ความเข้มข้นที่ 95 เปอร์เซนต์ กับบ่อบาดาลที่อยู่ไกลออกไป และเมื่อนำมาเขียนกราฟพบว่าน้ำบาดาลมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลและโคลิฟอร์มจากน้ำผิวดิน (ตำแหน่งที่ 7,14,21,24และ28 ตาราง 14) ซึ่งแสดงความสัมพันธ์โดย ภาพประกอบ 11 และ 12

ตาราง 14 คุณภาพน้ำตัวอย่าง

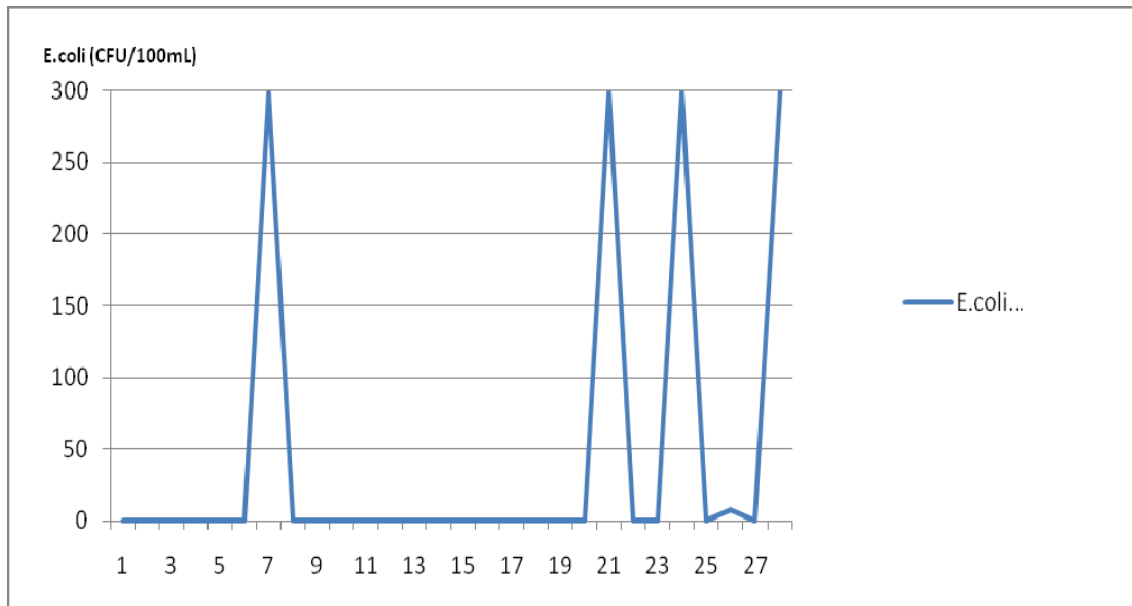
ตำแหน่ง	ผลการทดสอบ				
	pH	TDS	NO3	<i>E.coli</i>	Coliform
		(ppm)	(ppm)	CFU/100mL	CFU/100mL
1	7.0	31	<5	0	0
2	7.1	30	<5	0	0
3	7.1	41	<5	0	0
4	6.8	31	<5	0	0
5	6.9	34	<5	0	0
6	6.9	44	<5	0	0
7	7.0	115	<5	Numerous	Numerous
8	7.0	92	<5	0	0
9	7.1	110	<5	0	0
10	7.1	94	<5	0	11

ตาราง 14 (ต่อ)

ตำแหน่ง	ผลการทดสอบ				
	pH	TDS (ppm)	NO ₃ (ppm)	<i>E.coli</i> CFU/100mL	Coliform CFU/100mL
11	7.0	65	<5	0	15
12	6.9	92	<5	0	41
13	6.9	85	<5	0	0
14	6.9	135	<5	0	Numerous
15	7.0	68	<5	0	5
16	6.8	69	<5	0	3
17	6.7	82	<5	0	0
18	7.0	130	<5	0	0
19	7.5	65	<5	0	21
20	7.2	80	<5	0	0
21	7.0	85	<5	Numerous	Numerous
22	6.8	92	<5	0	0
23	6.9	70	<5	0	0
24	7.0	75	<5	Numerous	Numerous
25	7.5	88	<5	0	0
26	7.2	150	<5	8	200
27	7.1	120	<5	0	0
28	7.0	111	<5	Numerous	Numerous
A12	7.1	99	<5	0	250
A21	7.0	95	<5	Numerous	Numerous
A24	6.8	89	<5	Numerous	Numerous
A26	6.9	88	<5	Numerous	Numerous
A28	6.6	2,000	55	Numerous	Numerous
Blank	7.0	0	<5	0	0

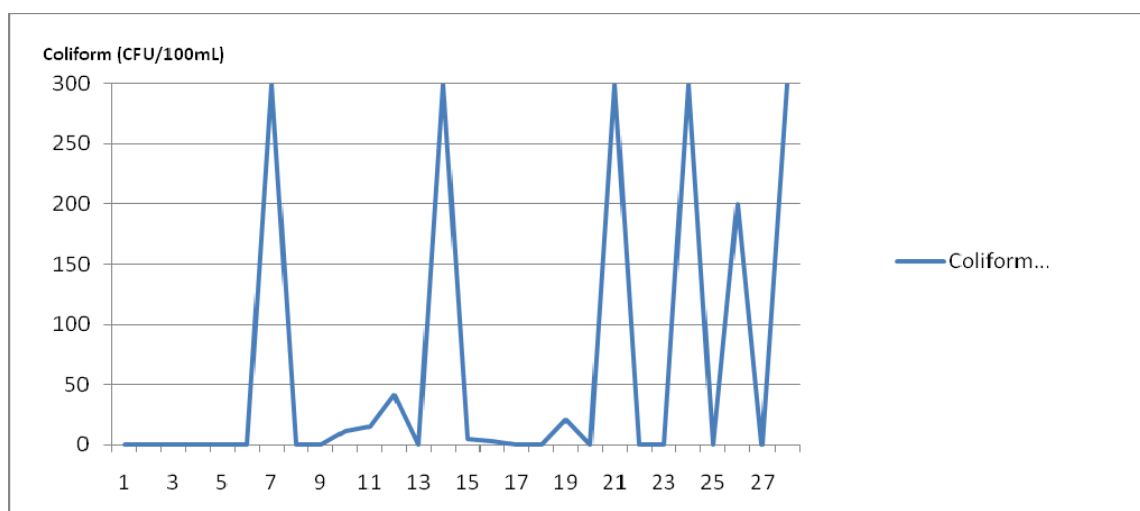
Numerous: มีปริมาณเชื้อมากกว่า 300CFU/100mL

A : น้ำผิวดิน



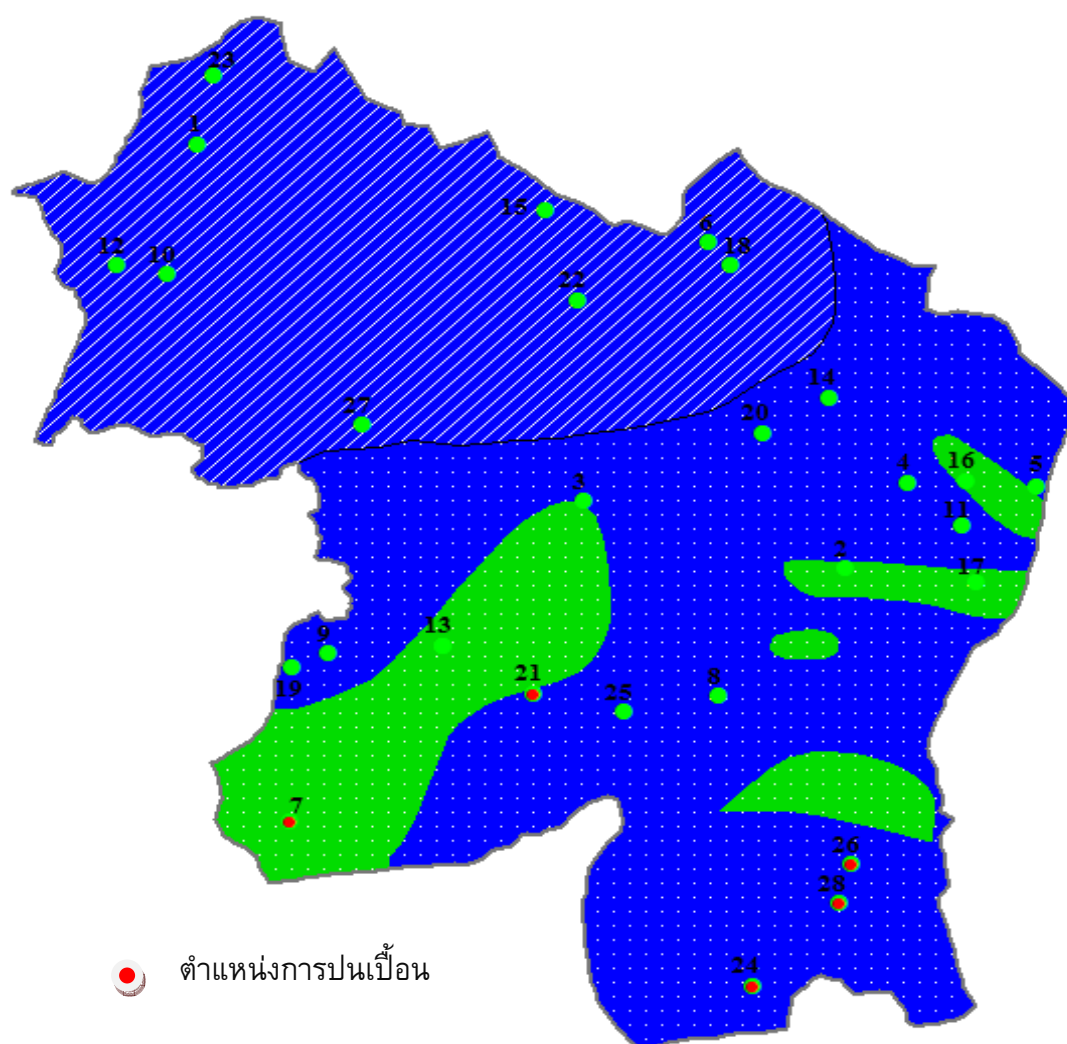
ภาพประกอบ 11 กราฟเปรียบเทียบปริมาณเชื้ออีโคไลในแต่ละตำแหน่ง

จากภาพประกอบ 11 แสดงให้เห็นว่าน้ำผิวดินบริเวณฟาร์มเลี้ยงสัตว์มีการปนเปื้อนของเชื้อกลุ่มอีโคไลในปริมาณมากและเห็นได้ว่าเริ่มมีการปนเปื้อนของเชื้อกลุ่มนี้ลงในน้ำบาดาลในตำแหน่งที่หก แต่ยังไม่มีการพบการปนเปื้อนในตำแหน่งอื่นๆ โดยเชื่อนี้เป็นเชื้อที่ใช้ในการประเมินคุณภาพความสะอาดของน้ำ และเมื่อตรวจพบเชื้ออีโคไลในแหล่งน้ำ แสดงว่าแหล่งน้ำนั้นมีการปนเปื้อนของอุจจาระคนหรือสัตว์เลื้อยคลานเนื่องจากเชื้ออีโคไลเป็นเชื้อประจำถิ่นในลำไส้ใหญ่ และลำไส้เล็กส่วนปลาย บางสายพันธุ์ของอีโคไลเป็นเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหาร

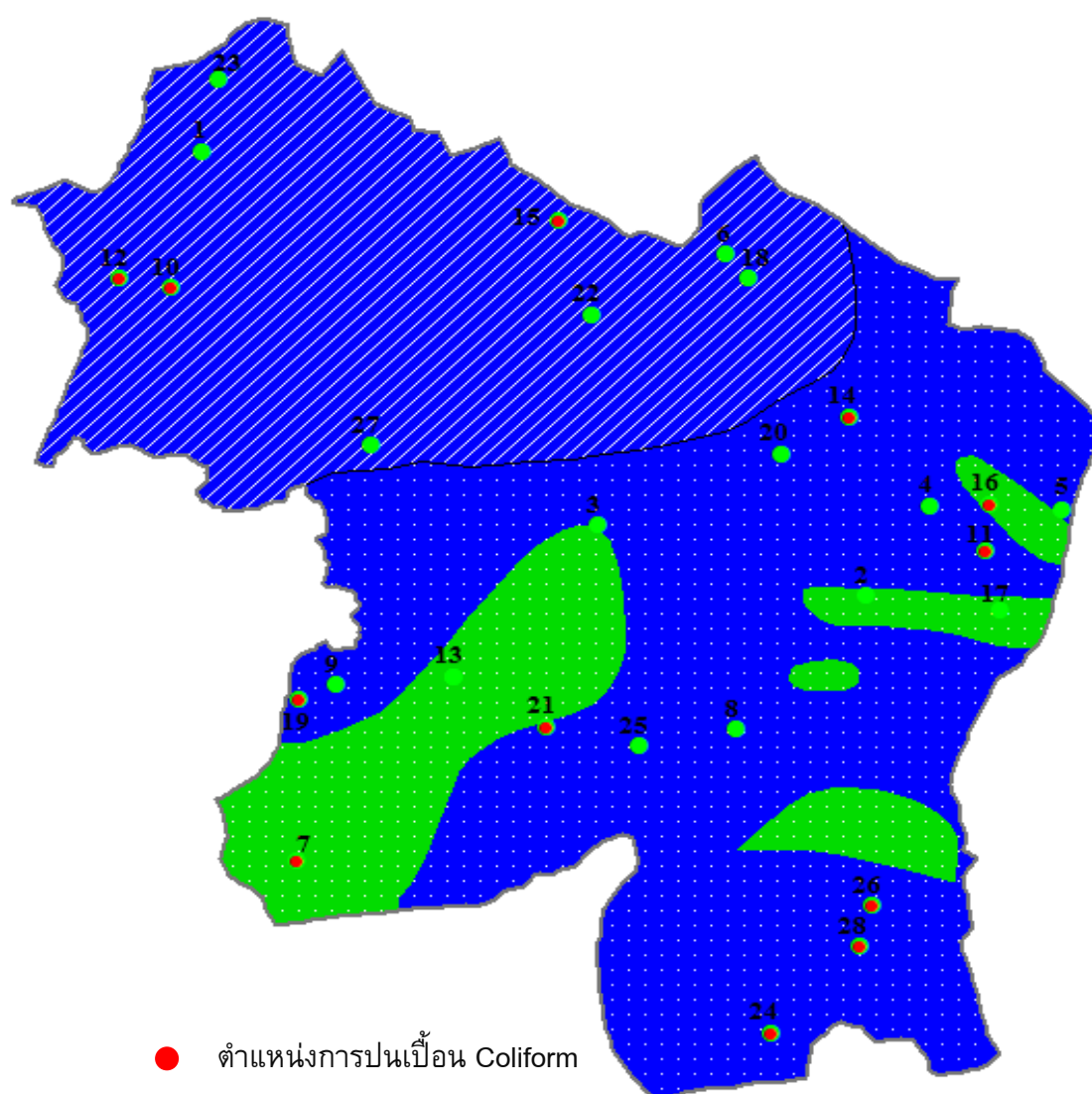


ภาพประกอบ 12 กราฟเปรียบเทียบปริมาณเชื้อโคลิฟอร์มในแต่ละตำแหน่ง

กราฟแสดงให้เห็นว่าน้ำผิวดินบริเวณฟาร์มเลี้ยงสัตว์มีการปนเปื้อนของเชื้อกลุ่มโคลิฟอร์ม ซึ่งมีปริมาณมากเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำผิวดิน (ไม่เกิน 300 cfu ต่อ 100 ml) และเห็นได้ว่าเริ่มมีการปนเปื้อนของเชื้อกลุ่มนี้ลงในน้ำบาดาลในตำแหน่งที่ 7,14,21,24, 26 และ 28 (ตาราง 12) โดย โคลิฟอร์มแบคทีเรีย เป็นตัวชี้วัดเชื้อแบคทีเรีย (Bacteriological indicator) ซึ่งถ้าตรวจพบในน้ำ ก็แสดงว่าน้ำนั้นไม่น่าจะปลอดภัย อาจมีการปนเปื้อนของเชื้อโรค โดยทั่วไปโคลิฟอร์มแบคทีเรียเจริญเติบโตได้ในสภาพที่มีอากาศ (aerobic) และไม่มีอากาศ (anaerobic) จึงนับได้ว่าแบคทีเรียพวกนี้เป็นแฟคคัลเตดตีฟ (facultative anaerobes) เมื่อมีการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลซึ่งมีอากาศน้อยจึงสามารถเจริญเติบโตได้



ภาพประกอบ 13 พื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ *E.coli*



ภาพประกอบ 14 พื้นที่ที่มีการปนเปื้อนเชื้อ Coliform

การประเมินพื้นที่เสี่ยงต่อการปนเปื้อน

จากการสำรวจพบว่าแหล่งน้ำผิวดินพื้นที่โดยรอบบริเวณฟาร์มมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในปริมาณมากและเริ่มมีการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาล(ตาราง 14) และภาพประกอบที่ 13,14 แสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนโดยส่วนมากเป็นเชื้อโคลิฟอร์มและมีการตรวจพบอีโคไลแค่เพียง 5 ตำแหน่ง (7, 21, 24, 26 และ 28) โดยเชื่อว่า ตำแหน่งที่ 21, 24, 26 และ 28 ซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณบ่อทิ้งน้ำเสียของฟาร์มปศุสัตว์เกิดจากการปนเปื้อนของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ซึ่งมีแบคทีเรียประเภทดังกล่าวลงสู่บ่อบาดาล

โดยการปนเปื้อนส่วนมากเกิดในพื้นที่ช่วงล่างของเขตอำเภอเมือง ที่แสดงในผลการทดสอบจากภาพประกอบ 13 ซึ่งพื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่ตะกอนน้ำพาประกอบด้วยดินจำพวกดินเหนียว ทรายแป้ง และทรายละเอียดของที่ราบน้ำท่วมซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Goss (1997) พบว่า ชั้นดินประเภทนี้มีผ่านของเชื้อแบคทีเรียได้ง่าย ทำให้ตอนล่างของพื้นที่ศึกษาซึ่งเป็นดินประเภทดังกล่าวจึงพบการปนเปื้อนจากเชื้อแบคทีเรียได้ง่าย

โดยข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้นและจากการตรวจกลุ่มเชื้อโคลิฟอร์มพบว่าการปนเปื้อนกระจายโดยรอบจึงควรมีการเฝ้าระวังตรวจการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในบริเวณใกล้เคียงและควรมีการจัดการกับของเสียจากฟาร์มที่ดีเพื่อป้องกันการปนเปื้อนสู่แหล่งน้ำบาดาลต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

สรุปผลการทดลอง

จากการสำรวจพบว่าแหล่งน้ำผิวดินพื้นที่โดยรอบบริเวณฟาร์มมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียในปริมาณมากและเริ่มมีการปนเปื้อนในชั้นน้ำบาดาลโดยส่วนมากเป็นเชื้อโคลิฟอร์มและมีการตรวจพบ อีโคไลใน 8 ตำแหน่ง (ตาราง 14, หน้า 46,47) ของจุดเก็บตัวอย่างที่ตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณบ่อทิ้งน้ำเสียของฟาร์มปศุสัตว์จึงสันนิษฐานได้ว่าเกิดจากการปนเปื้อนของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ลงสู่บ่อบาดาล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพตัวอย่างน้ำจากบ่อน้ำบาดาลและน้ำผิวดิน สามารถนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานคุณภาพน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรมฉบับที่ 12 พ.ศ. 2542 (ตาราง 1 หน้า 13) หรือมาตรฐานคุณภาพน้ำใต้ดิน เพื่อใช้ตรวจสอบแนวโน้มการปนเปื้อน และระดับความรุนแรงของการปนเปื้อน อย่างไรก็ตามก็ควรทำการเก็บตัวอย่างน้ำจากบ่อบาดาลในสถานที่พบมีการปนเปื้อนพร้อมกับการเก็บตัวอย่างน้ำใต้ดินทุกครั้ง เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงและการเปรียบเทียบด้วย

การศึกษาการจัดการน้ำบาดาลในเชิงคุณภาพ ในพื้นที่ศึกษา อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม สามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ส่วน ประกอบไปด้วย ส่วนที่ 1 ข้อมูลเชิงปริมาณ และ ส่วนที่ 2 ข้อมูลเชิงทางด้านคุณภาพน้ำ แล้วทำการกำหนดพื้นที่ในการอนุรักษ์โดยมีเนื้อหาสรุปดังต่อไปนี้

สถานที่ดำเนินการปนเปื้อน

1.ตำแหน่งที่ 7 ตำบลสระกระเทียม มีฟาร์มประเภท กและข จำนวน 7 ฟาร์ม มีสุกรพันธุ์รวมสุกรขุน ประมาณ 12,985 ตัว และมีน้ำหนักรวมปศุสัตว์ 2,105 หน่วย (ตาราง 18, ภาคผนวก) จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH,TDS,NO₃ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 1, หน้า 13) แต่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลต้องไม่มีเลยและโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 14, หน้า 46)

2.ตำแหน่งที่ 14 ตำบลมาบแค มีฟาร์มประเภท ก,ขและค จำนวน 6 ฟาร์ม มีสุกรพันธุ์รวมสุกรขุน ประมาณ 9,210 ตัว และมีน้ำหนักรวมปศุสัตว์ 1,430 หน่วย (ตาราง 18 ,ภาคผนวก)จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH,TDS,NO₃ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 1, หน้า 14) แต่ไม่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลและแต่พบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียเกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 14, หน้า 47)

3.ตำแหน่งที่ 21 ตำบลวังเย็น มีฟาร์มประเภท ก,ข จำนวน 3 ฟาร์ม มีสุกรพันธุ์รวมสุกรขุน ประมาณ 7,964 ตัว และมีน้ำหนักปศุสัตว์ 1,177 หน่วย(ตาราง 18, ภาคผนวก)จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH,TDS,NO₃ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 1,หน้า 14) แต่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลและโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 14,หน้า 47)

4.ตำแหน่งที่ 24,26,28 ตำบลดอนยายหอม มีฟาร์มประเภท ก,ข จำนวน 13 ฟาร์ม มีสุกรพันธุ์รวมสุกรขุน ประมาณ 30,527 ตัว และมีน้ำหนักปศุสัตว์ 4,654 หน่วย(ตาราง 18, ภาคผนวก)จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH,TDS,NO₃ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน (ตาราง 1,หน้า 14) แต่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลต้องไม่มีเลยและโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์มาตรฐานในตำแหน่งที่ 24,28 แต่ที่ตำแหน่งที่ 26 พบเชื้อโคลิฟอร์มแบคทีเรียไม่ถึงเกณฑ์มาตรฐาน(ตาราง 14,หน้า 47)

5.ตำแหน่งน้ำผิวดินที่ A12,A21,A24,A26 จากผลการวิเคราะห์พบว่าค่า pH,TDS,NO₃ ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่พบตำแหน่งที่ A28 มีค่า TDS เกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (ตาราง 1, หน้า 14) แต่พบการปนเปื้อนเชื้อแบคทีเรียในกลุ่มอีโคไลและโคลิฟอร์มเกินเกณฑ์มาตรฐาน(ตาราง 14,หน้า 47) คือมีปริมาณเชื้อมากกว่า 300CFU/100mL

ตาราง 15 สถานที่ตำแหน่งการปนเปื้อน

ลำดับที่	ตำแหน่งที่	สถานที่ตำบล	ปริมาณสุกร(ตัว)	น้ำหนักปศุสัตว์ (หน่วย)
1	7	สระกระเทียม	12,985	2,105
2	14	มาบแค	9,210	1,430
3	21	วังเย็น	7,964	1,177
4	24,26,28	ดอนยายหอม	30,527	4,654

ในการสรุปผลการตรวจสอบคุณภาพน้ำจากบ่อตรวจสอบคุณภาพน้ำ เพื่อประเมินความเสี่ยงและระดับความรุนแรงของการปนเปื้อนมลพิษจากฟาร์มหมูต่อน้ำใต้ดิน จำเป็นต้องดำเนินการเก็บตัวอย่างน้ำและวิเคราะห์คุณภาพเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ และสามารถใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ช่วยในการคาดการณ์และประเมินผลการปนเปื้อนในน้ำใต้ดินได้

ข้อมูลทางด้านคุณภาพน้ำบาดาลที่ได้จากการสุ่มเก็บตัวอย่างในพื้นที่ อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม พบว่าพื้นที่ที่คุณภาพน้ำส่วนมากมีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) อยู่ในช่วง 6.6-7.1 และในน้ำบาดาลปริมาณสารทั้งหมดที่ละลายได้ (TDS) อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำบริโภค ปริมาณไนเตรทอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำที่กำหนด ส่วนมากมีปริมาณเหล็กและแมงกานีสสูง คุณภาพทางด้านจุลินทรีย์พบว่าน้ำบาดาลบางส่วนมีการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียอีโคไลในตอนล่างของพื้นที่ และโคลิฟอร์มกระจายทั่วไป

สารมลพิษตามเกณฑ์มาตรฐานน้ำดื่มที่ต้องกำจัด

1. สารมลพิษทางกายภาพ ความเป็นกรด-ด่าง, ความขุ่น และสี
2. สารมลพิษทางเคมี (ทั่วไป) เหล็ก ทองแดง สังกะสี แมงกานีส คลอไรด์ ความกระด้าง ไนเตรท ฟลูออไรด์
3. สารมลพิษทางเคมี (สารเป็นพิษ) สารหนู แคดเมียม โครเมียม ไซยาไนต์ ตะกั่วปรอท และซิลิเนียม
4. สารมลพิษทางแบคทีเรีย โคลิฟอร์มแบคทีเรีย และฟิคัลโคลิฟอร์มแบคทีเรีย

วิธีการกำจัดสารมลพิษในน้ำดื่ม

การกำจัดสารมลพิษแต่ละชนิดใช้กรรมวิธีเทคนิค ความยาก ง่าย และงบประมาณแตกต่างกัน จำแนกได้ ดังนี้

กลุ่มที่ 1 สารมลพิษที่สามารถกำจัดออกได้โดยวิธีง่าย ๆ เช่น ความขุ่น สาท่าย พิษน้ำเล็ก ๆ และแบคทีเรีย

การกำจัดสารมลพิษนี้ อาจใช้ วิธีการตกตะกอน การกรอง หรือการฆ่าเชื้อโรคโดยการต้ม หรือการเติมคลอรีนฆ่าเชื้อ

กลุ่มที่ 2 เป็นสารมลพิษที่สามารถกำจัดได้โดยวิธีการที่ยุงยากกว่าสารมลพิษกลุ่มที่ 1 เนื่องจากสารดังกล่าวละลายในน้ำ ไม่สามารถจะทำให้ตกตะกอนและกรองออกได้ทันทีจำเป็นต้องใช้ปฏิกิริยาทางเคมี โดยการเติมสารเคมีบางชนิดลงไปให้น้ำให้ทำปฏิกิริยาเคมีกับสารมลพิษดังกล่าวเกิดเป็นตะกอนของสารนั้นก่อนจึงจะกรองออกได้ สารมลพิษกลุ่มนี้ ได้แก่ ความกระด้าง เหล็ก และแมงกานีส

กลุ่มที่ 3 เป็นสารมลพิษที่สามารถกำจัดได้แต่ต้องอาศัยกรรมวิธีเทคนิคที่ซับซ้อนกว่าสารในกลุ่มที่ 2 รวมทั้งเสียค่าใช้จ่ายสูง สารมลพิษที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ ได้แก่ คลอไรด์ ไนเตรท ฟลูออไรด์ สารหนู แคดเมียม โครเมียม ไซยาไนต์ ตะกั่ว ปรอท และซิลิเนียม

หากในแหล่งน้ำบริโภคตรวจพบว่า มีสารมลพิษในกลุ่มนี้ในปริมาณสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้ในเกณฑ์มาตรฐานคุณภาพน้ำจำเป็นต้องปิดบ่อ และหาแหล่งน้ำใหม่มาทดแทน

การเติมอากาศ คือ ขบวนการทำให้อากาศและน้ำสัมผัสกัน จะทำให้ออกซิเจนจากอากาศละลายน้ำกลายเป็นออกซิเจนละลายน้ำ แล้วไปทำปฏิกิริยากับสารต่าง ๆ ที่ไม่พึงประสงค์ในน้ำ ทำให้สารต่าง ๆ เหล่านั้นเปลี่ยนรูปจากสารละลายน้ำมาเป็นสารไม่ละลายน้ำ แล้วตกตะกอนถูกกำจัดออกไปวิธีนี้สามารถกำจัดเหล็ก และแมงกานีสด้วย นอกจากนั้นยังช่วยทำให้สารอินทรีย์ที่ละลายน้ำสลายตัวกลายเป็นตะกอนกำจัดออกได้ซึ่งทำให้เกิดผลในด้านการกำจัด กลิ่น สี ที่ละลายปนอยู่ในน้ำด้วย

การตกตะกอน (Sedimentation) เป็นกระบวนการให้สิ่งปนเปื้อนที่ไม่ละลายน้ำจมลงสู่ใต้น้ำ อาจจะเกิดขึ้นได้โดยธรรมชาติด้วยน้ำหนักของสิ่งปนเปื้อนนั่น ๆ หรือโดยการใช้สารที่จะเพิ่มขนาด และน้ำหนักตัวให้จมลงได้ สิ่งที่ถูกแยกออกจากน้ำในการตกตะกอน ได้แก่

- ความขุ่น สารอินทรีย์ และสารอนินทรีย์
- แบคทีเรียและเชื้อโรคอื่น ๆ ที่ทำให้เกิดโรค
- สาหร่ายและสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ อื่น ๆ
- สี กลิ่น รส

การกรอง เป็นกระบวนการกำจัดอนุภาคที่อยู่ในน้ำที่มีขนาดเล็กมาก ไม่สามารถกำจัดออกได้โดยการตกตะกอน โดยนำน้ำมาผ่านตัวกลางชนิดใดชนิดหนึ่งแล้วเพื่อให้ตัวกลางนั้นสกัดกั้น สิ่งที่ไม่ต้องการให้แยกออกจากน้ำ ตัวกลางที่นิยมใช้กรองคือ ทราย เพราะหาง่ายมีอยู่ทั่วไป ราคาไม่แพง และกรองได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควร สิ่งที่ถูกกำจัดโดยการกรองนี้ ได้แก่ ความขุ่น ตะกอนแขวนลอย สี กลิ่น รส เหล็กและจุลินทรีย์ โดยเฉพาะจุลินทรีย์ถูกกำจัดไปได้ถึงร้อยละ 85-95

การแลกเปลี่ยนไอออน โดยใช้ เรซิน จับอนุภาคที่มีประจุไว้ เช่น การกำจัดเหล็กและแมงกานีส เป็นต้น

การฆ่าเชื้อโรค ขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นตอนหนึ่งในการปรับปรุงคุณภาพน้ำหลังจากที่ผ่านกระบวนการกำจัดสารอื่น ๆ ออกไป เพื่อให้แน่ใจว่าน้ำสามารถใช้ดื่มได้อย่างปลอดภัย ได้แก่ การฆ่าเชื้อโรคหรือการกำจัดแบคทีเรียในน้ำ ซึ่งมีอยู่หลายวิธี

การต้ม เป็นวิธีง่ายสำหรับน้ำดื่มทั่วไปที่ใช้ในครัวเรือน แบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำจะถูกกำจัดโดยการต้มน้ำให้เดือดที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียสเป็นเวลาอย่างน้อย 5 นาที และกักเก็บน้ำดื่มในภาชนะที่สะอาดที่มีจุกหรือมีฝาปิดมิดชิด

การใช้สารเคมี เป็นวิธีการเติมสารเคมีลงในน้ำเพื่อทำลายแบคทีเรีย สารเคมีที่ใช้มีหลายชนิด เช่น ก๊าซโอโซน ก๊าซคลอรีน คลอรีนผง คลอรีนชนิดน้ำ เป็นต้น

การใช้รังสี ได้แก่ การผ่านรังสีอัลตราไวโอเลตลงไปในน้ำเพื่อกำจัดแบคทีเรีย

ความขุ่น ความขุ่นเกิดจากสารแขวนลอยในน้ำ เช่น กรวด ทราย โคลน เลน ดิน ตะกอนของโลหะต่ำ ๆ สารอินทรีย์ สาหร่าย และแบคทีเรีย เป็นต้น สารแขวนลอยเหล่านี้จะมีขนาดต่าง ๆ กัน องค์การอนามัยโลกกำหนดเกณฑ์คุณภาพความขุ่นในน้ำดื่มไม่เกิน 5 หน่วยดังนั้น หากน้ำมีความขุ่นสูงกว่าเกณฑ์คุณภาพที่กำหนดจำเป็นต้องกำจัด ทั้งนี้ความขุ่นอาจเป็นตะกอนของโลหะหรือเชื้อโรคที่ปนเปื้อนอยู่ในน้ำ นอกจากนี้หากน้ำมีความขุ่นสูงความขุ่นหรือตะกอนจะห่อหุ้มเชื้อโรคไว้ยังผลให้การฆ่าเชื้อโรคโดยการเติมคลอรีนเพื่อฆ่าเชื้อโรคไม่ได้ผล เนื่องจากคลอรีนไม่สามารถผ่านตะกอนความขุ่นเข้าไปถึงตัวเชื้อโรคได้

วิธีการกำจัดความขุ่นทำได้ 2 วิธีคือ

1. การตกตะกอน
2. การกรอง

การกำจัดความกระด้าง น้ำกระด้างเกิดจากมีเกลือของแร่ธาตุต่าง ๆ ละลายอยู่ ความกระด้างของน้ำมี 2 ประเภท

ก. ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากเกลือแคลเซียมคาร์บอเนต แคลเซียมไบคาร์บอเนต แมกนีเซียมคาร์บอเนต หรือแมกนีเซียมไบคาร์บอเนต ละลายอยู่ในน้ำ

ข. ความกระด้างถาวร เกิดจาก แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต หรือแมกนีเซียมคลอไรด์ ละลายอยู่เกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกกำหนดความกระด้างไว้ไม่เกิน 500 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

วิธีกำจัดความกระด้าง ทำได้ 2 วิธีคือ

ก. การเติมสารเคมีกำจัดความกระด้าง เป็นวิธีการกำจัดความกระด้างชั่วคราวและถาวรโดยใช้สารเคมี ได้แก่ ปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์) และโซดาแอช (โซเดียมคาร์บอเนต) เติมน้ำลงในน้ำกระด้างเพื่อทำปฏิกิริยาเคมีเปลี่ยนเกลือแคลเซียมและแมกนีเซียมซึ่งอยู่ในรูปสารละลายในน้ำให้อยู่ในรูปของตะกอน นอกจากนี้ต้องใส่สารช่วยตกตะกอน เช่น สารส้ม เพื่อให้ตะกอนที่เกิดขึ้นรวมตัวกันและจับตัวเป็นก้อนตะกอนได้เร็วยิ่งขึ้น

ข. การต้ม สามารถกำจัดความกระด้างชั่วคราวในน้ำได้ เนื่องจากการต้มน้ำจะทำให้ไบคาร์บอเนตของแคลเซียมและแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำกลายเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ระเหยออกจากน้ำ และเกิดตะกอนของแคลเซียมคาร์บอเนตหรือแมกนีเซียมคาร์บอเนตสามารถกำจัดได้ด้วยการกรอง

การกำจัดเหล็กและแมงกานีส เหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในน้ำจะมี 3 รูป ได้แก่ ชนิดที่ละลายน้ำได้ในรูปของ เหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) ชนิดที่ไม่ละลายน้ำในรูปของเหล็ก (Fe) และแมงกานีส (Mn) และชนิดที่เป็นสารอินทรีย์เชิงซ้อนของเหล็กและแมงกานีสเกณฑ์คุณภาพน้ำดื่มขององค์การอนามัยโลกกำหนดค่าเหล็กไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

และค่าแมงกานีส 0.1 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร น้ำที่มีเหล็กและแมงกานีสสูงไม่เหมาะสำหรับดื่มเพราะจะมีกลิ่น สี และรสของเหล็ก ปรากฏว่านอกจากนี้เหล็กที่มีอยู่มากในน้ำจะช่วยส่งเสริมให้แบคทีเรียซึ่งใช้เหล็กเป็นอาหารเจริญเติบโต ทำให้ท่อน้ำเกิดการอุดตันเร็ว เหล็ก และแมงกานีสในธรรมชาติมักเกิดคู่กัน ถ้าน้ำมีเหล็กสูงมักจะมีแมงกานีสสูงด้วย การกำจัดสามารถกระทำควบคู่กันไปได้

การตกตะกอนและการกรอง สำหรับเหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในรูปตะกอนซึ่งไม่ละลายน้ำอยู่แล้ว สามารถจะตกตะกอนและกรองออกได้เลย แต่สำหรับเหล็กและแมงกานีสที่เป็นสารละลายจำเป็นต้องเปลี่ยนรูปให้อยู่ในรูปของตะกอน ซึ่งไม่ละลายน้ำก่อนโดยวิธีเติมอากาศหรือใช้สารเคมีช่วยเปลี่ยนรูปให้เป็นตะกอนก่อนจึงสามารถตกตะกอนและกรองออกได้

การเติมอากาศและการกรอง เป็นการกำจัดเหล็กโดยอาศัยออกซิเจนในอากาศ เนื่องจากในน้ำมีสารไบคาร์บอเนตอยู่มาก เหล็กที่ละลายอยู่ในน้ำจะอยู่ในรูปของเหล็กไบคาร์บอเนตซึ่งละลายน้ำได้ดี เมื่อออกซิเจนในอากาศไปออกซิไดซ์จะเปลี่ยนเป็นเหล็กไฮดรอกไซด์ซึ่งมีลักษณะเป็นตะกอนแดง การออกซิไดซ์จะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อน้ำมีความเป็นกลางหรือเป็นด่างโดยการเติมปูนขาว สำหรับแมงกานีสปฏิกิริยาออกไซด์จะเกิดได้ดีต้องปรับน้ำให้มีความเป็นกรดและต่ำกว่า pH10 ดังนั้น ถ้าต้องการให้เหล็กและแมงกานีสตกตะกอนในขบวนการเดียวกันต้องปรับ pH ของน้ำให้มากกว่า 10 น้ำที่ผ่านการเติมอากาศแล้วควรพักไว้ในถังพักประมาณ 30 นาทีถึง 2 ชั่วโมง ทั้งนี้เพื่อให้มีเวลาดตกตะกอนนานพอสมควรแล้วจึงผ่านการกรองโดยใช้ระบบทรายกรองซ้ำ

หลักการ

ก. ต้องคำนึงถึงความเข้มข้นหรือปริมาณคลอรีนที่ใช้

ข. ระยะเวลาที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

ทั้ง 2 กรณีต้องให้พอเหมาะ คือถ้าเวลาน้อยต้องใช้คลอรีนความเข้มข้นสูงและถ้าใช้เวลามากอาจใช้ความเข้มข้นของคลอรีนต่ำ เพื่อให้การกำจัดแบคทีเรียได้ผลดี

ปริมาณคลอรีน ปริมาณคลอรีนที่ใช้ในการทำลายเชื้อแบคทีเรียจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับคุณภาพน้ำหรือปริมาณความสกปรกในน้ำ เช่น สารอินทรีย์และเกลือแร่ต่าง ๆ ทำให้ปริมาณการใช้คลอรีนเพิ่มขึ้น การใช้คลอรีนให้ได้ผลอย่างจริงจัง จำเป็นต้องใช้คลอรีนปริมาณพอเหมาะสำหรับใช้ในการทำปฏิกิริยากับสิ่งเจือปนต่าง ๆ และแบคทีเรียที่มีอยู่ในน้ำ และยังต้องมีคลอรีนเหลืออยู่ในน้ำจำนวนหนึ่งซึ่งเพียงพอที่จะกำจัดแบคทีเรียในน้ำต่อไป คลอรีนที่หลงเหลืออยู่นี้เรียกว่า คลอรีนตกค้าง ควรมีความเข้มข้นอย่างน้อย 0.2 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ชนิดผงปูนคลอรีน ผงปูนคลอรีนที่ใช้โดยทั่วไปมี 2 ชนิด

ก. ผงปูนคลอรีนชนิด 25-37 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักผงปูนชนิดนี้มีปูนขาวซึ่งไม่ละลายน้ำปนอยู่มาก เวลาใช้ต้องละลายน้ำในถังก่อนปล่อยทิ้งไว้ให้ตกตะกอนแล้วจึงรินน้ำใส ๆ มาใช้

ข. แคลเซียมไฮโปคลอไรต์ 65-70 เปอร์เซนต์ โดยน้ำหนักซึ่งค่อนข้างจะละลายในน้ำได้ดี สารละลายปูนคลอรีน เมื่อละลายน้ำไว้แล้วต้องเก็บในขวดสีชา เพื่อไม่ให้ถูกแสงสว่าง

วิธีใช้คลอรีน

ก. น้ำที่จะนำคลอรีนมาเติมควรมีความขุ่นไม่เกิน 10 หน่วย (หน่วยวัดความขุ่น)

ข. มีเหล็กและแมงกานีสรวมกันไม่เกิน 0.3 มิลลิกรัมต่อลูกบาศก์เดซิเมตร

ค. น้ำที่จะนำคลอรีนมาเติมควรมีฤทธิ์เป็นกลางหรือเป็นกรด อ่อน ๆ

วิธีเตรียมน้ำคลอรีน

โดยทั่วไปใช้ผงปูนคลอรีนชนิด 25-37เปอร์เซ็นต์ เพราะมีราคาถูก โดยละลายผงปูนคลอรีนในน้ำ ใช้ถังพลาสติกหรือขวดแก้ว (ตามตารางที่กำหนด) คนให้เข้ากันดีเพื่อให้ปูนคลอรีนละลายน้ำให้ได้มากที่สุด ตั้งทิ้งไว้ให้ตกตะกอน รินเอาน้ำส่วนใสไปใช้ โดยปกติผงปูนคลอรีนชนิดนี้ประมาณ 1 ช้อนโต๊ะปูน จะหนักประมาณ 14 กรัม เมื่อนำมาผสมน้ำ 7 ลิตร จะได้คลอรีนเข้มข้น 500 มิลลิกรัมต่อลิตร

ตาราง 16 การใช้ผงปูนคลอรีน

ปริมาณน้ำที่ต้องการเติมคลอรีน		ผงปูนคลอรีน 25 %		ผงคลอรีน 70 %	
ลิตร	ปีป	น้ำหนักกรัม	ช้อนกาแฟ	น้ำหนักกรัม	ช้อนกาแฟ
200	10	4	1	1 1/3	1/3
400	20	8	2	2 2/3	2/3
600	30	12	3	4	1
800	40	16	4	5 1/3	1 1/3
1000	50	20	5	6 2/3	1 2/3
1200	60	24	6	8	2

ที่มา : www.health.nu.ac.th/drrthavorn/file3.ppt

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะที่ได้จากการศึกษาวิจัยประกอบไปด้วย

1. ควรมีการตรวจติดตามเฝ้าระวังการปนเปื้อนอยู่เป็นประจำอย่างน้อยปีละ 2 ครั้งโดยการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำ ด้านกายภาพ เคมี แบคทีเรีย รวมทั้งส่งเสริมให้ประชาชนมีส่วนร่วมเฝ้าระวังคุณภาพน้ำ เพื่อให้ทราบถึงสถานการณ์การปนเปื้อนและกำหนดวิธีการการแก้ไข ปรับปรุง ให้น้ำสะอาดปลอดภัยเป็นน้ำดื่มและน้ำใช้ประจำครัวเรือน ชุมชนเมือง หมู่บ้าน โรงเรียน โรงพยาบาล และศูนย์เด็กเล็กเป็นต้น
2. ควรมีการรณรงค์และประชาสัมพันธ์ให้ประชาชนมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับคุณภาพน้ำดื่ม น้ำใช้ การปรับปรุงคุณภาพน้ำ และผลกระทบที่เกิดจากพฤติกรรม การดื่มน้ำ และใช้น้ำที่ไม่สะอาด รวมทั้งทางเลือกในการบริโภคน้ำสะอาดปลอดภัย และการเสริมสร้างพฤติกรรมอนามัยส่วนบุคคล
4. ส่งเสริมให้องค์การส่วนท้องถิ่น และชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการเฝ้าระวัง กำกับดูแล รวมทั้งจัดให้มีกิจกรรมต่างๆ อย่างครบวงจร เพื่อส่งเสริมการอนุรักษ์ และฟื้นฟูแหล่งน้ำเพื่อเป็นน้ำดื่ม น้ำใช้
5. การจัดการน้ำเสียของฟาร์มสัตว์ให้ได้มาตรฐานควบคู่ไปเพื่อหาแนวทางในการจัดการทางด้านคุณภาพอย่างยั่งยืน
6. ควรมีการศึกษาการปรับปรุงคุณภาพน้ำที่มีการปนเปื้อนเพื่อไม่ให้เกิดการแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำอื่นต่อไป
7. ควรมีการเผยแพร่ความรู้ในการจัดการของเสียให้แก่ฟาร์มปศุสัตว์
8. ควรมีการติดตามตรวจสอบคุณภาพเพิ่มเติมโดยเน้นทางผลของฤดูกาลต่อผลกระทบการปนเปื้อน
9. ให้ปฏิบัติตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 12 พ.ศ. 2542 (ภาคผนวก, หน้า 63) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ อย่างจริงจังเพื่อให้ได้มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสุกร

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

- กรมปศุสัตว์. (2547). คู่มือการจัดการระบบบำบัดน้ำเสียในฟาร์มสุกร. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 1.
- (2548). คู่มือการปฏิบัติงานด้านสิ่งแวดล้อมปศุสัตว์(สำหรับเจ้าหน้าที่). กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 18.
- (2551). คู่มือหลักปฏิบัติที่ดีในการจัดการสิ่งแวดล้อมสำหรับฟาร์มสุกร. กรุงเทพฯ: กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. หน้า 9.
- กองอนามัยสิ่งแวดล้อม. (2534). ขอบรับรองมาตรฐานฟาร์ม. สัตวแพทยสาร. 52(1-2): 58-71.
- ไชยยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์. (2537). การนำน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดมาใช้ประโยชน์. วิศวกรรมสาร (ฉบับเทคโนโลยี). 37(5): 66 – 75.
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. (2548 ก). เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการระบายน้ำทิ้งจากแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทการเลี้ยงสุกร. ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา, 2548. เล่ม 122.ตอนที่ 125ง.วันที่ 29 ธันวาคม 2548. หน้า 14-17.
- (2548 ข). เรื่องกำหนดให้การเลี้ยงสุกรเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่จะต้องถูกควบคุมการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำสาธารณะหรือออกสู่สิ่งแวดล้อม. ลงวันที่ 7 พฤศจิกายน 2548. ประกาศในราชกิจจานุเบกษา, 2548. เล่ม 122 ตอนที่ 125ง. วันที่ 29 ธันวาคม 2548. หน้า 14-17.
- รุ่งนภา รัตนราชชาติกุล. (2544).วารสารสัตวแพทย์. 11(2): 40-47.
- อรรถชัย รักษาศิลป์. (2543). การศึกษาองค์ประกอบบางประการของมูลสุกรและการจัดการเพื่อขจัดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่น่าจะเหมาะสม. กรุงเทพฯ: ม.ป.พ.
- อุษุม่า กุ้เกียรตินันท์; และ วิมล อยู่ยืนยง. (2544). การจัดการด้านสุขภาพสัตว์ของผู้ประกอบการ. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2552, จาก <http://www.ku.ac.th/cac/thesis/AttachaiRagAll.pdf>
- APHA, AWWA, WPCF. (2005). *Standard Methods for the Examination of Water & Wastewater*. 21st ed. American Public Health Association, Washington DC, USA.
- Conboy MJ. (1999). Natural protection of groundwater against bacteria of fecal origin. *Journal of Contaminant Hydrology*. 43: 1-24.

- Dechesne M.; Barraud S.; & Bardin JP. (2004). Indicators for hydraulic pollution retention assessment of storm water infiltration basins. *Journal of Environmental Management*. 71: 371–380.
- European Parliament; & Council. (2000, 23 October). *Directive 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of water policy*. Brussels, Belgium.
- Goss MJ, Barry AJ, Rudolph DL. (1998). Contamination in Ontario farmstead domestic wells and its association with agriculture. *Journal of Contaminant Hydrology*. 32: 267–293
- Jeong C.H. (2001). Effect of land use and urbanization on hydrochemistry and contamination of groundwater from Taejon area, Korea. *Journal of Hydrology*. 253: 194–210.
- Kinniburgh DG, Smedley PL. (2001). *Arsenic contamination of groundwater in Bangladesh*. British Geological Survey (BGS)/ Department of Public Health and Engineering (DPHE). 55-68.
- Onorati G.; et al. (2006). Groundwater quality monitoring in Italy for the implementation of the EU water framework directive. *Physics and Chemistry of the Earth*. 31: 1004–1014.
- Rivett MO, Petts J, Butler B, Martin I. (2002). Remediation of contaminated land and groundwater: experience in England and Wales. *Journal of Environmental Management*. 65: 251–268.
- Robertson WD, Cherry JA, Sudicky EA. (1991). Ground-water contamination from two small septic systems on sand aquifers. *Ground Water*. 29: 82–92.
- World Health Organization. (1999). *The World Health Report*. World Health Organization, Geneva.
- Wynne, J. C. (1995). *Odor and Mental Health*. In: Report from the Swine Oder Tast Force. North Carolina State University. p. 21-23.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ฉบับที่ 12 (พ.ศ. 2542)

ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

เรื่อง กำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกัน
ด้านสาธารณสุขและการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษ

ด้วยปัจจุบันปรากฏว่า การวิเคราะห์คุณลักษณะน้ำบาดาล หน่วยวัดความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ในน้ำ เกณฑ์กำหนดที่เหมาะสม เกณฑ์อนุโลมสูงสุด และรายการวิเคราะห์ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้บางรายการไม่เหมาะสมและยังไม่สอดคล้องกับเกณฑ์มาตรฐานขององค์การอนามัยโลกที่ได้ปรับปรุงในปัจจุบัน ฉะนั้น อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 6(1) แห่งพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติน้ำบาดาล (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม โดยคำแนะนำของคณะกรรมการน้ำบาดาล ออกประกาศกำหนดหลักเกณฑ์และมาตรการในทางวิชาการสำหรับการป้องกันด้านสาธารณสุข และการป้องกันในเรื่องสิ่งแวดล้อมเป็นพิษไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 ให้ยกเลิกประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 4 (พ.ศ. 2521) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม ฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2539) ออกตามความในพระราชบัญญัติน้ำบาดาล พ.ศ. 2520

ข้อ 2 การป้องกันน้ำภายนอกไหลลงบ่อน้ำบาดาล

2.1 บ่อน้ำบาดาลทุกบ่อต้องผนึกข้างบ่อตั้งแต่ตอนบนสุดนับจากผิวดินลึกลงไปไม่น้อยกว่า 6 เมตร ด้วยซีเมนต์ล้วนหรือซีเมนต์ผสมทราย เพื่อป้องกันมิให้น้ำภายนอกไหลซึมลงข้างบ่อ

2.2 ในกรณีที่บ่อน้ำบาดาลอยู่ในที่ลุ่มหรืออยู่ต่ำกว่าบริเวณข้างเคียงจะต้องปรับบริเวณที่ตั้งบ่อให้สูงกว่าบริเวณข้างเคียงเพื่อป้องกันมิให้น้ำจากภายนอกไหลเข้ามาในบริเวณที่ตั้งบ่อ

2.3 ต้องทำลานคอนกรีตเป็นชานบ่อรอบปากบ่อน้ำบาดาลหนาไม่น้อยกว่า 15 เซนติเมตร คลุมพื้นที่ไม่น้อยกว่า 4 ตารางเมตร และรอบชานบ่อจะต้องมีทางระบายน้ำออกจากบริเวณบ่อ

2.4 ในกรณีที่จะระงับการใช้บ่อน้ำบาดาลชั่วคราวโดยการถอดถอนเครื่องสูบน้ำออกไป จะต้องปิดปากบ่อให้แน่นหนา เพื่อป้องกันมิให้สิ่งหนึ่งสิ่งใดตกลงไปในบ่อ

ข้อ 3 คุณภาพของน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้

3.1 น้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคต้องเป็นน้ำที่ได้ผ่านการวิเคราะห์คุณลักษณะจากกรมทรัพยากรธรณี หรือส่วนราชการอื่น หรือองค์กรของรัฐที่มีหน้าที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณลักษณะของน้ำ หรือสถาบันอื่น ที่ได้รับการรับรองคุณภาพมาตรฐาน มอก. 1300-2537 (ISO/IEC Guide

25) หรือสถาบันที่กรมทรัพยากรธรณีให้ความเห็นชอบตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด

3.2 น้ำบาดาลที่จะใช้บริโภค ต้องเป็นน้ำบาดาลที่มีคุณลักษณะทางกายภาพและคุณลักษณะทางเคมีไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ท้ายประกาศนี้

3.3 ในท้องถิ่นที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด ต้องทำการวิเคราะห์หาคุณลักษณะที่เป็นพิษโดยให้มีปริมาณไม่เกินเกณฑ์อนุโลมสูงสุดตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานน้ำบาดาลที่จะใช้บริโภคได้ท้ายประกาศนี้

3.4 ในกรณีที่มีความจำเป็นกรมทรัพยากรธรณีอาจสั่งให้วิเคราะห์คุณลักษณะทางแบคทีเรียได้ โดยต้องมีคุณลักษณะทางแบคทีเรียไม่เกินเกณฑ์กำหนดที่เหมาะสมตามที่กำหนดไว้ท้ายประกาศนี้

ข้อ 4 การฆ่าจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาล

4.1 หลังการเจาะบ่อน้ำบาดาลหรือหลังการติดตั้งเครื่องสูบน้ำบาดาลหรือหลังการซ่อมส่วนประกอบของเครื่องสูบน้ำบาดาลที่อยู่ในบ่อน้ำบาดาล ต้องทำการฆ่าจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาลที่จะใช้น้ำเพื่อการอุปโภคบริโภค

4.2 การฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ในบ่อน้ำบาดาลให้กระทำโดยกวนน้ำในบ่อน้ำบาดาลโดยใช้ปูนคลอรีน หรือก๊าซคลอรีน เป็นตัวฆ่าเชื้อจุลินทรีย์โดยให้มีความเข้มข้นของคลอรีน ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิกรัมต่อลิตร

4.3 ภายหลังจากกวนน้ำในบ่อน้ำบาดาลตาม (2) ต้องปล่อยทิ้งไว้ไม่น้อยกว่า 12 ชั่วโมง แล้วสูบน้ำในบ่อน้ำบาดาลทิ้งจนหมดกลั่นคลอรีน

ข้อ 5 เครื่องสูบน้ำบาดาล

5.1 ต้องล้างอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนของเครื่องสูบน้ำให้สะอาดก่อนใส่ลงไปในบ่อน้ำบาดาล

5.2 ในการติดตั้งเครื่องสูบน้ำทุกชนิดจะต้องอุดช่องที่ปากบ่อน้ำบาดาลระหว่างเครื่องสูบน้ำกับตัวอย่างน้ำบาดาลให้แน่น เพื่อป้องกันมิให้น้ำหรือมลสารอื่นใดจากภายนอกเข้าไปในบ่อน้ำบาดาลได้

ข้อ 6 การเลิกใช้บ่อน้ำบาดาล

6.1 บ่อน้ำบาดาลที่เลิกใช้แล้ว ต้องอุดกลับด้วยซีเมนต์หรือดินเหนียวบริสุทธิ์ ตั้งแต่ปากจนถึงปากบ่อตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด

6.2 ในการอุดกลับบ่อน้ำบาดาลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของบ่อกรุบ่อตอนบนสุดตั้งแต่ 100 มิลลิเมตรขึ้นไป ต้องดำเนินการภายใต้การควบคุมรับผิดชอบของวิศวกรหรือนักธรณีวิทยาที่กรมทรัพยากรธรณีออกหนังสือรับรองให้ตามหลักเกณฑ์ วิธีการ และเงื่อนไขที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด

6.3 ต้องจัดทำรายงานการอุทกกลบป้อน้ำบาดาล ตามแบบที่กรมทรัพยากรธรณีกำหนด แล้วส่งรายงานดังกล่าวให้พนักงานน้ำบาดาลประจำท้องที่ภายใน 7 วัน นับแต่วันอุทกกลบน้ำบาดาลเสร็จ

ประกาศ ณ วันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ. 2542
(ลงชื่อ) สุวัจน์ ลิปตพัลลภ
(นายสุวัจน์ ลิปตพัลลภ)
รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

ประกาศราชกิจจานุเบกษา ฉบับประกาศทั่วไป เล่ม 116 ตอนที่ 29 ง ลงวันที่ 13 เมษายน 2542

ภาคผนวก ข
ตำแหน่งเก็บข้อมูล

ตาราง 17 แสดงตำแหน่งเก็บข้อมูล

ตำแหน่งที่	สถานที่	ตำบล	พิกัด	
			E	N
1	บ้านหนองแก	หนองงูเห่ล้อม	601530	1538129
2	บ้านบ่อโตนด	พระปฐมเจดีย์	610838	1528580
3	บ้านหนองปากโลง	หนองปากโลง	617203	1526940
4	ศูนย์ฝึกนิสิตเกษตรศาสตร์จากรุ	บ่อพลับ	618554	1528918
5	บ้านศาลาแดง	บ่อพลับ	621592	1528821
6	บ้านนอก	ตาก้อง	673779	1535525
7	บ้านรางน้ำเค็ม	สระกระเทียม	603845	1519755
8	บ้านบางน้อย	ถนนขาด	613972	1523323
9	วัดลาดหญ้าแพรก	สระกระเทียม	604665	1524336
10	บ้านห้วยหนองกร่าง	บ้านยาง	600951	1534608
11	บ้านธรรมศาลา	ธรรมศาลา	620010	1527808
12	บ้านต้นมะเกลือ	บ้านยาง	599697	1534849
13	วัดหนองดินแดง	หนองดินแดง	607510	1524529
14	บ้านสำนักคร้อ	มาบแค	616818	1531232
15	บ้านทุ่งถั่วแตก	ทัพหลวง	609921	1536296
16	วัดสามกระบือเผือก	บ่อพลับ	620001	1529014
17	บ้านธรรมศาลา	ธรรมศาลา	620338	1526169
18	บ้านดงยาง	ตาก้อง	614503	1534801
19	บ้านปลีกล้วย	สระกระเทียม	603845	1523902
20	สถานีอนามัยบ้านอ้ออเดียว	พระปฐมเจดีย์	615178	1530316
21	วัดวังเย็น	วังเย็น	609632	1523275
22	วัดม่วงตารส	ทัพหลวง	610789	1533933
23	บ้านหนองไผ่ล้อม	หนองงูเห่ล้อม	602012	1540106
24	วัดดอนขนาท	ดอนยายหอม	614888	1515077
25	โรงเรียนวัดบางแขม	บางแขม	611754	1522793
26	วัดดอนยายหอม	ดอนยายหอม	617300	1518404
27	บ้านโพรงมะเดื่อ	โพรงมะเดื่อ	605533	1530605
28	บ้านดอนยายหอม	ดอนยายหอม	617107	1517392

ภาคผนวก ค
ฟาร์มสุกรจังหวัดนครปฐม ปี 2547

ตาราง 18 ฟาร์มสุกรจังหวัดนครปฐม

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
1	3	ดอนยายหอม	เมือง	-	-	-	-
2	3	ดอนยายหอม	เมือง	896	1,226	452	ข
3	4	ดอนยายหอม	เมือง	62	710	106	ข
4	4	ดอนยายหอม	เมือง	56	1,050	145	ข
5	4	ดอนยายหอม	เมือง	308	1,400	273	ข
6	4	ดอนยายหอม	เมือง	0	2,310	277	ข
7	4	ดอนยายหอม	เมือง	0	2,350	282	ข
8	4	ดอนยายหอม	เมือง	410	1,800	355	ข
9	4	ดอนยายหอม	เมือง	410	1,800	355	ข
10	4	ดอนยายหอม	เมือง	290	2,330	378	ข
11	4	ดอนยายหอม	เมือง	410	2,400	427	ข
12	4	ดอนยายหอม	เมือง	460	2,400	444	ข
13	4	ดอนยายหอม	เมือง	1,209	4,800	987	ก
14	7	ดอนยายหอม	เมือง	0	1,440	173	ข
15	3	ตาก้อง	เมือง	0	800	96	ข
16	1	ถนนขาด	เมือง	0	2,500	300	ข
17	1	ถนนขาด	เมือง	520	2,800	513	ข
18	1	ถนนขาด	เมือง	540	3,600	616	ก
19	1	ถนนขาด	เมือง	251	7,080	935	ก
20	2	ถนนขาด	เมือง	1,160	6,600	1186	ก
21	4	ถนนขาด	เมือง	0	860	103	ข
22	4	ถนนขาด	เมือง	0	880	106	ข
23	4	ถนนขาด	เมือง	0	420	50	ค
24	1	ทัพหลวง	เมือง	212	0	72	ข
25	1	ทัพหลวง	เมือง	468	0	159	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
26	11	ทัพหลวง	เมือง	322	0	109	ข
27	14	ทัพหลวง	เมือง	213	0	72	ข
28	16	ทัพหลวง	เมือง	205	0	70	ข
29	16	ทัพหลวง	เมือง	0	1,500	180	ข
30	16	ทัพหลวง	เมือง	436	700	232	ข
31	6	ทัพหลวง	เมือง	0	550	66	ข
32	7	ทัพหลวง	เมือง	110	600	109	ข
33	8	ทัพหลวง	เมือง	207	0	70	ข
34	9	ทัพหลวง	เมือง	416	400	189	ข
35	9	ทัพหลวง	เมือง	720	4,200	749	ก
36	9	ทัพหลวง	เมือง	160	0	54	ค
37	1	ทุ่งน้อย	เมือง	0	740	89	ข
38	1	ทุ่งน้อย	เมือง	0	1,050	126	ข
39	2	ทุ่งน้อย	เมือง	0	500	60	ข
40	2	ทุ่งน้อย	เมือง	0	600	72	ข
41	2	ทุ่งน้อย	เมือง	120	330	80	ข
42	2	ทุ่งน้อย	เมือง	0	900	108	ข
43	2	ทุ่งน้อย	เมือง	160	510	116	ข
44	2	ทุ่งน้อย	เมือง	249	1,200	229	ข
45	3	ทุ่งน้อย	เมือง	111	335	78	ข
46	3	ทุ่งน้อย	เมือง	0	530	64	ข
47	3	ทุ่งน้อย	เมือง	0	583	70	ข
48	3	ทุ่งน้อย	เมือง	160	880	160	ข
49	4	ทุ่งน้อย	เมือง	0	840	101	ข
50	4	ทุ่งน้อย	เมือง	313	0	106	ข

ตาราง 18 ต่อ (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
51	4	ทุ่งน้อย	เมือง	160	0	54	ค
52	5	ทุ่งน้อย	เมือง	0	650	78	ข
53	5	ทุ่งน้อย	เมือง	0	680	82	ข
54	5	ทุ่งน้อย	เมือง	260	800	184	ข
55	5	ทุ่งน้อย	เมือง	0	420	50	ค
56	6	ทุ่งน้อย	เมือง	0	560	67	ข
57	6	ทุ่งน้อย	เมือง	0	590	71	ข
58	6	ทุ่งน้อย	เมือง	0	650	78	ข
59	7	ทุ่งน้อย	เมือง	260	1,015	210	ข
60	2	ธรรมศาลา	เมือง	534	1,000	302	ข
61	3	ธรรมศาลา	เมือง	0	520	62	ข
62	3	ธรรมศาลา	เมือง	190	0	65	ข
63	3	ธรรมศาลา	เมือง	0	550	66	ข
64	3	ธรรมศาลา	เมือง	205	0	70	ข
65	3	ธรรมศาลา	เมือง	210	0	71	ข
66	3	ธรรมศาลา	เมือง	180	300	97	ข
67	3	ธรรมศาลา	เมือง	300	0	102	ข
68	3	ธรรมศาลา	เมือง	107	560	104	ข
69	3	ธรรมศาลา	เมือง	361	0	123	ข
70	3	ธรรมศาลา	เมือง	361	0	123	ข
71	3	ธรรมศาลา	เมือง	364	0	124	ข
72	3	ธรรมศาลา	เมือง	0	1,800	216	ข
73	3	ธรรมศาลา	เมือง	820	0	279	ข
74	3	ธรรมศาลา	เมือง	0	420	50	ค
75	4	ธรรมศาลา	เมือง	206	0	70	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
76	4	ธรรมศาลา	เมือง	245	0	83	ข
77	4	ธรรมศาลา	เมือง	0	1,000	120	ข
78	4	ธรรมศาลา	เมือง	0	440	53	ค
79	4	ธรรมศาลา	เมือง	160	0	54	ค
80	5	ธรรมศาลา	เมือง	158	95	65	ข
81	5	ธรรมศาลา	เมือง	164	120	70	ข
82	5	ธรรมศาลา	เมือง	229	0	78	ข
83	5	ธรรมศาลา	เมือง	134	310	83	ข
84	5	ธรรมศาลา	เมือง	167	220	83	ข
85	5	ธรรมศาลา	เมือง	209	120	85	ข
86	5	ธรรมศาลา	เมือง	190	220	91	ข
87	5	ธรรมศาลา	เมือง	328	80	121	ข
88	5	ธรรมศาลา	เมือง	0	1,300	156	ข
89	5	ธรรมศาลา	เมือง	0	1,550	186	ข
90	5	ธรรมศาลา	เมือง	0	440	53	ค
91	5	ธรรมศาลา	เมือง	156	0	53	ค
92	5	ธรรมศาลา	เมือง	162	0	55	ค
93	5	ธรรมศาลา	เมือง	162	0	55	ค
94	5	ธรรมศาลา	เมือง	164	0	56	ค
95	6	ธรรมศาลา	เมือง	64	425	73	ข
96	2	นครปฐม	เมือง	130	700	128	ข
97	2	นครปฐม	เมือง	514	0	175	ข
98	4	นครปฐม	เมือง	220	2,500	375	ข
99	5	นครปฐม	เมือง	313	0	106	ข
100	-	บ่อพลับ	เมือง	0	2,055	247	ข

ตาราง18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
101	1	บ่อพลับ	เมือง	175	0	60	ค
102	2	บ่อพลับ	เมือง	200	0	68	ข
103	3	บ่อพลับ	เมือง	535	0	182	ข
104	5	บ่อพลับ	เมือง	0	660	79	ข
105	5	บ่อพลับ	เมือง	40	1,600	206	ข
106	8	บ่อพลับ	เมือง	0	580	70	ข
107	8	บ่อพลับ	เมือง	0	820	98	ข
108	8	บ่อพลับ	เมือง	0	2,000	240	ข
109	9	บ่อพลับ	เมือง	0	1,130	136	ข
110	ถ.25 ม.ค	บ่อพลับ	เมือง	0	760	91	ข
111	-	บางแหลม	เมือง	530	0	180	ข
112	1	บางแหลม	เมือง	75	435	78	ข
113	1	บางแหลม	เมือง	0	435	52	ค
114	7	บางแหลม	เมือง	312	0	106	ข
115	7	บางแหลม	เมือง	1,020	1,000	467	ข
116	7	บางแหลม	เมือง	0	16,700	2004	ก
117	1	บ้านยาง	เมือง	1,116	5,280	1013	ก
118	11	บ้านยาง	เมือง	53	720	104	ข
119	11	บ้านยาง	เมือง	2,060	0	700	ก
120	8	บ้านยาง	เมือง	0	20,000	2400	ก
121	9	บ้านยาง	เมือง	259	800	184	ข
122	9	บ้านยาง	เมือง	168	1,500	237	ข
123	1	บ้านไร่	เมือง	189	0	64	ข
124	-	พระปฐมเจดีย์	เมือง	315	1,400	275	ข
125	-	พระปฐมเจดีย์	เมือง	55	300	55	ค

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
126	-	พระประโทน	เมือง	0	550	66	ข
127	-	พระประโทน	เมือง	410	0	139	ข
128	-	พระประโทน	เมือง	0	2,280	274	ข
129	-	พระประโทน	เมือง	0	2,300	276	ข
130	-	พระประโทน	เมือง	0	2,330	280	ข
131	2	พระประโทน	เมือง	270	0	92	ข
132	2	พระประโทน	เมือง	208	700	155	ข
133	2	พระประโทน	เมือง	537	3,900	651	ก
134	2	พระประโทน	เมือง	176	0	60	ค
135	3	พระประโทน	เมือง	208	1,200	215	ข
136	3	พระประโทน	เมือง	440	1,650	348	ข
137	3	พระประโทน	เมือง	612	3,000	568	ข
138	4	พระประโทน	เมือง	0	480	58	ค
139	7	พระประโทน	เมือง	0	500	60	ข
140	10	โพรงมะเดื่อ	เมือง	458	0	156	ข
141	10	โพรงมะเดื่อ	เมือง	522	0	177	ข
142	10	โพรงมะเดื่อ	เมือง	523	0	178	ข
143	10	โพรงมะเดื่อ	เมือง	210	1,715	277	ข
144	12	โพรงมะเดื่อ	เมือง	320	300	145	ข
145	12	โพรงมะเดื่อ	เมือง	0	2,000	240	ข
146	12	โพรงมะเดื่อ	เมือง	0	8,360	1003	ก
147	13	โพรงมะเดื่อ	เมือง	0	600	72	ข
148	15	โพรงมะเดื่อ	เมือง	1,451	3,620	928	ก
149	4	โพรงมะเดื่อ	เมือง	0	2,000	240	ข
150	6	โพรงมะเดื่อ	เมือง	105	682	118	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
151	7	โพรงมะเดื่อ	เมือง	84	500	89	ข
152	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	76	300	62	ข
153	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	192	0	65	ข
154	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	63	375	66	ข
155	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	0	600	72	ข
156	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	165	200	80	ข
157	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	105	450	90	ข
158	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	158	1,050	180	ข
159	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	5,060	0	1720	ก
160	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	43	300	51	ค
161	8	โพรงมะเดื่อ	เมือง	63	300	57	ค
162	1	มาบแค	เมือง	1,000	4,872	925	ก
163	5	มาบแค	เมือง	0	630	76	ข
164	6	มาบแค	เมือง	265	480	148	ข
165	7	มาบแค	เมือง	205	560	137	ข
166	9	มาบแค	เมือง	0	760	91	ข
167	9	มาบแค	เมือง	0	440	53	ค
168	-	ลำพญา	เมือง	203	0	69	ข
169	-	ลำพญา	เมือง	412	2,709	465	ข
170	1	ลำพญา	เมือง	0	635	76	ข
171	2	ลำพญา	เมือง	158	0	54	ค
172	3	ลำพญา	เมือง	0	1,930	232	ข
173	4	ลำพญา	เมือง	0	545	65	ข
174	4	ลำพญา	เมือง	301	0	102	ข
175	5	ลำพญา	เมือง	474	432	213	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
176	7	ลำพญา	เมือง	84	500	89	ข
177	8	ลำพญา	เมือง	76	500	86	ข
178	2	วังตะกูน	เมือง	200	1,145	205	ข
179	3	วังตะกูน	เมือง	0	430	52	ค
180	4	วังตะกูน	เมือง	215	230	101	ข
181	5	วังตะกูน	เมือง	110	500	97	ข
182	6	วังตะกูน	เมือง	105	230	63	ข
183	6	วังตะกูน	เมือง	105	230	63	ข
184	6	วังตะกูน	เมือง	105	245	65	ข
185	6	วังตะกูน	เมือง	0	700	84	ข
186	6	วังตะกูน	เมือง	0	800	96	ข
187	6	วังตะกูน	เมือง	320	2,000	349	ข
188	6	วังตะกูน	เมือง	105	200	60	ค
189	8	วังตะกูน	เมือง	0	500	60	ข
190	8	วังตะกูน	เมือง	189	0	64	ข
191	8	วังตะกูน	เมือง	0	585	70	ข
192	1	วังเย็น	เมือง	740	4,800	828	ก
193	4	วังเย็น	เมือง	0	600	72	ข
194	4	วังเย็น	เมือง	264	1,560	277	ข
195	-	สนามจันทร์	เมือง	125	596	114	ข
196	2	สนามจันทร์	เมือง	0	1,200	144	ข
197	1	สระกระเทียม	เมือง	0	1,080	130	ข
198	1	สระกระเทียม	เมือง	159	800	150	ข
199	1	สระกระเทียม	เมือง	110	1,440	210	ข
200	10	สระกระเทียม	เมือง	263	1,375	254	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
201	10	สระกระเทียม	เมือง	470	1,150	298	ข
202	13	สระกระเทียม	เมือง	260	1,160	228	ข
203	2	สระกระเทียม	เมือง	1,220	3,498	835	ก
204	1	สามควายเผือก	เมือง	320	0	109	ข
205	1	สามควายเผือก	เมือง	0	1,000	120	ข
206	1	สามควายเผือก	เมือง	415	1,000	261	ข
207	1	สามควายเผือก	เมือง	360	2,000	362	ข
208	1	สามควายเผือก	เมือง	0	4,980	598	ข
209	2	สามควายเผือก	เมือง	-	-	-	-
210	2	สามควายเผือก	เมือง	0	510	61	ข
211	2	สามควายเผือก	เมือง	0	510	61	ข
212	2	สามควายเผือก	เมือง	0	550	66	ข
213	2	สามควายเผือก	เมือง	0	575	69	ข
214	2	สามควายเผือก	เมือง	0	690	83	ข
215	2	สามควายเผือก	เมือง	0	2,000	240	ข
216	2	สามควายเผือก	เมือง	0	420	50	ค
217	4	สามควายเผือก	เมือง	0	570	68	ข
218	4	สามควายเผือก	เมือง	102	600	107	ข
219	4	สามควายเผือก	เมือง	0	3,330	400	ข
220	5	สามควายเผือก	เมือง	0	500	60	ข
221	5	สามควายเผือก	เมือง	75	290	60	ข
222	5	สามควายเผือก	เมือง	0	560	67	ข
223	5	สามควายเผือก	เมือง	0	590	71	ข
224	5	สามควายเผือก	เมือง	0	600	72	ข
225	5	สามควายเผือก	เมือง	0	600	72	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
226	5	สามควายเผือก	เมือง	0	600	72	ข
227	5	สามควายเผือก	เมือง	129	240	73	ข
228	5	สามควายเผือก	เมือง	0	700	84	ข
229	5	สามควายเผือก	เมือง	0	710	85	ข
230	5	สามควายเผือก	เมือง	255	0	87	ข
231	5	สามควายเผือก	เมือง	106	450	90	ข
232	5	สามควายเผือก	เมือง	0	800	96	ข
233	5	สามควายเผือก	เมือง	290	0	99	ข
234	5	สามควายเผือก	เมือง	245	250	113	ข
235	5	สามควายเผือก	เมือง	0	1,000	120	ข
236	5	สามควายเผือก	เมือง	390	0	133	ข
237	5	สามควายเผือก	เมือง	180	1,050	187	ข
238	5	สามควายเผือก	เมือง	0	1,675	201	ข
239	5	สามควายเผือก	เมือง	307	1,020	227	ข
240	5	สามควายเผือก	เมือง	0	2,002	240	ข
241	5	สามควายเผือก	เมือง	315	1,500	287	ข
242	5	สามควายเผือก	เมือง	378	2,915	478	ข
243	5	สามควายเผือก	เมือง	325	4,000	591	ข
244	5	สามควายเผือก	เมือง	158	0	54	ค
245	5	สามควายเผือก	เมือง	0	450	54	ค
246	5	สามควายเผือก	เมือง	0	450	54	ค
247	7	สามควายเผือก	เมือง	0	580	70	ข
248	11	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	160	300	90	ข
249	2	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	146	350	92	ข
250	2	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	0	1,900	228	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
251	4	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	230	0	78	ข
252	4	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	70	500	84	ข
253	4	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	99	544	99	ข
254	6	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	180	0	61	ข
255	6	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	210	400	119	ข
256	8	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	1,506	4,545	1057	ก
257	9	หนองงูเห่ล้อม	เมือง	359	1,330	282	ข
258	1	หนองดินแดง	เมือง	387	100	144	ข
259	1	หนองดินแดง	เมือง	600	3,155	583	ข
260	2	หนองดินแดง	เมือง	0	1,062	127	ข
261	2	หนองดินแดง	เมือง	830	7,500	1182	ก
262	6	หนองดินแดง	เมือง	268	1,110	224	ข
263	1	หนองปากโลง	เมือง	270	0	92	ข
264	1	หนองปากโลง	เมือง	0	1,810	217	ข
265	1	หนองปากโลง	เมือง	0	2,240	269	ข
266	1	หนองปากโลง	เมือง	155	0	53	ค
267	1	หนองปากโลง	เมือง	156	0	53	ค
268	10	หนองปากโลง	เมือง	80	450	81	ข
269	10	หนองปากโลง	เมือง	156	900	161	ข
270	10	หนองปากโลง	เมือง	1,572	4,500	1074	ก
271	10	หนองปากโลง	เมือง	156	0	53	ค
272	10	หนองปากโลง	เมือง	158	0	54	ค
273	10	หนองปากโลง	เมือง	158	0	54	ค
274	2	หนองปากโลง	เมือง	0	700	84	ข
275	2	หนองปากโลง	เมือง	650	2,500	521	ข

ตาราง 18 (ต่อ)

ลำดับที่	หมู่ที่	ตำบล	อำเภอ	สุกรพันธุ์	สุกรขุน	น.ป.ส.	ประเภท
276	3	หนองปากโลง	เมือง	0	995	119	ข
277	3	หนองปากโลง	เมือง	124	680	124	ข
278	3	หนองปากโลง	เมือง	0	1,320	158	ข
279	3	หนองปากโลง	เมือง	330	3,150	490	ข
280	3	หนองปากโลง	เมือง	2,030	0	690	ก
281	4	หนองปากโลง	เมือง	0	670	80	ข
282	4	หนองปากโลง	เมือง	160	0	54	ค
283	5	หนองปากโลง	เมือง	398	680	217	ข
284	7	หนองปากโลง	เมือง	140	450	102	ข
285	-	ห้วยจรเข้ม	เมือง	182	730	149	ข
286	-	ห้วยจรเข้ม	เมือง	150	1,100	183	ข
287	4	ห้วยจรเข้ม	เมือง	245	37	88	ข
288	4	ห้วยจรเข้ม	เมือง	203	800	165	ข
289	6	ห้วยจรเข้ม	เมือง	310	2,000	345	ข

สัญลักษณ์และตัวอักษรย่อ

° C	=	degree celcius
CFU	=	colony forming unit (s)
CFU/ mL	=	colony forming unit per millilitre
cm	=	centrimetre (s)
g	=	gram (s)
hr	=	hour (s)
km ³	=	kilometre square
L	=	litre
M	=	molar (s)
m	=	metre (s)
mg	=	milligram (s)
mg/L	=	milligram per litre
mg/m ³	=	milligram per metre square
min	=	minute (s)
mL	=	millilitre (s)
NTU	=	Nephelometric Turbidity Unit
ppm	=	part per million
µm	=	micrometre (s)

ประวัติย่อผู้วิจัย

ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	ว่าที่ร้อยตรีเฉลิม ชัยบุญเรือง
วันเดือนปีเกิด	21/04/2501
สถานที่เกิด	อำเภอสันกำแพง จังหวัดเชียงใหม่
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	31/1740 หมู่ที่ 2 ตำบลคลองสาม อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	นายช่างเครื่องกล ชำนาญงาน
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	กรมทรัพยากรน้ำบาดาล กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2516	มัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนมัธยมสันกำแพง
พ.ศ. 2522	ปวส. ช่างยนต์ จาก วิทยาลัยเทคนิคภาคพายัพ
พ.ศ. 2547	วศ.บ. เครื่องกล จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
พ.ศ. 2553	วศ.ม. การจัดการทางวิศวกรรม (พลังงานและสิ่งแวดล้อม) จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ