



ใบรับรองวิทยานิพนธ์
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (ระบาศติวิทยาสัตวแพทย)

ปริญญา

ระบาศติวิทยาสัตวแพทย

สัตวแพทยสาธารณสุขศาสตร์

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง

คุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย

Chemical Values of Water for Livestock Consumption in Thailand

นามผู้วิจัย

นางสาวธีราภรณ์ เมฆอรุณ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิษณุ ตูลยกุล, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิชา เกษมสุวรรณ, M.Phil.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา ชีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่

เดือน

พ.ศ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

คุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย

Chemical Values of Water for Livestock Consumption in Thailand

โดย

นางสาวธีราภรณ์ เมฆอรุณ

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ระบาคติวิทยาทางสัตวแพทย)

พ.ศ. 2555

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธีราภรณ์ เมฆอรุณ 2555: คุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย
ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ระบาควิทยาทางสัตวแพทย) สาขาระบาควิทยาทาง
สัตวแพทย ภาควิชาสัตวแพทยสาธาณสุขศาสตร ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก:
ผู้ช่วยศาสตราจารย์พิษณุ ตูลยกุล, Ph.D. 107 หน้า

การศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสตัวในพื้นที่เลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย
จากฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวน 68 ฟาร์ม ฟาร์มเลี้ยงไก่จำนวน 35 ฟาร์ม และฟาร์มเลี้ยงเป็ดจำนวน 9
ฟาร์ม โดยใช้การเก็บข้อมูลจากแบบสอบถามร่วมกับการวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีและปริมาณ
โลหะหนักของตัวอย่างน้ำที่เก็บจากฟาร์ม พบว่าน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสตัวมีค่า pH ความกระด้าง
คลอไรด์ และ TDS ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัว พบโลหะหนัก แมงกานีส
และเหล็กในน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวที่มากกว่า 0.05 และ 0.3 ppm โดยฟาร์มดังกล่าวมีที่ตั้งกระจาย
อยู่ทุกภาคของประเทศไทย

แหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวที่เป็นแหล่งน้ำใต้ดินมีค่ามัธยฐานของ pH เท่ากับ 6.85 ซึ่งต่ำ
กว่าแหล่งน้ำผิวดินที่มีค่า pH เท่ากับ 7.23 แต่มีค่าความกระด้างที่ระดับ 169.5 ppm สูงกว่าแหล่ง
น้ำผิวดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ที่ 112 ppm คุณภาพทางเคมีทุกค่าของแหล่งน้ำทั้ง
สองแหล่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับเลี้ยงปลุสตัว ยกเว้นโลหะหนักแมงกานีสและเหล็กที่พบ
ในแหล่งน้ำผิวดินมากกว่าแหล่งน้ำใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และมีค่าเกินมาตรฐานน้ำ
สำหรับบริโภค ที่ระดับ 0.183 และ 0.506 ppm นอกจากนี้ ยังพบว่าแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยง
สุกรมีค่า pH TDS และคลอไรด์สูงกว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 7.02
448 และ 170 ppm ตามลำดับ เมื่อพิจารณาปัจจัยต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์ต่อแหล่งน้ำที่มีค่าคุณภาพ
ทางเคมีเกินมาตรฐาน พบว่าปัจจัยเสี่ยงต่อการพบแมงกานีสในแหล่งน้ำเกินมาตรฐานได้แก่ ฟาร์ม
เลี้ยงปลุสตัวที่ไม่ได้ตั้งอยู่ในเขตภาคตะวันตกและฟาร์มที่ใช้แหล่งน้ำผิวดินเพื่อให้สัตว์บริโภค

Teeraporn Makaroon 2012: Chemical Values of Water for Livestock Consumption in Thailand. Master of Science (Veterinary Epidemiology), Major Field: Veterinary Epidemiology, Department of Veterinary Public Health. Thesis Advisor: Assistant Professor Phitsanu Tulayakul, Ph.D. 107 pages.

The study of chemical quality of drinking water uses for livestock in various farming area in Thailand were investigated. Questionnaires and water samples for chemical quality include heavy metals analysis from sixty-eight pig farms, thirty-five chicken farms and nine duck farms were collected. There found that water for livestock consumption had pH, hardness, chloride and TDS were higher than standard limit for livestock. In the part of heavy metals, generally the median of manganese and iron levels in water for livestock were higher than 0.05 and 0.3 ppm, respectively, throughout the country.

The median of pH value in groundwater was 6.85 which significantly ($p < 0.05$) lower than in surface water of 7.23, while the median of hardness level of 169.5 ppm was significantly higher than surface water with the levels of 112 ppm. All of chemical quality values of both water resources were in the range of water chemical quality standard for livestock. The levels of manganese and iron in surface water were 0.183 and 0.506 ppm, of which both levels were significantly higher than groundwater and even over limits compared to standard of drinking water. The levels of pH, TDS and chloride in groundwater from pig farms were significantly higher than in poultry farms at 7.02, 448 and 170 ppm, respectively. The calculation for logistic regression model can be concluded that factors associated with excessive of manganese level in water was the water from farm located outside western region of Thailand and using surface water for their livestock consumption.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณทุนสนับสนุนการวิจัย จาก สกว. ฝ่ายเกษตร ภายใต้โครงการศูนย์วิทยาการ
สุขภาพเปิด คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ และทุนผู้ช่วยวิจัย จากสถาบัน
วิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ขอขอบคุณสำหรับการสนับสนุนข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัย จากสมาคมผู้ผลิตไก่
เพื่อส่งออกไทย น.สพ.สุเมธ ทรัพย์ชูกุล นายกสมาคมสัตวแพทย์ควบคุมฟาร์มสัตว์ปีก
สพ.ญ.รุ่งรภัส รัชญานินดารง ผู้จัดการฝ่ายบริหารสุขภาพสัตว์ บริษัทโกลเด้นฟู้ดสยาม
ผศ.น.สพ.ณัฐวุฒิ รัตนวิชัยโรจน์ อาจารย์ประจำภาค วิชาเวชศาสตร์และทรัพยากรการผลิตสัตว์
คณะสัตวแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ น.สพ.ณัฐพล ไพบุลย์ ผู้จัดการฝ่ายขายและ
การตลาด บริษัทเวทโปรดักส์แอนด์คอนซัลแตนท์จำกัด ฝ่ายวิชาการบริษัท บี เอฟ ฟีด จำกัด และ
นายสัตวแพทย์ในพื้นที่อีกหลายท่านที่ไม่ได้กล่าวถึงในที่นี้

สุดท้ายนี้ ขอขอบคุณ รศ.ดร. สุธา ขาวเขียว หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และนางสาวรามนรี เนตรวิเชียร ที่ได้กรุณาให้ความ
อนุเคราะห์สำหรับการสอนและอำนวยความสะดวกในการตรวจวิเคราะห์โลหะหนักและใช้
อุปกรณ์ในการวิเคราะห์

ธีราภรณ์ เมฆอรุณ

เมษายน 2555

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	5
การตรวจเอกสาร	6
อุปกรณ์และวิธีการ	19
อุปกรณ์	19
วิธีการ	20
ผลและวิจารณ์	25
ผล	25
วิจารณ์	61
สรุปและข้อเสนอแนะ	67
สรุป	67
ข้อเสนอแนะ	67
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	69
ภาคผนวก	78
ภาคผนวก ก แบบสอบถามที่ใช้ในการวิจัย	79
ภาคผนวก ข เครื่องมือและวิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	101
ภาคผนวก ค การจัดแบ่งภูมิภาคของประเทศไทยตามคณะกรรมการพัฒนาการ เศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ	105
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	107

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ชนิดหินแร่ที่เป็นแหล่งที่มาของโลหะหนักชนิดต่างๆ ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ	8
2	ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินตามธรรมชาติ	9
3	ผลกระทบของความเค็มในน้ำที่ระดับต่างๆ ต่อสุขภาพสัตว์และผลผลิต	11
4	ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคของสัตว์และมนุษย์	18
5	จำนวนฟาร์มที่ทำการศึกษาแยกตามชนิดสัตว์และเขตภูมิภาคของประเทศไทย	21
6	จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ที่ทำการศึกษาแบ่งตามขนาดของฟาร์ม และจำนวนปศุสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย	26
7	จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ที่ทำการศึกษาแบ่งตามชนิดสัตว์ และประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย	27
8	เปอร์เซ็นต์ของฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานที่ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำภายในรัศมี 4 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย	28
9	เปอร์เซ็นต์ของฟาร์มเลี้ยงไก่ที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานที่ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำภายในรัศมี 4 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย	28
10	ค่ามาตรฐานคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ และเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์ที่มีค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานแยกตามชนิดของแหล่งน้ำและชนิดสัตว์ที่เลี้ยง	29
11	ค่ามาตรฐานโลหะหนักของน้ำสำหรับบริโภคและเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์ที่มีปริมาณโลหะหนักไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แยกตามชนิดของแหล่งน้ำและชนิดสัตว์	30
12	ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์จากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน เปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์	44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
13	ค่ามัธยฐานของปริมาณโลหะหนักของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์จากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน เปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์	45
14	ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์ของแหล่งน้ำใต้ดินจากฟาร์มเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก เปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์	48
15	ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีของน้ำจากแบบสอบถามและระดับความสัมพันธ์ต่อน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์ที่มีปริมาณแอมโมเนียไนโตรเจนมาตรฐาน	49
16	โมเดลสุดท้ายของการวิเคราะห์ logistic regression ของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว์ที่มีแอมโมเนียไนโตรเจนมาตรฐานน้ำบริโภค	51
17	เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำใต้ดินที่ได้จากผลการศึกษา กับข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2548 ในพื้นที่ตำบลเดียวกัน	52

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ค่า pH ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	31
2	ปริมาณความกระด้างของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	32
3	ปริมาณคลอไรด์ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	33
4	ปริมาณ TDS ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	34
5	ปริมาณแคลเซียมของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	35
6	ปริมาณแมกนีเซียมของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	36
7	ปริมาณฟอสเฟตของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	37
8	ปริมาณซัลเฟตของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	38
9	ปริมาณไนเตรทของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	39
10	ปริมาณฟลูออไรด์ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามพิกัดทางภูมิศาสตร์	40
11	ปริมาณแอมโมเนียของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	41
12	ปริมาณเหล็กของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์	42

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
13 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	54
14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความกระด้างแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	55
15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TDS ของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	56
16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	57
17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	58
18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	59
19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)	60
 ภาพผนวกที่	
ข1 ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีนสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ	102
ข2 เครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรดและเบส EC20 pH/ISE meter	102
ข3 เครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า CO150 conductivity meter	103
ข4 เครื่อง spectrophotometer รุ่น HACH DR 2000/2010	103
ข5 เครื่องตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก ULTIMA2, Siamese International group, Italy	104
ข6 เทคนิคการย่อยตัวอย่างน้ำด้วยวิธีมาตรฐาน US EPA method 3050B	104

คุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย

Chemical Values of Water for Livestock Consumption in Thailand

คำนำ

ปัจจุบันในประเทศไทยมีเกษตรกรผู้ประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์อยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ และภาคกลาง เรียงลำดับจากมากไปน้อย มีเกษตรกรผู้เลี้ยงสุกร และสัตว์ปีกเป็นจำนวนมากเนื่องจากเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญและมีการเลี้ยงเป็นจำนวนมากที่สุดในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคกลางของประเทศไทย (กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์, 2554) ในลักษณะการเลี้ยงรูปแบบฟาร์มเลี้ยงสัตว์ เรื่องของการจัดการด้านแหล่งน้ำเป็นการจัดการฟาร์มที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรควรคำนึงถึง โดยปกติแล้วแหล่งน้ำที่ใช้โดยทั่วไปในฟาร์มเลี้ยงสัตว์มีสองแหล่งหลักๆ ได้แก่ แหล่งน้ำผิวดิน และแหล่งน้ำใต้ดิน การเลือกใช้แหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ และตำแหน่งที่ตั้งฟาร์มเป็นหลัก ระบบการเลี้ยงสัตว์ควรที่จะต้องมีแหล่งน้ำที่มีคุณภาพเพื่อให้สัตว์บริโภค

จากการสำรวจที่ผ่านมาพบปัญหาด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำอยู่บ่อยครั้งทั้งแหล่งน้ำผิวดินและใต้ดิน เช่น การพบความเข้มข้นขององค์ประกอบทางเคมีเกินมาตรฐาน การปนเปื้อนจากสารเคมี เชื้อแบคทีเรีย หรือแม้แต่โลหะหนัก สามารถพบได้จากรายงานการพบปัญหาการปนเปื้อนสารเคมีหรือโลหะหนักของแหล่งน้ำในประเทศไทย ที่จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีทั้งการทำเกษตรกรรมและเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม มีการตรวจพบปริมาณแคดเมียม สังกะสีและปรอทในแหล่งน้ำใต้ดินเกินมาตรฐานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้ (Makkasap and Satapanajaru, 2010) รายงานการตรวจวัด คุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในประเทศไทย ได้มีการตรวจพบโลหะหนักในปริมาณที่สูงทางตอนล่างของแม่น้ำ มีสาเหตุเนื่องมาจากมีโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณแม่น้ำเป็นจำนวนมาก ทั้งโรงงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ อุปกรณ์ อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงสาเหตุจากการที่การไหลของแม่น้ำเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดการสะสมโลหะหนักขึ้น โดยเฉพาะสังกะสี (Bordalo *et al.*, 2001)

โดยทั่วไปแล้วองค์ประกอบทางเคมีหรือโลหะหนักต่างๆ ที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไป เนื่องจากกระบวนการตามธรรมชาติและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม

เช่น สภาพทางธรณีวิทยา จากชั้นหินแร่ในธรรมชาติ สภาพทางชีววิทยาและจากแหล่งต้นกำเนิด ที่มาจากบรรยากาศ นอกจากนี้อิทธิพลของมนุษย์ยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดการปนเปื้อนและเป็น มลพิษทางน้ำทำให้องค์ประกอบทางเคมีในแหล่งน้ำเปลี่ยนไปจากสภาพตามธรรมชาติ ได้แก่ ของ เสียจากชุมชน จากแหล่งเกษตรกรรม ที่พบว่ามีปริมาณไนเตรทสะสมในแหล่งน้ำใต้ดิน มีที่มาจาก การใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ จากโรงงานอุตสาหกรรม เช่น สารหนู ปรอต แคลเมียมและนิกเกิล ซึ่งมีสาเหตุจากขยะมีพิษจากโรงงานที่ถูกชะล้างโดยน้ำฝนและไหลซึมลงสู่ แหล่งน้ำใต้ดิน จากฟาร์มปศุสัตว์ ที่อาจเป็นสาเหตุการพบปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทในแหล่ง น้ำ และโลหะหนักบางชนิดที่พบได้จากบริเวณของแหล่งทิ้งขยะ

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยในหลายพื้นที่จัดได้ว่ามีความเสี่ยงที่จะมีการนำน้ำจากแหล่ง น้ำที่เป็นมลพิษเหล่านั้นมาให้อัตว์เลี้ยงบริโภค เนื่องจากประเทศไทยเป็นแหล่งของการทำ เกษตรกรรมและบางจังหวัดก็เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม หากผู้เลี้ยงสัตว์ได้นำน้ำที่ปนเปื้อน เหล่านั้นให้อัตว์บริโภคจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์และผลผลิตได้ องค์ประกอบทางเคมี หรือโลหะหนักหลายชนิดมีรายงานว่าสามารถพบได้ในแหล่งน้ำและมีผลเสียหากมีการนำไปใช้ เลี้ยงสัตว์ ได้แก่ ของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ (Total dissolved solid, TDS) ที่ระดับความเข้มข้น มากกว่า 3,000 มิลลิกรัมต่อลิตร (ppm) อาจมีผลกระทบทำให้ไก่มีอาการท้องเสีย ลดการ เจริญเติบโตและเพิ่มอัตราการตาย (Bagley *et al.*, 1997b) น้ำที่มีค่าความกระด้าง (Hardness) สูงจะ ส่งผลทางอ้อมทำให้ลดประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะในกลุ่ม enrofloxacin เมื่อใช้รักษาโรคในไก่ เนื้อ (Sumano *et al.*, 2004) น้ำที่มีค่า pH สูงมากกว่า 8.5 จะมีผลในการลดประสิทธิภาพของการใช้ คลอรีนผสมลงในน้ำเพื่อการฆ่าเชื้อโรค ผลของการได้รับไนไตรท์ (Nitrite) ที่มีผลเพิ่มเมท ฮีโมโกลบินในกระแสเลือด ในส่วนของโลหะหนักชนิดเป็นพิษ (Toxic metals) ได้แก่ แคลเมียม ตะกั่ว และปรอท มีการศึกษาวิจัยในไก่ไข่หากได้รับแคลเมียมปริมาณเพียง 0.12 มิลลิกรัมร่วมกับ สังกะสี 4 มิลลิกรัมต่อวัน จะส่งผลให้เปลือกไข่บางลงได้ (Korénekova *et al.*, 2007) หากปริมาณที่ ได้รับสูงขึ้นเป็น 25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะส่งผลให้ไก่เนื้อแสดงอาการคัน ผิวหนังเป็นสะเก็ด น้ำหนักตัวลดลง (Akyolcu *et al.*, 2003) สุกรที่ได้รับแคลเมียมจะส่งผลให้การเจริญเติบโตวัน ลดลง รวมถึงลดการสร้างฮอร์โมนเพศเมีย (Han *et al.*, 2006) ตัวอย่างในสัตว์เคี้ยวเอื้อง เช่น วัวที่ ได้รับตะกั่วในปริมาณที่ถึงระดับเป็นพิษ จะส่งผลให้มีอาการทางระบบประสาทและตายภายใน หนึ่งอาทิตย์นับจากที่แสดงอาการ (Traverso *et al.*, 2004) นอกจากโลหะหนักจะส่งผลกระทบต่อ โดยตรงต่อสุขภาพและผลผลิตสัตว์โดยตรงแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบทางอ้อม เนื่องจากโลหะ หนักมีประจุบวกที่สามารถจับตัวกับสารอินทรีย์ในธรรมชาติเกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เรียก ว่าคีเลต ทำให้โลหะหนักบางชนิดสามารถจับกับโปรตีนที่มีประจุสุทธิเป็นลบได้ที่ตำแหน่ง -SH

group ทำให้เกิดเกลือคาร์บอกซิเลต โปรตีนเปลี่ยนสภาพตกตะกอน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่า หากน้ำเพื่อให้สัตว์บริโภคมีปริมาณโลหะหนักที่สูงอาจจะไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนที่เกษตรกรละลายน้ำเสริมให้แก่สัตว์และลดประสิทธิภาพลง นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่าโลหะหนักบางชนิด เช่น สังกะสีในรูปของ Zinc sulphate สามารถจับตัวกับยาปฏิชีวนะในกลุ่มของ Tetracycline เกิดเป็นคีเลตส่งผลให้ลดการดูดซึมของยาดังกล่าวในระบบทางเดินอาหาร (Andersson *et al.*, 1976)

โลหะหนักยังมีผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะพบใน นํ้านม เนื้อ ไข่ ดับ และไข่ หากผู้บริโภคได้รับประทานผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มีโลหะหนักตกค้างอยู่ จะสะสมในร่างกาย โดยเฉพาะโลหะหนักชนิดที่เป็นพิษ (Toxic metals) จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง แคดเมียม มีผลทำลายระบบประสาท การทำงานของอวัยวะภายในล้มเหลว ไนโตรเจนทำให้เกิดโรคพาร์คินสัน (Okuda *et al.*, 1997) หรือหากมีตะกั่วปริมาณเพียง 49 ไมโครกรัมต่อลิตรในกระแสเลือด นอกจากส่งผลกระทบต่อระบบประสาทแล้ว ยังมีผลเสียต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ได้อีกด้วย (Telisman *et al.*, 2007) จากรายงานผลตกค้างของโลหะหนักในอาหารจากหลายประเทศ ทำให้องค์กรต่าง ๆ ให้ความสนใจที่จะหามาตรการควบคุม เช่น การประกาศข้อกำหนดเรื่องการส่งออก ผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ของสหภาพยุโรป ที่ห้ามมีปริมาณโลหะหนักในเนื้อสัตว์หรือผลิตภัณฑ์จากสัตว์เกินกว่ามาตรฐานที่กำหนด

ด้วยเหตุนี้การตรวจคุณภาพน้ำในฟาร์มปศุสัตว์จึงเป็นวิธีหนึ่งที่สามารถหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวได้ ซึ่งสามารถตรวจได้สามลักษณะเริ่มตั้งแต่การตรวจทางกายภาพ เช่น อุณหภูมิ สี กลิ่น ความขุ่น การตรวจทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า ความเค็ม ค่า Dissolved oxygen (DO), Biological oxygen demand (BOD) ความกระด้าง ปริมาณไนเตรต ไนไตรท์ โลหะหนัก เป็นต้น และการตรวจทางชีวภาพ โดยทั่วไปเกษตรกรมักให้ความสำคัญกับการตรวจทางชีวภาพมากกว่าเนื่องจากส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์โดยตรงและส่งผลชัดเจน เกษตรกรส่วนน้อยที่ให้ความสำคัญกับการตรวจคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำเพื่อการบริโภคซึ่งเป็นแหล่งที่สัตว์มีความเสี่ยงจะได้รับแร่ธาตุบางชนิดมากกว่าที่ร่างกายต้องการหรือโลหะหนักที่นอกเหนือจากการปนเปื้อนในอาหาร

ดังนั้นเพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งสุขภาพสัตว์ ผลผลิตและผู้บริโภค การศึกษาครั้งนี้จะเป็นการเก็บรวบรวมข้อมูล ตรวจวัดค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับการเลี้ยงสัตว์แต่ละพื้นที่ รวมถึงหาปัจจัยเสี่ยงที่มีผลกระทบต่อค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำ จะเป็นผลดีต่อเกษตรกรในการช่วยตัดสินใจในการเลือกแหล่งน้ำที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในการเลี้ยงสัตว์ หลีกเลี่ยงปัญหาด้าน

สุขภาพจากการได้รับแร่ธาตุเกินความต้องการ หรือจากการได้รับโลหะหนักซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อผลผลิต และผลตกค้างของโลหะหนักถึงผู้บริโภคได้



วัตถุประสงค์

1. ศึกษาคุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงปลุสัต์ว์เชิงพื้นที่ในเขตจังหวัดที่มีการเลี้ยงปลุสัต์ว์ของประเทศไทย
2. ศึกษาความสัมพันธ์ของปัจจัยเสี่ยงต่างๆที่มีผลต่อค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำในฟาร์มเลี้ยงปลุสัต์ว์



การตรวจเอกสาร

1. การเลี้ยงสัตว์เศรษฐกิจในประเทศไทย

เกษตรกรที่ประกอบอาชีพการเลี้ยงสัตว์ที่เป็นสัตว์เศรษฐกิจในประเทศไทยพบกระจายอยู่ทุกภาคทั่วประเทศ ซึ่งส่วนใหญ่พบว่าอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคเหนือ ภาคกลาง และภาคใต้ตามลำดับ มีเกษตรกรที่เลี้ยงสัตว์ปีกและสุกรเป็นจำนวนมาก เนื่องจากเป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญ จากสถิติของกรมปศุสัตว์ปี 2554 พบว่า มีการเลี้ยงไก่ทุกประเภททั้งสิ้น 316,536,364 ตัว และเขตปศุสัตว์ที่เลี้ยงไก่เป็นจำนวนตัวสูงที่สุดคือในพื้นที่เขตปศุสัตว์ที่ 1 มีจำนวน 78,684,797 ตัว คิดเป็น 24.86% และมีรูปแบบการเลี้ยงของฟาร์มขนาดใหญ่ รองลงมาคือในพื้นที่เขตปศุสัตว์ ที่ 2 และเขตปศุสัตว์ที่ 3 ตามลำดับสำหรับสุกรมีการเลี้ยงจำนวนทั้งสิ้น 9,681,774 ตัว และเขตปศุสัตว์ที่เลี้ยงสุกรมากที่สุดคือเขตปศุสัตว์ที่ 2 เป็นจำนวน 253,536 ตัว คิดเป็น 23.28% ข้อมูลจากกรมปศุสัตว์ (2554) ระบบการเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยมีทั้งในส่วนของ การเลี้ยงในรูปแบบการเคลื่อนย้าย และรูปแบบฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ที่ผ่านมากระทรวงเกษตรและสหกรณ์ได้ประกาศเรื่อง มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ประเทศไทย พ.ศ. 2542 ขึ้นเมื่อวันที่ 3 พฤศจิกายน 2542 จุดประสงค์คือ เพื่อปรับปรุงระบบการเลี้ยงสัตว์ให้เป็นรูปแบบมาตรฐานเดียวกันและให้ระบบมีคุณภาพ เพื่อคุ้มครองผู้บริโภคให้ปลอดภัยในการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์สัตว์ เพื่ออำนวยความสะดวกทางการค้าแก่ผู้ประกอบการฟาร์มเลี้ยงสัตว์ส่งออก เพื่อลดมลภาวะจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและชุมชน และเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม ป้องกันและกำจัดโรคในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ข้อมูลจากสำนักสัตวศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 9 (2544)

2. แหล่งน้ำที่ใช้ในฟาร์มปศุสัตว์และปัญหาคุณภาพน้ำ

ในส่วนของ การเลี้ยงสัตว์ในรูปแบบฟาร์มเลี้ยงสัตว์ การจัดการด้านแหล่งน้ำเป็นการจัดการฟาร์มที่สำคัญอย่างหนึ่งของการเลี้ยงสัตว์ที่เกษตรกรควรคำนึงถึง โดยปกติแล้วแหล่งน้ำที่ใช้โดยทั่วไปในฟาร์มเลี้ยงสัตว์มีสองแหล่งหลักๆ ได้แก่ แหล่งน้ำผิวดิน เช่น แม่น้ำ คลอง บึง บ่อเก็บน้ำ และแหล่งน้ำใต้ดิน การเลือกใช้แหล่งน้ำจะขึ้นอยู่กับสภาพทางภูมิศาสตร์ และตำแหน่งที่ตั้งฟาร์มเป็นหลัก ระบบการเลี้ยงสัตว์จำเป็นต้องมีแหล่งน้ำบริโภคที่มีคุณภาพ เนื่องจากปัญหาการปนเปื้อนในแหล่งน้ำอาจส่งผลกระทบต่อ การเลี้ยงสัตว์ ทั้งด้านสุขภาพและผลผลิตได้ การสำรวจที่ผ่านมามีการพบปัญหาด้านคุณภาพน้ำของแหล่งน้ำอยู่บ่อยครั้ง ไม่ว่าจะเป็นการปนเปื้อนจากสารเคมี เชื้อแบคทีเรีย หรือแม้แต่โลหะหนัก สามารถพบได้ จากรายงานการพบปัญหาการปนเปื้อน

สารเคมีหรือโลหะหนักในแหล่งน้ำในหลายๆ ประเทศ ยกตัวอย่างเช่น ที่ประเทศมอลโดวา มีการสำรวจแหล่งน้ำในเขตพื้นที่ชุมชนที่มีประชากรอาศัยอยู่และมีการใช้ประโยชน์จากพื้นที่ในการทำเกษตรกรรมรวมถึงการเลี้ยงสัตว์ ผลจากการสำรวจคุณภาพแหล่งน้ำบาดาลในพื้นที่ดังกล่าวพบว่า แหล่งน้ำบาดาลซึ่งเป็นแหล่งน้ำบริโภคหลักของประชากรมีการปนเปื้อนจากสารเคมีต่างๆ เกินมาตรฐานที่องค์การอนามัยโลก (WHO) หรือสหภาพยุโรป (EU) กำหนดไว้ ได้แก่ ค่า TDS ในเดรท ซัลเฟต ฟลูออไรด์ คลอไรด์ ซิลิเนียม ความกระด้างแอมโมเนีย ไนไตรท์ แมงกานีส และสารประกอบไฮโดรคาร์บอน (Melian *et al.*, 1997) ในประเทศอินเดียมีรายงานการตรวจน้ำและตะกอนดินในแม่น้ำยามัวร์นาและฮาร์ยานา พบนิเกิลและแคดเมียมในปริมาณที่สูงจากตะกอนดินแม่น้ำ ที่มีสาเหตุมาจากโรงงานอุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน (Kaushik *et al.*, 2009) เช่นเดียวกันในการศึกษาหาสาเหตุมลพิษทางน้ำในแม่น้ำของประเทศตุรกี ที่มีการตรวจพบสังกะสี และโครเมียม ปริมาณที่สูงในเขตอุตสาหกรรม และยังตรวจพบแมงกานีสที่คาดว่ามีส่วนมาจากยาฆ่าแมลง นอกจากนี้ยังตรวจพบธาตุเหล็ก ซึ่งน่าจะมีส่วนมาจากสภาพทางธรณีวิทยาของชั้นหินบริเวณนั้น ที่มีธาตุเหล็กเป็นองค์ประกอบอยู่เป็นจำนวนมาก (Akçay *et al.*, 2003) นอกจากนี้การศึกษาปัญหาดังกล่าวในประเทศไทยก็พบปัญหาการปนเปื้อนเช่นกัน ยกตัวอย่างที่จังหวัดระยอง ซึ่งเป็นจังหวัดที่มีทั้งการทำเกษตรกรรมและอุตสาหกรรม มีการตรวจพบปริมาณแคดเมียม สังกะสีและปรอทในแหล่งน้ำใต้ดินเกินมาตรฐานของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่ได้กำหนดไว้ (Makkasap and Satapanajaru, 2010) นอกจากนี้แหล่งน้ำที่อำเภอมาบตาพุด จังหวัดระยอง ยังพบปริมาณ เหล็ก แมงกานีสและปรอทในแหล่งน้ำใต้ดินบ่อต้นเช่นเดียวกัน (อาภา, ม.ป.ป.) รายงานการตรวจวัดคุณภาพน้ำของแม่น้ำบางปะกงในประเทศไทย ได้มีการตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก ตรวจพบโลหะหนักในปริมาณที่สูงทางตอนล่างของแม่น้ำ มีสาเหตุเนื่องมาจาก มีโรงงานอุตสาหกรรมในบริเวณแม่น้ำเป็นจำนวนมาก ทั้งโรงงานไฟฟ้า แบตเตอรี่ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ รวมถึงสาเหตุจากการที่การไหลของแม่น้ำเป็นไปอย่างช้าๆ ทำให้เกิดการสะสมโลหะหนักขึ้น โดยเฉพาะสังกะสี (Bordalo *et al.*, 2001)

3. ที่มาขององค์ประกอบทางเคมีและโลหะหนักในแหล่งน้ำ

โดยทั่วไปแล้วสารประกอบทางเคมีหรือโลหะหนักต่างๆ ที่ละลายอยู่ในแหล่งน้ำของแต่ละพื้นที่จะมีความแตกต่างกันไป เนื่องจากกระบวนการตามธรรมชาติและอิทธิพลของสิ่งแวดล้อม เช่น สภาพทางธรณีวิทยา ชีววิทยาและจากแหล่งต้นกำเนิดที่มาจากบรรยากาศ สามารถพบโลหะหนักได้ในสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติเนื่องจากโลหะหนักเป็นองค์ประกอบหนึ่งของหินเปลือกโลก เมื่อเกิดการกัดเซาะพังทลาย โลหะบางส่วนก็จะถูกชะพาออกมาสู่สิ่งแวดล้อม เช่น ดิน หรือน้ำ ทำให้ปริมาณโลหะหนักที่พบในแต่ละพื้นที่นั้นแตกต่างกันไปขึ้นกับลักษณะชนิดชั้นหินเปลือกโลกตามสภาพทางธรณีวิทยา ปริมาณสารอินทรีย์ เนื้อดิน ความลึก การไหลของแหล่งน้ำเป็นต้น โลหะหนักบางชนิดในแหล่งน้ำที่มีที่มาจากชั้นหินแร่ในธรรมชาติแสดง ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ชนิดหินแร่ที่เป็นแหล่งที่มาของโลหะหนักชนิดต่างๆ ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติ

โลหะหนัก	ชนิดหินแร่
Mercury	Cinnabar และ Calomel
Cadmium	Greenockite, Hewleyite, Cadmoselite, Montepponite, Otavite, Saukavite และ Cadmain metacinnaba
Lead	Galena, Cerussite และ Auglesite
Zinc	Sphalerite และ Greenochite
Chromium	Chromite
Nickel	Pentlandite, Pyrrhotite, Garnierite, Arsenide และ Pentlandite
Copper	Chaoocite, Copper glance, Cuprite, Copper pyrite และ Malachite
Arsenic	Arsenopyrite, Orpiment, Realga และ Arsenolite

ที่มา: สิทธิชัย (2549)

นอกจากนี้สารประกอบทางเคมีและโลหะหนักที่พบในแหล่งน้ำยังมีสาเหตุจากอิทธิพลของมนุษย์ที่ทำให้เกิดการปนเปื้อนและเป็นมลพิษทางน้ำทำให้องค์ประกอบทางเคมีในแหล่งน้ำเปลี่ยนไปจากสภาพตามธรรมชาติ ซึ่งโดยปกติแล้วปริมาณและชนิดของสารประกอบทางเคมีที่สามารถตรวจพบได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติควรมีค่าทางเคมีต่างๆ อยู่ในช่วงที่กำหนดไว้

ตารางที่ 2 ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินตามธรรมชาติ

องค์ประกอบทางเคมี	ปริมาณที่ตรวจพบ (ppm)
Silica	1-30
Iron	<0.5
Manganese	<0.2
Calcium	<100
Magnesium	<50
Sodium	<200
Potassium	<10
Carbonate	<10
Bicarbonate	<500
Sulfate	<300
Chloride	<10
Fluoride	<10
Nitrate	<10
Dissolved solids	<5,000

ที่มา: Todd (1980)

สาเหตุการปนเปื้อนของสารประกอบเคมีในแหล่งน้ำที่เกิดจากอิทธิพลของมนุษย์ได้แก่ของเสียจากชุมชน จากแหล่งเกษตรกรรมที่พบว่ามีความเหมาะสมในแหล่งน้ำใต้ดิน มีที่มาจากการใช้ปุ๋ยที่มีธาตุอาหารไนโตรเจนเป็นองค์ประกอบ (Thorburn *et al.*, 2003) สาเหตุจากโรงงานอุตสาหกรรม ในบางพื้นที่โลหะหนักบางชนิดมีการสะสมในแหล่งน้ำจนเกินมาตรฐานที่ WHO กำหนด เช่น สารหนู ปรอท แคดเมียมและนิกเกิล ซึ่งมีสาเหตุจากขยะมีพิษจากโรงงานที่ถูกชะล้างโดยน้ำฝนและไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน (Bhagure and Mirgane, 2011) สาเหตุจากฟาร์ม

ปลุสสัตว์ซึ่งที่ผ่านมาการศึกษาคุณภาพน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินรอบฟาร์มสุกรที่ประเทศโปแลนด์ ตรวจพบปริมาณแอมโมเนียและปริมาณไนเตรทเกินมาตรฐานคุณภาพน้ำบริโภค (Tymczynska *et al.*, 1999) นอกจากนี้แหล่งน้ำในบริเวณของแหล่งทิ้งขยะยังตรวจพบโลหะหนักบางชนิดในแหล่งน้ำ ใต้ดินเช่นกัน (กลิ่นประทุม และคณะ, ม.ป.ป.) ผลกระทบจากกิจกรรมของมนุษย์ดังกล่าวจึงเป็น สาเหตุก่อให้เกิดมลพิษต่อแหล่งน้ำในพื้นที่ต่างๆ

4. องค์ประกอบทางเคมีและโลหะหนักที่มีผลกระทบต่อการผลิตปลุสสัตว์

ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยในหลายพื้นที่จัดได้ว่ามีความเสี่ยงที่จะมีการนำน้ำจากแหล่ง น้ำที่มีการปนเปื้อนมาให้อาหารสัตว์เลี้ยงบริโภค เนื่องจากประเทศไทยเป็นแหล่งของการทำเกษตรกรรม และบางจังหวัดก็เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม หากผู้เลี้ยงสัตว์ได้นำน้ำที่ปนเปื้อนเหล่านั้นให้ สัตว์บริโภคจะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์และผลผลิตได้ เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดจะมี ความต้องการหรือความต้านทานต่อองค์ประกอบทางเคมีหรือโลหะหนักที่เจือปนอยู่ในน้ำเพียง ระดับหนึ่งเท่านั้น หากสัตว์ได้รับในปริมาณที่มากเกินไป อาจส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลงรวมถึง ผลผลิตลดลง เป็นสาเหตุให้สัตว์เจ็บป่วยและตายได้ ซึ่งองค์ประกอบทางเคมีหรือ โลหะหนักที่มี ผลกระทบต่อการผลิตปลุสสัตว์ ได้แก่

4.1 ความเค็ม (Salinity) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงปริมาณเกลือที่ละลายอยู่ในน้ำ เกลือเกิดจาก การจับตัวกันของสารประกอบที่มีประจุลบในน้ำเช่น คาร์บอเนต ไบคาร์บอเนต ซัลเฟต ไนเตรท คลอไรด์ ฟอสเฟตและฟลูออไรด์ กับประจุบวกของแร่ธาตุบางชนิด เช่น แคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียมและ โพแทสเซียม ตัวอย่างเกลือที่พบได้บ่อยคือ โซเดียมคลอไรด์ สัตว์แต่ละชนิดจะได้รับ ผลกระทบของความเค็มต่อสุขภาพสัตว์และผลผลิตไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ เพศ อายุ ปริมาณ แร่ธาตุที่อยู่ในอาหาร อุณหภูมิของอากาศและแหล่งน้ำ และองค์ประกอบของแร่ธาตุอื่นๆ ที่ละลาย อยู่ในน้ำ (Curran and Robson, 2007) หากมีการเปลี่ยนแปลงของปริมาณเกลือในน้ำอย่างรวดเร็ว จากความเข้มข้นต่ำๆ เป็นความเข้มข้นที่สูงขึ้นจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์ได้ง่ายกว่า การตรวจวัด ค่าความเค็มทางห้องปฏิบัติการเพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกได้ว่าความเค็มที่พบนั้นเกิดจากธาตุ อาหารชนิดใดดังนั้นเมื่อตรวจพบค่าความเค็มที่สูงจึงควรที่จะวิเคราะห์หาชนิดของสารประกอบ และประจุลบควบคู่กันไป เพราะนอกจากแร่ธาตุ แมกนีเซียม แคลเซียม โซเดียมและคลอไรด์ ซึ่ง เป็นที่มาของปริมาณเกลือในน้ำจะก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์โดยตรงแล้วแร่ธาตุกลุ่มดังกล่าวยัง สามารถขัดขวางการทำงานของแร่ธาตุอาหารชนิดอื่นๆ ที่เป็นประ โยชน์อีกด้วย (Bagley *et al.*, 1997a) การตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำสามารถตรวจวัดได้จากค่า TDS มีหน่วยวัดเป็น ppm และ

หาได้จากค่าการนำไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นไมโครโอห์มต่อเซนติเมตร หรือ เดซิซิเมนต่อเมตร ซึ่งเป็นการวัดความสามารถของน้ำที่จะให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน คุณสมบัติข้อนี้ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นและชนิดของไอออนที่มีในน้ำ ถ้าค่านำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นแสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำได้มีเพิ่มขึ้น หรือถ้าค่าความนำไฟฟ้าลดลงก็แสดงว่าสารที่แตกตัวในน้ำได้มีลดลง (Curran and Robson, 2007) ค่าความนำไฟฟ้าจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่า TDS ซึ่งหมายถึง ของแข็งที่ละลายน้ำได้ โดยเป็นของแข็งที่สามารถผ่านกระดาษกรองที่มีรูขนาดประมาณ 0.45-1.2 ไมครอน TDS เป็นตัววัดความเข้มข้นของปริมาณเกลือแร่ทั้งหมดที่ละลายอยู่ในน้ำ

น้ำที่มีค่าความเค็มในระดับต่ำเท่านั้นที่จะมีความเหมาะสมต่อการนำไปใช้เลี้ยงสัตว์หรือบริโภค ดังนั้นจึงได้มีการแนะนำระดับความเค็มในน้ำที่เหมาะสมสามารถใช้เลี้ยงสัตว์ได้โดยไม่มีผลกระทบ และผลกระทบที่อาจเกิดขึ้นเมื่อมีการนำน้ำที่มีความเค็มสูงๆ ในระดับต่างๆ มาใช้เลี้ยงสัตว์แสดงดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลกระทบของความเค็มในน้ำที่ระดับต่างๆ ต่อสุขภาพสัตว์และผลผลิต

Total soluble salts (ppm)	คำอธิบาย
< 1,000	มีความเค็มในระดับต่ำและสามารถนำไปใช้เลี้ยงสัตว์ได้โดยไม่มีส่งผลกระทบต่อสุขภาพและผลผลิต
1,000-2,999	ความเค็มในระดับนี้มีความเหมาะสมเพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์ แต่อาจส่งผลให้เกิดอาการท้องเสียได้เล็กน้อยในสัตว์ที่ยังไม่ชินต่อสภาพน้ำระดับนี้ หากมีความเค็มอยู่ในระดับค่อนข้างสูงอาจก่อให้เกิดท้องเสียในสัตว์ปีกได้ แต่ไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์มากนัก
3,000-4,999	ความเค็มในระดับนี้มีความเหมาะสมเพียงพอต่อการเลี้ยงสัตว์ แต่อาจส่งผลให้เกิดอาการท้องเสียได้เล็กน้อยในสัตว์ที่ยังไม่ชินต่อสภาพน้ำระดับนี้ อาจมีผลกระทบทำให้ไก่มีอาการท้องเสียมากกว่าปกติ ลดการเจริญเติบโตและเพิ่มอัตราการตาย

ตารางที่ 3 (ต่อ)

Total soluble salts (ppm)	คำอธิบาย
5,000-6,999	หากจะใช้น้ำในความเค็มระดับนี้ควรพิจารณาถึงความปลอดภัยแต่ควรหลีกเลี่ยงน้ำที่มีความเค็มสูงในสัตว์ที่ตั้งท้องหรือระยะให้น้ำนม ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ปีกอาจทำให้การเจริญเติบโตและผลผลิตลดลง เพิ่มอัตราการตาย
7,000-10,000	น้ำที่มีความเค็มในระดับนี้ไม่ควรนำมาใช้เลี้ยงสัตว์ปีกมีความเสี่ยงหากใช้น้ำให้สัตว์ที่ตั้งท้อง สัตว์ที่อยู่ในระยะให้น้ำนม ลูกสัตว์และสัตว์ที่มีความเครียดหรือสูญเสียน้ำ
> 10,000	ไม่เหมาะสมสำหรับใช้เลี้ยงสัตว์ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม

ที่มา: Bagley *et al.* (1997b)

4.2 ความกระด้าง (Hardness) หมายถึง ผลรวมของไอออนประจุบวกที่มีวาเลนซ์เท่ากับ 2 เช่น Ca^{2+} , Mg^{2+} รวมถึงโลหะบางชนิดที่มีประจุบวก เช่น Al^{3+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} , Sr^{2+} , Zn^{2+} แต่ส่วนใหญ่จะเกิดจาก Ca^{2+} และ Mg^{2+} โดยปกติค่าความกระด้างจะแสดงในรูปของมิลลิกรัมต่อลิตรของแคลเซียมคาร์บอเนต ความกระด้างของน้ำแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ ความกระด้างชั่วคราว เกิดจากสารละลายของ Calcium หรือ Magnesium bicarbonate และความกระด้างถาวร เกิดจากสารละลายของ Calcium หรือ Magnesium carbonate และเรียกความกระด้างชั่วคราวกับความกระด้างถาวรว่าความกระด้างรวม ค่าความกระด้างมีความสัมพันธ์กับความเป็นด่าง (alkalinity) และ pH ของน้ำจากการศึกษาพบว่า น้ำที่มีความกระด้างสูงจะส่งผลทำให้ลดประสิทธิภาพของยาปฏิชีวนะในกลุ่ม enrofloxacin เมื่อใช้รักษาโรคในไก่เนื้อ ซึ่งเป็นยาปฏิชีวนะที่มีการใช้อย่างแพร่หลายในการรักษาโรคติดเชื้อแบคทีเรียในไก่เนื้อ เนื่องจากน้ำที่มีความกระด้างสูงจะมีผลลดอัตราการดูดซึมของยาดังกล่าว (Sumano *et al.*, 2004) แร่ธาตุอาหารบางชนิดที่อยู่ในอาหารได้มีการศึกษาแล้วว่าส่วนหนึ่งมีอิทธิพลต่อการเกิด fatty liver และโรคไต ซึ่งเคยมีการศึกษาและพบได้จากการให้แร่ธาตุกลุ่มคีเลตในไก่พันธุ์ (Branton *et al.*, 1995) และยังพบว่า ฟาร์มที่เคยมีประวัติการเกิดโรค fatty liver เมื่อทำการตรวจแร่ธาตุในแหล่งน้ำที่สัตว์บริโภคพบว่ามีแคลเซียม แมกนีเซียม โซเดียม เหล็ก และแบเรียมในปริมาณที่สูงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Jensen *et al.*, 1976)

4.3 ไนเตรท (Nitrate) โดยทั่วไปแล้ว สามารถตรวจพบปริมาณไนเตรทในระดับความเข้มข้นที่สูงๆ ในแหล่งน้ำได้ ซึ่งแหล่งที่มีความเสี่ยงสูงคือบริเวณแหล่งน้ำที่มีการชะล้างจากดินที่มีการใช้ปุ๋ย หรือจากแหล่งระบายน้ำเสียจากฟาร์มสุกรที่มีปริมาณแอมโมเนียและไนเตรทที่สูง (Robson, 2007) จากการศึกษาที่ผ่านมา ได้ศึกษาหาแหล่งที่มาของปริมาณไนเตรทในแหล่งน้ำได้ ดินในบริเวณที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงสัตว์และทำการเกษตรกรรมที่ประเทศญี่ปุ่นพบว่า ปริมาณไนเตรทที่พบมีความสัมพันธ์กับแหล่งน้ำที่มีพื้นที่การเลี้ยงสัตว์อยู่โดยรอบรัศมี 100 เมตร และสัมพันธ์กับพื้นที่ที่มีประชากรสัตว์อย่างหนาแน่น นอกจากนี้ ผลการวิจัยยังแสดงให้เห็นว่าหากเป็นฟาร์มเลี้ยงสุกรจะมีค่ากลางข้อมูลของไนเตรทสูงกว่าสัตว์ชนิดอื่น (Sugimoto *et al.*, 2009) สัตว์เลี้ยงแต่ละชนิดมีความต้านทานต่อพิษของไนเตรทในปริมาณที่แตกต่างกัน โดยที่สุกรเป็นสัตว์ที่มีความต้านทานสูงกว่าสัตว์เคี้ยวเอื้อง เนื่องจากสุกรเป็นสัตว์กระเพาะเดี่ยวไม่มีกลไกของร่างกายในการเปลี่ยนไนเตรทเป็นไนไตรท์ในระบบทางเดินอาหารเหมือนสัตว์กลุ่มเคี้ยวเอื้อง สัตว์ที่อยู่ในกลุ่มสัตว์เคี้ยวเอื้องจะมีความสามารถในการสะสมไนไตรท์และดูดซึมเข้าสู่กระแสเลือดได้ และเป็นสัตว์ที่มีความสามารถในการเปลี่ยนไนไตรท์เป็นแอมโมเนียได้ดี ดังนั้นแก็งจึงได้รับผลกระทบจากพิษของไนไตรท์น้อยกว่า โคไนไตรท์จะทำปฏิกิริยากับฮีโมโกลบิน เปลี่ยนให้เป็น เมทฮีโมโกลบิน ที่ไม่สามารถจับตัวกับออกซิเจนและขนถ่ายไปยังปอดและเนื้อเยื่อต่างๆ ได้ ก่อให้เกิดอาการ dyspnea อย่างเฉียบพลัน หัวใจเต้นเร็วและอ่อนแรง อ่อนเพลียร่างกายต่ำ กล้ามเนื้ออ่อนแรง กล้ามเนื้อทำงานไม่สัมพันธ์กัน เยื่อเมือกเปลี่ยนเป็นสีม่วง และอาจพบอาการม่านตาขยายใหญ่ บางครั้งอาจพบกลุ่มอาการเรื้อรังได้ในระบบสืบพันธุ์ การได้รับไนเตรทปริมาณ 30 ถึง 45 กรัมต่อน้ำหนักตัว 100 ปอนด์ก่อให้เกิดพิษแบบเฉียบพลันได้ อย่างไรก็ตามการที่สัตว์ได้รับในปริมาณเพียง 8 ถึง 22 กรัมต่อน้ำหนักตัว 100 ปอนด์ก็อาจก่อให้เกิดอันตรายได้หากสัตว์ตัวนั้นมีปัญหาเรื่องสุขภาพมาก่อน (Vough *et al.*, 2006)

4.4 ไนไตรท์ (Nitrite) มีรายงานว่าสุกรขุนที่ได้รับน้ำที่มีไนไตรท์ในรูปของ KNO_2 ละลายอยู่ที่ระดับ 0.02% และ 0.08% ส่งผลให้การเจริญเติบโตลดลงและการกินอาหารต่อวันลดลงอย่างเห็นได้ชัด และปริมาณวิตามินเอที่ร่างกายเก็บสะสมในตับก็ลดลงเช่นกัน เมื่อวัดระดับของ เมทฮีโมโกลบินในกลุ่มสุกรที่ได้รับไนไตรท์ 0.08% พบว่ามีปริมาณที่สูง (Wood *et al.*, 1967) การศึกษาในกลุ่มลูกไก่อายุหนึ่งวันพบว่าเมื่อได้รับปริมาณไนไตรท์สูงถึง 1,600 ppm จากอาหารอย่างต่อเนื่องส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลงและปริมาณ เมทฮีโมโกลบินสูงขึ้น ผลกระทบดังกล่าวพบเจอได้ในลูกไก่วงวงเช่นเดียวกัน ลูกสัตว์ปีกเหล่านี้จะมีน้ำหนักตัวที่น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้รับไนไตรท์อย่างมีนัยสำคัญที่อายุ 14 วัน โดยในกลุ่มสัตว์ปีกที่ได้รับไนไตรท์ 1,200 หรือ 1,600 ppm ที่อายุ 7 วันปริมาณเมทฮีโมโกลบินจะเริ่มสูงกว่ากลุ่มควบคุม (Diaz *et al.*, 1995)

4.5 ฟลูออไรด์ (Fluoride) เป็นแร่ธาตุที่พบอยู่ได้ตามธรรมชาติ จากการศึกษาผลของ คุณภาพน้ำต่อไก่ไข่และไก่เนื้อพบว่า ไก่ที่ได้รับฟลูออไรด์ 6 ถึง 20 ppm มีปริมาณไข่ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ และยังมีผลกระทบต่อการกินน้ำของไก่ คือกลุ่มที่ได้รับฟลูออไรด์มีการกินน้ำที่สูงกว่าปกติ (Coetzee *et al.*, 2000)

4.6 โลหะหนัก (Heavy metals) หมายถึง กลุ่มธาตุที่มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 4 ขึ้นไป มีทั้งหมด 22 ชนิด ได้แก่ เหล็ก ทองแดง เงิน ทองคำ ทองคำขาว สังกะสี ตะกั่ว ดีบุก โครเมียม ทังสเทน แคลเซียม โปรท บิสมัท พลวง โพแทสเซียม แวนาเดียม โคบอลต์ ยูเรเนียม นิเกิล แมงกานีส โมลิบดีนัม และเบอรั่มเนียม หากเกษตรกรใช้น้ำที่มีโลหะหนักปนเปื้อนมาใช้ในการบริโภคในฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ก็จะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและผลผลิต ขึ้นกับชนิดและปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในน้ำ รวมถึงชนิดของสัตว์เนื่องจากสัตว์แต่ละชนิดจะมีความทนต่อโลหะหนักในระดับที่แตกต่างกัน การที่สัตว์ได้รับการสะสมโลหะหนักเป็นระยะเวลานานและปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ อาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์รวมถึงผลตกค้างสู่ผู้บริโภค

4.6.1 โลหะหนักชนิดเป็นพิษ โลหะในกลุ่มนี้จะก่อให้เกิดอันตรายและไม่มีความจำเป็นต่อร่างกาย นอกจากนี้ยังเกิดการสะสมในร่างกายและระบบทางเดินอาหาร โดยความเป็นพิษจะแสดงออกในลักษณะแบบเรื้อรัง ตัวอย่างโลหะหนักชนิดเป็นพิษส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์จากการศึกษาที่ผ่านมาโลหะหนักในกลุ่มนี้ได้แก่ สารหนู แคลเซียม ตะกั่วและปรอท พบว่า สุกรที่ได้รับแคลเซียมในปริมาณ 10 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัม จะมีการเจริญเติบโตที่ลดลงและอัตราการแลกเปลี่ยนอาหารเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสุกรกลุ่มควบคุม (Han *et al.*, 2006) ไก่ไข่ที่ได้รับแคลเซียม 0.12 มิลลิกรัมร่วมกับสังกะสี 4 มิลลิกรัมต่อวัน ก่อให้เกิดอาการเปลือกไข่บางและส่งผลกระทบต่อทางเศรษฐกิจต่อฟาร์ม (Korénekova *et al.*, 2007) หรือหากไก่เนื้อได้รับแคลเซียมในปริมาณที่สูงขึ้นเป็น 25 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักตัวหนึ่งกิโลกรัมเป็นเวลา 4 สัปดาห์มีรายงานว่าไก่จะแสดงความผิดปกติทางระบบผิวหนัง เกิดอาการคัน ผิวหนังเป็นสะเก็ดและส่งผลให้น้ำหนักตัวลดลงได้ (Akyolcu *et al.*, 2003) มีรายงานพบผลกระทบของตะกั่วในกลุ่มวัว มีการแสดงอาการทางระบบประสาทและสัตว์บางตัวเสียชีวิตภายในหนึ่งอาทิตย์หลังจากที่แสดงอาการ (Traverso *et al.*, 2004) พิษของโลหะหนักนอกจากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพสัตว์โดยตรงแล้วยังส่งผลกระทบต่อระบบภูมิคุ้มกันของร่างกาย จากการศึกษาในห้องปฏิบัติการเพื่อดูผลกระทบของโลหะหนักต่อการทำงานของ antigen-activated CD4⁺ T cells พบว่าเกลือของกลุ่มโลหะหนักที่ประกอบด้วย cadmium chloride, mercury chloride, lead acetate, หรือ sodium orthovanadate มีผลยับยั้งการหลั่ง cytokine และการเพิ่มจำนวนของ T cell นอกจากนี้ยังมีผลกระทบต่อการ apoptosis ของ resting pGL2

T helper cells อีออนของโลหะหนักแต่ละชนิดมีส่งผลกระทบดังกล่าวในระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน เช่น โปรทกระตุ้นให้เกิด apoptosis ที่ความเข้มข้นต่ำกว่า $0.5 \mu\text{M}$ แต่แคดเมียมจะต้องมีระดับความเข้มข้นที่สูงถึง $100 \mu\text{M}$ ถึงจะเกิดผลกระทบดังกล่าว (Shen *et al.*, 2001) จากการศึกษาในนกสายพันธุ์ญี่ปุ่นชนิดหนึ่งที่ได้รับแคดเมียมจากการกินน้ำ 0.12 มิลลิกรัมต่อวัน ส่งผลให้การทำงานของ phagocytes ลดลงเมื่อได้รับแคดเมียมเป็นเวลา 37 วันและลดการตอบสนองของ lymphocytes ต่อการกระตุ้นของ phytohemagglutinine เมื่อได้รับแคดเมียมเป็นเวลา 58 วัน (Nad *et al.*, 2009) การศึกษาในไก่เนื้อถึงผลกระทบของโลหะหนักในน้ำที่มีการทดลองให้ไก่ได้รับน้ำที่มีความเข้มข้นของโลหะหนักได้แก่ สารหนู เบนซีน แคดเมียม ตะกั่วและ trichloroethylene ในปริมาณความเข้มข้นสูงที่ 8.6, 13, 50, 67 และ 6.5 ppm ความเข้มข้นต่ำที่ปริมาณ 0.80, 1.3, 5.0, 6.7 และ 0.65 ppm พบว่าส่งผลข้างเคียงต่อการตอบสนองของ B cell ชนิดที่ต้องการและไม่ต้องการ T cell เมื่อได้รับน้ำที่มีการเจือปนด้วยโลหะหนักดังกล่าวเป็นเวลา 49 วัน นอกจากนี้ยังพบภาวะกดการทำงานของระบบภูมิคุ้มกันแบบเซลล์ในไก่ที่อายุ 21 วันอีกด้วย (Vodola *et al.*, 1997)

4.6.2 โลหะหนักชนิดไม่เป็นพิษ โลหะหนักกลุ่มนี้จัดอยู่ในกลุ่มแร่ธาตุอาหารที่มีความสำคัญต่อร่างกายในกระบวนการทางชีวเคมีของร่างกาย มีการทำงานคล้ายสารอิเล็กโทรไลต์ ช่วยการทำงานของระบบในร่างกาย แต่มีความต้องการโลหะเหล่านี้ในความเข้มข้นระดับหนึ่งเท่านั้น แร่ธาตุอาหารในกลุ่มนี้ได้แก่ แมงกานีส เหล็ก โคบอลต์ นิกเกิล ทองแดง สังกะสี ซีลีเนียม ไอโอดีนและโมลิบดีนัม แต่หากร่างกายได้รับแร่ธาตุดังกล่าวในปริมาณที่มากเกินไปที่ร่างกายต้องการก็จะเกิดผลกระทบได้ เช่นภาวะความเป็นพิษจากทองแดง สังกะสีและเหล็ก เป็นต้น ปริมาณทองแดงในอาหารสำหรับการเลี้ยงสัตว์ปีกที่เหมาะสมได้มีการแนะนำไว้ว่าไม่ควรเกิน 300 ppm การได้รับทองแดงสูงในปริมาณ 400 ppm ในไก่พบว่าปริมาณการกินอาหารและผลผลิตไข่น้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ได้รับปริมาณน้อย หากได้รับเพิ่มเป็น 800 ppm จะส่งผลกระทบต่อการทำงานของตับ ตรวจพบระดับเอนไซม์ Aspartate aminotransferase (AST) ที่สูง ทางพยาธิวิทยาพบการเพิ่มจำนวนของเซลล์ท่อน้ำดีและการแทรกตัวของเซลล์เม็ดเลือดขาว (Chiou *et al.*, 1997) สังกะสี มีส่วนช่วยในการทำงานของเอนไซม์ต่างๆในร่างกาย เช่น DNA synthetases และ RNA transferases มีความสัมพันธ์กับฮอร์โมนอินซูลิน การได้รับสังกะสีในปริมาณที่สูงถึงระดับเป็นพิษต่อร่างกายของสุกรหย่านมมีรายงานว่าส่งผลกระทบให้น้ำหนักตัวลดลงและการกินอาหารลดลง หรืออาจพบข้ออักเสบ ทางเดินอาหารอักเสบ เลือดออกที่ต่อมน้ำเหลืองและม้ามได้ (Brink *et al.*, 1959)

ผลเสียของการได้รับโลหะหนักปริมาณสูงนอกจากจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพและผลผลิตสัตว์โดยตรงแล้ว ยังก่อให้เกิดผลกระทบทางอ้อม เนื่องจากโลหะหนักมีประจุบวกที่สามารถจับตัวกับสารอินทรีย์ในธรรมชาติที่มีโมเลกุลสามารถสร้างพันธะกับไอออนของโลหะได้ตั้งแต่สองตำแหน่งขึ้นไป หรือเรียกว่าสารคีเลต เกิดเป็นสารประกอบเชิงซ้อนที่เรียกว่าคีเลต ทำให้โลหะหนักบางชนิด เช่น Cd^{+} Cu^{2+} Fe^{2+} Hg^{2+} Pb^{2+} และ Zn^{2+} สามารถจับกับโปรตีนที่มีประจุสุทธิเป็นลบได้ที่ตำแหน่ง -SH group ในสภาพที่มีความเป็นกลางและเบสเล็กน้อย ทำให้เกิดเกลือคาร์บอกซิเลต โปรตีนเปลี่ยนสภาพ ตกตะกอน ดังนั้นจึงมีความเป็นไปได้ว่าหากน้ำเพื่อให้อัตว์บริโภคมีปริมาณโลหะหนักที่สูงอาจจะไปทำปฏิกิริยากับกรดอะมิโนที่เกษตรกรละลายน้ำเสริมให้แก่สัตว์และลดประสิทธิภาพลง นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่าโลหะหนักบางชนิด เช่น สังกะสีในรูปของ zinc sulphate สามารถจับตัวกับยาปฏิชีวนะในกลุ่ม Tetracycline เกิดเป็นคีเลต ส่งผลให้ลดการดูดซึมของยาดังกล่าวในระบบทางเดินอาหาร (Andersson *et al.*, 1976) ดังนั้นหากเกษตรกรใช้ยาออกซิซัยคลิน ไฮโดรคลอไรด์ (Doxycycline Hydrochloride) หรือออกซิเตตราซัยคลิน (Oxytetracycline) ละลายน้ำให้แก่สัตว์เพื่อการรักษาโรคแล้ว เมื่อน้ำที่ใช้บริโภคมีปริมาณสังกะสีที่สูง อาจจะส่งผลให้ผลของการใช้ยานั้นได้ผลการรักษาไม่เต็มที่

นอกจากผลกระทบต่อสุขภาพและผลผลิตแล้ว โลหะหนักยังมีผลตกค้างในผลิตภัณฑ์จากสัตว์ ซึ่งส่วนใหญ่จะพบใน นม เนื่อ ไข่ ตับและไต หากผู้บริโภคได้รับประทานผลิตภัณฑ์จากสัตว์ที่มีโลหะหนักตกค้างอยู่ จะสะสมในร่างกาย โดยเฉพาะโลหะหนักชนิดที่เป็นพิษจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพโดยตรง แคดเมียม มีผลทำลายระบบประสาท การทำงานของอวัยวะภายในล้มเหลว ไนโตรทำให้เกิดโรคพาร์คินสัน (Okuda *et al.*, 1997) หรือหากมีตะกั่วปริมาณเพียง 49 ไมโครกรัมต่อลิตร ในกระแสเลือด นอกจากส่งผลกระทบต่อระบบประสาท ยังมีผลเสียต่อการทำงานของระบบสืบพันธุ์ได้อีกด้วย (Telisman *et al.*, 2007) จากรายงานผลตกค้างของโลหะหนักในอาหารจากหลายประเทศ ทำให้องค์กรต่างๆ ให้ความสนใจที่จะหามาตรการควบคุม EU ประกาศข้อกำหนดเรื่องการส่งออกผลิตภัณฑ์จากสัตว์ในหลายชนิด เช่น ห้ามมีตะกั่วในนมเกิน 0.02 mg/kg ในเนื้อสัตว์ห้ามเกิน 0.1 mg/kg แคดเมียมห้ามตรวจพบในเนื้อสัตว์เกิน 0.05 mg/kg และในตับห้ามเกิน 0.05 mg/kg (European commission, 2006)

5. วิธีการตรวจคุณภาพน้ำในฟาร์มปศุสัตว์

สามารถทำการตรวจได้สามลักษณะเริ่มตั้งแต่การตรวจคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ อุณหภูมิ สี กลิ่น ความขุ่น การตรวจคุณภาพทางเคมี เช่น ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าการนำไฟฟ้า

ความเค็ม Dissolved oxygen (DO), Biological oxygen demand (BOD) ความกระด้าง ปริมาณไนโตรเจน ไนไตรท์ ปริมาณแร่ธาตุ และโลหะหนักต่างๆ เป็นต้น และการตรวจคุณภาพทางชีวภาพ เพื่อให้เกิดความปลอดภัยทั้งสุขภาพสัตว์ จำนวนผลผลิตและผู้บริโภค คุณภาพทางเคมีของน้ำที่ผู้เลี้ยงสัตว์ควรตรวจสอบและพิจารณาก่อนใช้ให้สัตว์บริโภคจึงได้ถูกกำหนดค่าปริมาณที่เหมาะสมขององค์ประกอบทางเคมีและโลหะหนักไว้จากแหล่งอ้างอิงต่างๆ แสดงดังตารางที่ 4



ตารางที่ 4 ค่าคุณภาพน้ำที่เหมาะสมสำหรับการบริโภคของสัตว์และมนุษย์

องค์ประกอบทางเคมี และโลหะหนัก	หน่วย	ปริมาณที่เหมาะสมในน้ำ		
		สำหรับการ เลี้ยงสัตว์ ^{1/}	สำหรับการ เลี้ยงสัตว์ ^{2/}	น้ำดื่มสำหรับบริโภค ^{3/}
Nitrite	ppm	10	10	1
Nitrate	ppm	300	-	10
Nitrite + Nitrate	ppm	-	100	-
Total dissolve solid	ppm	-	-	500
Sulfate	ppm	-	-	250
Fluoride	ppm	3	2	4
Iron	ppm	-	-	0.3
Manganese	ppm	-	0.05	0.05
Copper	ppm	0.5	0.5	1.3
Zinc	ppm	-	24	5
Lead	ppm	0.1	0.1	0.015
Chromium	ppm	5	1	0.1
Cobalt	ppm	1	1	-
Cadmium	ppm	0.5	0.05	0.005
Arsenic	ppm	0.5	0.2	0.05
Mercury	ppm	0.01	0.01	0.002
Selenium	ppm	-	0.05	0.05
Nickel	ppm	-	-	0.1
Aluminium	ppm	-	5	0.05-2
Boron	ppm	5	5	-
Vanadium	ppm	-	0.1	-
Beryllium	ppm	-	-	0.004

ที่มา: Faries *et al.* (1998); Bagley *et al.* (1997b); Environmental Protection Agency [EPA] (2003)

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์ในการเก็บตัวอย่างน้ำ

- 1.1 ขวดพลาสติกชนิดโพลิเอทิลีน มีฝาปิดสนิท ปริมาตร 1 ลิตร
- 1.2 กรดไนตริก 15.3 Molarity (M) ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ต่อตัวอย่างน้ำ 1 ลิตร
- 1.3 ถังบรรจุน้ำแข็งสำหรับเก็บและรักษาสภาพตัวอย่างน้ำ

2. อุปกรณ์ในการเก็บข้อมูลฟาร์มเลี้ยงสัตว์และข้อมูลแหล่งน้ำ

- 2.1 แบบสอบถามข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับฟาร์มและแหล่งน้ำ
- 2.2 เครื่องมือระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์

3. อุปกรณ์ในการตรวจวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีเบื้องต้นและปริมาณโลหะหนักในน้ำ

- 3.1 เครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรดและเบส EC20 pH/ISE meter
- 3.2 เครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า CO150 conductivity meter
- 3.3 เครื่อง spectrophotometer รุ่น HACH DR 2000/2010
- 3.4 Nitrite reagent ชนิด NitriVer®2
- 3.5 เครื่องตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก ULTIMA2, Siamese International group, Italy

วิธีการ

1. เขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาและจำนวนตัวอย่าง

การศึกษานี้ได้ทำการศึกษาและเก็บตัวอย่างในพื้นที่จังหวัดที่มีการเลี้ยงปลุสตัวของประเทศไทย ทำการเก็บตัวอย่างน้ำและข้อมูลในช่วงเดือนมีนาคม 2554 ถึง เดือนตุลาคม 2554 เลือกจังหวัดที่มีการเลี้ยงปลุสตัวโดยใช้การสุ่มแบบ Convenient sampling และทำการเลือกฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่อยู่ในจังหวัดนั้นๆ โดยแต่ละฟาร์มจะไม่อยู่ในพื้นที่ตำบลเดียวกัน เพื่อเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้สำหรับการบริโภคของปลุสตัวในแต่ละฟาร์ม จำนวนตัวอย่างได้จากการคำนวณโดยใช้สูตรทางคณิตศาสตร์สำหรับการหาจำนวนตัวอย่างเพื่อต้องการทราบเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำที่มีองค์ประกอบทางเคมีเกินมาตรฐาน กำหนดระดับความซุกที่ 61 เปอร์เซนต์ ซึ่งเป็นค่าความซุกของแหล่งน้ำได้ดินที่มีองค์ประกอบทางเคมีเกินมาตรฐานสำหรับเลี้ยงปลุสตัวจากข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 95% และค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้เท่ากับ 10% ผลจากการคำนวณได้สรุปจำนวนตัวอย่างที่ต้องการคือตัวอย่างน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปลุสตัวอย่างน้อย 92 ฟาร์ม สูตรทางคณิตศาสตร์ที่ใช้คำนวณแสดงดังต่อไปนี้

$$n = \frac{(t \cdot SD)^2}{L} \quad (1)$$

$$SD = \sqrt{P \cdot (1 - P)} \quad (2)$$

โดยที่ n = จำนวนตัวอย่าง
 t = ค่า Student's t-value
 L = ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ (Accepted error)
 P = ระดับความซุก

จากการคัดเลือกฟาร์มตัวอย่าง การศึกษานี้มีจำนวนฟาร์มที่ทำการศึกษาเป็นจำนวนทั้งสิ้น 112 ฟาร์ม จำแนกตามชนิดสัตว์ที่เลี้ยง ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงสุกร ฟาร์มเลี้ยงไก่ และฟาร์มเลี้ยงเป็ด แสดงจำนวนฟาร์มแยกตามชนิดสัตว์และเขตภูมิภาคของประเทศไทยดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวนฟาร์มที่ทำการศึกษาแยกตามชนิดสัตว์และเขตภูมิภาคของประเทศไทย

	ฟาร์มเลี้ยงสุกร	ฟาร์มเลี้ยงไก่	ฟาร์มเลี้ยงเป็ด
ภาคเหนือ	9	0	0
ภาคกลาง	4	11	2
ภาคตะวันตก	21	18	7
ภาคตะวันออก	10	5	0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	14	1	0
ภาคใต้	10	0	0
รวม	68	35	9

2. การบันทึกข้อมูล

ทุกฟาร์มตัวอย่างที่ทำการศึกษา จะทำการเก็บบันทึกข้อมูลโดยนายสัตวแพทย์ในพื้นที่ ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูล 2 ส่วน ได้แก่

2.1 การบันทึกข้อมูลทั่วไปของฟาร์มและน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์

บันทึกข้อมูลจากการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์โดยใช้แบบสอบถาม ซึ่งหัวข้อในแบบสอบถามประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก คือ 1. ชื่อและเบอร์โทรศัพท์ผู้เก็บข้อมูลและตัวอย่างน้ำ 2. ข้อมูลทั่วไปของฟาร์ม ได้แก่ ชื่อเจ้าของฟาร์ม ชื่อฟาร์ม ที่ตั้งฟาร์ม พร้อมระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ของที่ตั้งฟาร์ม ชนิดของสัตว์ที่เลี้ยงและจำนวนสัตว์ 3. ข้อมูลทั่วไปของแหล่งน้ำที่ใช้ในฟาร์ม ได้แก่ ประเภทแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง หากเป็นแหล่งน้ำได้ดินให้ระบุความลึกของตำแหน่งขุดเจาะแหล่งน้ำ ระยะห่างระหว่างแหล่งระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มกับแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง ลักษณะสีและกลิ่นของน้ำ ลักษณะสีและชนิดดินบริเวณโดยรอบของแหล่งน้ำ 4. ข้อมูลทั่วไปของสถานที่ที่ตั้งอยู่โดยรอบฟาร์มภายในรัศมี 12 กิโลเมตร ที่อาจมีผลกระทบต่อค่าทางเคมีของแหล่งน้ำ ได้แก่ ชุมชนที่อยู่อาศัย ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ แหล่งเกษตรกรรม โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งทิ้งขยะ ระบุจำนวนสถานที่ดังกล่าวพร้อมระยะห่างระหว่างสถานที่นั้นจากฟาร์ม ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้าน ชื่อฟาร์มและประเภทสัตว์ที่เลี้ยง ชนิดของพืชที่ปลูก ประเภทและสิ่งที่ผลิตจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมถึงประเภทแหล่งทิ้งขยะว่าเป็นขยะทั่วไปหรือขยะอันตราย ดังเอกสารในภาคผนวก ก

2.2 การบันทึกข้อมูลคุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสสัตว์

บันทึกข้อมูลคุณภาพทางเคมีของน้ำที่ฟาร์มได้ทำการตรวจวัดเป็นประจำอย่างต่อเนื่อง ในครั้งสุดท้ายก่อนทำการศึกษา ได้แก่ ค่า pH, TDS ความเค็ม ค่าการนำไฟฟ้า ค่าความกระด้าง ปริมาณแคลเซียม ไนโตรเจน ไนเตรต ซัลเฟต ฟลูออไรด์ คลอไรด์ และฟอสเฟต รวมถึงโลหะหนัก 10 ชนิด ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี แคดเมียม ตะกั่ว นิเกิล โคบอลต์ โครเมียม แมงกานีส และ สารหนู ในกรณีที่ฟาร์มไม่เคยตรวจคุณภาพน้ำมาก่อนให้ทำการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ

3. วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อส่งตรวจทางห้องปฏิบัติการ

วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำได้ถูกดัดแปลงและอ้างอิงจากวิธีการเก็บตัวอย่างมลพิษจากกรมโรงงานอุตสาหกรรม (ม.ป.ป.) เพื่อให้สะดวกต่อการปฏิบัติงาน โดยมีอุปกรณ์และขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 เตรียมภาชนะเก็บตัวอย่าง โดยใช้ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอทิลีน มีฝาปิดสนิท ปริมาตร 1 ลิตร ทำความสะอาดให้สะอาด ล้างอีกครั้งด้วยน้ำกลั่น deionizer ทิ้งไว้ให้แห้งและทำไปฆ่าเชื้อด้วยวิธี autoclave ก่อนนำไปใช้งาน

3.2 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำที่ใช้สำหรับบริโภคของปลุสสัตว์ในแต่ละฟาร์มตัวอย่างจากแหล่งน้ำผิวดินหรือใต้ดิน โดยน้ำที่จะนำไปวิเคราะห์นั้นจะต้องไม่ผ่านกระบวนการบำบัดน้ำ

3.2.1 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำผิวดิน ให้เลือกเก็บจากบริเวณแหล่งน้ำด้วยวิธีการเก็บแบบผสมรวมแต่ละจุดเก็บ (Integrated sampling) เป็นจำนวน 10 จุด ครอบคลุมแหล่งน้ำ ถ้าเป็นแหล่งน้ำนิ่งให้เก็บบริเวณ กลางน้ำ ขอบอ่าง และส่วนโค้งเว้า ถ้าเป็นแหล่งน้ำไหลให้หลีกเลี่ยงการเก็บบริเวณผิวน้ำ ก้นแหล่งน้ำ ริมตลิ่ง และบริเวณที่น้ำนิ่ง ที่ระดับความลึกประมาณ 1 เมตร จากนั้นนำน้ำทั้ง 10 จุดมารวมกัน ใช้น้ำตัวอย่างล้างขวดเก็บตัวอย่าง 2 ถึง 3 ครั้ง ก่อนเลือกเก็บน้ำตัวอย่างมาเป็นจำนวน 2 ลิตรเพื่อเป็นตัวแทนของแหล่งน้ำนั้น

3.2.2 วิธีการเก็บตัวอย่างน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดิน ให้เลือกเก็บตัวอย่างน้ำจากตำแหน่งท่อที่สูงน้ำหรือต้นทางของท่อส่งน้ำ โดยจะต้องทำการปล่อยน้ำทิ้งจากท่อนก่อนเป็นเวลา 5 นาที ใช้น้ำ

ตัวอย่างล้างขวดเก็บตัวอย่าง 2 ถึง 3 ครั้ง ก่อนที่จะเก็บตัวอย่างเป็นปริมาตร 2 ลิตรต่อหนึ่งฟาร์ม
ตัวอย่าง

3.3 นำตัวอย่างน้ำ 2 ลิตร แบ่งใส่ขวดเก็บตัวอย่างปริมาตร 1 ลิตร จำนวน 2 ขวด ขวดน้ำ
ตัวอย่างหนึ่งจะต้องใส่กรดไนตริกเข้มข้น ปริมาตร 2 มิลลิลิตร สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนักและ
ความกระด้าง เพื่อป้องกันการดูดซับไอออนที่ผิวภาชนะบรรจุและการตกตะกอน เก็บตัวอย่างน้ำทั้ง
สองขวดไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเพื่อรักษาสภาพน้ำตามวิธีการมาตรฐาน (American Public
Health Association [APHA] *et al.*, 2005) ก่อนนำไปวิเคราะห์ทางห้องปฏิบัติการตรวจคุณภาพน้ำ
ทางเคมีเบื้องต้นและองค์ประกอบของโลหะหนักในตัวอย่างน้ำ

4. การวิเคราะห์คุณภาพทางเคมีของน้ำทางห้องปฏิบัติการ

ตรวจวัดค่าความเป็นกรดด่าง ด้วยเครื่อง EC20 pH/ISE meter วัดค่า TDS ความเค็ม ค่าการ
นำไฟฟ้า ด้วยเครื่อง CO150 conductivity meter วัดค่าความกระด้างและแคลเซียม โดยวิธีการ
ไทเตรทด้วย EDTA (APHA, 1980) ตรวจหาปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ซัลเฟต ฟลูออไรด์ คลอไรด์
และฟอสเฟต โดยใช้สารทำปฏิกิริยา (Reagent) สำหรับการตรวจแร่ธาตุและสารประกอบทางเคมี
แต่ละชนิด ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ด้วยวิธี Colorimetric method โดยใช้เครื่อง spectrophotometer รุ่น
HACH DR 2000/2010 สำหรับการวิเคราะห์โลหะหนักในตัวอย่างน้ำ จะทำการตรวจวัดโลหะหนัก
10 ชนิด ได้แก่ เหล็ก ทองแดง สังกะสี แคลเซียม ตะกั่ว นิกเกิล โคบอลต์ โครเมียม แมงกานีส และ
สารหนู ย่อยตัวอย่างด้วยกรดตามวิธีมาตรฐาน SW-846; method 3050B ของ EPA (1996) และ
วิเคราะห์โลหะหนักโดยใช้วิธี ICP-OES (Inductively Coupled Plasma Optical/ Atomic Emission
Spectroscopy) ด้วยเครื่อง ULTIMA2, Siamese International group, Italy ภาพเครื่องมือทั้งหมด
แสดงในภาคผนวก ข

5. การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

วิเคราะห์ผลทางสถิติของค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำเป็นสถิติเชิงพรรณนาและสถิติเชิงอนุมาน หาความแตกต่างของค่าคุณภาพทางเคมีระหว่างแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน และความแตกต่างระหว่างน้ำจากฟาร์มเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีกด้วยวิธี Mann-Whitney U Test รวมถึงเปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานด้วยวิธี Wilcoxon and Signed Rank test ทดสอบความสัมพันธ์ของแต่ละปัจจัยที่ได้จากแบบสอบถามกับน้ำที่มีค่าทางเคมีเกินค่ามาตรฐานด้วยวิธี Chi-squared test สำหรับปัจจัยที่มีลักษณะของข้อมูลอยู่ในมาตราการวัดแบบ nominal scale หรือ Mann-Whitney U Test สำหรับปัจจัยที่มีลักษณะของข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous data) จากนั้นนำปัจจัยที่พบว่ามีความสัมพันธ์ที่ระดับ p-value น้อยกว่าหรือเท่ากับ 0.05 ไปสร้างสมการ logistic regression model โดยใช้โปรแกรม NCSS 2007 version 07.1.14 (Hintze, 2009)

นำเสนอข้อมูลค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำในพื้นที่ต่างๆ ในรูปแบบข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ โดยใช้โปรแกรม Quantum GIS version 1.7.0 และวิเคราะห์ข้อมูลค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลในช่วงปี พ.ศ. 2540-2548 ด้วยวิธี Interpolation แบบ Inverse Distance Weighting (IDW) นำเสนอด้วยข้อมูลสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ด้วยโปรแกรม ArcGIS 10 for Desktop (Environmental Systems Research Institute, 2011)

ผลและวิจารณ์

ผล

1. ข้อมูลทั่วไปของฟาร์มปศุสัตว์ที่ทำการศึกษาและแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์

1.1 ขนาดของฟาร์มและจำนวนปศุสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม

ผลจากการสรุปข้อมูลจากแบบสอบถามพบว่า ฟาร์มเลี้ยงสุกรที่เป็นฟาร์มตัวอย่างในการศึกษารั้วนี้ส่วนใหญ่เป็นฟาร์มขนาดกลาง และฟาร์มส่วนน้อยที่เป็นฟาร์มขนาดเล็กมีที่ตั้งอยู่ในภาคตะวันตก และภาคใต้ ในส่วนของฟาร์มเลี้ยงไก่เป็นฟาร์มขนาดเล็ก 15 ฟาร์ม ฟาร์มขนาดกลาง 15 ฟาร์ม และฟาร์มขนาดใหญ่ 7 ฟาร์ม ตั้งอยู่ในภาคกลางและภาคตะวันออก ฟาร์มเลี้ยงเป็ดจำนวน 8 ฟาร์มตั้งอยู่ในเขตภาคกลาง และภาคตะวันตก 1 ฟาร์ม ซึ่งเป็นฟาร์มขนาดกลาง (ตารางที่ 6)

ตารางที่ 6 จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ที่ทำการศึกษแบ่งตามขนาดของฟาร์ม และจำนวนปศุสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย

ภาค	จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ (ฟาร์ม)								
	ขนาดฟาร์มเลี้ยงสุกร			ขนาดฟาร์มเลี้ยงไก่			ขนาดฟาร์มเลี้ยงเป็ด		
	เล็ก	กลาง	ใหญ่	เล็ก	กลาง	ใหญ่	เล็ก	กลาง	ใหญ่
ภาคเหนือ	0	5	4	0	0	0	0	0	0
ภาคกลาง	0	3	0	4	4	3	3	2	3
ภาคตะวันออก	0	8	4	1	0	4	0	0	0
ภาคตะวันตก	3	14	4	7	11	0	0	1	0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	0	2	4	1	0	0	0	0	0
ภาคใต้	1	4	5	0	0	0	0	0	0

หมายเหตุ ฟาร์มสุกรขนาดเล็ก หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักรีดปศุสัตว์ 6-60 หน่วย
 ฟาร์มสุกรขนาดกลาง หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักรีดปศุสัตว์ 60-600 หน่วย
 ฟาร์มสุกรขนาดใหญ่ หมายถึง ฟาร์มที่มีน้ำหนักรีดปศุสัตว์ >600 หน่วย
 ฟาร์มไก่ขนาดเล็ก หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนไก่ <100,000 ตัว
 ฟาร์มไก่ขนาดกลาง หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนไก่ 100,001-500,000 ตัว
 ฟาร์มไก่ขนาดใหญ่ หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนไก่ >500,000 ตัว
 ฟาร์มเป็ดขนาดเล็ก หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนเป็ด <1,000 ตัว
 ฟาร์มเป็ดขนาดกลาง หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนเป็ด 1,000-5,000 ตัว
 ฟาร์มเป็ดขนาดใหญ่ หมายถึง ฟาร์มที่มีจำนวนเป็ด >5,000 ตัว

1.2 ประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์

แบ่งประเภทของแหล่งน้ำตามแหล่งที่มาได้ 3 ประเภท ได้แก่ แหล่งน้ำผิวดิน แหล่งน้ำใต้ดิน และน้ำประปา จากการเก็บข้อมูลพบว่าแหล่งน้ำที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ในการเลี้ยงสัตว์คือแหล่งน้ำผิวดิน โดยฟาร์มเลี้ยงสุกรมีการใช้แหล่งน้ำผิวดินเพื่อให้สัตว์บริโภคเป็นจำนวน 40 ฟาร์ม ฟาร์มเลี้ยงไก่มีการใช้แหล่งน้ำผิวดินจำนวน 26 ฟาร์ม น้ำประปา 3 ฟาร์ม แต่ในส่วนของฟาร์มเลี้ยงเป็ดเกษตรกรจะเลือกใช้แหล่งน้ำผิวดินเป็นจำนวนมากกว่า (ตารางที่ 7)

ตารางที่ 7 จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ที่ทำการศึกษแบ่งตามชนิดสัตว์ และประเภทของแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย

ภาค	จำนวนฟาร์มปศุสัตว์ (ฟาร์ม)						
	ฟาร์มเลี้ยงสุกร		ฟาร์มเลี้ยงไก่		ฟาร์มเลี้ยงเป็ด		
	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน	น้ำประปา	น้ำผิวดิน	น้ำใต้ดิน
ภาคเหนือ	1	4	0	0	0	1	0
ภาคกลาง	0	3	0	9	2	6	2
ภาคตะวันออก	6	6	0	5	0	0	0
ภาคตะวันตก	1	15	6	11	1	0	0
ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	3	6	0	1	0	0	0
ภาคใต้	3	6	0	0	0	0	0

1.3 สถานที่ตั้งของฟาร์มปศุสัตว์

ข้อมูลจากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่า ฟาร์มสุกรโดยส่วนใหญ่ในทุกภาคของประเทศไทยมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชุมชนที่อยู่อาศัย ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และแหล่งเกษตรกรรม ฟาร์มสุกรในเขตภาคกลางพบว่ามีที่ตั้งใกล้กับแหล่งเกษตรกรรมเป็นจำนวนมากที่สุด และฟาร์มสุกรในเขตภาคตะวันออกมีที่ตั้งอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากที่สุด ทุกฟาร์มในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีที่ตั้งอยู่ในบริเวณชุมชนที่อยู่อาศัยและฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (ตารางที่ 8) ในส่วนของฟาร์มเลี้ยงไก่ในเขตภาคกลางส่วนใหญ่พบว่ามีที่ตั้งใกล้กับสถานที่ที่อาจเป็นแหล่งที่มาของการปนเปื้อนองค์ประกอบทางเคมีในแหล่งน้ำ ฟาร์มเลี้ยงไก่ทุกฟาร์มในเขตภาคตะวันตกตั้งอยู่ใกล้แหล่งเกษตรกรรม รองลงมาคือชุมชนที่อยู่อาศัย และฟาร์มเลี้ยงไก่ในภาคตะวันออกเฉียงเหนือมีที่ตั้งอยู่ใกล้กับชุมชนและฟาร์มเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวน 20% (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 8 เปอร์เซ็นต์ของฟาร์มเลี้ยงสุกรที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานที่ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำภายในรัศมี 4 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย

สถานที่	ฟาร์มเลี้ยงสุกร (%)					
	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคตะวันตก	ภาคใต้
ชุมชนที่อยู่อาศัย	50.00	66.67	100.00	80.95	75.00	55.55
ฟาร์มเลี้ยงสัตว์	50.00	66.67	100.00	52.38	75.00	22.22
แหล่งเกษตรกรรม	0.00	100.00	83.33	85.71	87.50	88.88
โรงงานอุตสาหกรรม	0.00	0.00	58.33	19.05	25.00	33.33
แหล่งทิ้งขยะ	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

ตารางที่ 9 เปอร์เซ็นต์ของฟาร์มเลี้ยงไก่ที่ตั้งอยู่ห่างจากสถานที่ที่อาจส่งผลกระทบต่อคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำภายในรัศมี 4 กิโลเมตร ในเขตพื้นที่ภาคต่างๆ ของประเทศไทย

สถานที่	ฟาร์มเลี้ยงไก่ (%)					
	ภาคเหนือ	ภาคกลาง	ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ	ภาคตะวันออก	ภาคตะวันตก	ภาคใต้
ชุมชนที่อยู่อาศัย	-	81.81	0.00	66.67	20.00	-
ฟาร์มเลี้ยงสัตว์	-	72.72	0.00	38.89	20.00	-
แหล่งเกษตรกรรม	-	63.63	20.00	100.00	0.00	-
โรงงานอุตสาหกรรม	-	45.45	0.00	16.67	0.00	-
แหล่งทิ้งขยะ	-	9.09	0.00	0.00	0.00	-

2. คุณภาพทางเคมีของน้ำในฟาร์มปศุสัตว์

ข้อมูลคุณภาพน้ำจากฟาร์มทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์ค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ พบว่าน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ในบางพื้นที่มีค่าคุณภาพทางเคมีเบื้องต้นเกินมาตรฐานน้ำสำหรับใช้ในการเลี้ยงปศุสัตว์ ได้แก่ ค่า pH ความกระด้าง คลอไรด์ และ TDS โดยค่าคุณภาพน้ำที่มีเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์

มาตรฐานเป็นจำนวนมากที่สุด คือค่า pH พบว่าเป็นแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกเป็นจำนวน 23 ฟาร์ม จากตัวอย่างน้ำทั้งหมด 35 ตัวอย่าง ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 ค่ามาตรฐานคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตว์ และเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปลุสัตว์ที่มีค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แยกตามชนิดของแหล่งน้ำและชนิดสัตว์ที่เลี้ยง

คุณภาพทางเคมี	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตว์ ^{1/}	แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (%) *			
			แหล่งน้ำผิวดิน		แหล่งน้ำใต้ดิน	
			ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก	ฟาร์มเลี้ยงสุกร	ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก	ฟาร์มเลี้ยงสุกร
pH	-	6.8-7.5	26.67 (4/15)	44.44 (4/9)	65.71 (23/35)	32.00 (8/25)
Hardness	ppm	180	40.00 (4/10)	0.00 (0/10)	28.00 (7/25)	51.85 (14/27)
Chloride	ppm	250	0.00 (0/8)	12.50 (1/8)	0.00 (0/18)	36.84 (7/19)
TDS	ppm	1,000 ^{2/}	0.00 (0/7)	12.50 (1/8)	0.00 (0/22)	17.39 (4/23)

หมายเหตุ * = (จำนวนตัวอย่างน้ำที่มีค่าเกินมาตรฐาน / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) x 100

ที่มา: Thomus and Sneed (1996); Bagley *et al.* (1997b)

3. ปริมาณโลหะหนักของน้ำในฟาร์มเลี้ยงปลุสัตว์

ตัวอย่างน้ำที่นำมาวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก 10 ชนิด ตรวจพบโลหะหนักในปริมาณที่ต่ำเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตว์ แต่พบเฉพาะปริมาณแมงกานีสและเหล็กที่มีค่าเกินมาตรฐานน้ำสำหรับบริโภคของมนุษย์ ซึ่งเป็นปริมาณที่ไม่ทำให้เกิดผลเสียต่อสุขภาพ โดยตรง แต่อาจส่งผลกระทบต่อทางอ้อมต่อระบบการจ่ายน้ำในฟาร์ม มีจำนวนตัวอย่างน้ำที่พบว่ามีแมงกานีสและเหล็กเกินมาตรฐานดังกล่าวแสดงดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 ค่ามาตรฐานโลหะหนักของน้ำสำหรับบริโภคน้ำและเปอร์เซ็นต์ของแหล่งน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์ที่มีปริมาณโลหะหนักไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แยกตามชนิดของแหล่งน้ำและชนิดสัตว์

โลหะหนัก	หน่วย	เกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ ^{1/}	แหล่งน้ำที่มีคุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน (%) *			
			แหล่งน้ำผิวดิน		แหล่งน้ำใต้ดิน	
			ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก	ฟาร์มเลี้ยงสุกร	ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก	ฟาร์มเลี้ยงสุกร
Manganese	ppm	0.05	71.43 (5/7)	78.57 (11/14)	100.00 (4/4)	33.33 (13/39)
Iron	ppm	0.3	71.43 (5/7)	50.00 (7/14)	33.33 (3/9)	30.77 (12/39)

หมายเหตุ * = (จำนวนตัวอย่างน้ำที่มีค่าเกินมาตรฐาน / จำนวนตัวอย่างทั้งหมด) x 100

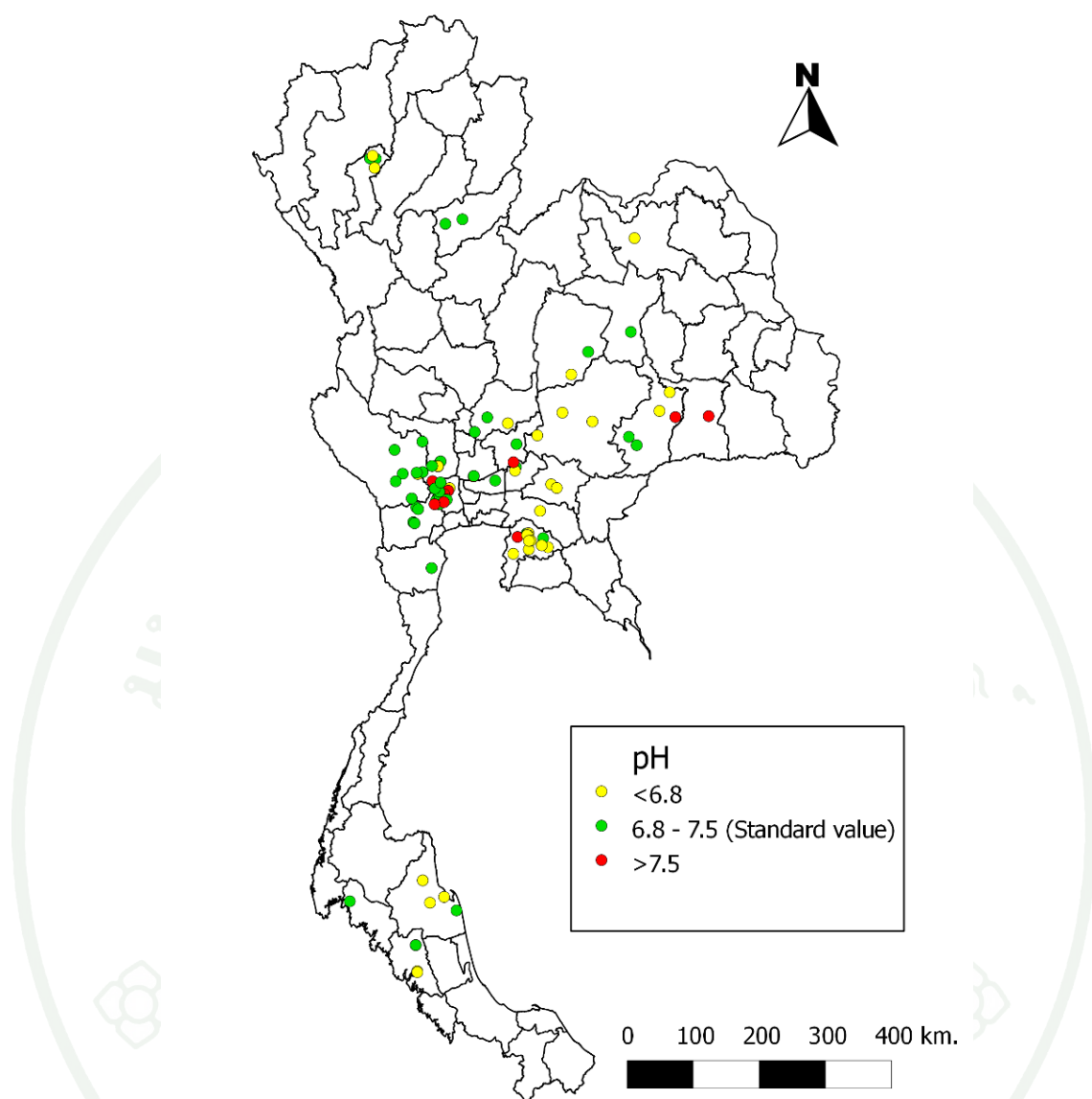
ที่มา: EPA (2003)

4. ที่ตั้งของฟาร์มที่มีคุณภาพทางเคมีและโลหะหนักของน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

ฟาร์มปศุสัตว์ที่มีค่าคุณภาพของตัวอย่างน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานดังตารางที่ 10 และตารางที่ 11 พบว่ามีที่ตั้งของฟาร์มกระจายอยู่ในทุกเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษาในทุกภาคของประเทศไทย เมื่อพิจารณาจากการระบุพิกัดทางภูมิศาสตร์ของตำแหน่งที่ตั้งฟาร์มร่วมกับค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำจากการใช้โปรแกรม Quantum GIS

4.1 ค่า pH

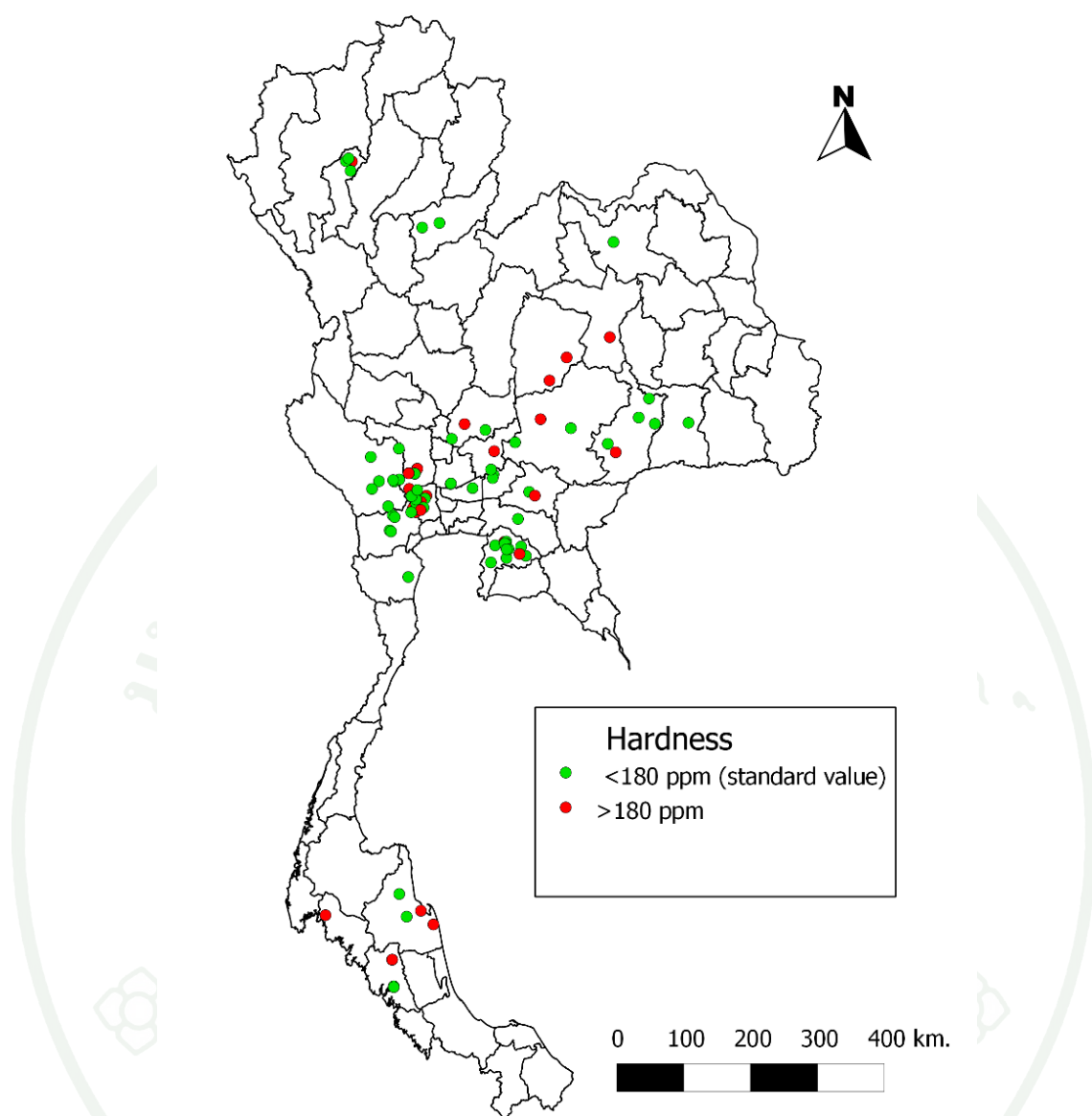
ฟาร์มที่แหล่งน้ำมีค่า pH สูงกว่า 7.5 ซึ่งเป็นค่ามาตรฐาน พบว่าเป็นฟาร์มที่ตั้งอยู่ในภาคกลาง 1 ฟาร์ม ภาคตะวันตก 4 ฟาร์ม ภาคตะวันออก 1 ฟาร์ม และภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 2 ฟาร์ม ในส่วนของฟาร์มที่แหล่งน้ำมีค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐานนั้นพบได้เป็นจำนวนหลายฟาร์มในทุกเขตพื้นที่ที่ศึกษา (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 ค่า pH ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.2 ความกระด้าง

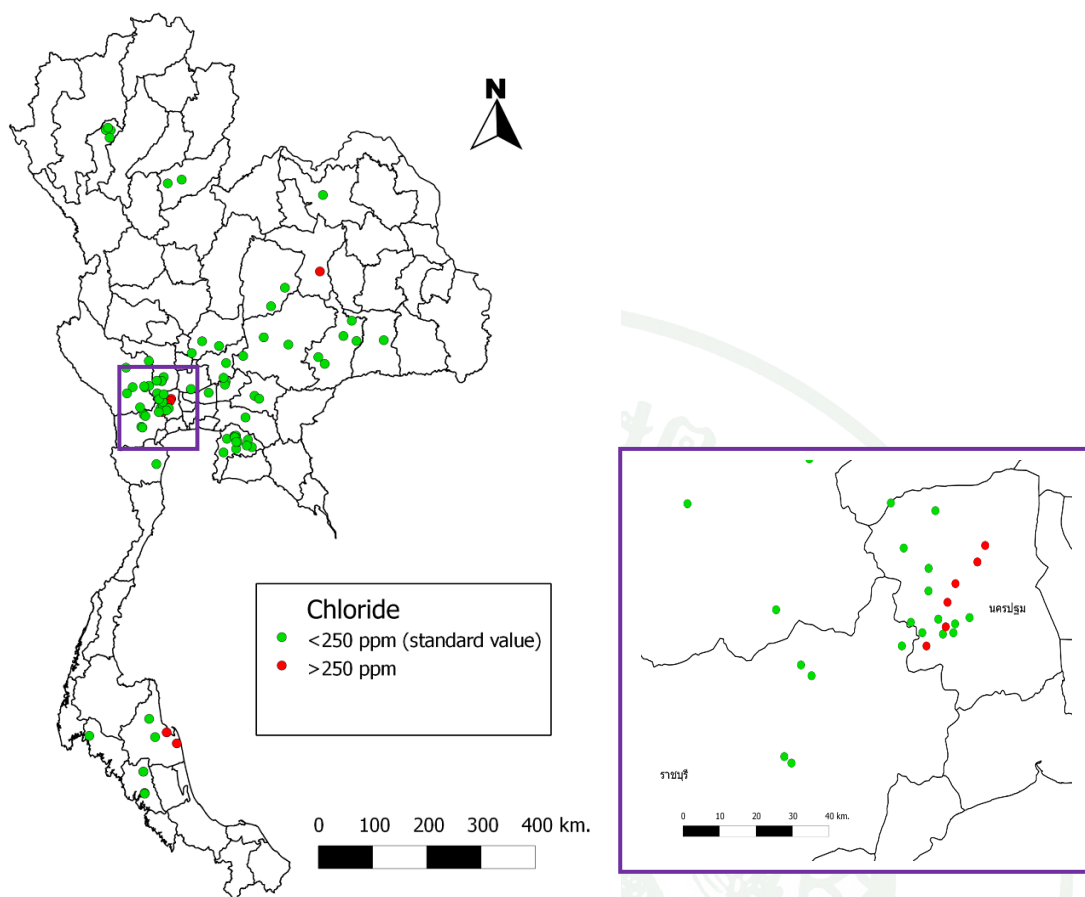
แหล่งน้ำที่มีค่าความกระด้างมากกว่า 180 ppm จัดอยู่ในช่วงของน้ำที่มีความกระด้างสูง ตัวอย่างน้ำจากฟาร์มเลี้ยงปศุสัตว์ที่พบว่ามีความกระด้างสูงนั้น พบได้ในทุกเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษา โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันตกมีแหล่งน้ำที่มีปัญหาดังกล่าวหนาแน่นกว่าภาคอื่นๆ ดังแสดงในภาพที่ 2



ภาพที่ 2 ปริมาณความกระด้างของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.3 คลอไรด์

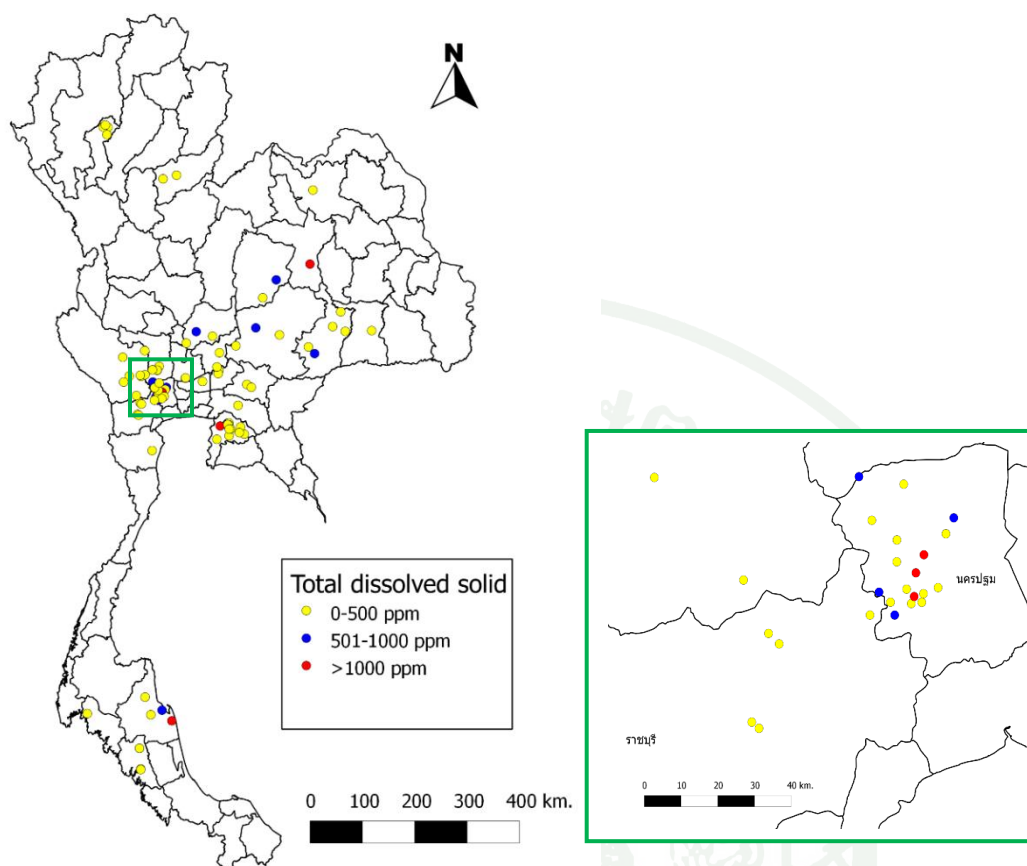
ในส่วนของตัวเองน้ำจากฟาร์มปศุสัตว์ที่มีค่าคลอไรด์มากกว่า 250 ppm ตรวจพบเป็นจำนวนน้อย โดยที่ภาคตะวันตกในเขตจังหวัดนครปฐมพบมากที่สุดเป็นจำนวน 6 ฟาร์ม จังหวัดนครศรีธรรมราชพบเป็นจำนวน 2 ฟาร์ม และจังหวัดขอนแก่นพบเป็นจำนวน 1 ฟาร์ม ดังแสดงในภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ปริมาณคลอไรด์ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.4 TDS

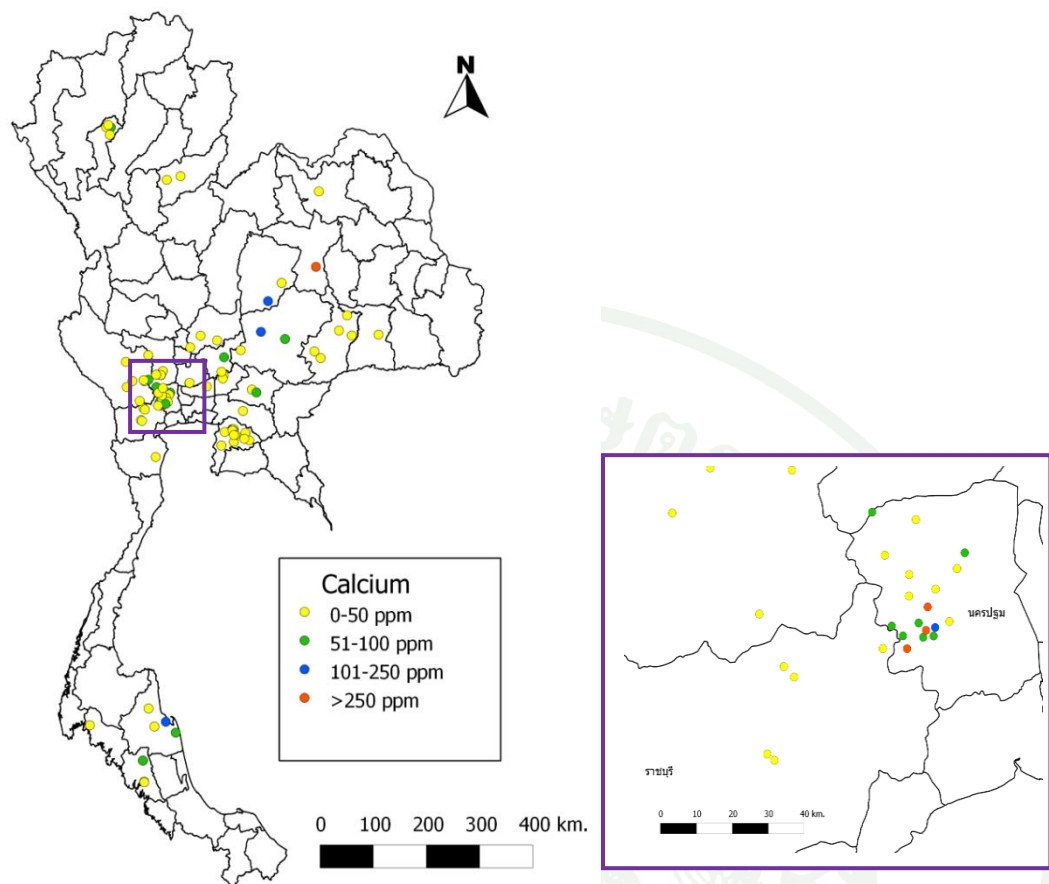
ตัวอย่างน้ำจากฟาร์มปศุสัตว์ที่มีค่า TDS มากกว่า 1,000 ppm พบเป็นจำนวนสูงที่สุด ในจังหวัดนครปฐมเป็นจำนวน 3 ตัวอย่าง และพบในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันออก และภาคใต้ เขตพื้นที่ละ 1 ตัวอย่าง แต่โดยส่วนมากน้ำจากฟาร์มปศุสัตว์จะมีค่า TDS ที่ต่ำกว่า 500 ppm ดังแสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 ปริมาณ TDS ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.5 แคลเซียม

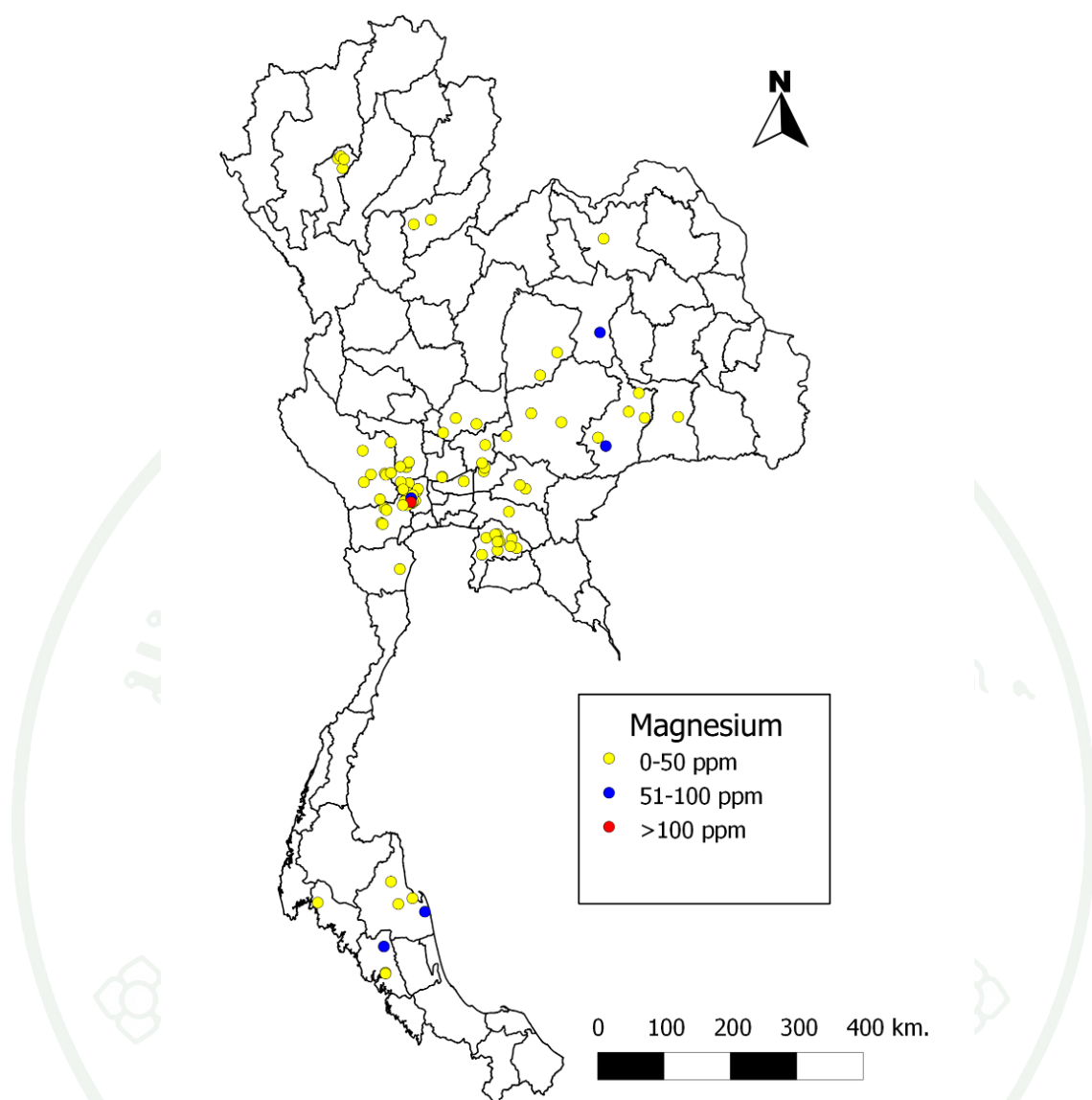
พบปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียมในระดับที่แตกต่างกันไปในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา ปริมาณแคลเซียมในแหล่งน้ำของฟาร์มปศุสัตว์โดยส่วนใหญ่พบอยู่ในช่วงความเข้มข้นต่ำกว่า 50 ppm มีบางพื้นที่พบปริมาณสูงกว่า 250 ppm ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น 1 ตัวอย่าง และจังหวัดนครปฐม 3 ตัวอย่าง (ภาพที่ 5)



ภาพที่ 5 ปริมาณแคลเซียมของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.6 แมกนีเซียม

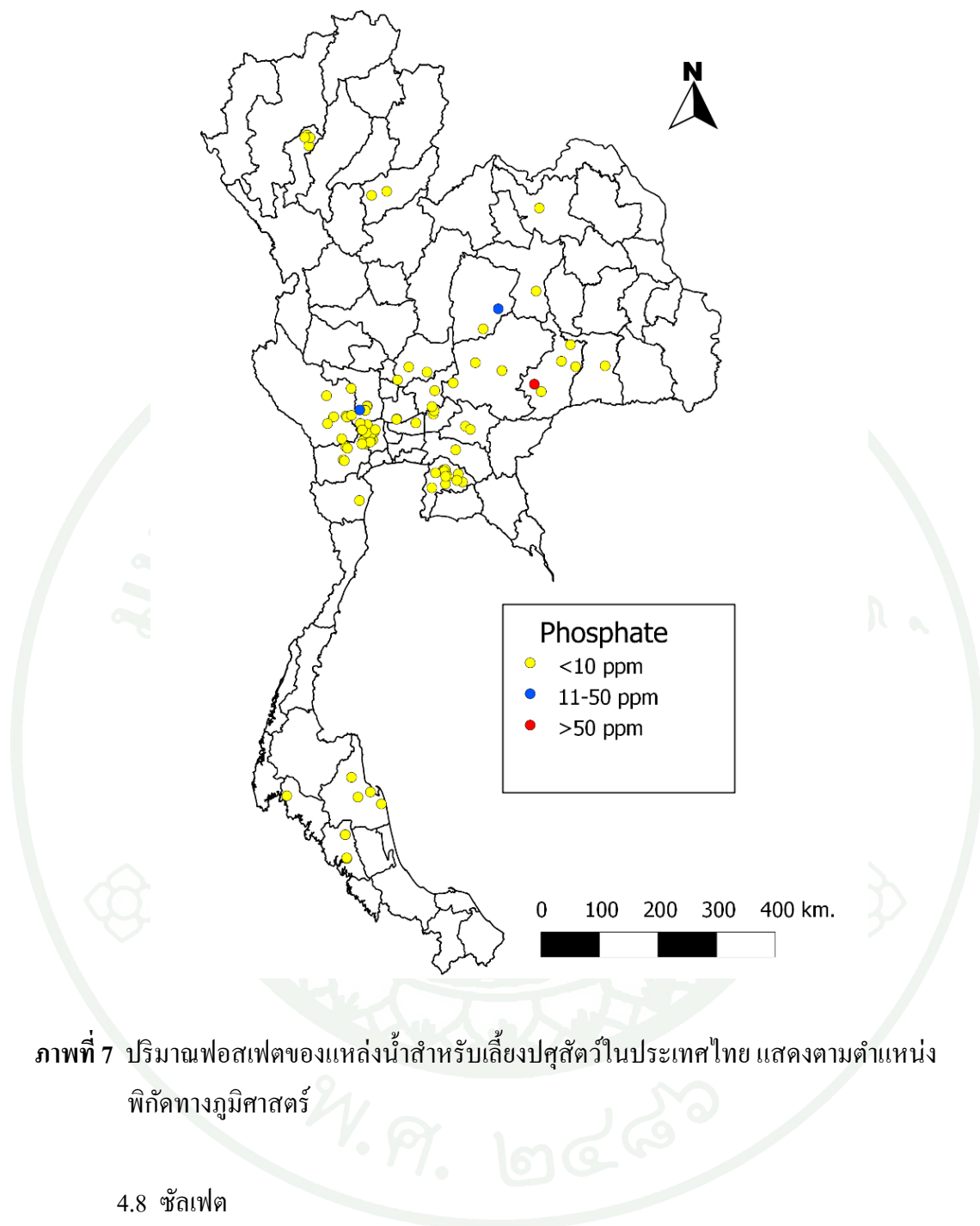
ปริมาณแมกนีเซียมในแหล่งน้ำจากฟาร์มปศุสัตว์โดยส่วนใหญ่พบอยู่ในช่วงความเข้มข้นต่ำกว่า 50 ppm ซึ่งไม่ส่งผลกระทบต่อการเลี้ยงสัตว์ ปริมาณสูงสุดที่ตรวจพบคือ 127.5 ppm ที่ตำบลหนองปากโลง อำเภอมือง จังหวัดนครปฐม (ภาพที่ 6)



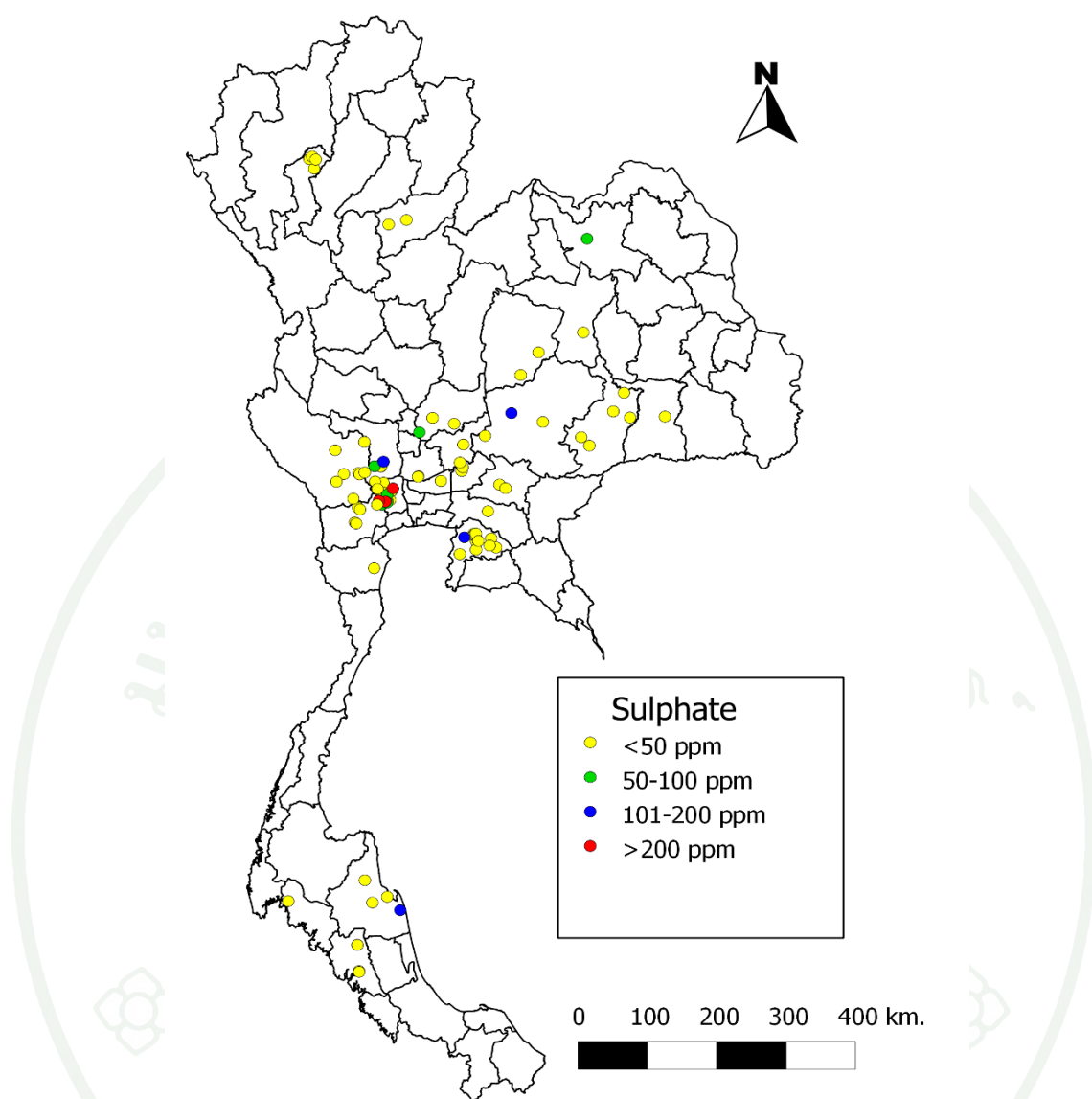
ภาพที่ 6 ปริมาณแมกนีเซียมของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.7 ฟอสเฟต

ปริมาณฟอสเฟตเกือบทุกพื้นที่ที่ศึกษาอยู่ในช่วงความเข้มข้นต่ำกว่า 10 ppm พื้นที่ที่พบฟอสเฟตในแหล่งน้ำสูงตรวจพบที่ตำบลโพหนอง อำเภอมือง จังหวัดชัยภูมิ ที่ความเข้มข้น 40 ppm และที่ตำบลหัวถนน ตำบลนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ พบฟอสเฟตเป็นปริมาณสูงสุดที่ความเข้มข้น 120 ppm (ภาพที่ 7)



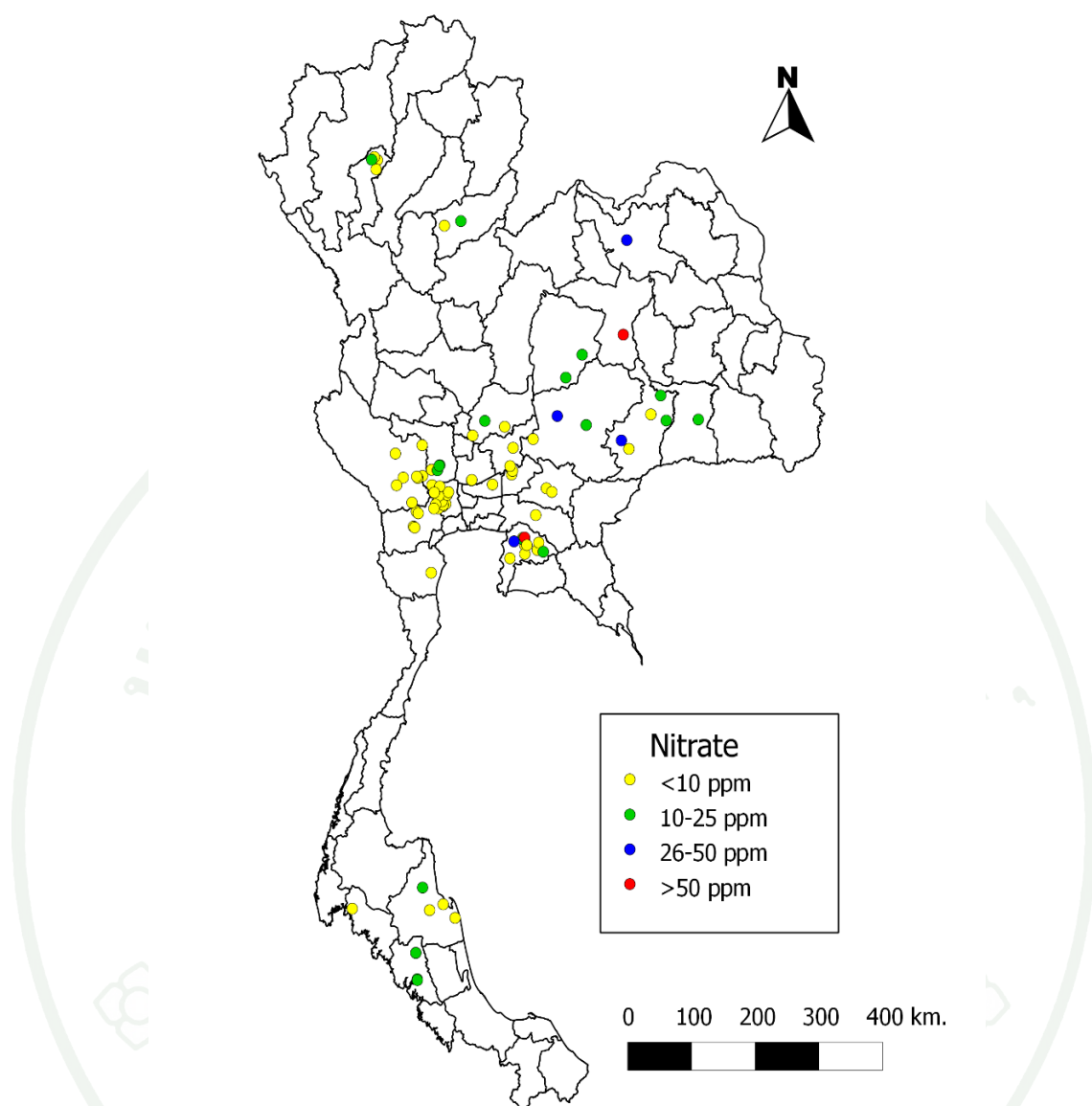
ปริมาณซัลเฟตในแหล่งน้ำส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับต่ำกว่า 50 ppm พื้นที่ที่พบในปริมาณสูงกว่า 200 ppm มีจำนวน 3 แห่งซึ่งอยู่ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐมทั้งสี่ที่ระดับ 220, 290 และ 300 ppm (ภาพที่ 8)



ภาพที่ 8 ปริมาณซัลเฟตของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.9 ไนเตรท

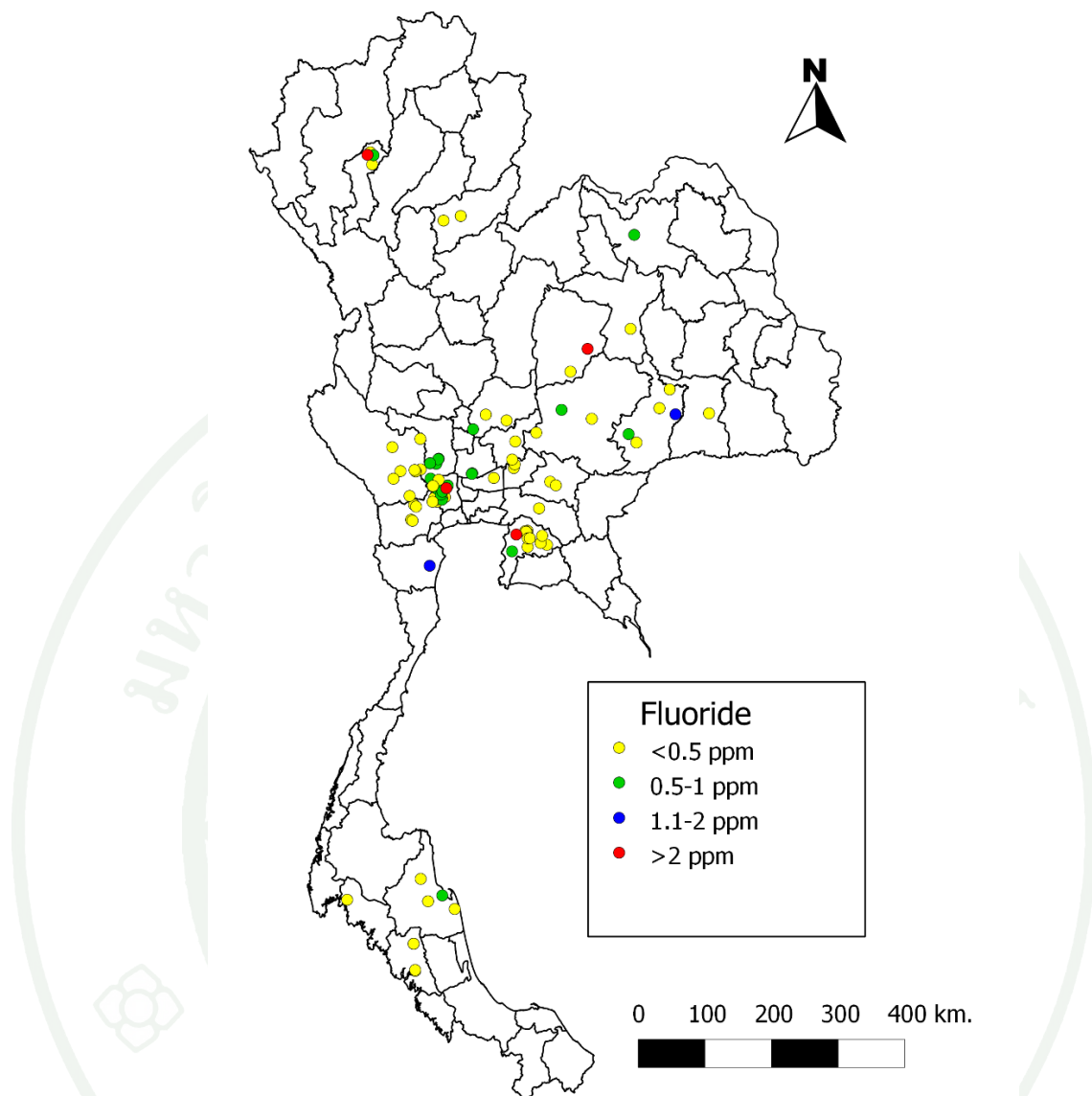
ปริมาณไนเตรทของแหล่งน้ำส่วนใหญ่อยู่ที่ระดับต่ำกว่า 25 ppm แหล่งน้ำที่พบในปริมาณสูงกว่า 25 ppm อยู่ในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือเป็นจำนวน 4 ตัวอย่าง ได้แก่ จังหวัดขอนแก่น อุดรธานี นครราชสีมา และบุรีรัมย์ และอีก 2 ตัวอย่างในเขตจังหวัดชลบุรี (ภาพที่ 9)



ภาพที่ 9 ปริมาณไนเตรทของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.10 ฟลูออไรด์

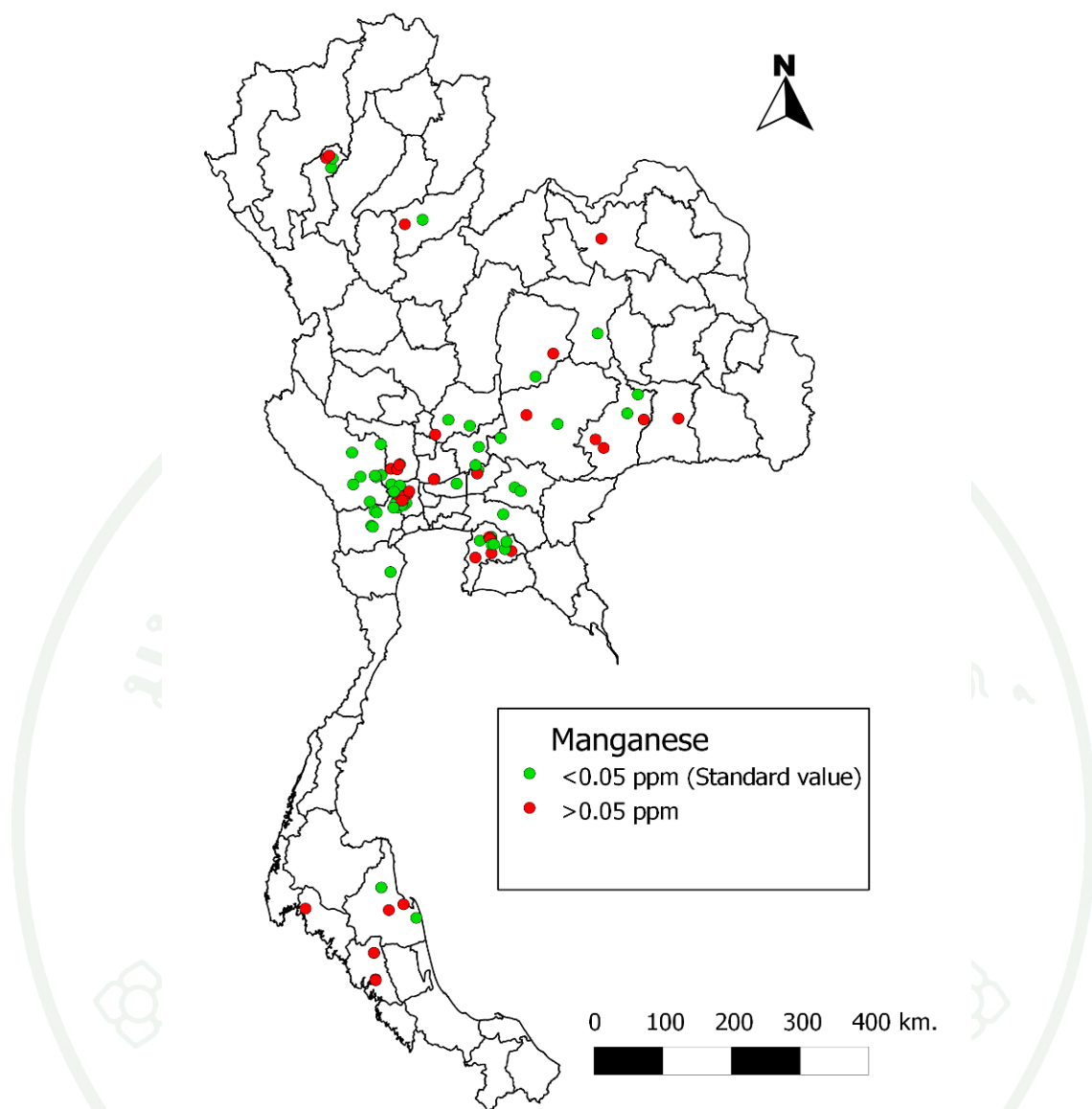
ปริมาณฟลูออไรด์ของแหล่งน้ำส่วนใหญ่มีปริมาณที่ต่ำกว่า 1 ppm (ภาพที่ 10) พบบริเวณที่มีฟลูออไรด์สูงกว่า 2 ppm ที่เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคเหนือ ที่อำเภอคอยติ จังหวัดลำพูน พบปริมาณสูงที่สุดเท่ากับ 5 ppm



ภาพที่ 10 ปริมาณฟลูออไรด์ของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามพิกัดทางภูมิศาสตร์

4.11 แมงกานีส

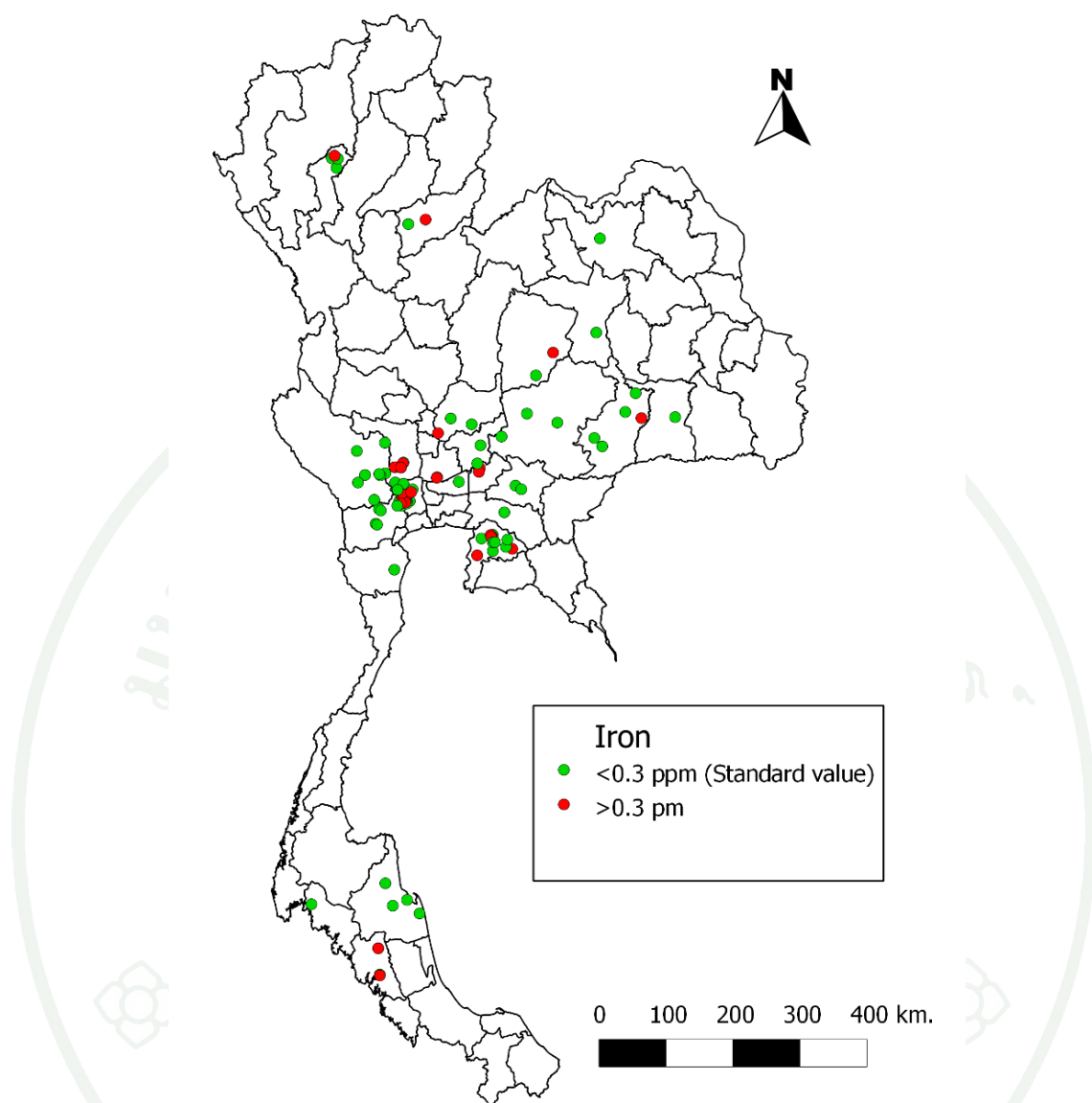
ในส่วน of ปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำพบว่าแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ที่มีค่าแมงกานีส มากกว่า 0.05 ppm ซึ่งเป็นค่ามาตรฐานสำหรับน้ำบริโภค พบได้เป็นจำนวนมากกระจายอยู่ทุกภาคของประเทศไทย (ภาพที่ 11)



ภาพที่ 11 ปริมาณแมงกานีสของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่ง
พิกัดทางภูมิศาสตร์

4.12 เหล็ก

แหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตว์ที่มีค่าเหล็ก มากกว่า 0.3 ppm ซึ่งเป็นมาตรฐานน้ำ
บริโภค พบได้เป็นจำนวนมากในทุกเขตพื้นที่ที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 12) แสดงให้เห็นว่าทุกภาคของ
ประเทศไทยมีความเสี่ยงที่จะพบแหล่งน้ำที่มีค่าเหล็กสูง



ภาพที่ 12 ปริมาณเหล็กของแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ในประเทศไทย แสดงตามตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์

5. ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินของฟาร์มปศุสัตว์

จากการสำรวจพบว่าแหล่งน้ำที่เกษตรกรส่วนใหญ่ใช้เลี้ยงสัตว์ในฟาร์มมากที่สุดคือแหล่งน้ำใต้ดิน เป็นจำนวนทั้งสิ้น 68 ฟาร์ม รองลงมาคือแหล่งน้ำผิวดินเป็นจำนวน 27 ฟาร์ม และน้ำประปา 3 ฟาร์ม ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำจากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินพบว่า แหล่งน้ำใต้ดินมีค่ามัธยฐานของค่าความกระด้างที่สูงกว่าแหล่งน้ำผิวดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่มีค่า pH ที่ต่ำกว่าแหล่งน้ำผิวดิน เมื่อนำค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำทั้ง

สองแหล่งเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์แล้วพบว่าค่าคุณภาพน้ำทุกค่ายังคงอยู่ในช่วงเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสม (ตารางที่ 12) ในส่วนของปริมาณโลหะหนัก ตรวจพบปริมาณแมงกานีส นิกเกิล และเหล็ก ในแหล่งน้ำผิวดินสูงกว่าแหล่งน้ำใต้ดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์แล้วพบว่าแหล่งน้ำใต้ดินมีปริมาณโลหะหนักทุกชนิดอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม แต่แหล่งน้ำผิวดินตรวจพบว่ามีปริมาณแมงกานีสและเหล็กที่เกินค่ามาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ 0.183 และ 0.0225 ppm ตามลำดับ (ตารางที่ 13)



ตารางที่ 12 ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตัวจากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน เปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตัว

คุณภาพทางเคมี	หน่วย	แหล่งน้ำใต้ดิน			แหล่งน้ำผิวดิน			ค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตัว ^{1/}	<i>p-value</i> **	
		มัธยฐาน	Q1	Q3	มัธยฐาน	Q1	Q3		แหล่งน้ำใต้ดิน	แหล่งน้ำผิวดิน
pH	-	6.85*	6.48	7.17	7.23	6.85	7.47	6.8-7.5	<0.001	0.003
Hardness	ppm	169.50*	108.00	365.00	112.00	47.75	170.75	180	0.247	0.005
TDS	ppm	265.00	153.00	536.5	286.00	198.00	435.00	1,000 ^{3/}	<0.001	<0.001
Sulfate	ppm	14.00	6.00	36.47	12.00	7.00	45.00	125 ^{2/}	<0.001	0.003
Nitrate	ppm	7.48	5.28	11.55	8.14	6.38	17.93	100 ^{4/}	0.06	0.641
Chloride	ppm	29.00	13.10	198.00	71.25	24.12	100.00	250	0.005	<0.001
Fluoride	ppm	0.30	0.20	0.62	0.45	0.14	0.62	2 ^{4/}	<0.001	0.001

หมายเหตุ * = ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินแตกต่างจากแหล่งน้ำผิวดิน (Mann-Whitney U test, *p-value* 0.05)

** = ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำและค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัตัว

(Wilcoxon and Signed Rank test)

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 1

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 2

ที่มา: Thomus and Sneed (1996); EPA (2003); Bagley *et al.* (1997b); National Academy of Sciences (1974)

ตารางที่ 13 ค่ามัธยฐานของปริมาณโลหะหนักของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์วจากแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดิน เปรียบเทียบความแตกต่างกับค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว

โลหะหนัก	หน่วย	แหล่งน้ำใต้ดิน			แหล่งน้ำผิวดิน			ค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสัต์ว ^{1/}	<i>p-value</i> **	
		มัธยฐาน	Q1	Q3	มัธยฐาน	Q1	Q3		แหล่งน้ำใต้ดิน	แหล่งน้ำผิวดิน
As	ppm	0.0040	0.0000	0.0123	0.0059	0.0002	0.0181	0.5	<0.001	<0.001
Cd	ppm	0.0020	0.0000	0.0029	0.0023	0.0016	0.0040	0.5	<0.001	<0.001
Co	ppm	0.0044	0.0000	0.0093	0.0069	0.0015	0.0125	1.0	<0.001	<0.001
Cr	ppm	0.0055	0.0024	0.0106	0.0079	0.0050	0.0131	5.0	<0.001	<0.001
Mn	ppm	0.0227*	0.0098	0.1347	0.1830	0.0567	0.4545	0.05 ^{2/}	0.985	<0.001
Ni	ppm	0.0236*	0.0170	0.0401	0.0402	0.0266	0.0531	0.1 ^{3/}	<0.001	<0.001
Pb	ppm	0.0186	0.0052	0.0285	0.0225	0.0174	0.0305	0.1	<0.001	<0.001
Cu	ppm	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.5	<0.001	<0.001

ตารางที่ 13 (ต่อ)

โลหะหนัก	หน่วย	แหล่งน้ำใต้ดิน			แหล่งน้ำผิวดิน			ค่ามาตรฐานน้ำสำหรับ เลี้ยงปศุสัตว์ ^{1/}	<i>p-value</i> **	
		มัชฐาน	Q1	Q3	มัชฐาน	Q1	Q3		แหล่งน้ำใต้ดิน	แหล่งน้ำผิวดิน
Fe	ppm	0.1554*	0.0932	0.3349	0.5060	0.1747	0.9477	0.3 ^{3/}	0.003	0.037
Zn	ppm	0.0651	0.0224	0.1431	0.0205	0.0148	0.0762	5.0 ^{3/}	<0.001	<0.001

หมายเหตุ * = ค่ามัชฐานของปริมาณโลหะหนักในแหล่งน้ำใต้ดินแตกต่างจากแหล่งน้ำผิวดิน (Mann-Whitney U test, *p-value* 0.05)

** = ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำและค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์

(Wilcoxon and Signed Rank test)

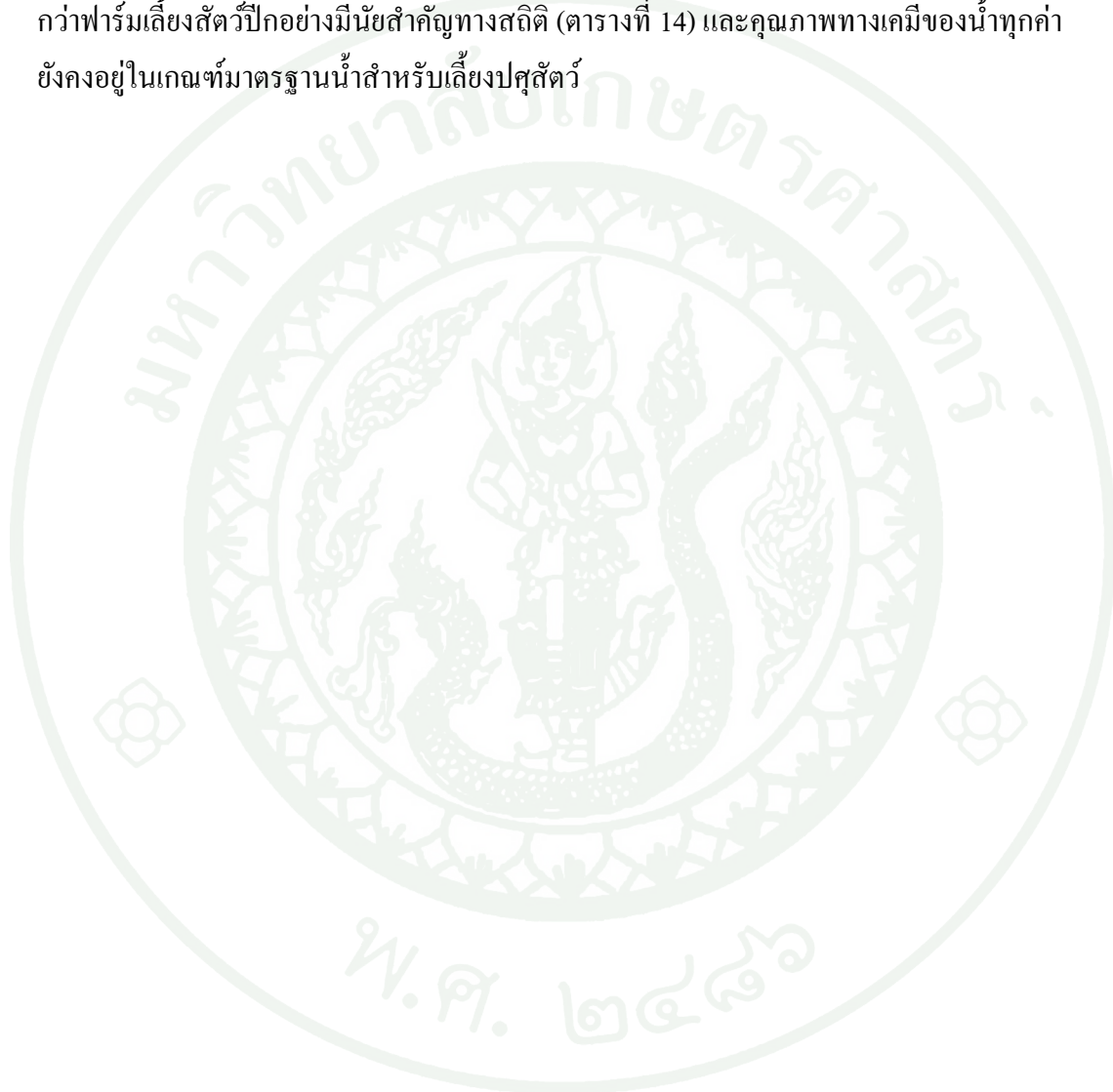
Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 1

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 2

ที่มา: Council for Agricultural Science and Technology (1974); Bagley *et al.* (1997b); EPA (2003)

6. ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยงสุกรและฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก

เมื่อพิจารณาคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินซึ่งเป็นแหล่งน้ำที่เกษตรกรโดยส่วนใหญ่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ เปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของน้ำระหว่างชนิดของฟาร์มปศุสัตว์ ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงสุกรและฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก พบว่าแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยงสุกรมีค่า pH, TDS และคลอไรด์สูงกว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (ตารางที่ 14) และคุณภาพทางเคมีของน้ำทุกค่ายังคงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์



ตารางที่ 14 ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวของแหล่งน้ำใต้ดินจากฟาร์มเลี้ยงสุกรและสัตว์ปีก เปรียบเทียบความแตกต่างกับ
ค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัว

คุณภาพทางเคมี	หน่วย	ฟาร์มเลี้ยงสุกร			ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก			ค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัว ^{1/}	<i>p-value</i> **	
		มัธยฐาน	Q1	Q3	มัธยฐาน	Q1	Q3		แหล่งน้ำใต้ดิน	แหล่งน้ำผิวดิน
pH	-	7.02*	6.82	7.18	6.80	6.31	7.14	6.8-7.5	<0.001	0.617
Hardness	ppm	257.00	101.00	417.00	149.00	112.00	239.50	180	0.063	0.492
TDS	ppm	448.00*	265.00	626.00	155.00	85.75	261.75	1,000 ^{3/}	0.003	<0.001
Sulfate	ppm	17.00	6.00	55.62	8.00	6.00	17.00	125 ^{2/}	<0.001	0.0001
Nitrate	ppm	7.44	5.61	12.21	7.48	4.73	9.86	100 ^{4/}	<0.001	<0.001
Chloride	ppm	170.00*	29.00	480.00	15.15	3.80	27.75	250	0.126	<0.001
Fluoride	ppm	0.47	0.26	0.78	0.26	0.19	0.59	2 ^{4/}	0.008	<0.001

หมายเหตุ * = ค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินจากฟาร์มเลี้ยงสุกรแตกต่างจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก (Mann-Whitney U test, *p-value* 0.05)

** = ระดับนัยสำคัญของความแตกต่างระหว่างคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำและค่ามาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัว

(Wilcoxon and Signed Rank test)

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 1

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 2

ที่มา: Thomus and Sneed (1996); EPA (2003); Bagley *et al.* (1997b); National Academy of Sciences (1974)

7. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำ

จากการวิเคราะห์หาปัจจัยที่มีผลกระทบต่อค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสตัวโดยใช้ข้อมูลจากแบบสอบถาม ซึ่งปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์มีจำนวนทั้งสิ้น 27 ปัจจัย ผลการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์กับน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวที่มีปริมาณแอมโมเนียสเกินมาตรฐาน พบ 4 ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์ที่ระดับนัยสำคัญน้อยกว่า 0.05 ได้แก่ แหล่งน้ำจากฟาร์มที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก ชนิดสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม ชนิดของแหล่งน้ำ และความลึกของแหล่งน้ำใต้ดิน (ตารางที่ 15) และไม่พบความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยเมื่อนำไปทดสอบความสัมพันธ์ด้วยวิธี Correlation

ตารางที่ 15 ปัจจัยที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพันธ์กับคุณภาพทางเคมีของน้ำจากแบบสอบถาม และระดับความสัมพันธ์ต่อน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสตัวที่มีปริมาณแอมโมเนียสเกินมาตรฐาน

ปัจจัย	ระดับความสัมพันธ์ (p-value)
ที่ตั้งของฟาร์ม	
- เขตภาคกลาง (ใช่/ไม่ใช่)	0.185
- เขตภาคตะวันออก (ใช่/ไม่ใช่)	0.245
- เขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (ใช่/ไม่ใช่)	0.645
- เขตภาคตะวันตก (ใช่/ไม่ใช่)	0.013
- เขตภาคใต้ (ใช่/ไม่ใช่)	0.089
ชนิดสัตว์ที่เลี้ยงในฟาร์ม	0.027
(ฟาร์มเลี้ยงสุกร/ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก)	
จำนวนสุกรที่เลี้ยงในฟาร์ม (ตัว)	0.508
จำนวนสัตว์ปีกที่เลี้ยงในฟาร์ม	0.163
(น้อยกว่า 100,000 ตัว/100,001-500,000 ตัว)	
ชนิดของแหล่งน้ำ	0.006
(แหล่งน้ำผิวดิน/แหล่งน้ำใต้ดิน)	
ความลึกของแหล่งน้ำใต้ดิน (เมตร)	<0.001

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ปัจจัย	ระดับความสัมพันธ์ (<i>p</i> -value)
ระยะห่างระหว่างแหล่งระบายน้ำทิ้งจากฟาร์มและ แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ (เมตร)	0.476
ลักษณะของน้ำ (ใส ไม่มีสี/ขุ่นเล็กน้อย)	0.099
ลักษณะของดินบริเวณแหล่งน้ำ	
- ดินร่วน (ใช่/ไม่ใช่)	0.161
- ดินเหนียว (ใช่/ไม่ใช่)	0.836
- ดินทราย (ใช่/ไม่ใช่)	0.437
- ดินลูกรัง (ใช่/ไม่ใช่)	0.156
ลักษณะสีดินบริเวณแหล่งน้ำ	
- น้ำตาลเข้มหรือดำ (ใช่/ไม่ใช่)	0.569
- ขาวหรือเทาอ่อน (ใช่/ไม่ใช่)	0.885
- เหลืองหรือแดง (ใช่/ไม่ใช่)	0.281
มีสถานที่ดังต่อไปนี้โดยรอบรัศมี 12 กิโลเมตร	
- ชุมชน หมู่บ้าน (ใช่/ไม่ใช่)	0.895
- แหล่งเกษตรกรรม (ใช่/ไม่ใช่)	0.914
- ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (ใช่/ไม่ใช่)	0.729
- โรงงานอุตสาหกรรม (ใช่/ไม่ใช่)	0.162
มีสถานที่ดังต่อไปนี้โดยรอบรัศมี 4 กิโลเมตร	
- ชุมชน หมู่บ้าน (ใช่/ไม่ใช่)	0.664
- แหล่งเกษตรกรรม (ใช่/ไม่ใช่)	0.828
- ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ (ใช่/ไม่ใช่)	0.648
- โรงงานอุตสาหกรรม (ใช่/ไม่ใช่)	0.227

เมื่อนำทั้ง 4 ปัจจัยไปวิเคราะห์ด้วยวิธี multivariable logistic regression model จนได้โมเดลสุดท้ายพบว่า มีเพียง 2 ปัจจัยที่พบความสัมพันธ์ที่ระดับ *p*-value น้อยกว่า 0.05 ได้แก่ แหล่งน้ำจากฟาร์มที่ตั้งอยู่ในเขตพื้นที่ภาคตะวันตก และชนิดของแหล่งน้ำ โดยฟาร์มที่ไม่ได้ตั้งอยู่ในพื้นที่ภาคตะวันตกและมีการใช้แหล่งน้ำผิวดินเพื่อเลี้ยงปศุสัตว์ จะส่งผลให้มีความเสี่ยงเพิ่มขึ้นต่อการพบ

ปริมาณแมงกานีสเกินมาตรฐานในแหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสสัตว์ และไม่พบปฏิสัมพันธ์ (interaction) ระหว่างปัจจัยดังกล่าว (ตารางที่ 16)

ตารางที่ 16 โมเดลสุดท้ายของการวิเคราะห์ logistic regression ของปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับ แหล่งน้ำสำหรับเลี้ยงปลุสสัตว์ที่มีแมงกานีสเกินมาตรฐานน้ำบริโภค

Variable	<i>p</i> -value Chi-square	b	S.E.	Confidence interval (95%)	OR	<i>p</i> -value
Intercept	-	-1.251	0.489	-2.209,-0.292	0.286	0.010
Farm isn't located in the Western region	0.013	1.433	0.579	0.298,2.569	4.195	0.013
Surface water resource	0.007	1.726	0.644	0.463,2.989	5.618	0.007

หมายเหตุ Model $R^2 = 0.97762$

Final Log Likelihood = -37.05611

8. ผลการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินระหว่างผลการศึกษาและการสำรวจคุณภาพน้ำในช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2548

คุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยงปลุสสัตว์ในการศึกษารั้งนี้พบว่ามีความแตกต่างจากข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำใต้ดินของกรมทรัพยากรน้ำบาดาลจากการสำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2548 เมื่อนำมาเปรียบเทียบในพื้นที่ตำบลเดียวกัน ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 ได้แก่ ค่า pH แมกนีเซียม และเหล็ก ที่ผลการศึกษาดูพบในปริมาณที่ต่ำกว่า และในตรงที่จากผลการศึกษาดูพบในปริมาณที่สูงกว่า (ตารางที่ 17) เมื่อนำข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาลมาวิเคราะห์หาความน่าจะเป็นของค่าคุณภาพทางเคมีในพื้นที่ต่างๆ ของประเทศไทย นำเสนอเป็นสารสนเทศทางภูมิศาสตร์แสดงให้เห็นถึงแนวโน้มของคุณภาพทางเคมีในแหล่งน้ำใต้ดินที่ผ่านมา (ภาพที่ 13-19)

ตารางที่ 17 เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานของคุณภาพทางเคมีของน้ำใต้ดินที่ได้จากผลการศึกษา กับข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล
ช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2548 ในพื้นที่ตำบลเดียวกัน

คุณภาพทางเคมี	หน่วย	ผลการศึกษา			กรมทรัพยากรน้ำบาดาล			<i>p-value</i> (paired t-test)	
		มัธยฐาน	Q1	Q2	มัธยฐาน	Q1	Q2	One-tailed test	Two-tailed test
pH	-	6.87	6.50	7.18	8.02	7.77	8.32	1.000	<0.001*
Hardness	ppm	175.00	108.00	373.50	251.71	160.00	308.75	0.781	0.445
Chloride	ppm	29.00	13.50	205.00	51.00	15.88	122.72	0.375	0.749
Fluoride	ppm	0.33	0.19	0.75	0.34	0.27	0.71	0.271	0.542
Magnesium	ppm	11.42	0.95	28.79	21.00	11.72	36.49	0.992	0.016*
Nitrate	ppm	7.48	5.72	12.87	2.10	1.16	6.22	0.002	0.003*
TDS	ppm	289.50	154.00	546.25	431.00	268.06	704.70	0.964	0.071
Iron	ppm	0.15	0.09	0.33	0.82	0.39	2.34	0.999	<0.001*
Manganese	ppm	0.04	0.02	0.14	0.10	0.03	0.37	0.874	0.266

ตารางที่ 17 (ต่อ)

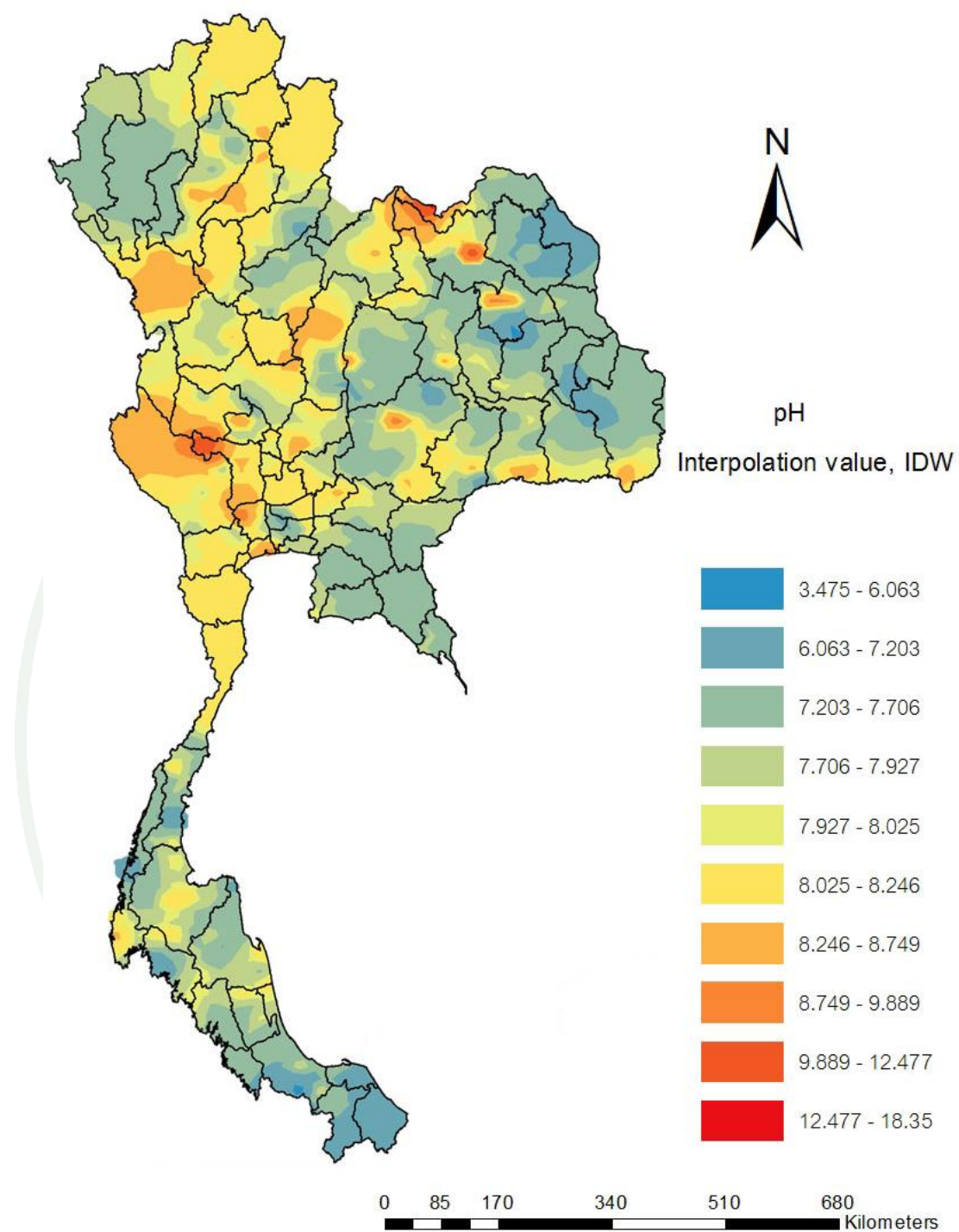
หมายเหตุ * = คุณภาพทางเคมีของน้ำใต้ดินที่ได้จากผลการศึกษาแตกต่างจากข้อมูลจากกรมทรัพยากรน้ำบาดาล ช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึง พ.ศ. 2548
ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

One-tailed test = ทดสอบความสัมพันธ์ในทิศทางเดียว H_0 = ค่าคุณภาพทางเคมีของผลการศึกษาสูงกว่าข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

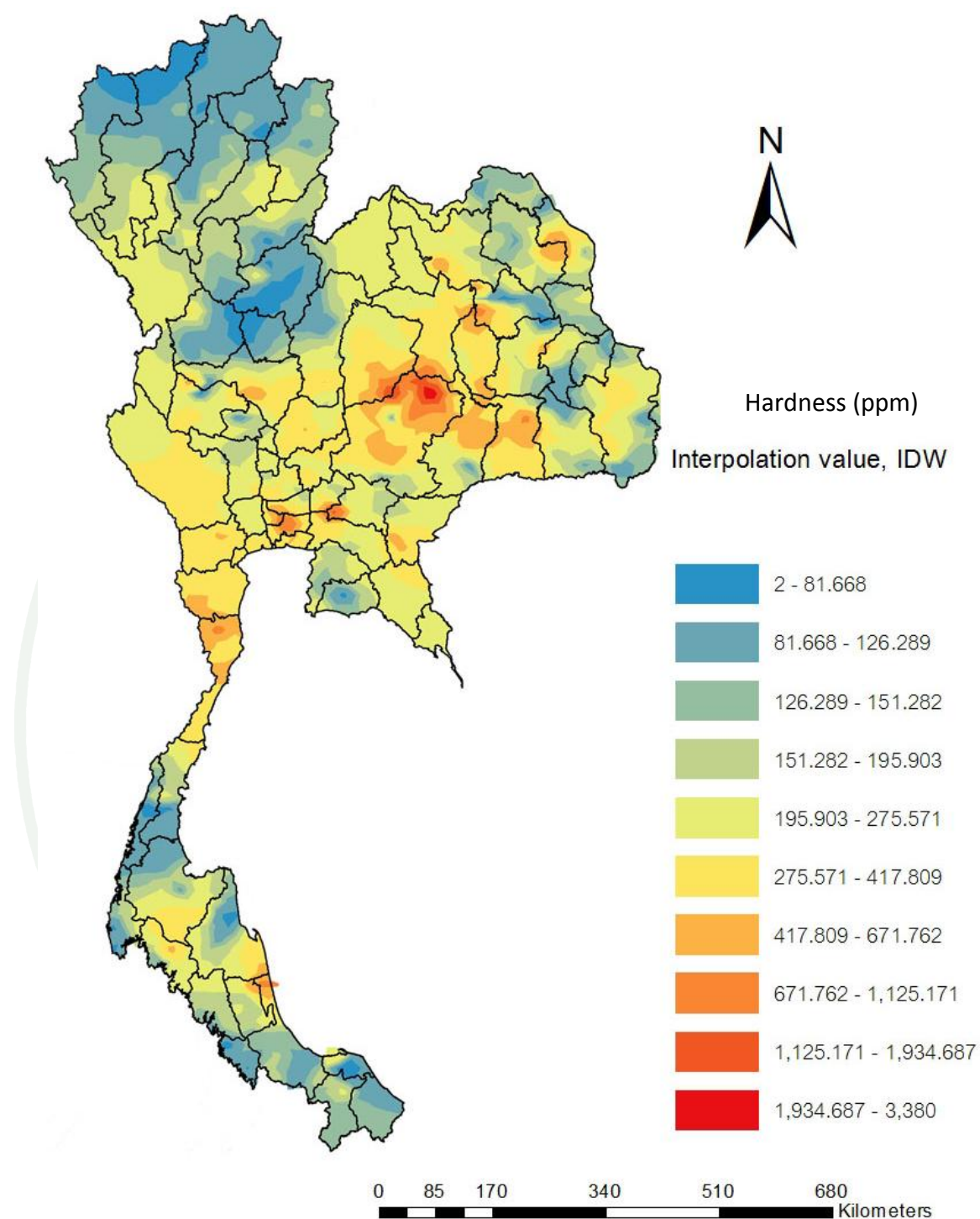
Two-tailed test = ทดสอบความสัมพันธ์ในสองทิศทาง H_0 = ค่าคุณภาพทางเคมีของผลการศึกษาแตกต่างจากข้อมูลของกรมทรัพยากรน้ำบาดาล

Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 1

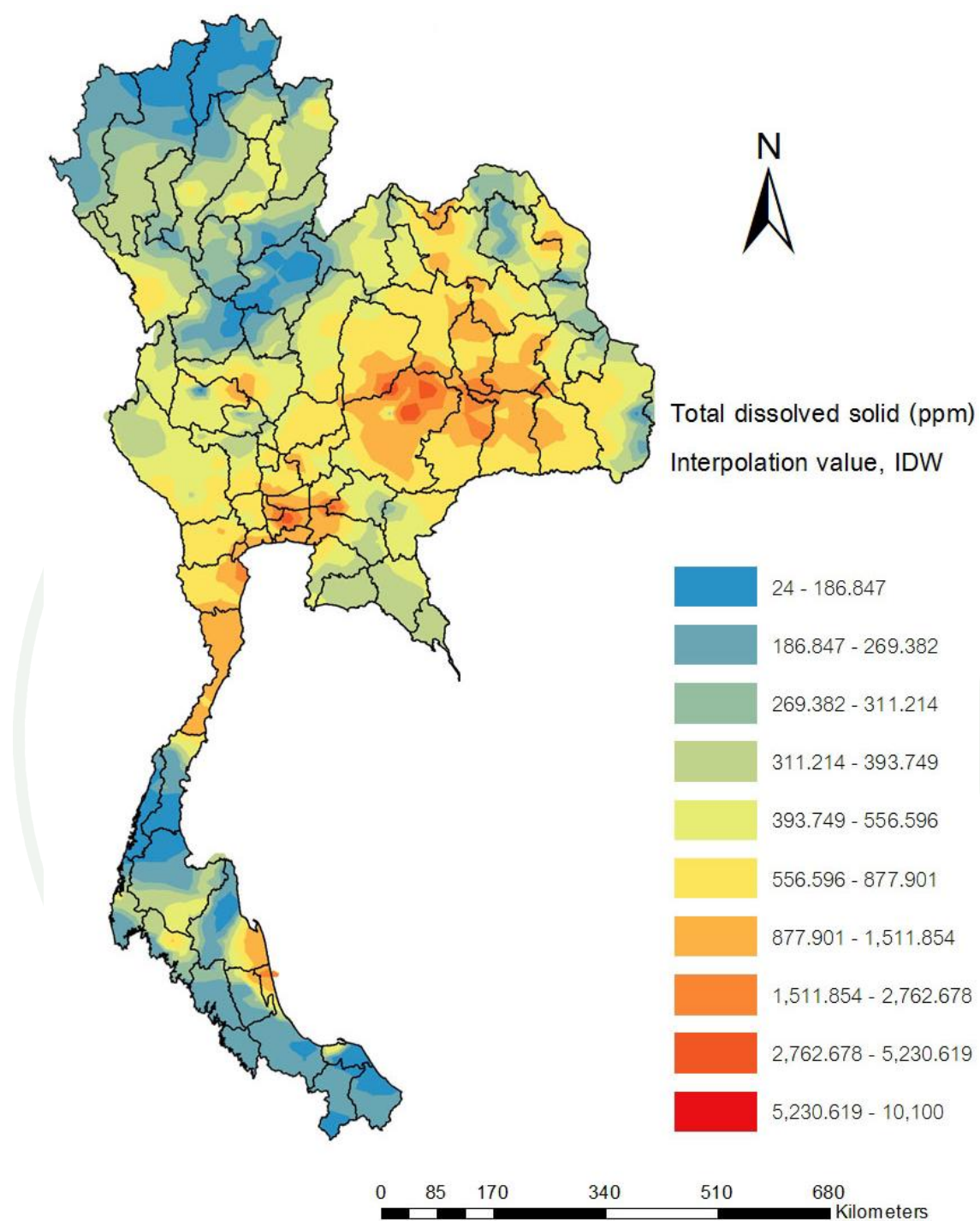
Q2 = ค่าควอไทล์ที่ 2



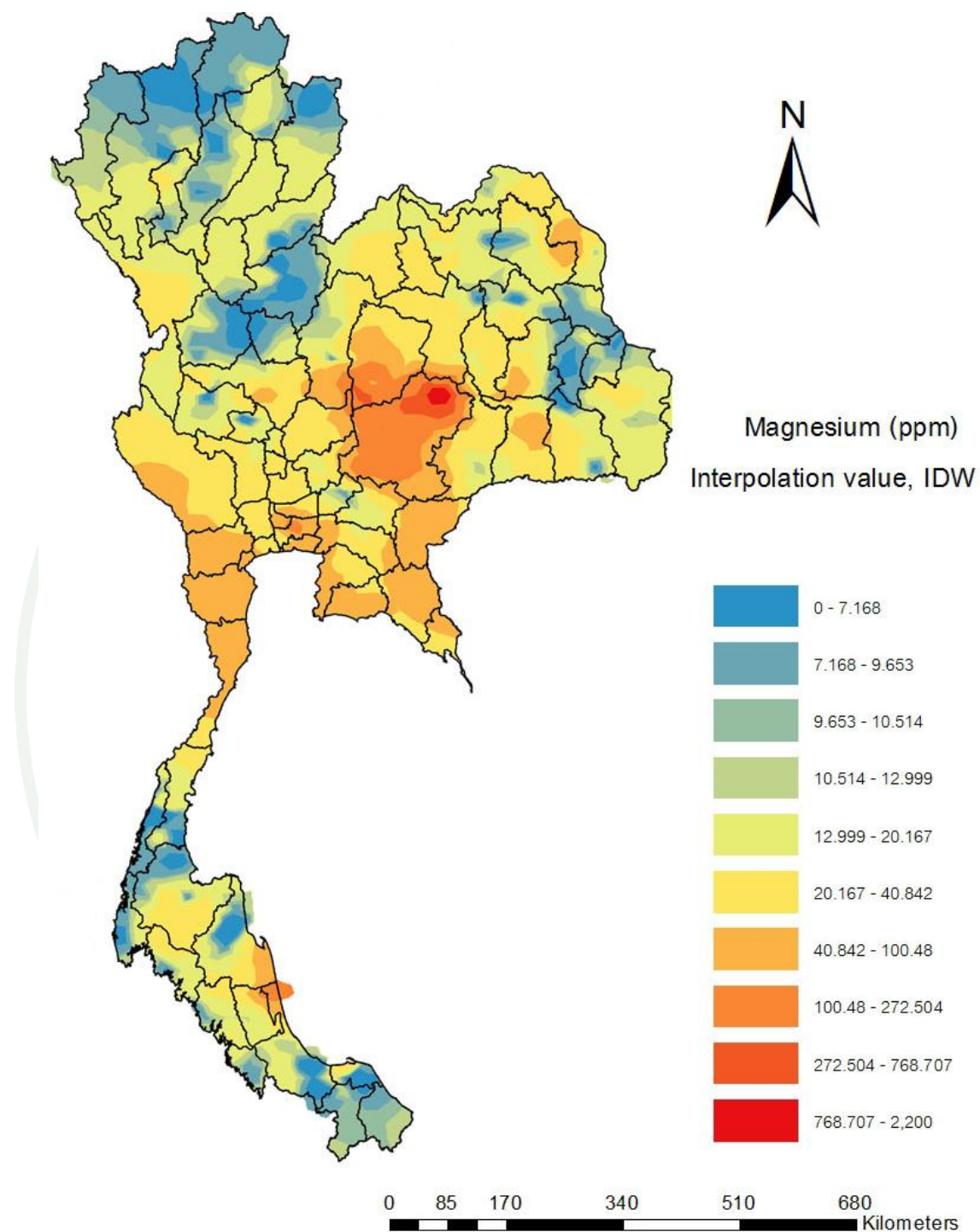
ภาพที่ 13 ผลการวิเคราะห์ค่า pH ของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)



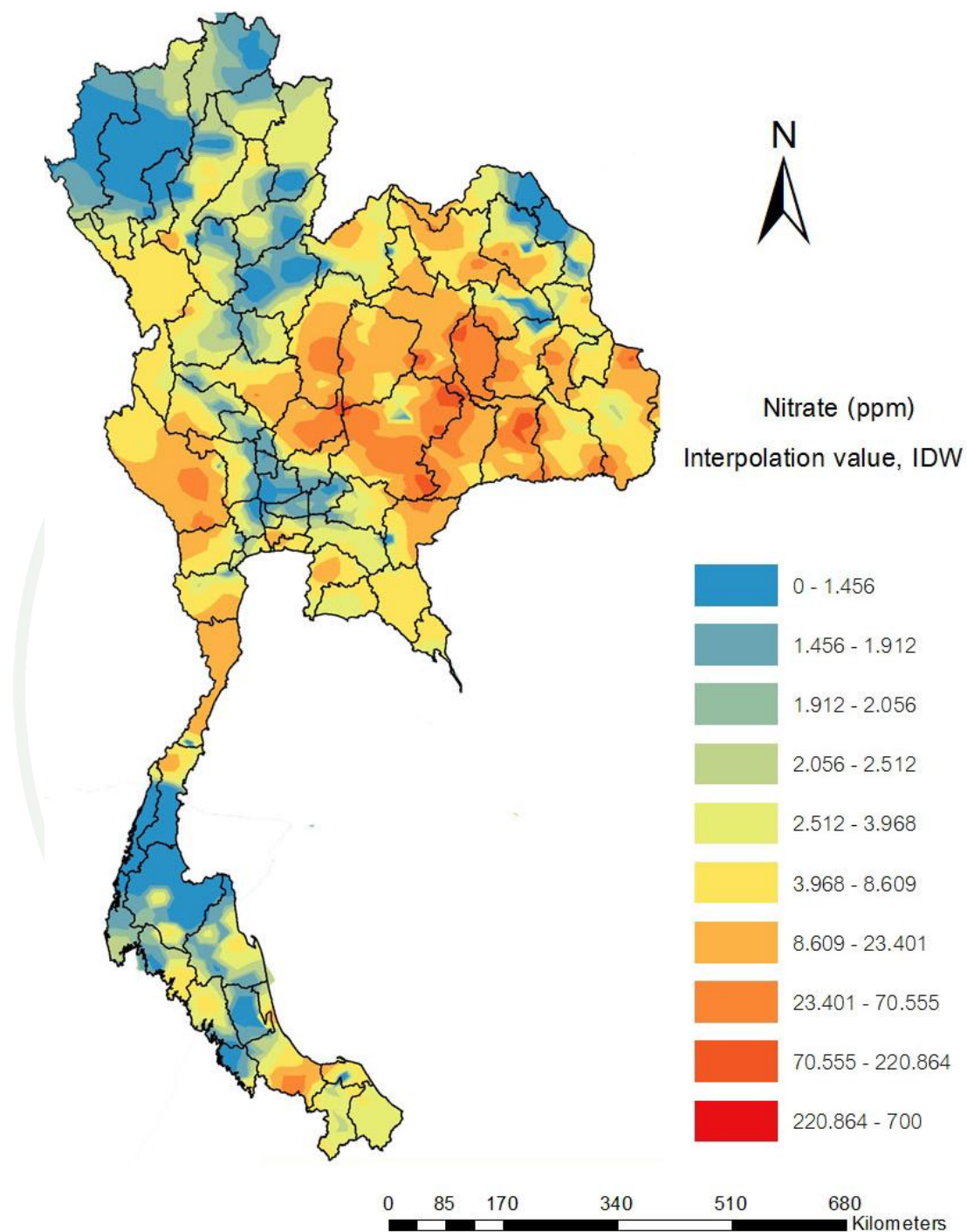
ภาพที่ 14 ผลการวิเคราะห์ปริมาณความกระด้างแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี
Inverse Distance Weighting (IDW)



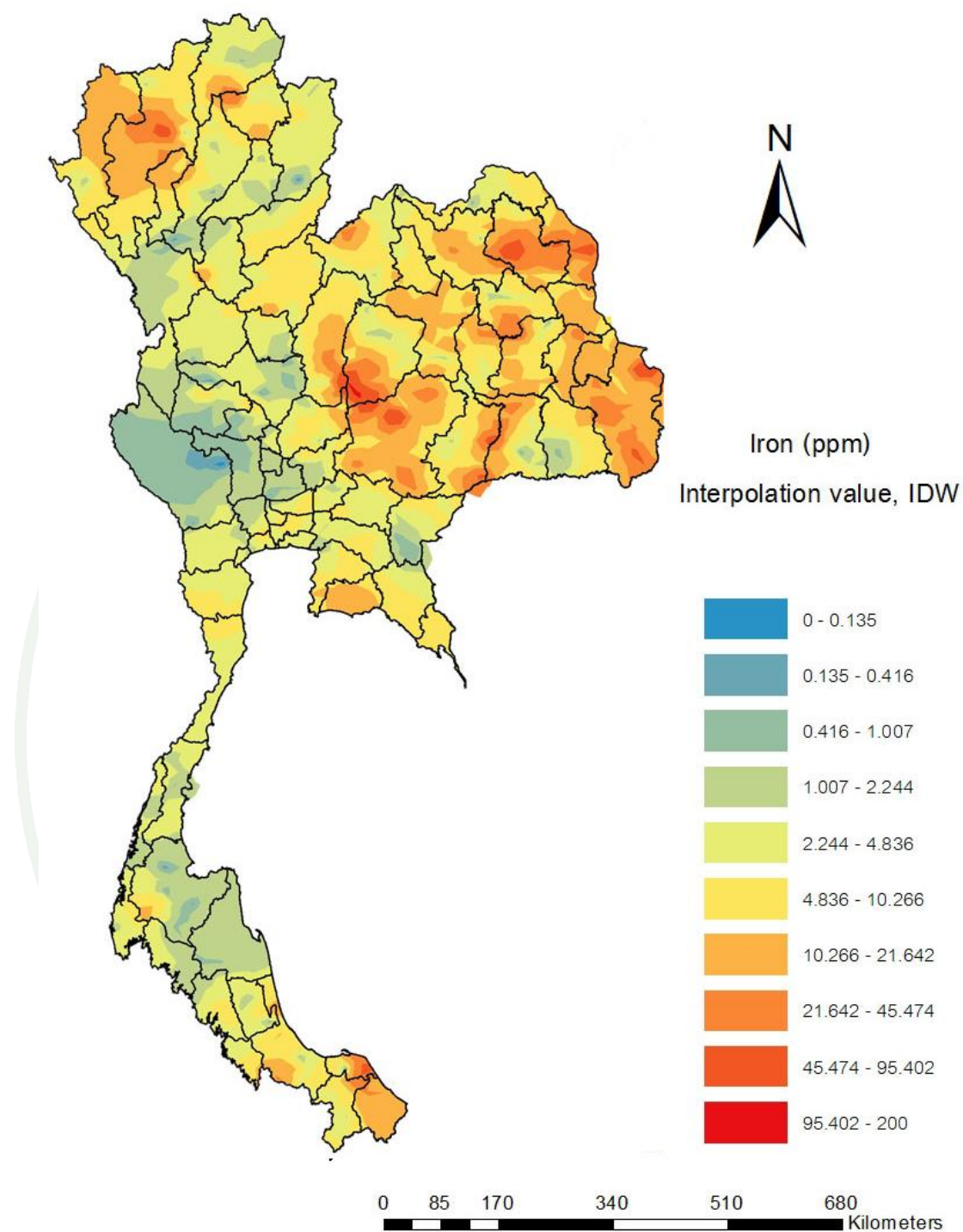
ภาพที่ 15 ผลการวิเคราะห์ปริมาณ TDS ของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)



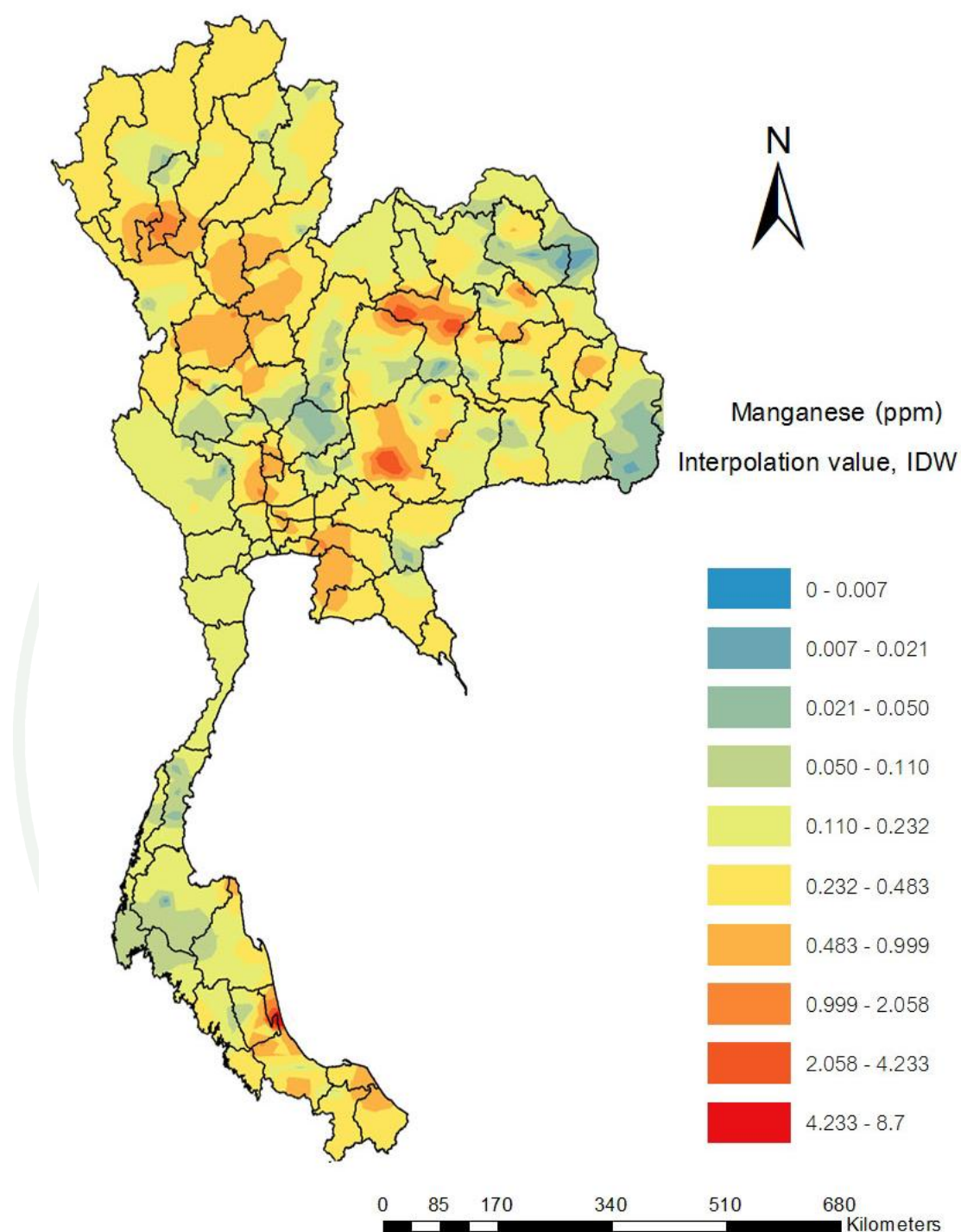
ภาพที่ 16 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี
Inverse Distance Weighting (IDW)



ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ปริมาณไนเตรทของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)



ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์ปริมาณเหล็กของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี Inverse Distance Weighting (IDW)



ภาพที่ 19 ผลการวิเคราะห์ปริมาณแมงกานีสของแหล่งน้ำใต้ดิน ปี พ.ศ.2540 ถึง 2548 ด้วยวิธี
Inverse Distance Weighting (IDW)

วิจารณ์

1. ลักษณะโดยทั่วไปของฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ทำการศึกษา

ในการคัดเลือกฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ ฟาร์มที่ถูกคัดเลือกส่วนใหญ่มีที่ตั้งอยู่ในเขตภาคตะวันตก ภาคตะวันออก และภาคกลาง ตามลำดับ เนื่องจากในเขตพื้นที่ดังกล่าวมีประชาชนที่ประกอบอาชีพเลี้ยงสัตว์เป็นจำนวนมากและมีฟาร์มตั้งอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะสัตว์เศรษฐกิจ ได้แก่ สุกรและสัตว์ปีก พบว่า เขตปศุสัตว์ที่ 7 มีการเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนตัวสูงที่สุดและเป็นฟาร์มขนาดใหญ่ โดยมีจำนวนสุกรที่เลี้ยงสูงสุดที่จังหวัดราชบุรี ชลบุรี และนครปฐม ตามลำดับ เขตปศุสัตว์ที่ 1 จะมีการเลี้ยงไก่เป็นจำนวนตัวสูงที่สุดและเป็นฟาร์มขนาดใหญ่เช่นเดียวกัน มีจำนวนไก่ที่เลี้ยงสูงสุดที่จังหวัดลพบุรี ชลบุรี และสระบุรี ตามลำดับ ฟาร์มสัตว์ปีกในการศึกษานี้มีการเก็บข้อมูลในส่วนของฟาร์มเลี้ยงเป็ดรวมด้วยเป็นจำนวน 9 ฟาร์ม ที่จังหวัดสุพรรณบุรีและนครปฐมซึ่งเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงเป็ดเป็นจำนวนมากสองลำดับแรกของประเทศไทยจากข้อมูลสถิติของกรมปศุสัตว์ปี 2554

ข้อมูลจากแบบสอบถามแสดงให้เห็นว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ในประเทศไทยส่วนใหญ่มีที่ตั้งอยู่ใกล้กับแหล่งชุมชนที่อยู่อาศัย แหล่งเกษตรกรรม ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ และโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งอาจเป็นสาเหตุหนึ่งของการปนเปื้อนองค์ประกอบทางเคมีในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะฟาร์มในเขตภาคตะวันออกซึ่งเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก อาจได้รับผลกระทบจากการระบายน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ฟาร์มในเขตภาคกลางที่มีพื้นที่จำนวนมากที่เป็นแหล่งเกษตรกรรม อาจได้รับผลกระทบจากปุ๋ย สารเคมี หรือยาฆ่าแมลง ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ตั้งอยู่ใกล้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ชนิดอื่น ๆ และตั้งอยู่อย่างหนาแน่น โดยเฉพาะภาคตะวันออกและภาคตะวันตกก็อาจได้รับผลกระทบจากสารประกอบไนเตรทจากของเสียจากฟาร์มเลี้ยงสัตว์ได้เช่นเดียวกัน

2. คุณภาพทางเคมีของน้ำในฟาร์มปศุสัตว์

ผลการวิเคราะห์คุณภาพน้ำทางเคมีเบื้องต้นทำให้ทราบว่าน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์ในฟาร์มของประเทศไทยยังมีหลายพื้นที่ที่คุณภาพน้ำไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะค่า pH ที่แหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปศุสัตว์เป็นจำนวนมากมีค่า pH ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานน้ำสำหรับเลี้ยงปศุสัตว์ และจากการนำเสนอข้อมูลในรูปแบบของสารสนเทศทางภูมิศาสตร์ทำให้ทราบได้ว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่พบปัญหาเหล่านั้นพบได้ในทุกพื้นที่ของประเทศไทย โดยเฉพาะแหล่งน้ำที่มีค่า pH ต่ำกว่ามาตรฐานนั้นพบ

ได้มากกว่าแหล่งน้ำที่มีค่า pH สูง ซึ่งโดยปกติค่า pH ของแหล่งน้ำจะแตกต่างกันไปตามกระบวนการตามธรรมชาติ เช่น ปฏิกิริยาทางเคมีของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่มีอยู่ในอากาศและดิน ผลของกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์ในดินและในน้ำของจุลินทรีย์ที่ได้เป็นกรดอินทรีย์ แต่โดยปกติแล้วน้ำในธรรมชาติมักจะมีค่าเป็นด่างเนื่องจากมีคาร์บอเนตและไบคาร์บอเนตละลายอยู่ การชะล้างแร่ธาตุในดินและการซึมผ่านชั้นหิน เช่น หินปูน ก็สามารถทำให้น้ำมี pH สูงมากขึ้น ซึ่งแหล่งแร่หินปูนในประเทศไทยสามารถพบได้ในหลายพื้นที่ โดยเฉพาะในเขตภาคตะวันตก ภาคใต้ และภาคเหนือที่มีแหล่งแร่หินปูนเป็นจำนวนมาก แต่พบได้น้อยในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ (กรมทรัพยากรธรณี, 2547) และบางครั้งพบว่าอาจเกิดจากน้ำบาดาลในชั้นดินที่มีแร่เหล็กเป็นองค์ประกอบก็เป็นสาเหตุที่ทำให้ค่า pH ของน้ำสูงได้เช่นกัน (วิระ, 2545) นอกจากนี้ค่า pH ของแหล่งน้ำต่างๆยังอาจมีสาเหตุจากอิทธิพลของมนุษย์ เช่น การปะปนกรดหรือด่างในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชน เป็นต้น (สิทธิชัย, 2549) ดังนั้นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีความเสี่ยงต่อปัจจัยดังกล่าวควรที่จะให้ความสำคัญในการตรวจวัดค่า pH ของแหล่งน้ำเป็นประจำ เนื่องจากน้ำที่มีความเป็นกรดจะไปกัดกร่อนระบบท่อส่งน้ำส่งผลให้มีการปนเปื้อนโลหะลงในน้ำ หรือการใช้น้ำที่มีค่า pH ที่สูง จะส่งผลทำให้ลดประสิทธิภาพของการเติมคลอรีนในน้ำเพื่อการฆ่าเชื้อโรคได้ (Subcommittee on Swine Nutrition Committee on Animal Nutrition National Research Council, 1998) ซึ่งฟาร์มเป็นจำนวนมากนิยมใช้วิธีการนี้เพื่อการบำบัดน้ำในฟาร์มก่อนให้สัตว์บริโภค อีกปัญหาหนึ่งที่พบได้คือในกรณีของการให้ยาปฏิชีวนะชนิดละลายน้ำ เนื่องจากยาปฏิชีวนะแต่ละชนิดเมื่อละลายน้ำแล้วจะมีความคงทนในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน จากการทดลองที่ผ่านมาทำให้ทราบว่า Amoxicillin เมื่อละลายในน้ำที่มี pH สูงๆ จะทำให้ยาเสื่อมสลายได้เร็วมากขึ้น (Ákos and Nagy, 2009) ซึ่งเมื่อทราบดังนี้เกษตรกรที่อยู่ในพื้นที่ที่แหล่งน้ำมีค่า pH ที่สูงหรือไม่ทราบว่าเป็นน้ำที่ใช้บริโภคในฟาร์มของตนมีค่า pH ของน้ำที่สูง อาจพบปัญหาได้ว่ามีการให้ยาละลายน้ำแก่สัตว์แล้วไม่ได้ผล ซึ่งมีสาเหตุเนื่องมาจากคุณภาพน้ำและทำให้เกิดการสูญเสียทางปศุสัตว์ เสียรายได้และเสียโอกาสเป็นต้น

จากการศึกษานี้พบปัญหาน้ำกระด้างในหลายพื้นที่ของทุกภาคในประเทศไทย โดยพบปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดน้ำกระด้าง ได้แก่บริเวณพื้นที่ที่มีชั้นหินปูน เมื่อน้ำไหลผ่านก็จะทำให้เกิดการสะสมเกลือในแหล่งน้ำ โดยเฉพาะแหล่งน้ำใต้ดินเนื่องจากน้ำจะมีการซึมผ่านชั้นหินและชั้นดินชนิดต่างๆ การที่น้ำสะสมในโพรงชั้นหินเป็นเวลานานส่งผลให้น้ำใต้ดินมีแร่ธาตุละลายอยู่ในปริมาณมากกว่าน้ำผิวดิน เช่น แคลเซียม และคาร์บอเนต (สิทธิชัย, 2549) ปกติจะพบได้ในปริมาณน้อยกว่า 100 และ 10 ppm ตามลำดับ (Todd, 1980) ปัญหาน้ำกระด้างที่ตรวจพบจากการศึกษานี้พบค่าความกระด้างมากกว่า 180 ppm จัดได้ว่าอยู่ช่วงความกระด้างที่สูง ความกระด้างอาจไม่ส่งผลต่อ

สุขภาพสัตว์โดยตรงแต่จะส่งผลทางอ้อม ยกตัวอย่างเช่น ตะกอนแข็งของเกลือคาร์บอเนต เกลือคลอไรด์ และเกลือซัลเฟตของโลหะบางชนิดที่อยู่ในน้ำ ก่อให้เกิดการอุดตันของท่อส่งน้ำหรือระบบท่อส่งน้ำในฟาร์ม ทำให้การไหลของน้ำช้าลง และอาจส่งผลให้สัตว์ได้รับน้ำไม่เพียงพอ (Andrew, 2009) นอกจากนี้ยังมีรายงานพบว่ายาในกลุ่มของ enrofloxacin ที่นิยมใช้ละลายน้ำเพื่อรักษาโรคในไก่และเป็ด ได้มีการทดลองให้ไก่ได้รับยาที่ผสมกับน้ำที่มีความกระด้างแตกต่างกันพบว่า การผสมยากับน้ำที่มีความกระด้างมากกว่า 180 ppm มีผลไปลดประสิทธิภาพการทำงานของยาที่สูงที่สุด โดยตรวจวัดจากปริมาณยาในซีรัมทุกๆหนึ่งชั่วโมงหลังได้รับยา (Sumano *et al.*, 2004)

น้ำจากฟาร์มปศุสัตว์ที่พบปริมาณคลอไรด์ไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานในการศึกษาครั้งนี้พบเป็นจำนวนน้อยเพียง 8 ฟาร์ม ได้แก่ ฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตจังหวัดนครปฐม และฟาร์มเลี้ยงสุกรในเขตภาคใต้ จังหวัดตรัง ซึ่งอาจได้รับผลกระทบจากอิทธิพลของน้ำทะเล เนื่องจากมีที่ตั้งของฟาร์มอยู่ใกล้แนวชายฝั่งเมื่อพิจารณาจากแผนที่พิกัดทางภูมิศาสตร์ จากข้อมูลกรมทรัพยากรน้ำบาดาลพบว่าที่อำเภอย่านตาขาว จังหวัดตรัง มีปริมาณคลอไรด์ในแหล่งน้ำใต้ดินสูงถึง 680 ppm โดยปกติแล้วปริมาณคลอไรด์พบได้ในแหล่งน้ำตามธรรมชาติเพราะสารประกอบคลอไรด์มักละลายน้ำได้ดีจากการศึกษาที่ผ่านมาทำให้ทราบว่าคลอไรด์ในแหล่งน้ำนั้นมีที่มาจากหลายสาเหตุ มีการตรวจพบคลอไรด์ในแหล่งน้ำบริเวณแหล่งฝังกลบขยะมูลฝอย สูงถึง 2,310 ppm บ่อเก็บสิ่งปฏิกูล 886 ppm และของเสียจากการเลี้ยงปศุสัตว์ 609 ppm (Panno *et al.*, 2002) คลอไรด์ในน้ำที่สูงเกินไปจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพของสัตว์ปีก มีรายงานว่าปริมาณคลอไรด์ที่ 200 ถึง 500 ppm ส่งผลให้สัตว์ปีกมีอุจจาระเหลว มีอาการกินน้ำมากกว่าปกติ เกิดภาวะท้องมาน และเปลือกไข่มีความแข็งแรงที่ลดลง (Coetzee, 2005)

ปริมาณของแข็งทั้งหมดที่ละลายในน้ำ จะบ่งบอกถึงปริมาณของแข็งโดยรวมทั้งหมดทั้งที่เป็นสารอินทรีย์หรืออนินทรีย์ รวมถึงเกลือแร่ต่างๆที่ละลายในน้ำมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมได้กำหนดไว้ว่าน้ำใต้ดินสำหรับบริโภคควรมี TDS ที่ระดับความเข้มข้นไม่เกิน 600 ppm (ราชกิจจานุเบกษา, 2552) แต่ในการเลี้ยงสัตว์สามารถใช้น้ำที่มีปริมาณ TDS ได้มากกว่า สัตว์แต่ละชนิดจะมีผลกระทบจากปริมาณ TDS ที่ไม่เท่ากัน สัตว์ที่ไม่เคยชินกับสภาพน้ำอาจแสดงอาการที่ผิดปกติได้ ระดับที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงสัตว์ปีกคือ 1,000 ppm (Bagley *et al.*, 1997b) และสำหรับสุกรคือไม่ควรเกิน 3,000 ppm แต่มีรายงานว่าการใช้น้ำที่มี TDS เพิ่มขึ้น 5,080 ppm ในการเลี้ยงสุกรหย่านม อัตราการเจริญเติบโตหรืออัตราการกินได้ไม่มีความแตกต่างจากกลุ่มสุกรที่ได้รับ TDS ในระดับที่ต่ำกว่า (Paterson *et al.*, 1979)

3. ปริมาณโลหะหนักของน้ำในฟาร์มปศุสัตว์

จากการศึกษาครั้งนี้ทำให้ทราบว่าแหล่งน้ำฟาร์มปศุสัตว์ไม่พบปัญหาในส่วนของการปนเปื้อนโลหะหนักที่สำคัญ ยกเว้นในส่วนของแมงกานีสและเหล็ก จัดได้ว่าเป็นโลหะที่มีความเป็นพิษน้อย ดังนั้นจึงยังไม่สามารถกำหนดค่ามาตรฐานปริมาณโลหะดังกล่าวในแหล่งน้ำที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสุขภาพสัตว์ได้ แม้ว่าโลหะดังกล่าวจะไม่ส่งผลเสียต่อสุขภาพสัตว์โดยตรง แต่จากการศึกษานี้ทำให้ทราบว่าฟาร์มเป็นจำนวนมากที่แหล่งน้ำมีปริมาณแมงกานีสและเหล็กมากกว่า 0.05 และ 0.3 ppm ซึ่งเป็นปริมาณที่จะส่งผลให้สี กลิ่นและรสชาติของน้ำเปลี่ยนไปทำให้สัตว์ไม่ยอมบริโภคน้ำโดยเฉพาะในลูกสุกรอนุบาลเป็นต้น และยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบส่งน้ำได้จากปัญหาการสะสมตะกอนสนิมโลหะในท่อน้ำ เนื่องจากเหล็กและแมงกานีสที่อยู่ในรูปเกลือไบคาร์บอเนตที่ละลายอยู่ในน้ำเมื่อถูกสูบน้ำขึ้นมาสู่บรรยากาศ ก็จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันทำให้มีตะกอนเกิดขึ้น (Dvorak and Skipton, 2007) และอีกปัญหาที่พบได้บ่อยคือการที่แบคทีเรียบางชนิดในน้ำเก็บกินแร่ธาตุเหล่านั้นเป็นอาหารและก่อตัวเป็นโครงสร้างของไบโอฟิล์ม (Bio-film) ซึ่งขัดขวางการทำงานของระบบจ่ายน้ำในฟาร์ม แบคทีเรียเหล่านั้นที่พบได้ในท่อน้ำ ได้แก่ แบคทีเรีย Genus *Sphaerotilus*, *Leptothrix* และ *Thiobacillus ferrooxidans* เป็นต้น (Cullimore and McCann, 1978) โดยปกติแล้วแมงกานีสและเหล็กที่มีมาจากธรรมชาติ สามารถพบเจอได้ในแหล่งน้ำทั่วไป ในแหล่งน้ำใต้ดินมีการกำหนดมาตรฐานไว้ว่าควรพบเหล็กไม่เกิน 0.5 ppm (ราชกิจจานุเบกษา, 2543) และแหล่งน้ำผิวดินจะมีเหล็กและแมงกานีสละลายอยู่น้อยกว่า เนื่องจากแหล่งน้ำผิวดินมีออกซิเจนละลายอยู่ ทำให้แมงกานีสและเหล็กมีการละลายน้ำได้น้อย อยู่ในรูปของตะกอน (มันสิน และคณะ, 2554) จังหวัดที่มีแหล่งแร่เหล็กและเป็นจังหวัดที่มีการเลี้ยงสัตว์ ที่ทำการเก็บข้อมูลในครั้งนี้ได้แก่ กาญจนบุรี ฉะเชิงเทรา ชลบุรี ตรัง ลพบุรี ลำปาง และสระบุรี

4. ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินและแหล่งน้ำผิวดินของฟาร์มปศุสัตว์

ผลจากการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินและผิวดินพบว่า แหล่งน้ำใต้ดินเป็นแหล่งน้ำที่เกษตรกรส่วนใหญ่เลือกใช้ในการเลี้ยงปศุสัตว์ อาจเนื่องมาจากทำเลที่ตั้งของฟาร์มและความสะดวกสบายในการขุดเจาะ แต่จากการศึกษาทำให้ทราบว่าแหล่งน้ำใต้ดินนั้นมีความเสี่ยงที่จะพบปริมาณแร่ธาตุต่างๆที่สูงกว่าแหล่งน้ำผิวดิน แม้ว่าค่ากลางของข้อมูลจะแสดงให้เห็นว่ายังมีค่าคุณภาพที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน แต่ก็ยังมีอีกหลายฟาร์มที่ยังพบเจอปัญหา ซึ่งส่วนหนึ่งก็มีสาเหตุมาจากกระบวนการทางธรรมชาติและสภาพทางธรณียุทธยานั่นเอง นอกจากนี้จากการศึกษาครั้งนี้ยังพบว่าคุณภาพทางเคมีทุกค่าของน้ำใต้ดินที่ใช้ในฟาร์มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างพื้นที่

แต่ละภาคของประเทศไทย ดังนั้นฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่มีการใช้แหล่งน้ำใต้ดินเพื่อให้สัตว์บริโภคในทุกพื้นที่จึงควรพิจารณาถึงค่าคุณภาพน้ำร่วมด้วยโดยเฉพาะค่าความกระด้างที่การสำรวจพบว่ามีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วงความกระด้างค่อนข้างสูง (Hardness >180)

ปัญหาของการเลือกใช้แหล่งน้ำผิวดินสำหรับการเลี้ยงสัตว์ที่พบในการศึกษาครั้งนี้คือ ปริมาณแอมโมเนียและเหล็กที่ตรวจพบในแหล่งน้ำผิวดินสูงกว่าแหล่งน้ำใต้ดิน และที่สำคัญคือมีค่าที่เกินมาตรฐานน้ำบริโภค ซึ่งอาจมีสาเหตุจากแหล่งน้ำผิวดินที่เกษตรกรเลือกใช้ส่วนใหญ่เป็นบ่อน้ำหรือสระน้ำที่ขุดขึ้นเอง เมื่ออากาศร้อนทำให้อาจเกิดสภาวะที่เรียกว่าการแบ่งชั้นน้ำ (Thermal stratification) เป็นสภาวะขาดออกซิเจนเกิดขึ้นส่งผลให้แอมโมเนียและเหล็กนั้นอยู่ในรูปที่ละลายน้ำ (มันสิน และ มั่นรัก, 2545) และถูกสูบขึ้นมาหากมีการวางตำแหน่งปลายท่อสูบน้ำผิวดิน เกษตรกรที่พบปัญหาในฟาร์มว่ามีการอุดตันของท่อส่งน้ำ หรือน้ำมีสีและกลิ่นที่เปลี่ยนไปควรให้ความสำคัญกับการส่งตัวอย่างน้ำเพื่อส่งตรวจปริมาณโลหะดังกล่าว

5. ค่าคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินของฟาร์มเลี้ยงสุกรและฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก

เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพทางเคมีของน้ำบาดาลกับชนิดฟาร์มปศุสัตว์ พบว่า แหล่งน้ำบาดาลของฟาร์มเลี้ยงสุกรมีค่า pH, TDS และคลอไรด์สูงกว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก เช่นเดียวกับการสำรวจคุณภาพน้ำบาดาลโดยรอบฟาร์มสุกรประเทศในโปแลนด์ เคยตรวจพบว่ามีปริมาณคลอไรด์ในระดับสูงสุดถึง 1,021.6 ppm และค่าการนำไฟฟ้าสูงสุด 5,776 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Tymczynska *et al.*, 1999) ปัญหาคุณภาพแหล่งน้ำบริเวณแหล่งเลี้ยงสัตว์เป็นปัญหาที่พบได้บ่อย ซึ่งเป็นผลกระทบจากการระบายน้ำเสียของฟาร์มต่อสิ่งแวดล้อมโดยรอบฟาร์ม ฟาร์มเลี้ยงไก่เคยพบว่า มีรายงานการพบผลกระทบจากสารประกอบทางเคมีประเภทฟอสฟอรัส ไนโตรเจน เช่น แอมโมเนีย ไนเตรต และความเค็มในแหล่งน้ำใต้ดิน (Edwards and Daniel, 1992) เนื่องจากของเสียที่ถูกขับออกมารวมกับวัสดุป้อนในการเลี้ยงไก่เนื้อพบว่ามีแร่ธาตุฟอสฟอรัส และไนโตรเจน ในปริมาณสูงถึง 1.4 และ 3.4 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้ง (Nicholson *et al.*, 1996)

6. ปัจจัยที่มีความสัมพันธ์กับค่าคุณภาพทางเคมีของน้ำ

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์หาปัจจัยเสี่ยงต่อคุณภาพทางเคมีของน้ำด้วยวิธี logistic regression พบว่าฟาร์มที่อยู่ในภาคตะวันตกจะมีความเสี่ยงต่อแหล่งน้ำที่มีแอมโมเนียเกินมาตรฐาน น้อยกว่าภาคอื่นๆ ส่วนหนึ่งอาจเป็นเพราะแหล่งแร่แอมโมเนียในประเทศไทยนั้นพบได้ที่ภาคเหนือ

ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และภาคตะวันออก แต่พบน้อยในภาคตะวันตก (สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี, 2554) และอีกปัจจัยหนึ่งที่พบที่มีความสัมพันธ์ คือ ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ใช้แหล่งน้ำผิวดินเพื่อให้สัตว์บริโภคจะมีความเสี่ยงต่อแหล่งน้ำที่มีแมลงกานีสกินมาตรฐานมากกว่าแหล่งน้ำใต้ดิน ซึ่งสอดคล้องกับผลการศึกษาในส่วนของเปรียบเทียบคุณภาพน้ำระหว่างชนิดของแหล่งน้ำที่พบว่า แหล่งน้ำใต้ดินมีปริมาณแมลงกานีสที่น้อยกว่าแหล่งน้ำผิวดินอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติจากการศึกษาในครั้งนี้

7. ผลการเปรียบเทียบคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำใต้ดินระหว่างผลการศึกษาและการสำรวจในช่วงปี พ.ศ. 2540 ถึงปี พ.ศ. 2548

แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่ตำบลเดียวกันอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา แต่การศึกษาไม่ได้ทำการเปรียบเทียบค่าคุณภาพน้ำในตำแหน่งบ่อน้ำเดียวกัน ดังนั้นจึงไม่สามารถสรุปสาเหตุที่แท้จริงของคุณภาพน้ำที่แตกต่างกันได้ แต่โดยปกติค่าทางเคมีของแหล่งน้ำอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับกระบวนการตามธรรมชาติ และอิทธิพลของมนุษย์ โดยเฉพาะการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำใต้ดินตามฤดูกาล จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าในหน้าแล้งมักพบว่ามีแนวโน้มของค่าทางเคมีที่ต่ำกว่าในฤดูฝน ได้แก่ TDS, Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , Cl^- , SO_4^{2-} และ F^- (Matini *et al.*, 2012) และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำใต้ดินในพื้นที่วังเปลาที่ถูกเปลี่ยนมาใช้เป็นแหล่งเกษตรกรรมของประเทศไทยตั้งแต่ปี 1982 ถึง 2004 พบว่ามีค่า pH, Mg^{2+} , NH_4^+ , SO_4^{2-} , NO_3^- , NO_2^- และ Cl^- ที่เพิ่มขึ้น แต่ Ca^{2+} และ HCO_3^- มีค่าลดลง (Jiang *et al.*, 2008) แต่ในส่วนของไนเตรทที่ผลการศึกษาตรวจพบในปริมาณสูงนั้นสาเหตุอาจเนื่องมาจากของเสียจากฟาร์มปศุสัตว์ที่มีปริมาณไนโตรเจนสูงไหลซึมลงสู่แหล่งน้ำใต้ดินซึ่งอยู่ใกล้กับฟาร์ม

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

ค่ากลางของคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำที่ใช้เลี้ยงปลุสตัวในประเทศไทยอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงปลุสตัว ยกเว้นในบางพื้นที่พบว่ามืองค์ประกอบทางเคมีไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ได้แก่ ค่า pH ความกระด้าง คลอไรด์ TDS แอมโมเนีย และเหล็ก ซึ่งพื้นที่ดังกล่าวกระจายอยู่ในทุกภาคของประเทศไทย โดยเฉพาะฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ใช้แหล่งน้ำใต้ดินพบว่ามีความเสี่ยงต่อค่าความกระด้างที่สูง และฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ใช้แหล่งน้ำผิวดินจะมีความเสี่ยงต่อค่า pH ปริมาณแอมโมเนีย นิเกิล และเหล็กที่สูง รวมถึงฟาร์มเลี้ยงสุกรมีความเสี่ยงต่อค่า pH TDS และ คลอไรด์สูงกว่าฟาร์มเลี้ยงสัตว์ปีก โดยสาเหตุที่ทำให้คุณภาพน้ำของฟาร์มเลี้ยงปลุสตัวในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันคาดว่าขึ้นอยู่กับกระบวนการทางธรรมชาติ และอิทธิพลจากกิจกรรมของมนุษย์

ปัจจัยที่พบว่ามีความเสี่ยงต่อแหล่งน้ำที่มีปริมาณแอมโมเนียเกินมาตรฐานน้ำบริโภคในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ ฟาร์มปลุสตัวที่ไม่ได้ตั้งอยู่ในเขตภาคตะวันตกของประเทศไทยและมีการใช้แหล่งน้ำผิวดินเพื่อให้สัตว์บริโภค

ข้อเสนอแนะ

เกษตรกรเจ้าของฟาร์มเลี้ยงสัตว์สามารถใช้ข้อมูลจากการศึกษาครั้งนี้เพื่อการจัดการและประกอบการตัดสินใจในการเลือกใช้แหล่งน้ำที่มีอยู่ได้อย่างเหมาะสมกับชนิดสัตว์ที่เลี้ยง หากฟาร์มในพื้นที่เสี่ยงตรวจน้ำแล้วพบว่ามีปัญหาคุณภาพน้ำ แนะนำให้แก้ไขด้วยการบำบัดน้ำ เช่น การตกตะกอนด้วยสารส้ม ใช้เครื่องกรองแก้ไขปัญหาน้ำกระด้าง สนิมแอมโมเนียและเหล็ก เป็นต้น หรือเปลี่ยนมาใช้น้ำประปาแต่อาจมีค่าใช้จ่ายที่สูงกว่า รวมถึงตระหนักถึงความสำคัญของการตรวจคุณภาพน้ำในฟาร์มอย่างต่อเนื่อง โดยเฉพาะฟาร์มเลี้ยงสัตว์ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความเสี่ยงที่จะได้รับผลกระทบจากการปนเปื้อนองค์ประกอบทางเคมีในแหล่งน้ำ อย่างน้อยปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูฝน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นและหาแนวทางการป้องกันแก้ไข

การศึกษาครั้งนี้เป็นการวิเคราะห์ข้อมูลคุณภาพแหล่งน้ำในภาพรวม และมีพื้นที่ทำการศึกษาที่กว้างส่งผลให้การกระจายตำแหน่งของฟาร์มที่ทำการศึกษาไม่ทั่วถึง บางครั้งอาจมี

ผลกระทบต่อการวิเคราะห์ข้อมูล แต่ผลการศึกษาทำให้ทราบได้ว่าพื้นที่ใดที่มีความเสี่ยงต่อปัญหาคุณภาพน้ำ หากมีการศึกษาเพิ่มเติมอาจทำการศึกษาในพื้นที่ดังกล่าวเพื่อที่จะได้จำนวนตัวอย่างที่มากขึ้นเป็นตัวแทนที่ดีของประชากร

เนื่องจากการศึกษาครั้งนี้ได้ทำการคัดเลือกฟาร์มตัวอย่างจากพื้นที่การเลี้ยงสัตว์โดยไม่คำนึงถึงชนิดของแหล่งน้ำที่ทางฟาร์มใช้เลี้ยงสัตว์ ทำให้จำนวนตัวอย่างจากฟาร์มที่ใช้แหล่งน้ำผิวดินมีจำนวนน้อย ทำให้ในการวิเคราะห์ข้อมูลบางครั้งอาจทำได้ไม่สมบูรณ์ ดังนั้นหากมีการศึกษาในเรื่องอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับแหล่งน้ำควรพิจารณาถึงชนิดแหล่งน้ำด้วยทุกครั้ง

การวิเคราะห์หาปัจจัยเสี่ยงต่อคุณภาพทางเคมีของแหล่งน้ำในการศึกษาครั้งนี้โดยส่วนใหญ่เป็นปัจจัยทางด้านกิจกรรมของมนุษย์ ในการศึกษาต่อไปอาจนำปัจจัยเสี่ยงทางด้านสิ่งแวดล้อม เช่น ลักษณะทางภูมิศาสตร์ ชนิดชั้นหิน และแหล่งแร่ มาศึกษาเพิ่มเติมเพื่อที่ผลการวิเคราะห์จะได้มีความสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมทรัพยากรธรณี กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2547. แผนที่แสดงพื้นที่แหล่งแร่และศักยภาพแร่.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. ม.ป.ป. คู่มือการเก็บตัวอย่างมลพิษ. แหล่งที่มา:
<http://www2.diw.go.th/research/index.asp>, 18 มีนาคม 2555.

กลิ่นประทุม ปัญญาปิง, ญัฎฐารา ตั้งกิตติธราและ สิทธิลักษณ์ สุททวาสน์. ม.ป.ป. การปนเปื้อนของโลหะหนักและสารอินทรีย์ในน้ำชะขยะและน้ำใต้ดินบริเวณหลุมฝังกลบขยะ ต.หนองหาร อ. สันทราย และที่พักระยะเทศบาลข้างเผือก ต. ข้างเผือก อ.เมือง จ.เชียงใหม่. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ล้านนา วิทยาเขตภาคพายัพ จังหวัดเชียงใหม่.

กลุ่มสารสนเทศและข้อมูลสถิติ ศูนย์สารสนเทศ กรมปศุสัตว์. 2554. สรุปข้อมูลและสถิติเกษตรกร/ปศุสัตว์ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2554. แหล่งที่มา:
http://www.dld.go.th/ict/th/index.php?option=com_content&view=cate gory&id =231:--2554&Itemid= 123&layout=default, 1 มีนาคม 2555.

มันสิน ตันทุลเวศม์ และ มันรัก ตันทุลเวศม์. 2545. เคมีวิทยาของน้ำและน้ำเสีย. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

_____, _____, และ ไพพรรณ พรประภา. 2554. การปรุงแต่งคุณภาพน้ำ: สำหรับระบบหม้อไอน้ำ ระบบน้ำหล่อเย็น ระบบประปา. บริษัท แชน.อี.68 คอนซัลตังเอ็นจิเนียรส์, กรุงเทพฯ.

ราชกิจจานุเบกษา. 2543. ฉบับพิเศษ เล่ม 117 ตอนที่ 95ง.

ราชกิจจานุเบกษา. 2552. ฉบับพิเศษ เล่ม 125 ตอนที่ 85ง.

วีระ ตั้งชาวล. 2545. เคมีของน้ำและการบำบัดน้ำเสีย. คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, กรุงเทพฯ.

สำนักทรัพยากรแร่ กรมทรัพยากรธรณี. 2554. แนวทางการบริหารจัดการทรัพยากรแร่แมงกานีส
ปีงบประมาณ พ.ศ. 2554. แหล่งที่มา:

www.dmr.go.th/download/law_minerals/Manganese.pdf, 22 มีนาคม 2555.

สำนักวิทยาศาสตร์สัตว์และสุขอนามัยที่ 9. 2544. มาตรฐานฟาร์มเลี้ยงสัตว์ของประเทศไทย.

แหล่งที่มา: http://www.dld.go.th/region9/index.php?option=com_content&view=article&id=111:2011-02-08-22-02-17&catid=52:2011-02-01-23-08-50&Itemid=80, 1 ตุลาคม 2554.

ลิทธิชัย ตันชนะสฤกษ์. 2549. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคุณภาพน้ำ. ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา
คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อาภา หวังเกียรติ. การศึกษาปริมาณโลหะหนักในบ่อน้ำดื่มในเขตเทศบาลมาบตาพุด อำเภอเมือง
จังหวัดระยอง. (เอกสารไม่ตีพิมพ์). สาขาวิศวกรรมสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยรังสิต,
กรุงเทพฯ.

Akcay, H., A. Oguz and C. Karapire. 2003. Study of heavy metal pollution and speciation in
Buyak Menderes and Gediz river sediments. **Water Research** 37 (4): 813-822.

Ákos, J. and G. Nagy. 2009. The Stability Of Amoxycillin Trihydrate And Potassium
Clavulanate Combination In Aqueous Solutions. **Acta Veterinaria Hungarica** 57 (4):
485-493.

Akyolcu, M. C., D. Ozcelik, S. Dursun, S. Toplan and R. Kahraman. 2003. Accumulation of
cadmium in tissue and its effect on live performance. **J. Phys. IV France** 107: 33-36.

American Public Health Association. 1980. **APHA Standard Methods for the Examination of
Water and Wastewaters**. 15th ed. American Public Health Association, Washington,
DC.

- American Public Health Association, American Water Works Association and Water Environment Federation. 2005. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21st ed. Washington, DC.
- Andersson, K. E., L. Bratt, H. Dencker, C. Kamme and E. Lanner. 1976. Inhibition of Tetracycline Absorption by Zinc. **Europ. J. Clin. Pharmacol** 10: 59-76.
- Andrew, A. O. 2009. **Livestock Water Quality: A Field Guide for Cattle, Horses, Poultry and Swine**. Agriculture & Agri-Food Canada, Canada.
- Bagley, C.V., J. K. Amacher and K. F. Poe. 1997a. **Utah State University AH/Beef/28**. 7. *Cited* National Research Council. 1974. **Nutrients and Toxic Substances in Water for Livestock and Poultry**.
- _____, _____, _____. 1997b. **Utah State University AH/Beef/28**. 7. *Cited* National Academy of Science. 1972. **A report of the committee on waterquality criteria**. 604.
- Bhagure, G. R. and S. R. Mirgane. 2011. Heavy metal concentrations in groundwaters and soils of Thane Region of Maharashtra, India. **Environmental Monitoring and Assessment** 173 (1): 643-652.
- Bordalo, A. A., W. Nilsumranchit and K. Chalermwat. 2001. Water quality and uses of the Bangpakong River (Eastern Thailand). **Water Research** 35 (15): 3635-3642.
- Branton, S. L., B. D. Lott, W. R. Maslin and E. J. Day. 1995. Fatty Liver-Hemorrhagic Syndrome Observed in Commercial Layers Fed Diets Containing Chelated Minerals. **Avian Diseases** 39 (3): 631-635.
- Brink, M. F., D. E. Becker, S. W. Terrill and A. H. Jensen. 1959. Zinc Toxicity in the Weanling Pig. **Journal of Animal Science** 18 (2): 836-842.

Chiou, P. W. S., K. L. Chen and B. Yu. 1997. Toxicity, tissue accumulation and residue in egg and excreta of copper in laying hens. **Animal Feed Science and Technology** 67 (1): 49-60.

Coetzee, C. 2005. **The development of water quality standards for poultry production in southern Africa**. Available Source: <http://upetd.up.ac.za/thesis/submitted/etd-07162008-095940/unrestricted/00front.pdf>, March 20, 2012.

_____, N. Casey and J. Meyer. 2000. The effect of water-borne fluoride on the egg production of laying hens. **Water SA** 26 (1).

Cullimore, D. R and A. E. McCann. 1978. The Identification, Cultivation and Control of Iron Bacteria in Ground Water. **Aquatic Microbiology** 6: 219-261.

Curran, G. and S. Robson. 2007. **Water for livestock: interpreting water quality tests**. Primefacts. Available Source: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/livestock/beef/feed/publications/livestock-water-quality-tests>, September 15, 2011.

Diaz, G. J., R. J. Julian and E. J. Squires. 1995. Effect of graded levels of dietary nitrite on pulmonary hypertension in broiler chickens and dilatory cardiomyopathy in turkey poults. **Avian Pathology** 24 (1): 109-120.

Dvorak, B. I. and S. O. Skipton. 2007. **Drinking Water: Iron And Manganese**. Available Source: <http://www.ianrpubs.unl.edu/live/g1714/build/g1714.pdf>, March 20, 2012.

Edwards, D. R. and T.C. Daniel. 1992. Environmental impacts of on-farm poultry waste disposal-A review. **Bioresource Technology** 41 (1): 9-33.

Environmental Protection Agency. 1996. **Method 3050B (SW-846): Acid Digestion of Sediments, Sludges, and Soils Revision 2**. Available Source: <http://www.epa.gov/sam/pdfs/EPA-3050b.pdf>, October 13, 2011.

_____. 2003. **Drinking Water Quality Standards**. 12.

Environmental Systems Research Institute. 2011. **ArcGIS 10 for Desktop**. (Computer Program). Esri, Redlands, CA.

European commission. 2006. **Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs**. December 20, 2006.

Faries Jr., C. Floron, J. M. Sweeten and J. C. Reagor. 1998. **Water Quality: Its Relationship to Livestock**. Agricultural Communications, The Texas A&M University System. Available Source <http://hdl.handle.net/1969.1/87665>. Cited Council for Agricultural Science and Technology. 1974. **Quality of water for livestock**. CAST Report No. 26.

Han, X. Y., Z. R. Xu, Y. Z. Wang and W. L. Du. 2006. Effects of cadmium on serum sex hormone levels in pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition** 90 (9-10): 380-384.

_____, _____, _____ and Q. C. Huang. 2006. Effect of cadmium on lipid peroxidation and activities of antioxidant enzymes in growing pigs. **Biological Trace Element Research** 110 (3): 251-263.

Hintze, J. 2009. **NCSS 2007**. (Computer Program). NCSS, LLC, Kaysville, Utah, USA.

Jensen, L. S., J. M. Casey, S. I. Savage and W. M. Britton. 1976. An association of hardness of water with incidence of fatty liver syndrome in laying hens. **Poult Sci** 55 (2): 719-724.

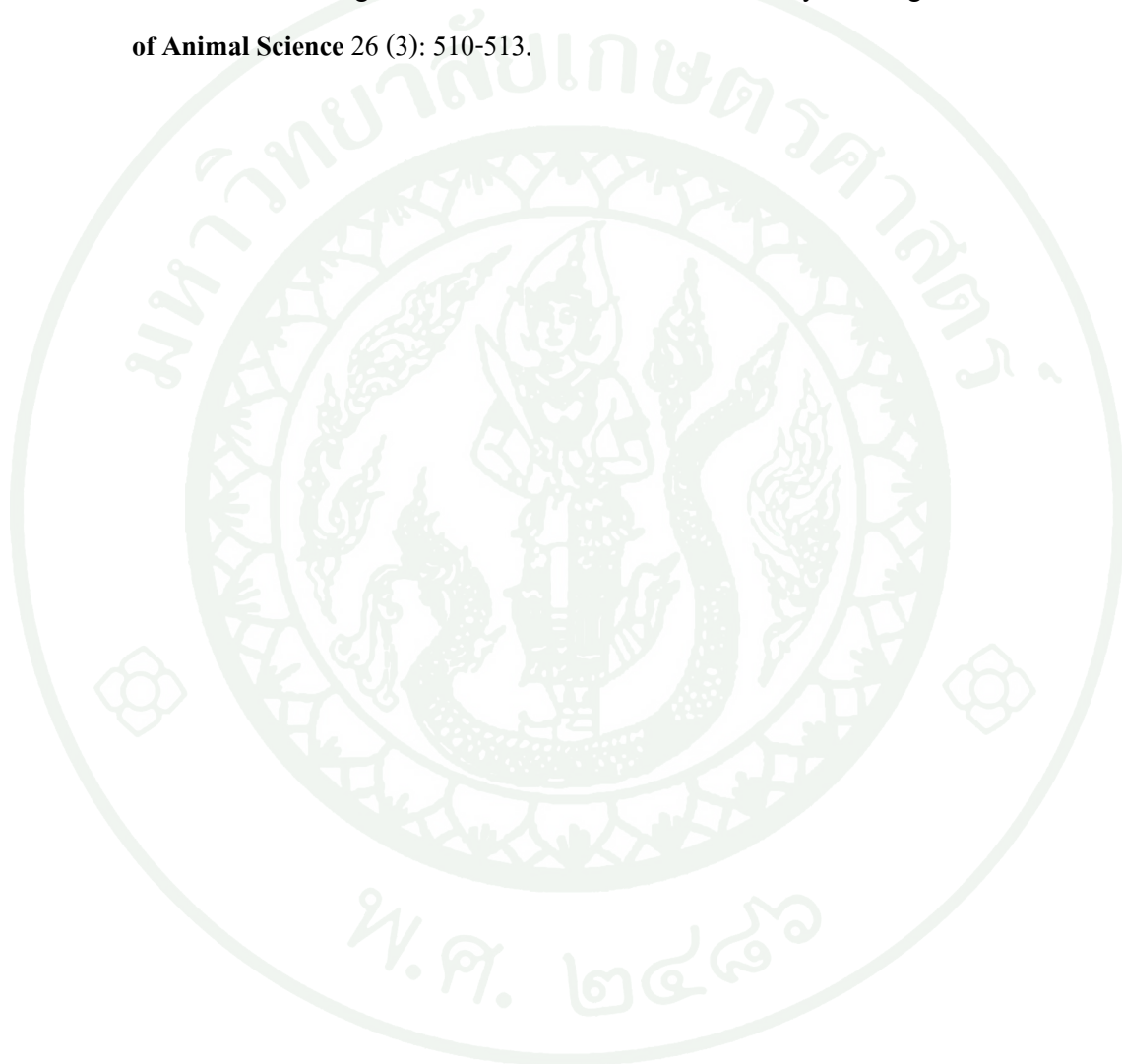
- Jiang, Y., C. Zhang, D. Yuan, G. Zhang and R. He. 2008. Impact of land use change on groundwater quality in a typical karst watershed of southwest China: a case study of the Xiaojiang watershed, Yunnan Province. **Hydrogeology Journal** 16 (4): 727-735.
- Kaushik, A., A. Kansal, S. Meena, S. Kumari and C.P. Kaushik. 2009. Heavy metal contamination of river Yamuna, Haryana, India: Assessment by Metal Enrichment Factor of the Sediments. **Journal of Hazardous Materials** 164 (1): 265-270.
- Korénekova, B., M. Skalická, P. Nad, J. Sály and M. Korének. 2007. Effects of cadmium and zinc on the quality of quail's eggs. **Biological Trace Element Research** 116 (1): 103-109.
- Makkasap, T. and T. Satapanajaru. 2010. Spatial Distribution of Cd, Zn and Hg in Groundwater at Rayong Province, Thailand. **World Academy of Science, Engineering and Technology** 72.
- Matini, L., C. Tathy and J. M. Moutou. 2012. Seasonal Groundwater Quality Variation in Brazzaville, Congo. **Research Journal of Chemical Sciences** 2 (1): 7-14.
- Melian, R., N. Myrlian, A. Gouriev, C. Moraru and F. Radstake. 1997. Groundwater quality and rural drinking-water supplies in the Republic of Moldova. **Hydrogeology Journal** 7 (2): 188-196.
- Nad, P., J. Pistl, M. Skalická, B. Koréneková, M. Demeterová, L. Bindas and P. Mal'a. 2009. Effect of oral cadmium and zinc application on leukocytes biological activity in Japanese quails (*Coturnix coturnix japonica*). **Berliner und Münchener Tierärztliche Wochenschrift** 122 (9/10): 364-369.
- Nicholson, F. A., B. J. Chambers and K. A. Smith. 1996. Nutrient composition of poultry manures in England and Wales. **Bioresource Technology** 58 (3): 279-284.

- Okuda, B., Y. Iwamoto, H. Tachibana and M. Sugita. 1997. Parkinsonism after acute cadmium poisoning. **Clinical Neurology and Neurosurgery** 99 (4): 263-265.
- Panno, S. V., K. C. Hackley, H. H. Hwang, S. Greenberg, I. G. Krapac, S. Landsberger and D.J. O'Kelly. 2002. **Source Identification Of Sodium And Chloride Contamination In Natural Waters: Preliminary Results**. Available Source: <http://wilkes.edu/Include/WaterResearch/PDFs/3676/Water%20Treatment%20Systems/Sodium%20and%20Chloride%20Contamination.pdf>, March 20, 2012.
- Paterson, D. W., R. C. Wahlstrom, G. W. Libal and O. E. Olson. 1979. Effects of sulfate in water on swine reproduction and young pig performance. **Journal of Animal Science** 49 (3): 664-667.
- Robson, S., 2007. **Nitrate and nitrite poisoning in livestock**. Primefacts. Available Source: <http://www.dpi.nsw.gov.au/agriculture/livestock/health/specific/cattle/nitrate-nitrite-poisoning>, September 15, 2011.
- Shen, X., K. Lee and R. König. 2001. Effects of heavy metal ions on resting and antigen-activated CD4⁺ T cells. **Toxicology** 169 (1): 67-80.
- Subcommittee on Swine Nutrition Committee on Animal Nutrition National Research Council. 1998. **Nutrient Requirements of Swine: 10th Revised Edition**. Available Source: http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=6016, September 5, 2011.
- Sugimoto, Y., Y. Toyomitsu, I. Muto and M. Hirata. 2009. Factors Associated with Well-to-Well Variation in Nitrate Concentration of Groundwater in a Nitrate-Polluted District in Miyakonojo Basin, Southern Kyushu, Japan. **Water, Air, & Soil Pollution** 199 (1): 23-32.

- Sumano, L. H., O. L. Gutierrez, R. Aguilera, M. R. Rosiles, B. M. J. Bernard and M. J. Gracia. 2004. Influence of Hard Water on the Bioavailability of Enrofloxacin in Broilers. **Poultry Science** 83: 726-731.
- Telisman, S., B. Colak, A. Pizent, J. Jurasovic and P. Cvitkovic. 2007. Reproductive toxicity of low-level lead exposure in men. **Environmental Research** 105 (2): 256-266.
- Thomus, A. C., R. E. Sneed. 1996. **Drinking Water Quality for Poultry**. North Carolina Cooperative Extension Service.
- Thorburn, P. J., J. S. Biggs, K. L. Weier and B. A. Keating. 2003. Nitrate in ground waters of intensive agricultural areas in coastal Northeastern Australia. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 94 (1): 49-58.
- Todd, D. K. 1980. **Groundwater Hydrology**. Wiley, New York.
- Traverso, S. D., A. P. LorettiI, M. A. DoniniII and D. Driemeier. 2004. Lead poisoning in cattle in southern Brazil. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 56: 418-421.
- Tymczyna, L., A. C. Korzeniowska and L. Saba. 1999. Effect of a Pig Farm on the Physical and Chemical Properties of a River and Groundwater. **Polish Journal of Environmental Studies** 9 (2): 97-102.
- Vodala, J. K., J. A. Renden, S. D. Lenz, W. H. Mcelhenney and B. W. Kemppainen. 1997. Drinking Water Contaminants (Arsenic, Cadmium, Lead, Benzene, and Trichloroethylene) 1. Interaction of Contaminants with Nutritional Status on General Performance and Immune Function in Broiler Chickens. **Poultry Science** 76: 1474-1492.

Vough, L. R., E. K. Cassel and S. M. Barao. 2006. **Nitrate Poisoning of Livestock Causes and Prevention.** South Dakota State University. Available Source : <http://agbiopubs.sdstate.edu/articles/ExEx4015.pdf>, September 5, 2011.

Wood, R. D., C. H. Chaney, D. G. Waddill and G. W. Garrison. 1967. Effect of Adding Nitrate or Nitrite to Drinking Water on the Utilization of Carotene by Growing Swine. **Journal of Animal Science** 26 (3): 510-513.







แบบสอบถามสำหรับฟาร์มเลี้ยงสุกร
เรื่อง การศึกษาเชิงสำรวจของคุณภาพแหล่งน้ำของฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศไทย

ผู้ดำเนินงานวิจัย นางสาวธีราภรณ์ เมฆอรุณ (นิสิตปริญญาโท คณะสัตวแพทยศาสตร์ สาขาระบาดวิทยา)

คำอธิบาย แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์ นิสิตปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยเท่านั้น เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพแหล่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพัฒนาต่อไป ผู้ศึกษาวิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลเป็นความลับ และเผยแพร่ในภาพรวมเท่านั้น

คำชี้แจง กรุณาตอบคำถามให้ครบทุกข้อในแบบสอบถามนี้ และให้ข้อมูลตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้เก็บตัวอย่าง

1. ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
2. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
3. วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง/...../.....
4. หมายเลขชุดตัวอย่างAB

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

5. ชื่อเจ้าของฟาร์ม ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
6. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
7. ชื่อฟาร์ม.....เลขที่.....หมู่.....ซอย.....ถนน.....
ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
8. ที่ตั้งฟาร์ม พิกัดภูมิศาสตร์ coordinate X coordinate Y
Number **หมายเลขเครื่อง
9. ประเภทของฟาร์ม
- ☐ ฟาร์มสุกรพ่อ แม่พันธุ์
 - ☐ ฟาร์มสุกรอนุบาล
 - ☐ ฟาร์มสุกรขุน
10. จำนวนสุกรที่เลี้ยงในปัจจุบัน
- จำนวนสุกรพ่อพันธุ์ ตัว
- จำนวนสุกรแม่พันธุ์ ตัว
- จำนวนสุกรอนุบาล ตัว
- จำนวนสุกรขุน ตัว

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการเก็บตัวอย่างน้ำ

11. ประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง

11.1 ☐ แหล่งน้ำผิวดิน

ชนิดของแหล่งน้ำผิวดิน

- ☐ แม่น้ำ
- ☐ คลองน้ำ
- ☐ คลองชลประทาน
- ☐ หนองน้ำ บึง
- ☐ สระน้ำที่ขุดขึ้นเอง
- ☐ อื่นๆ

11.2 ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)

ความลึกของบริเวณที่ขุดเจาะแหล่งน้ำใต้ดิน.....เมตร

12. แหล่งระบายน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียจากฟาร์มมีระยะห่างจากแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง เป็นระยะทางประมาณ.....เมตร

13. ฟาร์มของท่านใช้แหล่งน้ำใดเพื่อให้สัตว์บริโภค

- ☐ แหล่งน้ำผิวดิน
- ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน
- ☐ น้ำประปา

14. สีของน้ำขณะที่ท่านทำการเก็บตัวอย่างเป็นสีใด

15. ลักษณะของดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ ดินร่วน
- ☐ ดินเหนียว
- ☐ ดินทราย
- ☐ ดินลูกรัง
- ☐ อื่นๆ.....

16. ลักษณะสีดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ น้ำตาลเข้ม หรือดำ
- ☐ ขาว หรือเทาอ่อน
- ☐ เหลือง หรือแดง
- ☐ เทาเข้ม
- ☐ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 4 สถานที่ตั้งของฟาร์ม

ฟาร์มของท่าน ตั้งอยู่ในบริเวณของสถานที่ดังต่อไปนี้หรือไม่

สถานที่	รายละเอียด
17. อยู่ใกล้ชุมชนที่อยู่อาศัย ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 18)	17.1 ชุมชนหรือหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
18. อยู่ใกล้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 19)	18.1 ฟาร์มที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
19. อยู่ใกล้แหล่งเกษตรกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 20)	19.1 แหล่งเกษตรกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
20. อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 21)	20.1 โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
21. อยู่ใกล้แหล่งทิ้งขยะ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่	21.1 แหล่งทิ้งขยะที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
 (คณะผู้วิจัย)

แบบสอบถามสำหรับฟาร์มเลี้ยงเป็ด
เรื่อง การศึกษาเชิงสำรวจของคุณภาพแหล่งน้ำของฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศไทย

ผู้ดำเนินงานวิจัย นางสาวธีราภรณ์ เมฆอรุณ (นิสิตปริญญาโท คณะสัตวแพทยศาสตร์ สาขาระบาดวิทยา)

คำอธิบาย แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์ นิสิตปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยเท่านั้น เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพแหล่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพัฒนาต่อไป ผู้ศึกษาวิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลเป็นความลับ และเผยแพร่ในภาพรวมเท่านั้น

คำชี้แจง กรุณาตอบคำถามให้ครบทุกข้อในแบบสอบถามนี้ และให้ข้อมูลตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้เก็บตัวอย่าง

1. ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
2. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
3. วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง/...../.....
4. หมายเลขชุดตัวอย่างAB

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

5. ชื่อเจ้าของฟาร์ม ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
6. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
7. ชื่อฟาร์ม.....เลขที่.....หมู่.....ซอย.....ถนน.....
ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
8. ที่ตั้งฟาร์ม พิกัดภูมิศาสตร์ coordinate X coordinate Y
Number **หมายเลขเครื่อง
9. ประเภทของฟาร์ม
- ☐ ฟาร์มเปิดเนื้อ
 - ☐ ฟาร์มเปิดพ่อแม่พันธุ์
 - ☐ ฟาร์มเปิดไข่
10. จำนวนเปิดที่เลี้ยงในปัจจุบัน
- จำนวนเปิดเนื้อ ตัว
- จำนวนเปิดพ่อแม่พันธุ์ ตัว
- จำนวนเปิดแม่พันธุ์ ตัว
- จำนวนเปิดไข่ ตัว

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการเก็บตัวอย่างน้ำ

11. ประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง

11.1 ☐ แหล่งน้ำผิวดิน

ชนิดของแหล่งน้ำผิวดิน

- ☐ แม่น้ำ
- ☐ คลองน้ำ
- ☐ คลองชลประทาน
- ☐ หนองน้ำ บึง
- ☐ สระน้ำที่ขุดขึ้นเอง
- ☐ อื่นๆ

11.2 ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)

ความลึกของบริเวณที่ขุดเจาะแหล่งน้ำใต้ดิน.....เมตร

12. แหล่งระบายน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียจากฟาร์มมีระยะห่างจากแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง เป็นระยะทางประมาณ.....เมตร

13. ฟาร์มของท่านใช้แหล่งน้ำใดเพื่อให้สัตว์บริโภค

- ☐ แหล่งน้ำผิวดิน
- ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน
- ☐ น้ำประปา

14. สีของน้ำขณะที่ท่านทำการเก็บตัวอย่างเป็นสีใด

15. ลักษณะของดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ ดินร่วน
- ☐ ดินเหนียว
- ☐ ดินทราย
- ☐ ดินลูกรัง
- ☐ อื่นๆ.....

16. ลักษณะสีดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ น้ำตาลเข้ม หรือดำ
- ☐ ขาว หรือเทาอ่อน
- ☐ เหลือง หรือแดง
- ☐ เทาเข้ม
- ☐ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 4 สถานที่ตั้งของฟาร์ม

ฟาร์มของท่าน ตั้งอยู่ในบริเวณของสถานที่ดังต่อไปนี้หรือไม่

สถานที่	รายละเอียด
17. อยู่ใกล้ชุมชนที่อยู่อาศัย ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 18)	17.1 ชุมชนหรือหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
18. อยู่ใกล้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 19)	18.1 ฟาร์มที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
19. อยู่ใกล้แหล่งเกษตรกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 20)	19.1 แหล่งเกษตรกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
20. อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 21)	20.1 โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
21. อยู่ใกล้แหล่งทิ้งขยะ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่	21.1 แหล่งทิ้งขยะที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
 (คณะผู้วิจัย)

แบบสอบถามสำหรับฟาร์มเลี้ยงไก่
เรื่อง การศึกษาเชิงสำรวจของคุณภาพแหล่งน้ำของฟาร์มปศุสัตว์ในประเทศไทย

ผู้ดำเนินงานวิจัย นางสาวธีราภรณ์ เมฆอรุณ (นิสิตปริญญาโท คณะสัตวแพทยศาสตร์ สาขาระบาศวทยา)

คำอธิบาย แบบสอบถามนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิทยานิพนธ์ นิสิตปริญญาโท มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะนำไปใช้เพื่อทำการวิจัยเท่านั้น เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณภาพแหล่งน้ำที่ใช้ในการเลี้ยงสัตว์ และเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาพัฒนาต่อไป ผู้ศึกษาวิจัยจะเก็บรักษาข้อมูลส่วนบุคคลเป็นความลับ และเผยแพร่ในภาพรวมเท่านั้น

คำชี้แจง กรุณาตอบคำถามให้ครบทุกข้อในแบบสอบถามนี้ และให้ข้อมูลตามความเป็นจริง โดยทำเครื่องหมาย ☒ ลงในช่อง ☐ หรือเติมข้อความลงในช่องว่าง

ส่วนที่ 1 ข้อมูลผู้เก็บตัวอย่าง

1. ชื่อผู้เก็บตัวอย่าง ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
2. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
3. วันที่ทำการเก็บตัวอย่าง/...../.....
4. หมายเลขชุดตัวอย่างAB

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทั่วไป

5. ชื่อเจ้าของฟาร์ม ☐ นาย ☐ นาง ☐ นางสาว
6. เบอร์โทรศัพท์ที่สามารถติดต่อได้.....
7. ชื่อฟาร์ม.....เลขที่.....หมู่.....ซอย.....ถนน.....
ตำบล.....อำเภอ.....จังหวัด.....รหัสไปรษณีย์.....
8. ที่ตั้งฟาร์ม พิกัดภูมิศาสตร์ coordinate X coordinate Y
Number **หมายเลขเครื่อง
9. ประเภทของฟาร์ม
- ☐ ฟาร์มไก่เนื้อ
 - ☐ ฟาร์มไก่พันธุ์
 - ☐ ฟาร์มไก่ไข่
10. จำนวนไก่ที่เลี้ยงในปัจจุบัน
- ☐ น้อยกว่า 100,000 ตัว
 - ☐ 100,001 – 500,000 ตัว
 - ☐ 500,000 ตัวขึ้นไป

ส่วนที่ 3 ข้อมูลการเก็บตัวอย่างน้ำ

11. ประเภทของแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง

11.1 ☐ แหล่งน้ำผิวดิน

ชนิดของแหล่งน้ำผิวดิน

- ☐ แม่น้ำ
- ☐ คลองน้ำ
- ☐ คลองชลประทาน
- ☐ หนองน้ำ บึง
- ☐ สระน้ำที่ขุดขึ้นเอง
- ☐ อื่นๆ

11.2 ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)

ความลึกของบริเวณที่ขุดเจาะแหล่งน้ำใต้ดิน.....เมตร

12. แหล่งระบายน้ำทิ้ง หรือน้ำเสียจากฟาร์มมีระยะห่างจากแหล่งน้ำที่ทำการเก็บตัวอย่าง เป็นระยะทางประมาณ.....เมตร

13. ฟาร์มของท่านใช้แหล่งน้ำใดเพื่อให้สัตว์บริโภค

- ☐ แหล่งน้ำผิวดิน
- ☐ แหล่งน้ำใต้ดิน
- ☐ น้ำประปา

14. สีของน้ำขณะที่ท่านทำการเก็บตัวอย่างเป็นสีใด

15. ลักษณะของดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ ดินร่วน
- ☐ ดินเหนียว
- ☐ ดินทราย
- ☐ ดินลูกรัง
- ☐ อื่นๆ.....

16. ลักษณะสีดินบริเวณแหล่งน้ำ หรือบริเวณแหล่งขุดเจาะน้ำบาดาล

- ☐ น้ำตาลเข้ม หรือดำ
- ☐ ขาว หรือเทาอ่อน
- ☐ เหลือง หรือแดง
- ☐ เทาเข้ม
- ☐ อื่นๆ.....

ส่วนที่ 4 สถานที่ตั้งของฟาร์ม

ฟาร์มของท่าน ตั้งอยู่ในบริเวณของสถานที่ดังต่อไปนี้หรือไม่

สถานที่	รายละเอียด
17. อยู่ใกล้ชุมชนที่อยู่อาศัย ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 18)	17.1 ชุมชนหรือหมู่บ้านที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชื่อชุมชนหรือหมู่บ้านดังกล่าว) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
18. อยู่ใกล้ฟาร์มเลี้ยงสัตว์ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 19)	18.1 ฟาร์มที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3) ชื่อฟาร์ม.....สัตว์ที่เลี้ยง..... มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
19. อยู่ใกล้แหล่งเกษตรกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 20)	19.1 แหล่งเกษตรกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ชนิดของพืชที่ปลูก) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.
20. อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่ (ข้ามไปทำข้อ 21)	20.1 โรงงานอุตสาหกรรมที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 3)..... (ประเภทหรือสิ่งที่ผลิตจากโรงงาน) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

สถานที่	รายละเอียด
21. อยู่ใกล้แหล่งทิ้งขยะ ☐ ใช่ ☐ ไม่ใช่	21.1 แหล่งทิ้งขยะที่อยู่ใกล้ฟาร์มของท่านมีจำนวน.....แห่ง ได้แก่ 1) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม. 2) ประเภทขยะ ☐ ขยะมูลฝอย ☐ ขยะอันตราย (เช่น แบตเตอรี่ สารเคมี) มีระยะห่างจากฟาร์มของท่านประมาณ ☐ 1-4 ก.ม. ☐ 5-8 ก.ม. ☐ 9-12 ก.ม.

ขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
 (คณะผู้วิจัย)





ภาพผนวกที่ ข1 ขวดพลาสติกชนิดโพลีเอธิลีนสำหรับการเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์คุณภาพน้ำ



ภาพผนวกที่ ข2 เครื่องตรวจวัดค่าความเป็นกรดและเบส EC20 pH/ISE meter



ภาพผนวกที่ ข3 เครื่องตรวจวัดค่าการนำไฟฟ้า CO150 conductivity meter



ภาพผนวกที่ ข4 เครื่อง spectrophotometer รุ่น HACH DR 2000/2010



ภาพผนวกที่ ข5 เครื่องตรวจวัดปริมาณโลหะหนัก ULTIMA2, Siamese International group, Italy



ภาพผนวกที่ ข6 เทคนิคการย่อยตัวอย่างน้ำด้วยวิธีมาตรฐาน US EPA method 3050B



ภาคผนวก ค
การจัดแบ่งภูมิภาคของประเทศไทย
ตามคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

1. ภาคเหนือ

มี 17 จังหวัด ได้แก่ เชียงราย น่าน พะเยา เชียงใหม่ แม่ฮ่องสอน แพร่ ลำปาง ลำพูน ตาก
อุตรดิตถ์ พิชณุโลก สุโขทัย เพชรบูรณ์ พิจิตร กำแพงเพชร นครสวรรค์ และ อุทัยธานี

2. ภาคกลาง

มี 9 จังหวัด ได้แก่ ลพบุรี ชัยนาท สิงห์บุรี อ่างทอง สระบุรี พระนครศรีอยุธยา ปทุมธานี
นนทบุรี และกรุงเทพมหานคร

3. ภาคตะวันออก

มี 9 จังหวัด ได้แก่ สระแก้ว ปราจีนบุรี นครนายก ฉะเชิงเทรา สมุทรปราการ ชลบุรี ระยอง
จันทบุรี และตราด

4. ภาคตะวันตก

มี 8 จังหวัด ได้แก่ สุพรรณบุรี กาญจนบุรี นครปฐม สมุทรสาคร สมุทรสงคราม ราชบุรี
เพชรบุรี และประจวบคีรีขันธ์

5. ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ

มี 20 จังหวัด ได้แก่ หนองคาย นครพนม สกลนคร อุตรธานี หนองบัวลำภู เลย มุกดาหาร
กาฬสินธุ์ ขอนแก่น อำนาจเจริญ ยโสธร ร้อยเอ็ด มหาสารคาม ชัยภูมิ นครราชสีมา บุรีรัมย์ สุรินทร์
ศรีสะเกษ บึงกาฬ และอุบลราชธานี

6. ภาคใต้

มี 14 จังหวัด ได้แก่ ชุมพร ระนอง สุราษฎร์ธานี นครศรีธรรมราช กระบี่ พังงา ภูเก็ต พัทลุง
ตรัง ปัตตานี สงขลา สตูล นราธิวาส และยะลา

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ – นามสกุล	นางสาวธีรารักษ์ เมฆอรุณ
วัน เดือน ปี ที่เกิด	15 กันยายน 2528
สถานที่เกิด	อ.เมือง จังหวัดอุดรธานี
ประวัติการศึกษา	(พ.ศ.2546-2552) สัตวแพทยศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ประวัติการทำงาน	(พ.ศ.2552-2553) ตำแหน่งส่งเสริมการขาย บริษัท บี เอฟ ฟีด จำกัด
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	- ทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันวิทยาการขั้นสูงเพื่อเกษตร และอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2554) - ทุนผู้ช่วยสอนจากบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ (พ.ศ. 2554)