



วิทยานิพนธ์

การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน
และพรรณไม้น้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน

STUDY ON WATER QUALITY AND HEAVY METALS IN WATER,
SEDIMENT AND SOME AQUATIC PLANTS
IN THE THA CHIN RIVER

นางสาวอรอิงค์ เวชสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พ.ศ. ๒๕๕๑



ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

วิทยาศาสตร์ทางทะเล

สาขา

ภาควิชา

เรื่อง การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิด
บริเวณแม่น้ำท่าจีน

Study on Water Quality and Heavy Metals in Water, Sediment and some Aquatic Plants
in the Tha Chin River

نامผู้วิจัย นางสาวอรینگ์ เวชสิทธิ์

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ, Ph.D.)

กรรมการ

(รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, Ph.D.)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวิทย์ สถาปนจารุ, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุนันท์ ภัทรจินดา, วท.ม.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์กัญญา วีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ เดือน พ.ศ.

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน
และพรรณไม้น้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน

Study on Water Quality and Heavy Metals in Water, Sediment
and some Aquatic Plants in the Tha Chin River

โดย

นางสาวอรอิงค์ เวชสิทธิ์

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล)

พ.ศ. 2551

อรอิงค์ เวชสิทธิ์ 2551: การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (วิทยาศาสตร์ทางทะเล) สาขา วิทยาศาสตร์ทางทะเล ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์ ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ, Ph.D. 296 หน้า

การศึกษาคูณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน และปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิด (ผักบุ้งและผักกระเฉด) บริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก ตามลำดับ จำนวนทั้งสิ้น 38 สถานี พบว่าค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส และปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-152.48 ND-16.93 ไมโครโมลาร์ และ 1.67-535.34 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ซึ่งหลายบริเวณมีปริมาณสูงกว่าค่าวิกฤต แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนมีความเสื่อมโทรมมาก ส่วนปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง ND-9.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าสูงกว่าค่าวิกฤตเช่นเดียวกัน

จากการศึกษาปริมาณความเข้มข้นของแคลเซียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีน พบว่าในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.05 ND-1.04 0.01-1.20 และ 0.16-7.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ยังมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐาน มีเพียงบางสถานีที่มีปริมาณของตะกั่วและทองแดงที่เกินค่ามาตรฐาน ส่วนปริมาณสังกะสีจะเกินค่ามาตรฐานในฤดูน้ำหลากเป็นส่วนใหญ่ ขณะเดียวกันปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.59-10.43 12.66-49.79 5.75-293.57 และ 29.45-553.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด ในผักบุ้ง มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.22 ND-2.42 0.69-8.42 และ 18.83-94.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง และในผักกระเฉด มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.30 ND-1.50 2.00-13.13 และ 16.33-78.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ทั้งนี้ ปริมาณโลหะหนักในผักบุ้งและผักกระเฉดส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด มีเพียงบางสถานีมีตะกั่วเกินค่ามาตรฐาน นอกจากนี้ยังพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในน้ำ ปริมาณตะกั่วและสังกะสีในผักบุ้งอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในทิศทางเดียวกัน ยกเว้นแคลเซียม และปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดงในน้ำในทิศทางเดียวกัน โดยภาพรวมสามารถกล่าวได้ว่า การปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักบริเวณแม่น้ำท่าจีน ทั้งในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ ส่วนใหญ่จะมีการแพร่กระจายอยู่ทางบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ และการสะสมโลหะหนักในผักกระเฉดจะมีปริมาณมากกว่าในผักบุ้ง

Oning Veschasit 2008: Study on Water Quality and Heavy Metals in Water, Sediment and some Aquatic Plants in the Tha Chin River. Master of Science (Marine Science), Major Field: Marine Science, Department of Marine Science. Thesis Advisor: Associate Professor Saran Petpiroon, Ph.D. 296 pages.

Studies on water quality, sediment quality and concentrations of heavy metals in the water, sediments and some aquatic plants in the Tha Chin River, Samutsakhon, Thailand, were carried out in March and November, 2005. Water samples from 38 stations were collected. The results demonstrated that the concentrations of ammonium-nitrogen, orthophosphate-phosphorus and chlorophyll *a* ranged between 1.26-152.48, ND-16.93 μM and 1.67-535.34 $\mu\text{g/l}$, respectively. The high concentration of nutrients and chlorophyll *a* which were higher than critical criteria indicate that the aquatic environmental deterioration of the Tha Chin River has become more serious in near future. Acid volatile sulfides of sediment ranged between ND-9.70 mg/g-dry weight. These values were also higher than critical values.

The results of heavy metal contents showed that cadmium, lead, copper and zinc in the water ranged between ND-0.05, ND-1.04, 0.01-1.20 and 0.16-7.47 mg/l, respectively. However, most of these heavy metals were still within the range of standard values, except for some stations that lead and copper concentrations were higher than standard values. In the case of zinc, higher concentrations than standard values were observed during wet season. Meanwhile, heavy metals in the sediments ranged between 0.59-10.43, 12.66-49.79, 5.75-293.57 and 29.45-553.52 mg/kg, respectively. However, these concentrations were lower than standard values. In the case of water morning glory, these heavy metals ranged between ND-0.22, ND-2.42, 0.69-8.42 and 18.83-94.09 mg/kg-dry weight, respectively, whereas, in water mimosa they ranged between ND-0.30, ND-1.50, 2.00-13.13 and 16.33-78.70 mg/kg-dry weight, respectively. Consequently, heavy metals in water morning glory and water mimosa mainly ranged within standard values, except for some stations that lead concentrations were higher than standard values. In addition, heavy metals in water, lead and zinc in water morning glory were significantly different among seasons ($p < 0.05$).

The results of correlation analysis revealed that most of heavy metals (except cadmium) in sediments had significant correlation with total organic matter of sediments. In addition, copper in water morning glory had positive correlation with copper in water. Overall results indicated that high contamination of heavy metals occurred at the lower zone of the river. Moreover, water mimosa accumulated heavy metals higher than water morning glory.

Student's signature

Thesis Advisor's signature

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ศรัณย์ เพ็ชรพิรุณ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ กรรมการวิชาเอก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ศุภวิทย์ สถาปนจารุ รองศาสตราจารย์บังกษรัตน์ ปิทยานต์ กรรมการวิชาการ รองศาสตราจารย์จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ รองศาสตราจารย์แสงเทียน อัจฉิมามกุล ซึ่งได้ให้ความเมตตา ความห่วงใย โอกาสแก่ข้าพเจ้า รวมทั้งช่วยเหลือชี้แนะถ่ายทอดความรู้อบรมสั่งสอนสิ่งที่เป็นประโยชน์ต่อการเรียน การวิจัย การวางตัวในสังคม การใช้ชีวิต และทุก ๆ เรื่องที่เป็นแบบอย่างแก่ข้าพเจ้า ทำให้มีความมานะจนสำเร็จเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์สิทธิชัย ตันธนะสฤษฎ์ ผู้แทนบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และตรวจสอบความถูกต้องในการทำวิทยานิพนธ์ให้แล้วเสร็จโดยสมบูรณ์

ขอกราบรำลึกพระคุณ คุณพ่อชอบ และ คุณแม่อารี เวชสิทธิ์ ผู้ให้กำเนิด เลี้ยงดู อบรมสั่งสอน และเป็นผู้ให้ทุกสิ่งในชีวิตจนมิได้ถึงทุกวันนี้ และขอขอบคุณพี่สาวที่แสนดี คุณอรวรรณ และคุณอรยา เวชสิทธิ์ กับคำปรึกษาความห่วงใย และกำลังใจที่มีให้น้องเสมอมา ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนทุก ๆ ด้าน ให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ คุณบุณทริกา ทองคอนพุ่ม คุณพฤษส จันทน์นวล คุณชิระ อ่วมอิม คุณณิศรา ถาวรโสตร์ คุณชาคริต เรืองสอน คุณภัททิรา เกษมศิริ คุณนิสา เพ็ชรศิริวานิชย์ คุณภัทรารุณี ไทยพิชิตบุรพา คุณวัชรรัฐ ลีนจี้ พี่และน้อง ๆ ห้องปฏิบัติการคุณภาพน้ำและดิน ตะกอน ทุก ๆ คน รวมถึงเพื่อนและผู้มีพระคุณทุกท่านที่คอยช่วยเหลือและเป็นกำลังใจให้แก่กันเสมอมา และขอขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอนข้าพเจ้าตั้งแต่ครั้งยังเยาว์วัยตราบนานทุกวันนี้

อรอิงค์ เวชสิทธิ์

เมษายน 2551

สารบัญ

	หน้า
สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(4)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการ	46
อุปกรณ์	46
วิธีการศึกษา	47
ผลการศึกษาและวิจารณ์	65
ผลการศึกษา	65
วิจารณ์	209
สรุปและข้อเสนอแนะ	247
สรุป	247
ข้อเสนอแนะ	250
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	251
ภาคผนวก	262
ประวัติการศึกษา	296

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในอาหารที่ร่างกายสามารถรับได้ภายใน 1 วัน (สำหรับทองแดงและสังกะสี) และในแต่ละสัปดาห์ (สำหรับตะกั่วและแคดเมียม)	6
2	ค่ามาตรฐานอาหารที่มีโลหะหนักปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ.2529)	6
3	ระดับของธาตุที่ถือเป็นค่าปกติที่พบได้ในพืชทั่ว ๆ ไป และค่าวิกฤตในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)	11
4	จำนวนประชากรในชุมชนในลุ่มน้ำท่าจีน พ.ศ. 2542	39
5	ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีของน้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมในลุ่มน้ำท่าจีน	42
6	พื้นที่เกษตรกรรม จำนวนสัตว์ที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน	43
7	ตำแหน่งพิศดบนพื้นโลกของสถานีเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำท่าจีน	50
8	ค่ามาตรฐานฯ และค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการศึกษาในบริเวณอื่น ๆ เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้	246
ตารางผนวกที่		
1	คุณภาพน้ำเบื้องต้นในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	263
2	คุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	267
3	ปริมาณโลหะหนักในน้ำของแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	269
4	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนของแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	271
5	ปริมาณโลหะหนักในผักบุ้งในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	273
6	ปริมาณโลหะหนักในผักกะเฉดในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	275
7	คุณภาพน้ำเบื้องต้นในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	277
8	คุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	281

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
9	ปริมาณโลหะหนักในน้ำของแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	283
10	ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนของแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	285
11	ปริมาณโลหะหนักในผักบุ้งในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	287
12	ปริมาณโลหะหนักในผักกะเฉดในแม่น้ำท่าจีน ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549	289
13	ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในผักบุ้ง (ต้น ใบ และราก) บริเวณสถานีที่ 29 ในแม่น้ำท่าจีน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548	291
14	ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน (S) โลหะหนักในน้ำ (W) ดินตะกอน (S) และผักบุ้ง (P)	292

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 โครงสร้างคอกผักนึ่ง	29
2 ประตุน้ำที่อยู่น้ำในแม่น้ำท่าจีน	37
3 แสดงสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน	49
4 แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน (ก) และภาคตัดขวางแม่น้ำบริเวณต้นแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 38) (ข)	53
5 ภาพผักตบชวาที่ขยายตัวอย่างหนาแน่นเต็มความกว้างของแม่น้ำท่าจีนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549	64
6 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน	65
7 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 2 บริเวณศาลเจ้าไฉ่ซิง	66
8 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 3 บริเวณตรงข้ามวัดใหญ่จอมปราสาท	67
9 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 4 บริเวณหน้าโรงงาน เลขวัดบางปลา	67
10 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 5 บริเวณบ้านสวนส้ม	68
11 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 6 บริเวณตรงข้ามวัดคอนไก่ดี	69
12 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 7 บริเวณตรงข้ามวัดเทียนดัด	70
13 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 8 บริเวณหน้าโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน	71
14 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 9 บริเวณวัดทรงคนอง	71
15 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 10 บริเวณบ้านท้ายคุ้ง	72
16 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 11 บริเวณวัดสัมปทวน	73
17 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 12 บริเวณบ้านห้วยพลู	73
18 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 13 บริเวณอนุสรณ์สถานจอมพลพระเจ้าบรมวงศ์เธอพระองค์เจ้าจิรประวัติวรเดช	74
19 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 14 บริเวณบ้านคลองภาษี	75
20 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 15 บ้านบางเลน	75
21 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 16 บ้านหินมูล	76
22 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 17 บริเวณบ้านบางตาเถร	77

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 18 บริเวณเลขวัดบางสาม	77
24	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 19 บริเวณเลขวัดบางซอ	78
25	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 20 บริเวณเลขวัดไชยনারาส	79
26	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 21 บริเวณวัดท่าเจริญ	79
27	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 22 บริเวณตลาดคลองวัง	80
28	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 23 บริเวณบ้านแหลม	81
29	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 24 บริเวณวัดสวนหงส์	81
30	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 25 บริเวณวัดประสพสุข	82
31	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 26 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี	83
32	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 27 บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา	84
33	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 28 บริเวณวัดยาง	84
34	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 29 บริเวณบ้านวังห้ว	85
35	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 30 บริเวณด้านหลังตลาดร้อยปีสามชุก	86
36	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 31 บริเวณวัดนางเรียง	87
37	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 32 บริเวณตำบลปากน้ำ	87
38	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 33 บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา	88
39	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 34 บริเวณบ้านหนองหวาย	89
40	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 35 บริเวณบ้านท่าแก้ว	90
41	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 36 บริเวณบ้านท่าแห	90
42	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 37 บริเวณคลองมะขามเต่า	91
43	ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 38 บริเวณต้นน้ำของแม่น้ำท่าจีน	92
44	อุณหภูมิน้ำ (°C) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	96
45	ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (mg/l) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	99

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
46	ความเค็ม (psu) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	102
47	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (mg/l) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	107
48	ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำ ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	109
49	ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำ (μM) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	113
50	ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ (μM) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	117
51	ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในน้ำ (μM) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	121
52	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ (μM) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	125
53	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ ($\mu\text{g/l}$) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	129
54	ปริมาณน้ำในดินตะกอน (ร้อยละ) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	133
55	ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	137
56	ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	142
57	ปริมาณแคะเมียมในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	146
58	ปริมาณแคะเมียมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	150

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
59 ปริมาณแคลเซียมในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	154
60 ปริมาณแคลเซียมในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	157
61 ปริมาณตะกั่วในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ.2549	162
62 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	166
63 ปริมาณตะกั่วในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	170
64 ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	173
65 ปริมาณทองแดงในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	178
66 ปริมาณทองแดงในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	182
67 ปริมาณทองแดงในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	187
68 ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	191
69 ปริมาณสังกะสีในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	195
70 ปริมาณสังกะสีในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	199
71 ปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) (ข) พ.ศ. 2549	204

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

Cd	=	แคดเมียม
Cu	=	ทองแดง
Pb	=	ตะกั่ว
Zn	=	สังกะสี
psu	=	practical salinity unit

**การศึกษาคุณภาพน้ำและปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน
และพรรณไม้น้ำบางชนิด บริเวณแม่น้ำท่าจีน**

**Study on Water Quality and Heavy Metals in Water, Sediment and
some Aquatic Plants in the Tha Chin River**

คำนำ

น้ำเป็นทรัพยากรที่สำคัญยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ สามารถนำไปใช้เพื่อประโยชน์ต่าง ๆ มากมาย ไม่ว่าจะเป็นเพื่อการอุปโภคบริโภค การเกษตร การอุตสาหกรรม และการพักผ่อนหย่อนใจ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ดีด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ในการนำทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ โดยปราศจากการจัดการที่ดี ไม่ว่าจะเป็นการใช้ที่ดินอย่างไม่เหมาะสมกับสมรรถนะของดิน การตัดไม้ทำลายป่า ฯลฯ ที่นับวันจะเพิ่มปริมาณสูงขึ้นเพื่อรองรับจำนวนประชากรที่เพิ่มขึ้น ก่อให้เกิดผลกระทบและยังผลให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ทั้งของแข็งและของเหลว ถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้คุณภาพน้ำเสียไป เกิดปัญหามลพิษ ทั้งนี้ปัญหามลพิษที่สำคัญประการหนึ่งในสภาวะปัจจุบัน คือ ปัญหามลพิษจากโลหะหนักที่มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และด้วยคุณสมบัติของโลหะหนักที่ยากต่อการสลายตัว โดยขบวนการทางธรรมชาติ นอกจากนั้นบางส่วนจะตกตะกอนสะสมอยู่ในดิน และเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในบริเวณนั้น รวมถึงมีการถ่ายทอดตามห่วงโซ่อาหาร ซึ่งการปนเปื้อนของโลหะหนักในน้ำ ไม่เพียงแต่มีผลกระทบต่อคุณภาพน้ำและเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำเท่านั้น ยังมีอันตรายถึงมนุษย์อีกด้วย

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่สำคัญสายหนึ่งในบรรดาแม่น้ำสายหลัก 4 สาย ของประเทศไทย มีความยาวตลอดลำน้ำ 325 กิโลเมตร มีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตของประชากรที่ตั้งถิ่นฐานบริเวณพื้นที่ลุ่มน้ำ และการใช้สอยแม่น้ำท่าจีนมีทั้งในด้านน้ำใช้ เป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชน เกษตรกรรม และอุตสาหกรรมเช่นเดียวกัน ด้วยเหตุนี้ จึงทำให้น้ำในแม่น้ำท่าจีนมีคุณภาพที่เสื่อมโทรมลง และเนื่องจากแม่น้ำท่าจีนเกิดจากการแยกตัวจากแม่น้ำเจ้าพระยา เริ่มต้นจากปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอดำรงวิทยะปาริชาติ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่าน จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม ลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสาคร พื้นที่ลุ่มน้ำทั้งสองฝั่งเป็นพื้นที่ราบไปจรดแม่น้ำแม่กลองและแม่น้ำเจ้าพระยา พื้นที่ตอนบนแม่น้ำประกอบด้วย พื้นที่บางส่วนของจังหวัดกาญจนบุรี อุทัยธานี ชัยนาท และสุพรรณบุรี ตอนกลางประกอบด้วยพื้นที่ส่วนที่เหลือของจังหวัดสุพรรณบุรีลงมาและ

ตอนล่างตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาจังหวัดนครปฐมลงมาถึงจังหวัดสมุทรสาคร ต้นแม่น้ำท่าจีนในตอนบนจะรับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรงและในส่วนตอนล่างจะมีคลองเชื่อมต่อจากแม่น้ำเจ้าพระยา 21 คลอง และแม่น้ำแม่กลอง 2 คลอง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นคลองชลประทานเพื่อเก็บกักน้ำไว้ใช้ในฤดูแล้ง ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลากแม่น้ำท่าจีนจะทำหน้าที่เป็นทางระบายน้ำส่วนเกินจากแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่กลองโดยผ่านทางคลองชลประทานเหล่านี้รวมทั้งปริมาณสารมลพิษต่าง ๆ ที่เจือปนมากับน้ำ อีกทั้งในช่วงตอนกลางและตอนล่างของแม่น้ำซึ่งเป็นแหล่งชุมชนและแหล่งอุตสาหกรรมจะมีปริมาณน้ำเสียซึ่งมีสิ่งเจือปนต่าง ๆ เช่น สารอินทรีย์ สารกำจัดศัตรูพืช และสารโลหะหนัก ระบายทิ้งจากบ้านเรือน จากการเกษตร และจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ตั้งอยู่ทั้งสองฝั่งลงสู่แม่น้ำ สารเหล่านี้จะถูกดูดซับโดยพีชน้ำได้ ดังนั้น ผักบุ้งที่มีการปลูกในแม่น้ำท่าจีนจึงอาจจะดูดซับ และมีการสะสมสิ่งต่าง ๆ ดังกล่าวเอาไว้ ซึ่งอาจจะเป็นอันตรายต่อผู้บริโภคได้ถ้ามีปริมาณของสารเหล่านี้มากเกินไป และปริมาณการเพิ่มขึ้นของสารมลพิษยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในน้ำอีกด้วย ด้วยเหตุนี้ จึงได้ทำการศึกษาและสำรวจปริมาณโลหะหนักในน้ำดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ และศึกษาอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด ได้แก่ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ซึ่งเป็นโลหะหนักที่เข้ามามีบทบาทกับชีวิตประจำวัน และมีแนวโน้มในการใช้ในปริมาณที่เพิ่มสูงขึ้น

ดังนั้น การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ ในแม่น้ำท่าจีนจึงมีความสำคัญในการตรวจสอบปริมาณสารโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเฝ้าระวัง ควบคุมปริมาณสารโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีนมิให้มีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานแหล่งน้ำผิวดิน รักษาแหล่งน้ำที่สำคัญเพื่อประโยชน์ต่อประชาชนในพื้นที่บริเวณนั้น และเพื่อประกอบการพิจารณาและวางแผนเพื่อความปลอดภัยในการบริโภคผักบุ้ง ผักกระเฉด และพีชน้ำชนิดอื่น ๆ ที่ปลูกในแม่น้ำท่าจีนต่อไป

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาคุณภาพน้ำและคุณภาพของดินตะกอน ในบริเวณแม่น้ำท่าจีน
2. เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก ได้แก่ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม ในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ (ผักบุ้งและผักกระเฉด) ในบริเวณแม่น้ำท่าจีน
3. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างฤดูกาล (ฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก) กับปริมาณโลหะหนัก ในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ (ผักบุ้งและผักกระเฉด) ในแม่น้ำท่าจีน
4. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ (ผักบุ้งและผักกระเฉด) ในแม่น้ำท่าจีน

การตรวจเอกสาร

ความหมายของโลหะหนัก

โลหะหนัก หมายถึง โลหะที่มีความถ่วงจำเพาะตั้งแต่ 5 ขึ้นไป เป็นธาตุที่มีเลขอะตอมตั้งแต่ 22–34 และ 40–52 ในตารางธาตุ (อริยฐาน, 2544) มีลักษณะเป็นของแข็ง (ยกเว้นปรอทที่เป็นของเหลวที่อุณหภูมิปกติ) คุณสมบัติทางกายภาพของโลหะหนัก คือนำไฟฟ้าและความร้อนได้ดี มีความมันวาว เหนียว สามารถนำมาตีแผ่เป็นแผ่นบาง ๆ ได้ และสะท้อนแสงได้ดี ส่วนคุณสมบัติทางด้านเคมีที่สำคัญของโลหะหนัก คือ มีค่าออกซิเดชันได้หลายค่า ดังนั้น โลหะหนักจึงสามารถที่จะรวมตัวกับสารอื่น ๆ เป็นสารประกอบเชิงซ้อน (complex compound) ได้หลายรูปที่เสถียรกว่าโลหะอิสระโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อรวมตัวกับสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสามารถที่จะถ่ายทอดสู่สิ่งมีชีวิตได้โดยผ่านไปตามห่วงโซ่อาหาร (food chain) โลหะหนักหลายชนิดมีคุณสมบัติเป็นอันตรายร้ายแรงเมื่อเข้าไปสะสมอยู่ในเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตพิการหรือตายได้ (วิกิตำนา, 2541) สิ่งมีชีวิตจะตอบสนองต่อโลหะหนักแต่ละชนิดในลักษณะที่แตกต่างกัน โลหะหนักที่รู้จักกันโดยทั่วไป เช่น โครเมียม แมงกานีส ดีบุก เหล็ก เงิน นิเกิล ตะกั่ว ปรอท ทองแดง สังกะสี และสารหนู โลหะหนักสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำ การไม่สลายตัวโดยกระบวนการทางธรรมชาติของโลหะหนักในแหล่งน้ำ ทำให้บางส่วนตกตะกอนสะสมอยู่ในดินตะกอน พืชสามารถสะสมโลหะหนักได้มากตามปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักที่มีในน้ำและดินตะกอน จากการศึกษาค้นคว้าของนักวิทยาศาสตร์ทำให้ทราบว่า โลหะหนักหลายชนิดเป็นอันตรายต่อพืชและสัตว์แตกต่างกันไป เช่น เป็นพิษต่อเนื้อเยื่ออวัยวะ ทำให้เกิดมะเร็งชนิดต่าง ๆ (สุทธยา, 2540)

ความเป็นพิษของโลหะหนัก

โลหะหนักที่เป็นพิษแบ่งเป็น 3 ประเภท ตามความเป็นพิษต่อร่างกาย ได้แก่

1. โลหะหนักที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับระบบหายใจ ส่วนใหญ่จะเป็นอนุภาคของโลหะหนักที่แขวนลอยในอากาศ ได้แก่ เหล็กและทังสเตน เป็นต้น

2. โลหะหนักที่ทำให้เกิดโรคเกี่ยวกับอวัยวะภายใน เช่น ตับ ไต และหัวใจ โลหะหนักเหล่านี้ ได้แก่ โมลิบดีนัม นิเกิล โคบอลต์ ทองแดง เงิน และแคดเมียม เป็นต้น

3. โลหะหนักที่เป็นพิษร้ายแรง ได้แก่ ปรอท ตะกั่ว แมงกานีส สารหนู และพลวง โลหะหนักเหล่านี้อาจเป็นพิษต่อระบบหายใจและระบบประสาทส่วนกลาง โลหะหนักเหล่านี้จะสะสมภายในเซลล์อย่างหนาแน่นและยากที่จะทำลายให้ได้ในระยะเวลาอันสั้นและเมื่อเกิดเป็นพิษจากโลหะหนักเหล่านี้แล้วจะไม่สามารถรักษาหายได้โดยง่าย (ไมตรี, 2531)

เมื่อมนุษย์ได้รับโลหะหนักเหล่านี้เข้าสู่ร่างกายและสะสมในปริมาณที่มากจนร่างกายไม่สามารถรับได้จะเกิดอาการผิดปกติในร่างกายมนุษย์ ดังนี้

1. การเจริญของเนื้อเยื่อผิดปกติ เซลล์ร่างกายตาย เนื่องจากโลหะหนักรบกวนกระบวนการเมตาโบลิซึมในเซลล์ทำให้เซลล์เสื่อมสภาพ เซลล์บวมพอง เกิดช่องว่างภายในเซลล์ซึ่งร่างกายจะเร่งสร้างเซลล์ใหม่ทดแทนมากเกินไป

2. โครงสร้างและการทำงานของเซลล์ผิดปกติและเสื่อมสภาพ ทำให้เกิดการสะสมไขมันที่ตับและไต เกิดอาการบวมเนื่องจากเกิดภาวะเสียสมดุลของสารอิเล็กโตรไลต์ในร่างกาย

3. เกิดมะเร็งเนื่องจากโลหะหนักบางชนิด เช่น ตะกั่วและนิเกิล เป็นสารก่อมะเร็ง (carcinogen)

4. เกิดความผิดปกติต่อทารกในครรภ์ โลหะหนักหลายชนิดมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของทารกในครรภ์ ทำให้เด็กที่เกิดมาปัญญาอ่อน ตัวเล็ก ไม่สมบูรณ์ และอวัยวะไม่ครบ

5. เกิดความผิดปกติของโครโมโซม เช่น ตะกั่วและปรอท ทำให้โครโมโซมหักขาด และโลหะหนักบางชนิดจัดว่าเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ (mutagen)

โลหะหนักสามารถก่อให้เกิดปัญหามลพิษสิ่งแวดล้อมในแหล่งน้ำได้ โดยการปนเปื้อนของโลหะหนักในแหล่งน้ำมีสาเหตุเกิดจากธรรมชาติ เช่น ภูเขาไฟระเบิด การผุพังของหิน และกิจกรรมของมนุษย์ เช่น น้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน เกษตรกรรม เป็นต้น นอกจากนี้ ยังอาจเกิดจากปัจจัยร่วมทั้งสอง เช่น ในฤดูมรสุมน้ำฝนที่ไหลผ่านชุมชนโดยเฉพาะบริเวณที่มีการคมนาคมหนาแน่นจะมีปริมาณโลหะหนักในน้ำและดินตะกอนสะสมอยู่ในปริมาณมาก แต่ทั้งนี้โลหะหนักที่พบในแหล่งน้ำทั่วไปส่วนใหญ่มีแหล่งกำเนิดมาจากกิจกรรมของมนุษย์ (สร้อยญา, 2544) ความเป็นพิษของโลหะหนักจะรุนแรงเพียงใด ขึ้นอยู่กับขนาดหรือปริมาณที่ได้รับ อายุ ความแตกต่างของความต้านทานในแต่ละบุคคล (สุรกี, 2526)

คณะกรรมการโครงการมาตรฐานอาหารโลก FAO/WHO (1984) ได้กำหนดปริมาณสูงสุดของโลหะหนักที่ปนเปื้อนมาในอาหารที่ร่างกายสามารถรับได้ภายใน 1 วัน (สำหรับทองแดงและสังกะสี) และในแต่ละสัปดาห์ (สำหรับตะกั่วและแคดเมียม) โดยไม่ก่อให้เกิดอันตรายดังแสดงในตารางที่ 1 และมาตรฐานอาหารที่มีสารปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 1 ปริมาณโลหะหนักที่ปนเปื้อนในอาหารที่ร่างกายสามารถรับได้ภายใน 1 วัน (สำหรับทองแดงและสังกะสี) และในแต่ละสัปดาห์ (สำหรับตะกั่วและแคดเมียม)

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณโลหะหนัก	
	mg/kg ของน้ำหนักร่างกาย	mg/kg ของน้ำหนักอาหาร
ตะกั่ว	0.005	0.051
แคดเมียม	0.0067–0.0083	0.0648–0.0850
สังกะสี	0.3–1.0	21.4286–71.4286
ทองแดง	0.05–0.5	35.71

ที่มา: FAO/WHO (1984)

ตารางที่ 2 ค่ามาตรฐานอาหารที่มีโลหะหนักปนเปื้อนตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529)

ชนิดของโลหะหนัก	ปริมาณที่ยอมให้บริโภคได้ (mg/kg ของน้ำหนักอาหาร)
ตะกั่ว	1
แคดเมียม	0.8
สังกะสี	100
ทองแดง	20

ที่มา: กระทรวงสาธารณสุข (2529)

แหล่งที่มาของโลหะหนัก

แหล่งกำเนิดของโลหะหนักที่เกิดจากกิจกรรมของมนุษย์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ลักษณะที่สำคัญดังต่อไปนี้

1. แหล่งอุตสาหกรรม

โรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้โลหะหนักที่สำคัญ ๆ ได้แก่ โรงงานถลุงแร่ และโลหะ ในระหว่างการผลิตจะมีโลหะหนักปนออกมากับน้ำทิ้งด้วย พบอโลหะจากโรงงานทำภาชนะพวกอลูมิเนียมและโรงงานอัลลอยด์ สารหนูจากโรงงานผลิตสารฆ่าแมลง แคดเมียมจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานทำสี และโรงงานผลิตเม็ดพลาสติก โครเมียมจากโรงงานชุบโลหะ โรงงานสี และสารฆ่าแมลง ตะกั่วจากโรงงานผลิตแบตเตอรี่ โรงงานสี และโรงกลั่นน้ำมัน แมงกานีสจากโรงงานสี โรงงานผลิตแบตเตอรี่แห้ง และโรงงานอัลลอยด์ นิเกิลจากโรงงานชุบโลหะและโรงงานอัลลอยด์ พลวงจากโรงงานสี โรงย้อมสี และสารฆ่าแมลง เงินจากอุตสาหกรรมการผลิตและล้างฟิล์ม และโรงงานชุบโลหะสังกะสีจากโรงงานชุบโลหะ และโรงงานทำสี เป็นต้น รวมถึงการใช้เกลือของโครเมียมในการฟอกหนัง ใช้สังกะสีในการทำท่อ (อริชฐาน, 2544) โรงงานอุตสาหกรรมเหล่านี้จะมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แหล่งน้ำ และโรงงานส่วนใหญ่มักตั้งอยู่ใกล้ลำน้ำ ดังนั้นโอกาสที่โลหะหนักจะถูกถ่ายเทลงแม่น้ำ ลำคลองจึงเป็นไปได้สูง ในที่สุดก็จะถูกพัดพาเคลื่อนย้ายลงสู่ทะเล โดยผ่านปากแม่น้ำสายสำคัญต่าง ๆ

2. แหล่งเกษตรกรรม

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม อาชีพและรายได้หลักของประชากรจึงเกี่ยวข้องกับการเพาะปลูกไม่ว่าจะเป็นการทำนา ทำไร่ หรือทำสวน ในรูปแบบต่าง ๆ กันไป ตามสภาพพื้นที่ ฤดูกาล และพืชพรรณ เรื่องของผลผลิตต่อเนื่องที่ จึงเป็นสิ่งที่เกษตรกรคำนึงถึงเป็นอันดับแรก ประกอบกับลักษณะภูมิอากาศของประเทศไทยอยู่ในแถบร้อนชื้น แดด และเขตร้อนต่าง ๆ ที่เป็นศัตรูพืชจึงเจริญได้ดี เกษตรกรจึงมีความจำเป็นที่จะต้องใช้ยากำจัดศัตรูพืช เพื่อเพิ่มผลผลิต เป็นเหตุให้มียากำจัดศัตรูพืชสะสมอยู่ในพื้นที่เกษตรกรรมเพิ่มมากขึ้นทุกปี ทั้งนี้ยากำจัดศัตรูพืชหลายชนิดมีโลหะหนักเป็นส่วนประกอบอยู่ เช่น ยากำจัดเชื้อรา มีทองแดงเป็นองค์ประกอบอยู่ เป็นต้น ซึ่ง

ยากำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่สลายตัวได้ยาก สารพิษตกค้างเหล่านี้ จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำได้ เมื่อเกิดการกัดเซาะหน้าดิน (erosion) โดยน้ำฝนในรูปของตะกอนดิน

3. แหล่งชุมชน

ในแหล่งชุมชน ก่อให้เกิดการปนเปื้อนของโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำได้มาก ส่วนมากมักเป็นโลหะที่ปะปนอยู่กับสิ่งปฏิกูล เช่น ขยะมูลฝอยต่าง ๆ ซึ่งมีชิ้นส่วนวัสดุที่มีโลหะหนักเป็นองค์ประกอบอยู่ เช่น กระจก สีทาบ้าน ถ่านไฟฉาย กากหม้อแบตเตอรี่รถยนต์ และเศษภาชนะที่เคลือบด้วยโลหะ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการกำจัดขยะมูลฝอย โดยการฝังปรับปรุงพื้นที่บริเวณชายฝั่งทะเล เช่น เทศบาลเมืองภูเก็ต ซึ่งในลักษณะเช่นนี้จะทำให้สารพิษโลหะหนักจากขยะมูลฝอยกระจายลงสู่ทะเลและแหล่งน้ำใกล้เคียงได้มากกว่าปกติ (วิกิตำนา, 2541) รวมถึงขบวนการพาหนะ ซึ่งเป็นแหล่งใหญ่ในการเกิดการกระจายตัวของตะกั่วในบรรยากาศในแหล่งชุมชน (อธิษฐาน, 2544)

การสะสมของโลหะหนัก

สารพิษโลหะหนักชนิดต่าง ๆ เมื่ออยู่ในแหล่งน้ำสามารถสะสมตัวอยู่กับตัวกลาง เช่น ดินตะกอน พืชน้ำ สัตว์น้ำ หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำอย่างอิสระได้ในปริมาณต่าง ๆ กัน ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่ปะปนหรือสะสมอยู่ในตัวกลางเหล่านี้ สามารถที่จะเปลี่ยนรูปหรือเคลื่อนย้ายไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ลักษณะการสะสมและการเคลื่อนย้ายในตัวกลางแต่ละชนิดในแหล่งน้ำสามารถแยกกล่าวรายละเอียดได้ดังนี้

1. การสะสมของโลหะหนักในดินตะกอน

เมื่อโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ ส่วนหนึ่งจะยังคงละลายอยู่ในน้ำและอีกส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในชั้นบาง ๆ ที่ผิวหน้าน้ำ หรือถูกดูดซับไว้บนสารแขวนลอยแล้วค่อย ๆ ตกตะกอนออกจากน้ำไปสู่เบื้องล่าง อย่างไรก็ดีแม้ว่าโลหะหนักจะตกตะกอนไปแล้วยังมีโอกาสที่โลหะหนักเหล่านี้จะกลับคืนสู่น้ำได้อีก ดังนั้น ตะกอนจึงทำหน้าที่เป็นเสมือนบัฟเฟอร์และสะสมโลหะหนักไว้ได้นาน แม้ว่าการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำจะหยุดลงแล้ว ระดับของโลหะหนักในตะกอนบริเวณต่าง ๆ จะแตกต่างกันไปตามลักษณะของกลุ่มน้ำที่น้ำไหลผ่านและพัดพาตะกอนลงมา บริเวณที่มีการขุดแร่หรือเป็นแหล่งแร่ก็จะมีปริมาณโลหะหนักในตะกอนค่อนข้างสูง (ชินชาติ, 2543)

อู่แก้ว (2531) ได้กล่าวว่า โลหะหนักที่ตกค้างในแหล่งน้ำเกิดจากส่วนที่ไม่สามารถสลายตัวได้โดยกระบวนการทางธรรมชาติ โดยจะตกตะกอนสะสมอยู่ในตะกอนดิน การสะสมตัวของโลหะหนักที่อยู่ในดินตะกอนนั้น ส่วนหนึ่งเป็นโลหะหนักที่เกิดขึ้นจากการสะสมตัวตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ การชะล้างพวกเกลือแร่ที่อยู่บนพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ หรือเป็นโลหะหนักที่เป็นส่วนประกอบของแร่ที่มีอยู่ในธรรมชาติบริเวณนั้น ตามสภาพทางธรณีวิทยาแล้วละลายออกมาปะปนอยู่ในน้ำได้ และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลมาจากการใช้และการปล่อยโลหะหนักลงสู่แหล่งน้ำ อันเป็นผลมาจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ โดยทั่วไปโลหะหนักสามารถเกิดการสะสมอยู่ในดินตะกอนโดยมีปริมาณความเข้มข้นสูงกว่าที่มีอยู่ในน้ำมาก เนื่องจากมีขบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องมากทั้งทางด้านเคมี ฟิสิกส์ และชีวภาพ องค์ประกอบในดินตะกอนที่มีผลต่อการสะสมของโลหะหนัก ได้แก่ พวกคาร์บอนและออกไซด์ของแมงกานีส และเหล็กตลอดจนองค์ประกอบของสารอินทรีย์ต่าง ๆ (จิระ, 2526)

ปรางทิพย์ (2543) ได้ศึกษาพบว่า การสะสมของปริมาณโลหะหนักดินตะกอนบริเวณแม่น้ำเพชรบุรีในแต่ละฤดูกาล พบว่า ปริมาณแคดเมียม โปรท ตะกั่ว โครเมียม และนิเกิล ในช่วงฤดูฝนมีค่าเฉลี่ย 4.2 0.083 47.1 47.1 และ 33.0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ฤดูหนาวมีค่าเฉลี่ย 1.1 0.114 37.6 10.5 และ 21.3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ส่วนในฤดูร้อนมีค่าเฉลี่ย 1.3 0.253 33.6 9.3 และ 21.4 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

วีระวงศ์ (2543) ได้ศึกษาโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนของคลองรอบเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยา พบว่า ในดินตะกอนมีปริมาณสังกะสีสูงสุด และมีปริมาณแคดเมียมต่ำสุด โดยในฤดูร้อนพบปริมาณสังกะสีในดินตะกอนมีค่าสูงสุด โดยลดลงในฤดูฝนและฤดูหนาว ตามลำดับ

วิกันดา (2541) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนในแม่น้ำแม่กลอง พบว่า ในดินตะกอนจะมีปริมาณแมงกานีสสูงสุด รองลงมาคือ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และแคดเมียม (63.76 43.67 29.83 11.47 และ 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ)

วรพันธ์ (2532) ได้ศึกษาปริมาณโลหะหนักในดินตะกอน ที่บึงมักกะสัน พบว่า ในดินตะกอนความเข้มข้นของโลหะหนักจัดว่าสูงเมื่อเปรียบเทียบกับแหล่งอื่นที่มีผู้รายงานไว้ โดยเฉพาะปรอท แคดเมียม และตะกั่ว

2. การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำ

โลหะหนักบางธาตุ อันได้แก่ ทองแดง แมงกานีส สังกะสี และเหล็ก เป็นจุลธาตุอาหารของพืชซึ่งช่วยในกระบวนการสังเคราะห์แสง การสร้างคาร์โบไฮเดรต การตรึงก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จำเป็นต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมและเป็นส่วนประกอบสำคัญในเอนไซม์และโปรตีน พืชมีความต้องการโลหะหนักเหล่านี้ในปริมาณน้อย ซึ่งที่ปริมาณเพียงพอต่อความต้องการของพืชทั่ว ๆ ไป สำหรับ ทองแดง แมงกานีส สังกะสี และเหล็กเท่ากับ 4.5 1.0 0.2 และ 2.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ หากพืชได้รับโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ในปริมาณที่เหมาะสม ก็จะเป็นประโยชน์ต่อพืช หรือไม่ก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช แต่ถ้าพืชได้รับปริมาณโลหะหนักที่มากเกินไปเกินระดับปกติก็จะส่งผลกระทบต่อพืชได้ (สุกมาศ, 2545) เช่น ในการศึกษาการปลูกผักคะน้า ผักกาดหอม ผักกวางตุ้ง และผักบุ้งจีน ในสารละลายธาตุอาหารที่มีแคดเมียมและนิเกิลเจือปนอยู่ในความเข้มข้นต่างกัน พบว่า ผักทั้ง 4 ชนิด มีการเจริญเติบโตปกติ ในสารละลายที่มีความเข้มข้นของแคดเมียมและนิเกิลต่ำ แต่เมื่อความเข้มข้นของแคดเมียมและนิเกิลในสารละลายสูงกว่า 5 และ 2 มิลลิกรัม ตามลำดับ ผักทั้ง 4 ชนิด จะมีการผิดปกติ แคดเมียมทำให้เนื้อเยื่อใบซีดเหลือง (chlorosis) จากใบอ่อนและรุนแรงจนใบซีดจาง ทำให้เนื้อเยื่อใบผักบุ้งจีนตาย (necrosis) นิเกิลทำให้เนื้อเยื่อใบซีดเหลืองจากใบอ่อนและรุนแรงจนเนื้อเยื่อใบผักทุกชนิดแห้งตายจนเหลือแต่ก้านใบที่ยังเขียวอยู่ และทั้งแคดเมียมและนิเกิล ทำให้รากผักบุ้งทุกชนิดเน่าเปื่อย สั้นกุด และมีปริมาณน้อย (วิไลภรณ์, 2523)

ตารางที่ 3 ระดับของธาตุที่ถือเป็นค่าปกติที่พบได้ในดินและพืชทั่ว ๆ ไป และค่าวิกฤตในดิน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)

ธาตุ	ความเข้มข้นในระดับปกติ		ค่าวิกฤตในดิน	ค่าที่เริ่มอาการเป็นพิษต่อพืช
	ดิน	พืช		
ตะกั่ว	0.1–30	0.1–10	70–300	100–400
แคดเมียม	0.1–2	0.2–0.8	1–3	3–5
สังกะสี	3–50	15–200	300–500	250–400
ทองแดง	2–100	4–15	–	60–100

ที่มา: คัดแปลงจาก สุภมาส (2545)

การสะสมโลหะหนักในพืช พืชมีโอกาสสะสมโลหะหนักทั้งจากดิน น้ำ และอากาศ เพราะโลหะหนักสามารถเข้าสู่พืชได้ทั้งทางราก ลำต้น และใบ กระบวนการดูดซับและสะสมโลหะหนักของรากพืชอาจเป็นแบบ Active ion absorbtion หรือ Passive ion absorbtion กลไกการดูดซับแบบ Passive ion absorbtion อาจดูดซับโดยวิธีแลกเปลี่ยนไอออน (ion exchange) หรือวิธีการคายน้ำ (convection) กลไกเกิดในขณะที่พืชคายน้ำเพื่อทดแทนการคายน้ำเมื่ออัตราการดูดซับไอออนเร็วเกินกว่าอัตราการคายน้ำ ทำให้เกิดมลภาวะ Concentration gradient อย่างกระพริบที่บริเวณรากพืช โลหะหนักจึงเคลื่อนเข้าสู่พืชได้โดยวิธีการแพร่จากรากเข้าสู่ราก ส่วนวิธีการเคลื่อนที่ของโลหะหนักจากรากไปสู่ยอด (translocation) ยังสรุปแน่นอนไม่ได้ (Cutler and Rains, 1974) พืชแต่ละชนิดจะสะสมโลหะหนักชนิดต่าง ๆ ได้ต่างกัน เนื่องจากความต้องการโลหะหนัก ความสามารถในการดูดซับโลหะหนัก รวมทั้งความคงทนต่อการขาดแคลนโลหะหนักและความเป็นพิษของโลหะหนักแตกต่างกัน อีกทั้งรูปร่างเคมีของโลหะหนัก จะมีผลต่อการดูดซับโลหะหนักของพืชด้วย โดยพบว่าพืชสามารถดูดซับและสะสมโลหะหนักในรูปเกลืออนินทรีย์ได้ดีกว่าโลหะที่เป็นสารประกอบของกากตะกอน (Chaney, 1982) หากเปรียบเทียบความสามารถในการเคลื่อนย้ายโลหะ พบว่า นิเกิล แคดเมียมและสังกะสี มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้ง่าย ทองแดง มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้ปานกลาง ส่วนตะกั่ว ปรอท และโครเมียม มีความสามารถในการเคลื่อนย้ายได้น้อย (Davis, 1984) เช่นเดียวกับการทดลองของ อรพรรณ (2525) พืชสามารถดูดซับแคดเมียม สังกะสี และทองแดง ได้ดีกว่าตะกั่ว ปรอท และโครเมียม

พรพิมล (2542) ได้ศึกษาการบำบัดโลหะหนักบางชนิดโดยวิธีหญากรอง พบว่า ไม่สามารถบำบัดแคดเมียม ตะกั่ว และนิเกิล แต่สามารถบำบัดสารหนูได้ โดยมีประสิทธิภาพในการบำบัดสูงที่สุด รองลงมา คือ แคดเมียม ตะกั่ว และนิเกิล ตามลำดับ

โลหะหนักที่ทำการศึกษา

โลหะหนักที่ทำการศึกษามีด้วยกัน 4 ชนิด ได้แก่ ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม สังกะสี ซึ่งแหล่งกำเนิด การนำมาใช้ประโยชน์ การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม และความเป็นพิษของโลหะหนักดังกล่าวมีดังนี้ คือ

1. ตะกั่ว (Lead, Pb)

1.1 ลักษณะและสมบัติของตะกั่ว

ตะกั่วเป็นโลหะหนักในหมู่ 4 ของตารางธาตุ มีมวลอะตอม 207.22 มีเลขอะตอม 82 จุดหลอมเหลว 327 องศาเซลเซียส จุดเดือด 1,470 องศาเซลเซียส ความถ่วงจำเพาะ 11.34 ตะกั่วเป็นโลหะสีเงินปนเทา มีลักษณะอ่อน ไม่เปราะ หลอมเหลวได้ง่าย สามารถทำให้อ่อนและดัดแปลงให้มีรูปร่างลักษณะต่าง ๆ ได้ตามต้องการ มีความสามารถในการนำไฟฟ้าไม่ดี แต่ทนต่อการสึกกร่อน ละลายได้เล็กน้อยในน้ำเย็นและน้ำร้อน ตะกั่วมีเลขออกซิเดชันได้หลายค่า ได้แก่ +1 +2 และ +4 แต่ตะกั่วส่วนมากจะอยู่ในสภาวะ +2 ซึ่งจัดว่าเสถียรที่สุด (ไมตรี, 2531) เป็น end product ของ Uranium (206) Thorium (208) และ Actinium (207) ซึ่งเป็นธาตุกัมมันตรังสีในธรรมชาติ ดูดเสียงและคลื่นที่สั้นสะท้อนได้ดี (Hawley, 1977)

1.2 แหล่งกำเนิด

ในธรรมชาติตะกั่วมีอยู่ในสิ่งแวดล้อมทั่วไป มีทั้งในดิน น้ำ อากาศ พืช และดินตะกอน ตะกั่วมีแหล่งกำเนิดจากหินอัคนีและหินแปรประมาณ 10-20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในหินปูน หินทราย หินดินดาน และดิน พบตะกั่วจะมีปริมาณเฉลี่ยประมาณ 5-10 10-40 20 และ 10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (สุธรรม และงามพิศ, 2519) ตะกั่วที่ปรากฏเป็นธาตุอิสระมีน้อยมาก หมายความว่า ตะกั่วที่พบในเปลือกโลกเกือบทั้งหมดอยู่ในรูปของสารประกอบ ตัวอย่างแร่ที่มี

ตะกั่วเป็นองค์ประกอบได้แก่ Gelsenite หรือ Gelsena ซึ่งเป็นซัลไฟด์ของตะกั่ว (PbS) แร่ Cerussite (PbCO_3) และ Anglesite (PbSO_4) (พิมล และชัยวัฒน์, 2539) มีตะกั่วประมาณ 86.6 83.4 และ 73.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสินแร่อื่น ๆ ที่มีตะกั่ว ได้แก่ Curite ($\text{Pb}_6\text{U}_5\text{O}_{17}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$) Phosgenite ($\text{Pb}_2\text{Cl}_2\text{CO}_3$) และ Lanarkite (Pb_2SO_5) เป็นต้น (Berman, 1980) จากการศึกษาพบตะกั่วในดินโดยเฉลี่ย 10 ไมโครกรัมต่อกรัม ในน้ำประมาณ 13.1 ไมโครกรัมต่อลิตร (Reilly, 1980)

1.3 การนำมาใช้ประโยชน์

ตะกั่วนำมาใช้ประโยชน์หลายอย่าง ทั้งในรูปของโลหะและในรูปสารประกอบทางเคมี ได้แก่ ใช้ทำแบตเตอรี่ ตัวทำประจุ ทำท่อ ใช้ในการบัดกรี ใช้เป็นเม็ดสีในการทำเซรามิก พิวส์ ลูกปืน ตัวพิมพ์ ส่วนประกอบในสีป้องกันสนิม ใช้ในอุตสาหกรรมแก้วที่มีคุณภาพดี ใช้ทำหลอดโทรทัศน์ ไม้จืดไฟระเบิด และใช้ tetraethyl lead เติมในน้ำมันเบนซิน ป้องกันการน็อกของเครื่องยนต์ (พิมล และชัยวัฒน์, 2539) นอกจากนี้ตะกั่วยังใช้ประโยชน์ในกิจกรรมอื่นมากมาย ซึ่งถ้าเปรียบเทียบกับโลหะหนักตัวอื่น ๆ เช่น แมงกานีส แคดเมียมแล้ว ตะกั่วจะมีการนำมาใช้ประโยชน์ในปริมาณที่มากกว่า มีการประมาณว่าในปีหนึ่ง ๆ มนุษย์นำตะกั่วมาใช้ประมาณ 3,000,000 ตัน โดยใช้ในรูปของโลหะอิสระร้อยละ 40 สารประกอบร้อยละ 35 และโลหะผสมร้อยละ 5 (สิทธิชัย, 2528)

1.4 การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

ตะกั่วสามารถแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมได้จากการพังทลายของเปลือกโลกและละลายลงสู่แหล่งน้ำ การนำตะกั่วมาใช้กันอย่างแพร่หลายทำให้เกิดการแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อมโดยการเผาไหม้ของน้ำมันเชื้อเพลิงปนเปื้อนมากับน้ำฝนหรือขยะน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม บ้านเรือนและชุมชน (Harrison และ Laxen, 1981)

กรกช (2535) ได้อธิบายวัฏจักรของสารตะกั่วไว้ดังนี้ อากาศเป็นตัวแพร่กระจายของตะกั่วได้ เนื่องจากอากาศสามารถพัดพาอนุภาคขนาดเล็ก (เส้นผ่าศูนย์กลางน้อยกว่า 1 ไมครอน) ไปได้ แต่ตะกั่วมีอนุภาคที่ใหญ่ ดังนั้น ตะกั่วจะตกลงสู่พื้นดินบริเวณใกล้ ๆ กับแหล่งกำเนิด และสะสมอยู่ในชั้นผิวดิน ซึ่งอาจเข้าไปในห่วงโซ่อาหารได้โดยสัตว์พวกแทะเล็ม ใบไม้ใบหญ้าบริเวณผิวดิน และจุลินทรีย์ที่อยู่ผิวดิน ส่วนตะกั่วในแม่น้ำมาจากการชะล้าง การกัดเซาะ และอากาศ น้ำจืดโดยทั่วไปมีสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์ที่แขวนลอยมากกว่าใน

น้ำเค็ม และสารเหล่านี้สามารถดูดซับตะกั่วละลายได้ดี พบว่า ตะกั่วสามารถเข้าไปในห่วงโซ่อาหารของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้ปลาที่วางไข่ที่ผิวดินก้นแหล่งน้ำมีปริมาณของตะกั่วในตัวปลาสูง

พื้นที่ที่มีการจราจรก็จะมีปริมาณการสะสมของตะกั่วในดินตะกอนมากขึ้น เนื่องจากตะกั่วมีประจุเป็นบวก ซึ่งสามารถเกาะยึดกับดินตะกอน (clay) ที่มีประจุลบได้ดี (เกษม, 2530) และจากการศึกษาของบวร (2530) พบว่าปริมาณตะกั่วทั้งหมดในน้ำ บริเวณลุ่มน้ำชี อยู่ระหว่าง 4.17-48.77 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินตะกอนอยู่ระหว่าง 0.92-13.93 ไมโครกรัมต่อลิตร

1.5 ตะกั่วในพืช

ตะกั่วจัดเป็นโลหะหนักที่ไม่มีประโยชน์แก่ร่างกายทั้งพืชและสัตว์ ตะกั่วเมื่อเข้าสู่พืชแล้วจะสะสมอยู่ในเยื่อหุ้มเซลล์ ไมโทคอนเดรีย และคลอโรพลาสต์ ตะกั่วที่เข้าทางรากส่วนใหญ่จะสะสมอยู่ที่รากฝอยและรากแก้ว พืชเพียงเล็กน้อยของตะกั่วในพืชเกิดขึ้นโดยการยับยั้งการเปลี่ยนแปลงของพลาสติก ยับยั้งการออกซิโดสซัลฟิเคชันในกระบวนการหายใจที่ไม่ไมโทคอนเดรีย มีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์แสง ยับยั้งการเจริญของรากและใบ และยืดเวลาการงอกจากเมล็ด ระดับปกติตะกั่วในพืช คือ 0.5-3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนระดับเป็นพิษในพืชนั้นขึ้นกับพืชแต่ละชนิดที่ทนต่อสารตะกั่วไม่เท่ากัน (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541) พืชสามารถรับตะกั่วจากสิ่งแวดล้อมได้ 2 ทาง คือ ทางราก โดยมีแหล่งกำเนิดจากดินในรูปของสารละลายตะกั่วที่อยู่ในดิน และได้รับทางใบซึ่งมาจากอนุภาคของตะกั่วที่เจือปนอยู่ในอากาศ รากพืชจะดูดดึงตะกั่วเข้าไปในลำต้นและกระจายไปสะสมยังส่วนต่าง ๆ ของพืช โดยสะสมในปริมาณที่ต่างกัน Lagerwerft *et al.* (1972) พบว่า ตะกั่วมีแนวโน้มสะสมในรากพืชมากกว่าในลำต้นและสะสมในลำต้นมากกว่าในใบและเมล็ด ซึ่ง นภวัศ และมนทลี (2531) ได้ศึกษาการสะสมตะกั่วในผักบุ้งจีนในสารละลายธาตุอาหารที่มีตะกั่วเจือปน พบว่ามีการสะสมของตะกั่วในส่วนรากมากที่สุด รองลงมา คือ ใบและลำต้นจะมีการสะสมของตะกั่วที่น้อยที่สุด พืชโดยทั่วไปจะดูดดึงตะกั่วได้น้อยเมื่อเทียบกับโลหะหนักชนิดอื่น ๆ เช่น แคดเมียม นิเกิล เป็นต้น

1.6 ความเป็นพิษของพืช

เนื่องจากพืชดูดดึงตะกั่วได้น้อยเมื่อเทียบกับโลหะหนักอื่น ๆ เช่น แคดเมียม หรือนิเกิล ดังนั้น จึงไม่ค่อยปรากฏความเป็นพิษของตะกั่วจากดินสู่พืช นอกจากพบว่ามีพืชบางชนิด

สามารถสะสมตะกั่วในปริมาณสูงได้ แต่อย่างไรก็ตาม ความเป็นพิษของตะกั่วต่อพืช ก็คือ ตะกั่วสามารถลดอัตราการเจริญเติบโตของพืช ซึ่งยังไม่พบในสภาพการณ์เพาะปลูกจริง โดยมากพบความเป็นพิษดังกล่าว ในการทดลองปลูกพืชในสารละลายตะกั่วซึ่งย่อมจะทำให้มีอัตราการดึงดูดตะกั่วจากสารละลายได้ดีกว่าการที่พืชจะดูดดึงตะกั่วจากดิน

1.7 ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

พบตะกั่วได้ทั้งใน อากาศ น้ำ ดิน พืช และเครื่องอุปโภคบริโภคในครัวเรือน ทำให้มีโอกาสที่ได้รับสารตะกั่วได้มาก เช่น ในแบตเตอรี่รถยนต์ น้ำมันบางชนิด ท่อต่าง ๆ สีทาบ้าน มีตะกั่วถึงร้อยละ 50 น้ำมันใช้กับรถยนต์จะถูกเผาผลาญไปได้ตะกั่วในรูปเตตระเอทิลถึงร้อยละ 30 ในหน่วยริมถนนอาจพบตะกั่วในปริมาณสูงและถ่ายทอดไปสู่สัตว์ที่กินหญ้าได้ ตัวอย่างเช่น จากการสำรวจหน่วยริมถนนพบตะกั่วสะสม 2.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ถ้าโค 1 ตัวกินหญ้าประมาณ 22.5 กรัมต่อกิโลกรัมต่อวัน หากเป็นหญ้าที่มีตะกั่วค้างสะสมอยู่แล้วโคจะได้รับตะกั่วประมาณ 1-5.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของน้ำหนักสัตว์ นอกจากนี้ตะกั่วในรูปอาร์ซีนีเท ยังเป็นส่วนผสมของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์หลายชนิด

ตะกั่วสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งผ่านระบบทางเดินอาหาร ระบบหายใจ และทางผิวหนัง สำหรับโดยทางการกินไม่ว่าตะกั่วจะอยู่ในรูปใด กรดในกระเพาะอาหารสามารถละลายได้แล้วถูกดูดซึมได้ดีที่บริเวณดูโอดินัม (duodinum) คือ ส่วนต้นของลำไส้เล็ก จากนั้นตะกั่วจะถูกพาผ่านทางเส้นเลือดดำสู่ตับ บางส่วนจะถูกขับออกทางน้ำดีและอุจจาระ ตับไตเป็นอวัยวะที่เก็บตะกั่วไว้มากที่สุด แต่ต่อมาตะกั่วจะเคลื่อนที่ไปตามกระแสเลือดไปเกาะสะสมที่กระดูกในสภาพเกลือที่ละลายยาก เช่น ตะกั่วฟอสเฟต $[Pb_3(PO_4)_2]$ กระดูกก็จะสะสมตะกั่วเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตะกั่วสามารถขับออกจากร่างกายได้ทั้งทางปัสสาวะ (ร้อยละ 76 ของน้ำที่ได้รับ) ทางอุจจาระ (ร้อยละ 16) และทางผิวหนัง (ร้อยละ 8) หากปริมาณตะกั่วในเลือดสูงถึง 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เริ่มแสดงให้เห็นอาการเป็นพิษ และถ้ามีมากกว่านี้ สมอและตับจะพิการถึงแก่ชีวิตได้

ตะกั่วมีผลต่ออวัยวะสำคัญทุกส่วนของร่างกาย คือ

1) ผลต่อระบบหมุนเวียนโลหิต

ตะกั่วรวมตัวได้ดีกับเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เยื่อหุ้มเซลล์เปราะบางเม็ดเลือดแดงถูกทำลายและอายุสั้นลง จึงทำให้เกิดโรคโลหิตจางทั้งในคนและสัตว์ เนื่องจากตะกั่วทำให้เม็ดเลือดแดงแตกง่าย และยับยั้ง ATPase ที่อยู่บนเยื่อหุ้มเซลล์ ทำให้เม็ดเลือดแดงขาดพลังงานจึงมีอายุสั้น และตะกั่วยังยับยั้งการสร้าง ฮีม (heme) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของฮีโมโกลบิน (hemoglobin) การขนส่งออกซิเจนโดยเม็ดเลือดจึงลดลง

2) ผลต่อระบบประสาทและสมอง

ทำลายหลอดเลือดฝอยในสมอง ทำให้เลือดไปเลี้ยงสมองไม่พอ ทำให้เกิดการแพะของหลอดเลือดที่ไปเลี้ยงส่วนสมอง อาการทางสมองที่เกิดขึ้นได้แก่ ปวดศีรษะ อ่อนเพลีย ง่วงนอน ซึม กระวนกระวาย ปัญญาอ่อน ความจำเสื่อม นอนไม่หลับ ประสาทหลอน อาจเพ้อคลั่ง วิงเวียน ชัก อัมพาต หมดสติ อาจมีอาการปวดท้องอย่างรุนแรง เนื่องจากความผิดปกติทางระบบประสาท

3) ผลต่อไต

ถ้าระดับตะกั่วในเลือดมากกว่า 100 ไมโครกรัมเปอร์เซ็นต์ จะก่อให้เกิดการทำลายเซลล์ของท่อเล็กในไต (renal tubule) ทำให้ไตขับกรดอะมิโน น้ำตาลและเกลือฟอสเฟต ออกทางปัสสาวะมากขึ้น แต่จะขับกรดยูริก (uric acid) ได้น้อยลง จึงทำให้กรดยูริกสะสมในเลือดและตกผลึกตามโอกาสต่าง ๆ จึงมีอาการปวดตามข้อมือข้อเท้า ผู้ที่ได้รับตะกั่วเป็นระยะเวลานาน ๆ มากกว่า 10 ปี ขึ้นไป จะมีอาการความดันโลหิตสูง โลหิตเป็นพิษและเนื้อเยื่อไตแข็งกระด้าง (nephrosclerosis)

4) ผลต่ออวัยวะอื่น ๆ

ตะกั่วทำให้ตับเกิดการเปลี่ยนแปลงและเกิดเนื้องอก ตับพิการอาหารและลำไส้ก็ได้รับผลเช่นกัน และมีรายงานว่าตะกั่วทำให้สัตว์แท้งและผสมไม่ติด

5) ผลต่อสารพันธุกรรม

ตะกั่วรบกวนการทำงานของ DNA และ RNA โดยจับกับไฮดรอกซิล (-OH) ของฟอสเฟตในกรดนิวคลีอิกได้อย่างหนาแน่น จึงถือว่าตะกั่วเป็นสารก่อการกลายพันธุ์ และสารก่อมะเร็งชนิดหนึ่ง (อรรถนพ, 2535)

2. ทองแดง (Copper, Cu)

2.1 ลักษณะและสมบัติของทองแดง

ทองแดงเป็นโลหะสีแดงส้มอยู่ในหมู่ 1B ของตารางธาตุ มีเลขอะตอม 29 น้ำหนักอะตอม 63.54 ค่าความถ่วงจำเพาะ 8.9 จุดหลอมเหลว และจุดเดือด 1,083 และ 2,730 องศาเซลเซียส ตามลำดับ มีความเหนียวเป็นมันวาว มีความสามารถในการนำไฟฟ้า และความร้อนได้ดีมาก ทองแดงมีเลขออกซิเดชัน 2 ค่า คือ +1 และ +2 (Hawley, 1977)

2.2 แหล่งกำเนิด

ทองแดงเป็นสินแร่ที่มีมากในธรรมชาติ เช่นเดียวกับสังกะสี และพบว่า มักจะปะปนอยู่กับแร่สังกะสี ในธรรมชาติพบทองแดงในรูป Chalcopyrite (CuFeS_2) Chalcocite (Cu_2S) Malachite ($\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) และ Azurite ($\text{Cu}_3(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$) ในดินทั่วไปพบทองแดงอยู่ระหว่าง 2-100 มิลลิกรัมต่อลิตร (Reilly, 1980) ทองแดงในดินอยู่ในรูปไอออนบวกที่แลกเปลี่ยนได้ที่ผิวของสารคอลลอยด์ดิน หรืออยู่ในรูปไอออนบวกอิสระในสารละลายดิน บางส่วนพบในสภาพที่เป็นองค์ประกอบของสารประกอบอินทรีย์ ทองแดงในดินจัดเป็นจุลธาตุอาหาร (micronutrient) ที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช (ชัยฤกษ์, 2536)

2.3 การนำมาใช้ประโยชน์

ทองแดงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในกิจกรรมต่าง ๆ เป็นจำนวนมาก เช่น ทองแดงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องมือที่ใช้สายไฟฟ้า ผลิตภัณฑ์ และเครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ไฟฟ้า แผ่นพิมพ์วงจรไฟฟ้า อุตสาหกรรมชุบและเคลือบโลหะ ทำลวดตัวนำไฟฟ้า

อุตสาหกรรมเครื่องประดับ อุตสาหกรรมทอผ้า ผลิตภัณฑ์เซรามิก (วรพันธ์, 2532) และใช้เป็น ส่วนประกอบของยาฆ่าแมลง (Berman, 1980)

2.4 การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

การแพร่กระจายของทองแดงในสิ่งแวดล้อม เกิดจากการละลายของสารประกอบ ทองแดง แต่ก็ยังเป็นเพียงส่วนน้อย ส่วนใหญ่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ทองแดงที่เกิดการปนเปื้อนอยู่ในสิ่งแวดล้อม เนื่องมาจากการใช้ยากำจัดศัตรูพืช ยาฆ่าเชื้อรา และจุลินทรีย์ และจะมีผลกระทบต่อระบบนิเวศในแหล่งน้ำเป็นส่วนใหญ่ (วิกัณดา, 2541)

2.5 ทองแดงในพืช

ในพืชปกติทั่วไปนั้น ทองแดงจะมีการสะสมอยู่ที่รากมากที่สุดและพบสะสมใน เมล็ดในปริมาณที่ต่ำ (ศุภมาส, 2545) ทองแดงเป็นพืชต่อพืชได้ง่าย พืชโดยส่วนใหญ่จะมีการเป็นพิษเมื่อมีทองแดงในสารละลายดินเกิน 0.1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พืชที่มีการเป็นพิษของทองแดง จะพบว่ามีปริมาณทองแดง 25-40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพืชจะมีทองแดงใน ปริมาณ 25-40 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ได้นั้น จะต้องปลูกบนดินที่ให้กากน้ำโสโครกในปริมาณมาก และต้องเป็นดินกรดจัด ความเป็นพิษของทองแดงอาจทำให้พืชเกิดอาการขาดโมลิบดีนัมได้ ในกรณีที่เกิดกากน้ำโสโครกมีปริมาณ โมลิบดีนัมอยู่ต่ำ แต่ในสภาพดินกรดจัดนี้ พืชมักจะมีสังกะสีและ เหล็กได้มาก ดังนั้น โอกาสที่สัตว์กินพืชหรือหญ้าเหล่านี้แล้วจะเกิดอาการเป็นพิษจึงเป็นไปได้น้อย ระดับความเป็นพิษของทองแดงต่อสัตว์ 4 กระเพาะจะเกิดรุนแรงกว่าสัตว์ทั่วไป และเนื่องจาก ทองแดงมีการเคลื่อนย้ายไปยังเมล็ดและผลได้น้อย โอกาสที่มนุษย์จะได้รับพิษของทองแดงจากการ บริโภคพืชผลไม้ที่ปลูกในดินที่ใส่กากน้ำทิ้ง จึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้น้อยมาก แม้ดินนั้นจะมีสภาพ กรดจัดและมีเนื้อหยาบก็ตาม โดยทั่วไปดินจะมีทองแดงอยู่ประมาณ 20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และการเคลื่อนย้ายของทองแดงในดินก็มีค่าต่ำ ทั้งนี้เพราะทองแดงถูกตรึงโดยอินทรีย์วัตถุและอนุภาค ดินเหนียวได้ง่าย (คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2544) ขงยุทธ (2546) ได้กล่าวว่า ระดับความเป็น พิษขั้นวิกฤต (critical toxicity) ของทองแดงในพืชทั่วไปอยู่ระหว่าง 20-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (พืชแห้ง) อย่างไรก็ตาม พืชต่างชนิดสามารถทนต่อพิษของทองแดงได้ต่างกัน เช่น ถั่วทนกว่า ข้าวโพดมากเนื่องจากถั่วมีทองแดงสะสมในส่วนเหนือดินน้อยกว่าข้าวโพด เมื่อพืชได้รับทองแดง จนถึงระดับเป็นพิษจะมีผลสืบเนื่องดังนี้ 1) เหนียวน้ำให้แสดงอาการขาดธาตุเหล็ก และ 2) ภาวะ

พร่องคลอโรฟิลล์ (chlorosis) เกิดขึ้นเพราะปฏิกิริยาเพอร์ออกซิเดชันของลิพิดที่เชื่อมไทลาคอยด์ ทำให้เยื่อส่วนนี้เสียหาย

2.6 ความเป็นพิษต่อพืช

ในพืชหลายชนิดที่มีทองแดงในปริมาณสูง จะปรากฏความเป็นพิษต่อการเจริญเติบโต ซึ่งขึ้นกับความสามารถของทองแดงในการไล่ที่ไอออนของโลหะอื่น ๆ และโดยเฉพาะเหล็กออกจากบริเวณที่แลกเปลี่ยนที่ของไอออนที่ราก ทำให้อาจเกิดการขาดธาตุเหล็กขึ้น อาการเป็นพิษจากทองแดงที่พบ คือ คลอโรซิส ซึ่งเป็นลักษณะของการขาดเหล็กนั่นเอง แต่เคลเซียมในปริมาณสูงก็สามารถช่วยลดความเป็นพิษของทองแดงได้ การยับยั้งการเจริญเติบโตของรากก็เป็นอีกอาการหนึ่ง จากความเป็นพิษของทองแดงที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว ในพืชบางชนิดมีความสามารถในการสะสมทองแดงในระดับสูง ๆ ได้ เช่น 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้งพืช และพบว่าทองแดงสามารถรวมตัวกับกลุ่ม Amide ($-NH_2$) ของ Amino acid และ Protein ได้ ซึ่งเป็นเหตุผลที่อธิบายได้ว่าทำไมพืชบางชนิดจึงมีความทนทานต่อทองแดงได้

ผลตกค้างของการเติมทองแดงในดินจะน้อยลง ถ้าใช้ปุ๋ยในรูปสารประกอบอินทรีย์เชิงซ้อน เนื่องจากการปลดปล่อยทองแดงค่อนข้างช้าในสภาพการณ์จริงความเป็นพิษของทองแดงไม่ค่อยปรากฏมากนัก เนื่องจากทองแดงสามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ดีมากดังกล่าวแล้ว ความเป็นพิษจากทองแดงอาจพบได้ในดิน ซึ่งได้รับแร่ทองแดงจากแหล่งแร่ หรือจากการใส่เกลือของทองแดงลงดินติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ๆ ในดินกรจะพบความเป็นพิษจากทองแดงรุนแรง เนื่องจากทองแดงไม่สามารถยึดเกาะกับอนุภาคดินได้ และถูกพืชดูดดึงไปใช้ได้มาก ปัญหาความเป็นพิษของทองแดงจะปรากฏอย่างเฉียบพลันในดินซึ่งนำของเสียซึ่งมีทองแดงเป็นองค์ประกอบใส่ลงดินอย่างต่อเนื่อง ความรุนแรงของพิษทองแดงที่เกิดขึ้นอย่างเฉียบพลันนั้นเนื่องจากอัตราการซึมลงไปในดินชั้นล่างของทองแดงเป็นไปได้ช้า กากตะกอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งกากตะกอนจากอุตสาหกรรมจะมีทองแดงสูงมาก ถ้านำมาใส่ลงดินอย่างต่อเนื่องอาจทำให้ปริมาณทองแดงในดินสูงขึ้นถึงระดับที่เป็นพิษได้ ในพืชแต่ละชนิดได้รับอิทธิพลจากความเป็นพิษของทองแดงมากน้อยต่างกัน นอกจากนี้ปริมาณทองแดงในพืชที่สูงพอจะสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์เคี้ยวเอื้องได้

2.7 ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

ทองแดงเป็นโลหะที่มีความจำเป็นต่อร่างกาย คือ เป็นตัวร่วมในการสร้างฮีโมโกลบิน (hemoglobin) และการทำงานของเอนไซม์ (enzyme) บางชนิด คือ Peroxidase และ Cytochrome oxidase นอกจากทองแดงจะใช้มากในอุตสาหกรรมทำเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้ว ยังเป็นส่วนประกอบของยาหลายชนิด เช่น ยาที่ทำให้อาเจียน ยารักษาแผลจากไฟไหม้ ยาถ่ายพยาธิ ยาฆ่าเชื้อรา หรือใช้เติมลงในอาหาร เช่น ถั่วกระป๋อง ผลไม้แช่อิ่มบางอย่าง เช่น มะดัน ในอาหารทะเล จำพวกหอยก็พบว่ามีทองแดงในปริมาณสูง การได้รับทองแดงในรูปคอปเปอร์ซัลเฟต (CuSO_4) หรือคอปเปอร์ซีโดอาซิเนท ในปริมาณสูงอาจทำให้เสียชีวิตได้

ทองแดงเข้าสู่ร่างกายได้ทั้ง ทางหายใจ ทางปาก และทางผิวหนัง ในสัตว์ที่ได้รับทองแดงอย่างเพียงพอจากทุ่งหญ้า และยังได้รับทองแดงที่ปะปนอยู่ในอาหารด้วย แต่ไม่ได้รับโมลิบดีนัมอย่างเพียงพอ จะทำให้สัตว์เครียด โดยเฉพาแกะ เกิดการสะสมทองแดงในตับจะพบอาการฮีโมลิติกไครซิส (haemolytic crisis) กล่าวคือ ทองแดงที่สะสมอยู่ในตับด้วยปริมาณสูงนั้น จะถูกขับออกมาจากตับมาอยู่ในกระแสโลหิตและทำให้เม็ดเลือดแตกตัว พบอาการดีซ่านและโลหิตจาง เนื้อไตและตับตาย จะพบอาการดังกล่าวได้ในแกะที่ได้รับทองแดงขนาดสูง 8-10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และได้รับโมลิบดีนัมต่ำกว่า 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาการขาดทองแดงจะมีลักษณะเหมือนอาการพิษของโมลิบดีนัม ก็จะเหมือนอาการเป็นพิษของทองแดงในอาหารที่มีทองแดง 25-30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม แต่มีโมลิบดีนัมต่ำ คือ ประมาณ 1-2 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะทำให้เกิดอาการพิษ เนื่องจากทองแดงในสัตว์โดยเฉพาแกะ ดังนั้น สัตว์ส่วนของทองแดงต่อโมลิบดีนัมจึงมีความสำคัญมาก

สำหรับคนถ้าได้รับทางการหายใจ จะทำให้คัดจมูก เป็นแผลที่เพดานปาก ถ้าได้รับจากการกินในปริมาณสูง จะคลื่นไส้ อาเจียน ปวดท้อง เลือดออกในกระเพาะอาหาร กระหายน้ำ อาเจียนมีสีเขียว ปัสสาวะเป็นไขขาวมีสีเข้ม (อาจเสียชีวิตใน 4 ชั่วโมง) มีอาการทางประสาท ชัก เพื่อ เป็นอัมพาต ทรงตัวไม่ได้ มีอาการดีซ่าน ถ้าได้รับโดยดูดซึมผ่านทางผิวหนังจะทำให้เกิดอาการคัน ผิวหนังเป็นตุ่ม ถ้าเข้าตาจะทำให้เยื่อตาอักเสบ หนังตาบวมเป็นแผลที่ตาดำ บางรายมีการสะสมในเนื้อเยื่อทำให้มีสีเขียวที่โคนผมและที่เหงือก สำหรับพิษเรื้อรังไม่ค่อยปรากฏให้เห็น (อรรถนพ, 2535)

3. แคดเมียม (Cadmium, Cd)

3.1 ลักษณะและสมบัติของแคดเมียม

แคดเมียมเป็นธาตุในหมู่ 2B มีเลขอะตอม 48 เลขมวล 112.4 ความถ่วงจำเพาะ 8.64 จุดหลอมเหลว 320.9 องศาเซลเซียส จุดเดือด 767 องศาเซลเซียส มีเลขออกซิเดชันเพียงค่าเดียว +2 (จันทรศรี, 2539) แคดเมียมเป็นโลหะที่อ่อนมาก ถ้าให้ความร้อนแก่แคดเมียมในอากาศ แคดเมียมจะระเหยได้ง่ายและสามารถถูกไหม้เป็นเปลวไฟสว่าง (พิมล และชัยวัฒน์, 2539)

3.2 แหล่งกำเนิด

แคดเมียมเป็นธาตุที่ค่อนข้างหายากในธรรมชาติ มักจะอยู่ในรูปของสารประกอบซัลไฟด์เป็น แคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide: CdS) ในรูปของสินแร่ Greenockite หรืออีกลักษณะหนึ่งคือ ปะปนในปริมาณน้อยอยู่กับแร่สังกะสีทุกชนิด ดังนั้น โลหะแคดเมียมส่วนใหญ่จึงเป็นผลผลิตพลอยได้จากการถลุงแร่สังกะสี (จันทรศรี, 2539) ประมาณ 0.5 ไมโครกรัมต่อกรัม และปะปนอยู่กับแร่อื่น ๆ เช่น สังกะสี ตะกั่ว และทองแดง แคดเมียมเป็นโลหะหนักที่มีปริมาณน้อย คือ พบบนผิวโลกประมาณ 0.15-0.20 ไมโครกรัมต่อกรัม พบในรูปสินแร่สังกะสีร้อยละ 0.3-1.0 ในหินแกรนิตมีแคดเมียมน้อยกว่า 1 ไมโครกรัมต่อกรัม หินชั้นมีแคดเมียมสูงถึง 11 ไมโครกรัมต่อกรัม ปริมาณแคดเมียมในน้ำและดินตะกอนจะเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะกำเนิดดิน สภาพแวดล้อม ค่าพีเอช ดินเหนียว และดินที่เป็นเบสสามารถดูดซับแคดเมียมในรูปคาร์บอเนตที่ละลายน้ำได้มาก ส่วนดินทรายและดินที่เป็นกรดสามารถดูดซับแคดเมียมได้น้อยกว่า (Berman, 1980)

3.3 การนำมาใช้ประโยชน์

แคดเมียมในธรรมชาติถูกนำมาใช้ประโยชน์ โดยการทำเหมืองแร่แคดเมียมและแคดเมียมบางส่วนเป็นผลพลอยได้จากการถลุงแร่สังกะสี สามารถนำแคดเมียมมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ มากมาย เช่น การชุบโลหะด้วยไฟฟ้า การเตรียมโลหะชนิดผสมต่าง ๆ ผสมในน้ำมันเครื่องบางชนิด ทำแบตเตอรี่ ใช้เป็น Stabilizers ในอุตสาหกรรมพลาสติก (Reilly, 1980) แคดเมียมซัลไฟด์และแคดเมียมซัลโฟซิลิไซด์ ใช้ทำสารที่ทำให้เกิดสีเหลืองและสีแดงในสีและพลาสติก รวมทั้งใช้

ในเซลล์สุริยะ นอกจากนั้นแคดเมียมยังใช้ในสารกำจัดเชื้อราและปุ๋ย โดยเฉพาะปุ๋ยฟอสเฟต จะมีแคดเมียมเจือปนมากกว่าปุ๋ยอื่น ๆ (พิมล และชัยวัฒน์, 2539)

3.4 การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สูญหายไปเป็นดินตะกอน โคลนมีอิทธิพลประกอบอยู่และเป็นส่วนสำคัญในการดูดซับแคดเมียมด้วยกระบวนการดูดซับ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ลดปริมาณแคดเมียมในแหล่งน้ำได้โดยการเคลื่อนย้ายไปสะสมในดินตะกอน แต่แคดเมียมในดินตะกอนสามารถออกมาสู่แหล่งน้ำได้ เมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น คือ มีการปลดปล่อยสารที่ดูดซับไว้ การย่อยสลายสารอินทรีย์โดยจุลินทรีย์ในดินสามารถลดความเข้มข้นของแคดเมียมในดินได้ (Hirsch และ Banin, 1990)

จากข้อมูลของ นิตยา และคณะ (2536) พบว่าปริมาณแคดเมียมในน้ำเฉลี่ยรายปีระหว่าง พ.ศ. 2525-2531 ของแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำคลอง ท่าจีน เพชรบุรี และบางปะกง เท่ากับ 41.3 15.7 6.3 5.8 และ 27.9 ตันต่อปี ตามลำดับ

บุญเติม (2536) รายงานว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สูญหายไปเป็นดินตะกอน โคลนสามารถดูดซับแคดเมียมในแหล่งน้ำได้ดี ปัจจัยที่มีผลต่อการดูดซับขึ้นอยู่กับชนิดของโคลน ปริมาณแคดเมียมในน้ำ อุณหภูมิ ค่าความเป็นกรด-ด่าง และความกระด้างของน้ำ โคลนที่มี Humic materials ประกอบอยู่เป็นส่วนประกอบที่สำคัญในการดูดซับแคดเมียมด้วยกระบวนการดูดซับ ซึ่งเป็นกระบวนการสำคัญที่ลดปริมาณแคดเมียมในแหล่งน้ำ โดยการเคลื่อนย้ายไปสะสมในดินตะกอน แต่ก็สามารถออกมาสู่แหล่งน้ำได้ อีกเมื่อความเค็มของน้ำเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดการคาย (desorption)

3.5 แคดเมียมในพืช

ในพืชปกติทั่วไป จะมีปริมาณแคดเมียมในมวลแห้งน้อยกว่า 1 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สุกมาศ, 2545) ซึ่งปริมาณแคดเมียมในพืชทั่วไปมีค่าต่ำ จะมีค่าสูงในพืชบางชนิด เมื่อเกิดการปนเปื้อนแคดเมียมจะสะสมในรากมากที่สุด โดยสะสมในใบรองลงมา และมีการเคลื่อนย้ายสู่เมล็ดได้น้อย เมื่อเปรียบเทียบระหว่างพืชผัก คือ ผักคะน้า ผักกาดขาว และผักกวางตุ้งแล้วผักกาดขาว

สะสมแคดเมียมไว้ในดินมากที่สุด ส่วนกว้างตั่งสะสมไว้นานมากที่สุด (บุปผา, 2527) ถ้าปริมาณแคดเมียมในส่วนเนื้อดินของพืชอยู่ในช่วง 5-700 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยน้ำหนักแห้งแล้วจะก่อให้เกิดความเป็นพิษต่อพืช (Chaney, 1982) และไปมีผลต่อกระบวนการเมตาบอลิซึมของพืช ขยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสง กระบวนการคายน้ำของพืช ลดปริมาณคลอโรฟิลล์ ทำให้โครงสร้างของคลอโรพลาสต์ผิดปกติ (Peligard, 1986) ปริมาณแคดเมียมที่พบในพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับชนิดของพืช ส่วนของพืชถึงแม้จะมีแคดเมียมในพืชสูงมากพืชก็จะปราศจากอาการเป็นพิษจากแคดเมียม ซึ่งนับเป็นอันตรายอย่างมาก เพราะพืชเป็นอาหารด่านแรกในห่วงโซ่อาหารของคนและสัตว์ที่กินพืช ซึ่งจากการศึกษาปริมาณแคดเมียมในผักบั้งจีน พบว่าแคดเมียมถูกสะสมไว้ในรากของผักบั้งเป็นส่วนใหญ่ แต่การเจริญเติบโตของใบและลำต้นถูกยับยั้งเนื่องจากพิษของแคดเมียมรุนแรงกว่าส่วนรากทั้ง ๆ ที่สะสมได้น้อยกว่าส่วนราก แสดงว่า ใบและลำต้นไวต่อพิษของแคดเมียมมากกว่าราก (วิไลภรณ์, 2523) ทั้งนี้ อาการเป็นพิษที่จะแสดงในพืชมากน้อยต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของพืช

3.6 ความเป็นพิษต่อพืช

แคดเมียมก่อให้เกิดความเป็นพิษทั้งในพืชและสัตว์ ในพืชซึ่งได้รับแคดเมียมในปริมาณสูงจะมีผลรบกวนกลไกต่าง ๆ ของเซลล์ และเป็นเหตุให้เกิดอาการคลอโรซิสขึ้น ปัญหาการสะสมของแคดเมียมในพืชอาจมีผลต่อมนุษย์ ซึ่งเป็นผู้บริโภคได้ ในภาคตะกอนจากการบำบัดน้ำเสีย อาจพบแคดเมียมในช่วง 10-150 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ของภาคตะกอนแห้ง และภาคตะกอนจากบางแหล่ง เช่น ภาคตะกอนจากการบำบัดน้ำเสียชุมชนได้ถูกนำมาใช้กันมากในพื้นที่เกษตรกรรม ปริมาณปกติของแคดเมียมในพืชอยู่ในช่วง 0.10-1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ความเป็นพิษในมนุษย์จะเกิดขึ้นจากการบริโภคพืช ซึ่งมีปริมาณแคดเมียมสูงเกิน 3 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ติดต่อกันเป็นประจำ

3.7 ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

แคดเมียมเป็นโลหะที่ใช้ในอุตสาหกรรมหลายชนิด เช่น ใช้ในการผลิตพลาสติกใช้เป็นขั้วแบตเตอรี่ ใช้ฉาบโลหะ เคลือบกระป๋องบรรจุเบียร์ หรืออาหาร ซึ่งถ้ามีฤทธิ์เป็นกรดก็สามารถละลายแคดเมียมออกได้ ใช้ทำสีทาบ้าน สีผสมแก้ว ทำหลอดไฟ ผลิตภัณฑ์แม่เหล็ก ทำอาวุธสงครามพาวเวอร์เบตวัน ใช้เป็นตัวดูดซับนิวตรอนในงานทางนิวเคลียร์ ทางวงการแคดเมียมมี

โอกาสปนเปื้อนในสภาวะแวดล้อมได้สูง โดยเฉพาะแหล่งน้ำปลาและหอยบางชนิด เช่น หอยแครง หอยนางรม และหอยแมลงภู่ มีแคดเมียมสูงตั้งแต่ 100-1,000 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม (ppb)

ความเป็นพิษของแคดเมียมได้เคยปรากฏขึ้นในญี่ปุ่นซึ่งเป็นที่ทราบกันดี คือ ทำให้เกิดโรคอิไต-อิไต (itai-itai disease) มีอาการกระดูกเปราะ ไตพิการ ความดันโลหิตสูง และทำให้มีผู้เสียชีวิตถึง 280 คน เนื่องจากการบริโภคข้าวและพืชซึ่งได้รับแคดเมียมจากการปล่อยน้ำเสียของโรงงานถลุงแร่เหล็ก โรงงานผลิตทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ลงสู่ไร่นาที่ปลูกข้าว และสวนพืชผักต่าง ๆ ซึ่งทำให้เกิดการสะสมแคดเมียมในข้าวและน้ำมันถั่วเหลืองถึง 0.4-3.36 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

แคดเมียมเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งผ่านระบบหายใจและทางผิวหนัง การได้รับโดยผ่านระบบทางเดินอาหารแคดเมียมจะถูกดูดซึมได้ประมาณร้อยละ 8 ในรูป Cd^{2+} เมื่อเข้าสู่กระแสโลหิต Cd^{2+} ส่วนมาก (ร้อยละ 84) จะถูกนำไปสะสมที่ไต ตับ และกระดูก ตลอดจนเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำให้มีการบวม (hypertrophy) ของไตและหัวใจ เข้าใจว่าแคดเมียมคงไปรวมกับหมู่ซัลไฮดริล (-SH) ในโปรตีนของเซลล์ต่าง ๆ เช่น ในหน่วยกรองและหลอดเลือด จึงทำให้หน้าที่ของไตเสีย และแคดเมียมทำให้ความดันโลหิตสูงขึ้นทันที แต่แคดเมียมไม่เป็นสารก่อการกลายพันธุ์หรือสารก่อมะเร็งแต่อย่างใด (อรรถนพ, 2535)

4. สังกะสี (Zinc, Zn)

4.1 ลักษณะและสมบัติของสังกะสี

สังกะสีเป็นโลหะที่อยู่ในหมู่ 2B ในตารางธาตุ มีน้ำหนักอะตอม 65.37 เลขอะตอม 30 ความถ่วงจำเพาะ 7.14 จุดหลอมเหลวและจุดเดือด 419.5 และ 906 องศาเซลเซียส ตามลำดับ สังกะสีมีคุณสมบัติทนต่อการผุกร่อนได้ดี ดังนั้น จึงมีการนำเอาสังกะสีมาฉาบผิวเหล็ก เพื่อช่วยให้เหล็กคงทนต่อการทำปฏิกิริยากับความชื้นในอากาศ สังกะสีมีเลขออกซิเดชันเพียงค่าเดียว คือ +2 (วิกิตำนา, 2541)

4.2 แหล่งกำเนิด

ในธรรมชาติจะพบสังกะสีได้ทั่วไป ในเปลือกโลก และหิน สินแร่ที่ให้สังกะสีได้แก่ Sphallerite (ZnS) และ Marmatite (Fe_2Zn_3) นอกจากนี้ยังพบว่ามีปะปนอยู่ใน Cadmium Sulfide (CdS) ด้วย ในธรรมชาติพบในรูปแร่ หรือสารประกอบ สามารถรวมตัวกับสารอินทรีย์ ดังนั้น บริเวณที่มีสารอินทรีย์จะพบสังกะสีอยู่ด้วย (Hawley, 1977) การสลายตัวของแร่สังกะสีทำให้ได้สังกะสีในรูป Zn^{2+} ซึ่งเคลื่อนย้ายได้ดีในสภาพแวดล้อมที่เป็นกรด แต่เมื่ออยู่ในดินก็จะถูกดูดซับโดยแร่และสารอินทรีย์ จึงพบการสะสมของสังกะสีได้ในผิวดินชั้นบน รูปของสังกะสีที่พบได้มากที่สุดในดิน คือ รูป Zn^{2+} (วิกัณดา, 2541)

4.3 การนำมาใช้ประโยชน์

สังกะสีเป็นธาตุที่จำเป็นต่อร่างกาย แต่ในปริมาณน้อยมาก มีความสำคัญต่อกระบวนการเมแทบอลิซึมของร่างกาย เป็นองค์ประกอบของเอนไซม์หลายชนิด ในพลาสมาของคนปกติจะมีสังกะสีอยู่ระหว่าง 70-114 ไมโครกรัมต่อ 100 มิลลิลิตร (Berman, 1980)

4.4 การแพร่กระจายสู่สิ่งแวดล้อม

สังกะสีสามารถแพร่กระจายออกสู่สิ่งแวดล้อมทางน้ำได้มาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากน้ำทิ้งของโรงงานถลุงแร่สังกะสี จากการใช้ยาปราบศัตรูพืชทางการเกษตร เป็นต้น (วิกัณดา, 2541) จากการรายงานของนันทนา (2528) พบปริมาณโลหะหนักในสัตว์น้ำบริเวณปากแม่น้ำและอ่าวไทย มีปริมาณสังกะสีในสัตว์น้ำ คือ ปลา กุ้ง หอยแมลงภู่ ในบริเวณอ่าวไทย ตอนบนมีค่า 9.7 12 16 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

4.5 สังกะสีในพืช

Pepper *et al.* (1983) ได้รายงานว่า ค่าความเข้มข้นของแคลเซียมและสังกะสีในข้าวโพดจะมีปริมาณลดหลั่นกันลงไปดังนี้ ใบ ต้น ช่ข้าวโพด ฝัก โดยพืชแต่ละชนิดแสดงอาการเป็นพิษต่อสังกะสีในระดับแตกต่างกัน โดยทั่วไปจะถือว่าสังกะสีที่สกัดได้โดยกรดแอสซิติคในปริมาณเกิน 60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เป็นระดับที่เริ่มเป็นพิษ ซึ่งดินในเขตเมืองอาจมีค่าสูงกว่านี้ได้

มากอันหมายความว่า พืชที่ปลูกในเมืองใหญ่เป็นพืชจากสังกะสีจนเป็นเรื่องปกติธรรมดา แต่พืชหลายชนิดอาจจะยังไม่แสดงอาการเป็นพิษจนสังกะสีมีปริมาณถึง 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พืชที่ไวต่อพิษของสังกะสีเรียงจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ โคลเวอร์ ผักกาดหอม หัวไชเท้า และโอ๊ค (อาจใช้เป็นตัวแทนของ ถั่ว ผัก พืชหัว และธัญพืชได้) (ศุภมาส, 2545) ซึ่งยังยุทธ (2546) ได้กล่าวว่า พืชที่ไม่ทนต่อสังกะสีหากได้รับธาตุนี้มากจะเป็นพิษ และอาการแรกที่เด่นชัด คือ รากหยุดการยืดตัว นอกจากนั้นใบอ่อนจะเหลืองซีด ซึ่งเป็นอาการขาดเหล็กในสภาวะที่มีสังกะสีมากเกินไป ทั้งนี้เพราะทั้งสองธาตุมีขนาดของไฮเดรตไอออนใกล้เคียงกันจึงเป็นปฏิปักษ์ต่อกันในการดูดที่ราก และรากพืชดูดเหล็กมาได้น้อยลง

4.6 ความเป็นพิษต่อพืช

ความเป็นพิษต่อพืชของสังกะสี พบในพืชที่ปลูกบนดินที่มีแร่สังกะสีอยู่มาก แต่อย่างไรก็ตาม พืชบางชนิดมีความทนทานและสามารถเจริญเติบโตได้ บางครั้งพบปริมาณสังกะสีตั้งแต่ 600-7,800 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักแห้ง ที่มีความทนทานสูง ความสามารถในการทนทานต่อความเป็นพิษของสังกะสีจะสูญเสียคลอโรฟิลล์ถึงร้อยละ 50 แม้ว่าจะไม่ปรากฏอาการเป็นพิษ สังกะสีในปริมาณสูงจะลดการดูดดึงของฟอสฟอรัสและเหล็ก ความเป็นพิษของสังกะสีมีผลลดการเจริญของรากและการขยายตัวของใบ ตามด้วยอาการคลอโรซิส

4.7 ความเป็นพิษต่อสัตว์และมนุษย์

สังกะสีดูดซึมได้ดีในลำไส้เล็ก ถ้าได้รับสังกะสีในปริมาณสูงร่างกายจะกระตุ้นเยื่อเมือก (mucosal epithelium) ให้สังเคราะห์สารเมทาโลโธโอนิน (metallothionein) ซึ่งเป็นโปรตีนที่มีส่วนประกอบของซิสเทอีน (cysteine) อยู่มากเข้าจับกับสังกะสี โดยเกาะติดอยู่ตามผนังเซลล์ของลำไส้และหลุดออกไป แต่ถ้าได้รับสังกะสีในปริมาณสูงมาก ๆ ก็จะเกิดความเป็นพิษขึ้นในสัตว์ทดลองที่ให้อาหารที่มีปริมาณสังกะสีสูง พบว่า มีความผิดปกติเกิดในระบบโลหิตและโลหิตจาง สำหรับในมนุษย์อวัยวะที่มีสังกะสีอยู่มาก ได้แก่ ตับ ไต ตับอ่อน กล้ามเนื้อ และระบบสืบพันธุ์เพศชาย ในเลือดพบในเซลล์เม็ดเลือดแดง การได้รับเกลือสังกะสีที่ละลายน้ำได้ดี โดยการกินในปริมาณมากจะทำให้มีอาการคลื่นไส้ อาเจียน ร่างกายขาดน้ำ ปวดท้องรุนแรง ท้องเดิน ถ้าได้รับเกิน 45 กรัม จะยังเกิดพิษรุนแรง ทำให้ไม่รู้สึกรู้สีกตัว ถ่ายเป็นเลือด ปัสสาวะน้อย น้ำตาลใน

เลือดต่ำ และเสียชีวิต การได้รับโดยการสูดดมในรูปไอสังกะสี หรือผงสังกะสี (zinc oxide) จะเกิดอาการปอดบวม มีไข้หนาวสั่น หายใจขัด ปวดเมื่อยกล้ามเนื้อ (อรณพ, 2535)

พรรณไม้น้ำที่ทำการศึกษากาการปนเปื้อนของโลหะหนัก

พืชน้ำตามธรรมชาติประเภทเส้นใยทั้งประเภทที่ลอยผิวน้ำ อยู่บริเวณใกล้พื้นน้ำ และประเภทที่มีรากติดกับดินน้ำและพืชน้ำชนิดอื่น ๆ พืชประเภทดังกล่าว มีความสามารถในการดูดซับสารอาหารในน้ำเสีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งสารประกอบประเภทโลหะหนักและธาตุที่เจือปนในน้ำเสีย ซึ่งอยู่ในลักษณะความเข้มข้นต่ำ จากการศึกษาวิจัยของนักวิจัยที่ผ่านมา จะเห็นได้ว่าส่วนใหญ่จะใช้ผักตบชวาในการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำ ซึ่งพืชอื่น ๆ ยังมีผู้ศึกษาวิจัยกันน้อยมาก ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงเลือกเอาผักบุ้งไทย และผักกระเฉดมาศึกษาวิจัย เนื่องจากว่าผักบุ้งไทยและผักกระเฉดเป็นพืชเศรษฐกิจ และเป็นพืชที่ได้สำรวจมาแล้วว่ามีการเพาะปลูกกันมากในแถบพื้นที่แม่น้ำท่าจีนเกือบตลอดทั้งลำน้ำ โดยเริ่มทำการปลูกหนาแน่นตั้งแต่บริเวณ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม จนถึง อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

การสะสมของโลหะหนักในพืชน้ำจะสะสมด้วยการดูดซับจากน้ำโดยตรง ซึ่งพืชน้ำจะไม่สามารถควบคุมปริมาณโลหะหนักในตัวเองได้ และปริมาณการสะสมจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของโลหะหนักที่ละลาย หรือแขวนลอยอยู่ในน้ำเป็นสำคัญ รวมถึงอายุพืชน้ำเหล่านั้นด้วย ทั้งนี้พืชน้ำต่างชนิดกันก็จะมี การสะสมปริมาณโลหะหนักได้ไม่เท่ากัน (Bryan, 1969)

1. ผักบุ้งไทย

ผักบุ้งไทยเป็นพืชวงศ์ Convolvulaceae มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ipomoea aquatica* Forsk var. *aquatica* มีชื่อสามัญหลายชื่อ เช่น Water morning glory Water spinach Water convolulus และ Swamp cabbage ผักบุ้งมีถิ่นกำเนิดแถบเอเชียเขตร้อน และแอฟริกาเขตร้อน เป็นพืชหนึ่งฤดูเก็บเกี่ยว หรือสองฤดูเก็บเกี่ยวขึ้นไป มีความเป็นอยู่แบบพืชน้ำ หรือกึ่งน้ำ (Herklots, 1972) เลื้อยไปตามพื้นดิน หรือลอยตัวบนผิวน้ำตามแต่วิธีการปลูก ผักบุ้งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยเฉพาะวิตามินเอ ซึ่งมีมากช่วยในการบำรุงสายตา นอกจากนี้ยังมีแร่ธาตุอื่น ๆ ซึ่ง Knott and Deamon (1967) ได้รายงานไว้ดังนี้

คุณค่าทางอาหารของผักนึ่งในปริมาณ 100 กรัม

ความชื้น	89.7	เปอร์เซ็นต์
พลังงาน	30.0	แคลอรี
โปรตีน	3.9	กรัม
ไขมัน	0.6	กรัม
คาร์โบไฮเดรต	4.4	กรัม
เส้นใย	1.4	กรัม
แคลเซียม	71.0	มิลลิกรัม
ฟอสฟอรัส	67.0	มิลลิกรัม
เหล็ก	3.2	มิลลิกรัม
โซเดียม	49.0	มิลลิกรัม
โพแทสเซียม	458.0	มิลลิกรัม
วิตามินเอ	4,825.0	มิลลิกรัม
ไทอามีน	0.09	มิลลิกรัม
ไรโบฟลาวิน	0.24	มิลลิกรัม
ไนอาซิน	1.3	มิลลิกรัม
กรดแอสคอร์บิก	49.0	มิลลิกรัม

1.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก (root) ผักนึ่งเป็นพืชที่มีระบบรากแก้ว มีรากแขนงแตกออกมาจากด้านข้างของรากแก้ว ส่วนรากฝอยแตกออกมาจากข้อด้านข้างบริเวณที่มีอายุมากเพื่อช่วยในการหาอาหาร

ลำต้น (stem) มีข้อและปล้องเห็นได้ชัด บริเวณข้อจะมีตาอยู่ 2 ชนิด คือ ตาใบและตาดอก ตาใบอยู่ด้านนอกและตาดอกอยู่ด้านใน (นนท์, 2505) รากจะเกิดขึ้นบริเวณข้อที่สัมผัสพื้นดินและพื้นน้ำ ลำต้นมีตั้งแต่สีเขียวอมเหลืองจนถึงสีส้มอมเทา (เรวัตต์, 2522) ลำต้นมียางสีขาว ในระยะแรกของการเจริญเติบโตลำต้นจะตั้งขึ้นก่อนและเลื้อยทอดยอดไปตามพื้นดิน หรือพื้นน้ำในระยะต่อไป (Knott and Deamon, 1967)

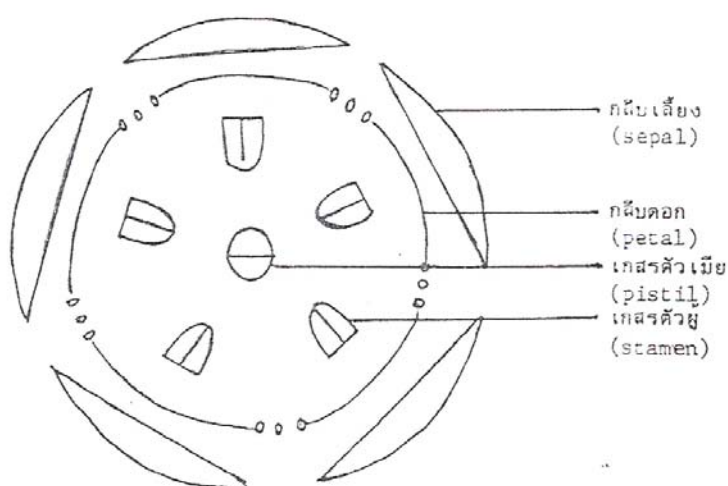
ใบ (leaf) ลักษณะเป็นใบเดี่ยว ขอบใบเรียบ หรือเป็นคลื่น รูปร่างใบมีหลายลักษณะ เช่น รูปหอก (lanceolate) รูปหัวใจ (cordate) รูปคล้ายสี่เหลี่ยมผืนผ้า (oblong) รูปสามเหลี่ยม (deltoid)

รูปกลม (orbicular) (ดัชนี, 2530) โครงสร้างของใบประกอบด้วนแผ่นใบและก้านใบไม่มีหูใบ การจัดเรียงของใบและตำแหน่งที่ตั้งของใบเป็นแบบสลับ (alternate) ข้อหนึ่งมีใบเพียงใบเดียว ขนาดของใบใกล้เคียงกัน (นนท์, 2505)

ดอก (flower) ลักษณะเป็นช่อดอกแบบ Simple dichasium ดอกแต่ละดอกเป็นแบบดอกสมบูรณ์เพศ มีกลีบเลี้ยง (sepal) สีเขียว 5 กลีบแยกจากกัน กลีบดอก (petal) เชื่อมติดเป็นกรวยสีขาวถึงสีม่วงอ่อน (เรวัตต์, 2522) การจัดเรียงตัวของกลีบดอก ขณะยังตูมจะบิดเวียนไปทางเดียวกัน (นนท์, 2505) นอกจากกลีบเลี้ยงและกลีบดอกแล้วภายในดอกยังประกอบด้วย

เกสรตัวผู้ (stamen) มี 5 อัน 3 อันสั้น 2 อันยาว เรียงตัวอยู่ในวงเดียวกัน เกสรตัวผู้ประกอบด้วยอับเรณู (anther) และก้านเกสรตัวผู้ (filament) โดยก้านเกสรตัวผู้ติดอยู่ที่ฐานของเรณูแบบอินเนต (innate)

เกสรตัวเมีย (pistil) เป็นแบบธรรมดา มีก้านชูเกสรไม่แตกแขนง ยอดเกสรตัวเมีย (stigma) รวมกันแน่นคล้ายตะบอง รั้งไข่ (ovary) อยู่ติดกับฐานรองดอก (receptacle) ในระดับที่เหนือกว่าการติดของกลีบดอกและเกสรตัวผู้ สำหรับการติดของ ovule เป็นแบบที่แกนกลางมี 4 ช่อง ในหนึ่งช่องมีหนึ่งเมล็ดถึงหลายเมล็ด (นนท์, 2505)



ภาพที่ 1 โครงสร้างดอกผักนึ่ง

ที่มา: เรวัตต์ (2522)

ผล เป็นผลเดี่ยวไม่แตกเมื่อแห้ง ขนาดของผลใกล้เคียงกัน ผลแก่มีสีน้ำตาล หรือสีน้ำตาลแก่ (ดัชนี, 2530)

เมล็ด มีรูปร่างสามเหลี่ยมฐานมน โดยทั่วไปฝักนึ่งมีจำนวนเมล็ด 4 เมล็ดต่อผลแต่อาจพบ 3 เมล็ดต่อผลก็ได้ (เมืองทอง และสุริรัตน์, 2525)

1.3 วิธีการปลูกผักนึ่งไทยโดยใช้ท่อนพันธุ์

ใช้ท่อนพันธุ์ที่มีความยาวประมาณ 40-50 เซนติเมตร เป็นท่อนพันธุ์ ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์ดังกล่าวลอยน้ำ หรือติดกับขอบตลิ่ง มีไม้ไผ่มาล้อม หรือปักเป็นหลักผูกท่อนพันธุ์ให้เป็นแพผักนึ่ง เพื่อไม่ให้กระจัดกระจายตามน้ำไป รอให้ท่อนพันธุ์แตกยอดใหม่ภายในระยะเวลา 15-20 วัน ก็สามารถเก็บได้อีก แต่ต้องมีการบำรุงรักษาที่ดีโดยการใส่ปุ๋ยและฉีดยาป้องกันโรคและแมลงให้ทั่วแพผักนึ่ง วิธีนี้ปลูกกันมากตามคลองทั่วไปในภาคกลาง สามารถปลูกเป็นพืชข้ามฤดูการเก็บเกี่ยว หมุนเวียนได้ตลอดปี

1.4 การเจริญเติบโตของผักนึ่งไทย

ผักนึ่งไทยเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีทั้งบนบกและในน้ำ สำหรับผักนึ่งที่ปลูกบนพื้นดินนั้นดินที่เหมาะสมในการปลูก คือ ดินร่วนเหนียว และดินเหนียวที่มีอินทรีย์วัตถุสูง ยิ่งถ้ามีน้ำมากผักนึ่งจะเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว แต่ถ้าปริมาณน้ำไม่เพียงพอการเจริญเติบโตจะหยุดชะงักลง ลำต้นจะแข็งกระด้าง เมล็ดผักนึ่งเมื่อได้รับความชื้นพอเหมาะจะงอกภายใน 48 ชม. ถ้าเป็นเมล็ดที่มีชีวิตและไม่มีสายพันธุ์อันเจือปนหลังงอกแล้ว 5-7 วัน จะเห็นใบเลี้ยงของผักนึ่งมีลักษณะ 2 แฉกที่ปลาย การเจริญเติบโตจะรวดเร็วมากใน 2 สัปดาห์แรก ลำต้นจะตั้งตรง เมื่ออายุ 40-50 วัน จะเปลี่ยนการเจริญเติบโตออกไปทางยอดเลื้อยไปในแนวราบอย่างรวดเร็ว จากการสอบถามผู้ปลูกผักนึ่งที่บริเวณคลองซอขจรไฟมุกกะสัน ถนนเพชรบุรีตัดใหม่ พบว่า ท่อนพันธุ์ผักนึ่งที่ปลูกในน้ำในระยะแรกจะมีการเจริญเติบโตช้า จะต้องให้ท่อนพันธุ์หรือแพผักนึ่งตั้งตัวได้ในน้ำก่อนประมาณ 15 วัน หลังจากนั้นจะมีรากงอกออกมาตามข้อ ผักนึ่งจะแตกออกมาใหม่เจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว โดยเลื้อยทอดยอดออกไปเป็นลำต้นใหม่ มีปล้องและตาเหมือนยอดพันธุ์เดิมสามารถเก็บเกี่ยวได้ตลอดปี

1.5 การสะสมโลหะหนักในผักบุ้งไทย

การดูดซับโลหะหนักในผักบุ้งไทย พบว่า ผักบุ้งไทยมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักต่าง ๆ ได้ดีเรียงตามลำดับดังนี้ คือ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และ แคดเมียม ตามลำดับ (วนิดา, 2532) ซึ่งตรงกับการศึกษาของ พรพิมล (2533) คือ การศึกษาปริมาณฟอสเฟตและโลหะหนักบางชนิด คือ ตะกั่ว สังกะสี แคดเมียม ทองแดง และแมงกานีส ซึ่งปนเปื้อนอยู่ในน้ำตามคลองและสะสมในผักบุ้งไทย ซึ่งปลูกในคลองของกรุงเทพฯ จากแหล่งปลูกเพื่อการจำหน่าย 4 แห่ง คือ คลองบางบัว คลองซอยรถไฟมักกะสัน คลองหน้าหมู่บ้านเปรมประชา คลองริมถนนวิภาวดีรังสิต และคูน้ำธรรมชาติ พบว่า ผักบุ้งมีความสามารถในการดูดซับโลหะหนักต่าง ๆ ดังนี้ คือ แมงกานีส สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และ แคดเมียม ตามลำดับ

2. ผักกระเจด

ผักกระเจดเป็นพืชวงศ์ถั่ว เรียกว่า Water mimosa ชื่อทางพฤกษศาสตร์ คือ *Neptunia prostrata* (Lam) Baili. หรือ *Neptunia oleracea* Lour. (ชูศักดิ์, 2530) ผักกระเจดเป็นพืชลอยน้ำ มีการเจริญเติบโตแบบเลื้อยทอดไปตามผิวน้ำ ปลายยอดชูตั้งขึ้น ผักกระเจดเป็นพืชล้มลุกที่ขึ้นตามหนองน้ำ คลองบึง ตามธรรมชาติ โดยผักกระเจดนั้นสามารถปลูกได้ทุกภูมิภาคของประเทศซึ่งคนไทยรู้จักและนำมาบริโภคหลายชั่วอายุคนแล้ว แต่ในปัจจุบันการปลูกผักกระเจดในน้ำนั้นได้ลดจำนวนลง มีเกษตรกรหลายรายที่หันมาปลูกผักกระเจดบนดินแทน ซึ่งได้กลายมาเป็นอาชีพหลักเพิ่มมากขึ้น ทำรายได้เป็นจำนวนไม่น้อยให้แก่เกษตรกร

จากการสำรวจภาคสนามในปี พ.ศ. 2549 ผู้วิจัย พบว่า ในปัจจุบันเกษตรกรที่ปลูกผักกระเจดในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน ได้ลดขนาดผักกระเจดทิ้ง เพราะเชื่อว่าผักกระเจดที่ปลูกในน้ำนั้น มีสารก่อให้เกิดมะเร็งแฝงอยู่ การปลูกผักกระเจดในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนจึงลดจำนวนลงอย่างมาก

2.1 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

ราก (root) เป็นรากแขนงมีอยู่ตามข้อ ที่โคนรากแขนงมีปมรากอยู่ด้วย (นริศ, 2528)

ลำต้น (stem) ส่วนที่แก่แล้วจะมีสิ่งห่อหุ้มลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำ มีสีขาว เรียกว่า Aerenchymatous tissue ซึ่งหุ้มอยู่ตามปล้องช่วยพยุงให้ลำต้นลอยอยู่บนผิวน้ำ

ใบ (leaf) เป็นใบประกอบแบบขนนกสองชั้น ใบย่อยขนาดเล็ก และมีความรู้สึกละเอียด

ดอก (flower) ออกเป็นช่อแบบ head ออกเดี่ยวอยู่ตามซอกใบ ดอกสีเหลืองสด ช่อดอกประกอบด้วยดอกย่อยที่มีทั้งดอกสมบูรณ์เพศ ดอกเพศผู้ และดอกที่เป็นหมัน

ผล เป็นฝักแบนขนาดเล็ก รูปร่างยาว มีเมล็ด 4-20 เมล็ด

2.2 การสะสมโลหะหนักในผักกระเฉด

การดูดซับโลหะหนักในผักกระเฉด เรียงตามลำดับได้ดังนี้ เหล็ก แมงกานีส สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง และ แคดเมียม ตามลำดับ (วนิดา, 2532)

จากการศึกษายังพบว่า ผักตบชวามีความสามารถในการสะสมโลหะหนัก เช่นเดียวกัน คือ สังกะสี ตะกั่ว ทองแดง แคดเมียม เรียงตามลำดับ และพบว่าในช่วงอายุระยะแรก ผักตบชวาดูดซับสังกะสี และทองแดงได้ดี ในช่วงอายุ 5-7 สัปดาห์ ดูดซับตะกั่วได้ดี และช่วงอายุ 5-14 สัปดาห์ดูดซับแคดเมียมได้ดี (วนิดา, 2532) และจากการศึกษาของวรพันธ์ (2532) พบว่า การสะสมปริมาณโลหะหนักในผักตบชวานั้น จะสะสมในส่วนรากมากกว่าส่วนของลำต้นและใบ

ลักษณะพื้นที่ศึกษา

1. ข้อมูลทั่วไปของแม่น้ำท่าจีน

1.1 ลักษณะทางกายภาพ

แม่น้ำท่าจีน เป็นแม่น้ำสายหลักในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางของประเทศไทย ซึ่งมีตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ $13^{\circ} 30'$ เหนือ และ $100^{\circ} 17'$ ตะวันออก สูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง 0-20 เมตร (กองจัดการคุณภาพน้ำ, 2540) ต้นกำเนิดของแม่น้ำท่าจีนแยกจากฝั่งขวาของแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และออกสู่อ่าวไทยบริเวณจังหวัดสมุทรสาคร มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 325 กิโลเมตร ดังแสดงในภาพที่ 2 ซึ่งจะมีชื่อเรียกต่าง ๆ กันไป เช่น ตอนบนของแม่น้ำเรียกว่า แม่น้ำมะขามเต่า เมื่อเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี เรียกว่า แม่น้ำสุพรรณบุรี ไหลผ่านนครปฐมเรียกว่า แม่น้ำนครชัยศรี ไหลผ่านสมุทรสาคร เรียกว่า แม่น้ำท่าจีน และไหลลงสู่อ่าวไทยที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร แม่น้ำท่าจีนมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 13,681.60 ตารางกิโลเมตร หรือ 8,551,000 ไร่ คิดเป็นร้อยละ 13.89 ของลุ่มน้ำภาคกลาง มีความลาดเอียงของพื้นที่ลุ่มน้ำเปรียบเทียบกับความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลาง แบ่งได้ 2 ระยะ ตามรายงานของกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม (2535) คือ

ระยะที่ 1 จากต้นน้ำถึงบริเวณเหนือตลาดอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 194) มีความลาดเอียงสูงจากระดับ 11.6 เมตร จนเหลือ 0 เมตร

ระยะที่ 2 จากบริเวณเหนือตลาดอำเภอเมืองสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 194) ลงมาจนถึงปากแม่น้ำ มีระดับความลาดเอียงลดลงจาก 0 เมตร จนถึง 13 เมตร จากระดับน้ำทะเล

ความกว้างของแม่น้ำท่าจีนจะเพิ่มตามระยะทาง ตามหลักของการเพิ่มขึ้นของความกว้างของแม่น้ำ โดยจะมีความกว้างน้อยที่สุดบริเวณต้นน้ำ และกว้างมากขึ้นช่วงปลายแม่น้ำ ในระหว่างเส้นทางการไหลของแม่น้ำท่าจีนมีประตูน้ำกัน เพื่อกักเก็บน้ำไว้ใช้ในการชลประทาน รวมทั้งสิ้น 4 แห่งด้วยกัน คือ

- ประจวบฯ น้ำพลเทพ (กิโลเมตรที่ 318)
- ประจวบฯ น้ำท่าโบสถ์ (กิโลเมตรที่ 290)
- ประจวบฯ น้ำชลมารคพิจารณา (กิโลเมตรที่ 239)
- ประจวบฯ น้ำโพธิ์พระยา (กิโลเมตรที่ 202)

1.2 ลักษณะการไหลของแม่น้ำ

ด้วยเหตุที่แม่น้ำท่าจีนไหลลงสู่อ่าวไทย ทำให้บริเวณตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในอ่าวไทย โดยระยะทางจากปากแม่น้ำท่าจีนที่ได้รับอิทธิพลจากกระแสน้ำขึ้นน้ำลงในช่วงฤดูร้อน หรือช่วงที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำจะเข้าไปถึง 180 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ ส่วนในช่วงอัตราการไหลสูงจะอยู่ที่ 120 กิโลเมตรจากปากแม่น้ำ

การขึ้นลงของระดับน้ำในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ได้รับอิทธิพลมาจากระดับน้ำทะเล โดยในช่วงเดือนมกราคมถึงเดือนพฤษภาคมการไหลของแม่น้ำมีปริมาณต่ำ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากการหนุนของน้ำทะเลในอ่าวไทย ส่งผลให้คุณภาพน้ำในช่วงเวลาดังกล่าวมีสภาพแย่มากที่สุดในรอบปี ซึ่งมีสาเหตุมาจากการมีระยะเวลาในการเก็บกักน้ำเสียในแม่น้ำนาน อีกทั้งประกอบกับเป็นช่วงฤดูร้อนทำให้น้ำในแม่น้ำมีอุณหภูมิสูง

การเปลี่ยนแปลงของลักษณะวัฏจักรอุทกกรอบปี มีผลต่อคุณภาพน้ำในแม่น้ำในช่วงหน้าร้อน ซึ่งเป็นช่วงเวลาที่อุณหภูมิของน้ำสูงและอัตราการเกิดปฏิกิริยาทางเคมีสูงสุดนั้น เป็นช่วงที่แม่น้ำมีอัตราการไหลต่ำสุด ฉะนั้น จึงเป็นการเพิ่มค่าระยะกักตัวของสารมลพิษในแม่น้ำซึ่งก่อให้เกิดผล 2 ประการ ดังนี้คือ

- เร่งให้สารอินทรีย์เกิดปฏิกิริยาทางเคมีเพิ่มขึ้น ซึ่งรวมถึงการแตกตัวของบีโอดี และความต้องการออกซิเจนเพิ่มมากขึ้น
- ก่อให้เกิดการสะสมตัวของสาร by-products ที่เกิดจากปฏิกิริยาข้างต้น เช่น แอมโมเนียและไนเตรทเพิ่มมากขึ้น

ซึ่งผลที่เกิดขึ้นดังกล่าวนี้ ส่งผลทำให้คุณภาพน้ำในแม่น้ำในช่วงฤดูร้อนมีคุณภาพต่ำ เมื่อเทียบกับฤดูร้อนอื่น ๆ ที่มีอัตราการไหลในแม่น้ำสูงขึ้นในอัตราที่พอเพียงที่จะสามารถปรับค่าคุณภาพน้ำให้อยู่ในระดับที่ดีขึ้น

ในด้านอัตราการไหลของแม่น้ำท่าจีนจะถูกควบคุมด้วยประตูระบายน้ำพลเทพ ซึ่งรับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา โดยปริมาณการรับน้ำจะขึ้นอยู่กับฤดูกาลและการใช้น้ำ เพื่อการเพาะปลูกและกิจกรรมอื่น ๆ อีกทั้งตั้งแต่ได้ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยาลงมาในตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนมีคลองเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำแม่กลองทั้งหมด 36 คลอง ทำให้ปริมาณน้ำในแม่น้ำท่าจีนขึ้นอยู่กับการใช้น้ำจากระบบชลประทานและการเปิดปิดของประตูระบายน้ำที่กั้นคลองต่าง ๆ ไว้ด้วย นอกจากนี้แม่น้ำท่าจีนในตอนล่างยังมีโครงการชลประทานแม่กลองใหญ่จึงสามารถส่งน้ำจากแม่น้ำแม่กลองสู่แม่น้ำท่าจีนได้ จากข้อมูลอัตราการไหลของแม่น้ำท่าจีนบริเวณประตูระบายน้ำพลเทพตั้งแต่ พ.ศ. 2531-2541 จะพบว่าในช่วงระหว่างเดือนสิงหาคมและเดือนกันยายนจะมีอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือนสูงสุด ซึ่งมีค่าประมาณ 80 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ในขณะที่ในช่วงระหว่างเดือนมกราคมจะมีอัตราการไหลเฉลี่ยรายเดือนต่ำสุด ซึ่งมีค่าประมาณ 42 ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที ดังนั้น ปริมาณน้ำท่าของแม่น้ำท่าจีนตรวจวัดที่ประตูระบายน้ำพลเทพ สูงสุด 3,467 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี ต่ำสุด 1,428 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี และเฉลี่ย 2,514 ล้านลูกบาศก์เมตรต่อปี (กรมชลประทาน, 2541)

1.3 สภาพอุทกนิยมวิทยาของแม่น้ำท่าจีน

สภาพภูมิอากาศซึ่งได้รวบรวมโดยกรมอุทกนิยมวิทยาเป็นค่าเฉลี่ยรายเดือนสูงสุดต่ำสุด และเป็นค่าเฉลี่ยระยะยาว (30 ปี) ซึ่งสถานีตรวจวัดภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำ คือ ที่อำเภอ นครสวรรค์ และอำเภอเมืองสุพรรณบุรี สรุปสภาพภูมิอากาศของแม่น้ำท่าจีนได้ดังนี้

1) ฤดูกาล

ฤดูฝน จะเริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมจนถึงเดือนตุลาคม เนื่องจากได้รับอิทธิพลลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ มีลักษณะเป็นลมร้อน มีความชื้นสูง เพราะมีแหล่งกำเนิดจากมหาสมุทรอินเดีย เมื่อพัดผ่านพื้นดินจึงทำให้มีเมฆมากและเกิดฝนตก ในระยะนี้อาจจะมีพายุหมุนเขตร้อน เคลื่อนตัวเข้าสู่ประเทศไทย และมีอิทธิพลทำให้ฝนตกชุก โดยปกติจะมีฝนตกชุกมากในช่วงเดือนกันยายน

ฤดูหนาว จะเริ่มตั้งแต่ประมาณต้นเดือนพฤศจิกายนจนถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ เนื่องจากได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือ มีลักษณะเป็นลมหนาว อากาศแห้ง เนื่องจากมีแหล่งกำเนิดจากประเทศจีน ในช่วงนี้ท้องฟ้าโปร่งเป็นส่วนใหญ่ มีฝนตกน้อย และเป็นช่วงที่มีอุณหภูมิต่ำสุดของปี

ฤดูร้อน จะเริ่มตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์จนถึงกลางเดือนพฤษภาคม ในระยะนี้ โดยทั่วไปจะมีอากาศร้อน ความชื้นอากาศต่ำ ฝนตกน้อย และมีอุณหภูมิสูงสุดประมาณเดือนเมษายน

2) ภูมิอากาศ สภาพภูมิอากาศของกลุ่มน้ำท่าจีนจะร้อนมากในฤดูร้อน แต่ไม่หนาวเย็นจัดในฤดูหนาว อุณหภูมิโดยเฉลี่ยตลอดทั้งปีประมาณ 28.2 องศาเซลเซียส มีความชื้นสัมพัทธ์บริเวณแม่น้ำมีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่างร้อยละ 70-72 มีการระเหยของน้ำเฉลี่ยทั้งปีอยู่ระหว่าง 1,861.7-2,076.0 มิลลิเมตร และจะระเหยมากที่สุดในช่วงเดือนมีนาคมถึงเมษายน (พิศมัย, 2544)

3) ปริมาณน้ำฝนในแม่น้ำท่าจีน ปริมาณน้ำฝนของแม่น้ำท่าจีนเฉลี่ยทั้งปี 1,360.7 มิลลิเมตรต่อปี (กรมชลประทาน, 2541)

1.4 แหล่งกำเนิดมลพิษ

กลุ่มน้ำท่าจีนตั้งแต่อยู่ในเขตภาคกลางทางตะวันออกติดต่อกับกลุ่มน้ำเจ้าพระยาทางตะวันตกตอนล่าง เป็นพื้นที่ราบลุ่มติดต่อกับกลุ่มน้ำแม่กลอง ส่วนพื้นที่ทางตะวันตกตอนบนและทางตอนบนของพื้นที่กลุ่มน้ำ มีสภาพพื้นที่เป็นเชิงเขาอยู่ในพื้นที่จังหวัดอุทัยธานี

กลุ่มน้ำท่าจีนมีแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำสายหลักมีพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 12,816 ตารางกิโลเมตร หรือ 8.01 ล้านไร่ ครอบคลุมพื้นที่ 11 จังหวัด ได้แก่ สมุทรสาคร นครปฐม สุพรรณบุรี ราชบุรี กาญจนบุรี อุทัยธานี พระนครศรีอยุธยา กรุงเทพมหานคร อ่างทอง ชัยนาท และสมุทรสงคราม สภาพพื้นที่ลุ่มแม่น้ำท่าจีนในช่วงตั้งแต่บริเวณตอนเหนือของจังหวัดสุพรรณบุรีขึ้นไปและพื้นที่ทางด้านตะวันตกจะเป็นเทือกเขา ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของทิวเขาถนนธงชัย จากเทือกเขา

ในด้านการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำท่าจีน พบว่าส่วนใหญ่มีการใช้ประโยชน์เพื่อการเกษตรกรรม โดยเฉพาะบริเวณลุ่มน้ำท่าจีนตอนบนและตอนกลาง โดยคิดเป็นร้อยละ 75 ของพื้นที่ลุ่มน้ำทั้งหมด ส่วนพื้นที่อื่น ๆ ได้แก่ พื้นที่ชุมชนและอุตสาหกรรม จะกระจายอยู่ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

จากสภาพทั่วไปของพื้นที่ลุ่มน้ำ ทำให้สามารถแยกแหล่งกำเนิดมลพิษที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ ในพื้นที่ลุ่มน้ำแบ่งเป็น 3 แหล่งใหญ่ ๆ ดังนี้

1) ชุมชน

แหล่งกำเนิดมลพิษจากชุมชนเป็นแหล่งที่ก่อให้เกิดของเสีย อันเนื่องมาจากกิจกรรมในการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์ โดยลักษณะน้ำเสียที่ปล่อยออกมาส่วนใหญ่จะเป็นพวกสารอินทรีย์และสารเคมีที่ใช้ในครัวเรือน สำหรับลุ่มน้ำท่าจีน พบว่า มลพิษจากชุมชนที่ส่งผลกระทบต่อพื้นที่ลุ่มน้ำนั้น มีแหล่งกำเนิดที่สำคัญ ได้แก่ แหล่งกำเนิดมลพิษประเภทครัวเรือน บ้านจัดสรร หอพัก และเรือนจำ

แหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทชุมชนกระจายอยู่ทั่วไปในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยมีปริมาณมากในบริเวณตอนกลางและตอนล่างของลุ่มน้ำ ในลุ่มน้ำท่าจีนตอนบนที่มีประชากรอาศัยอยู่มากที่สุด คือ จังหวัดชัยนาท จัดเป็นพื้นที่ในลุ่มน้ำที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียที่มีปริมาณความสกปรกในรูปของบีโอดีสูงที่สุดรองลงมา คือ จังหวัดอุทัยธานี สำหรับลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางจังหวัดที่มีปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีสูงที่สุด คือ จังหวัดสุพรรณบุรี รองลงมา คือ จังหวัดกาญจนบุรี นครปฐม อ่างทอง และพระนครศรีอยุธยา ตามลำดับ ส่วนลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่างจังหวัดที่มีปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีสูงที่สุด คือ จังหวัดสมุทรสาคร รองลงมาคือ จังหวัดนครปฐม กรุงเทพฯ ราชบุรี และสมุทรสงคราม ตามลำดับ

ตารางที่ 4 จำนวนประชากรในชุมชนในกลุ่มน้ำทำจีน พ.ศ. 2542

จังหวัด	รายชื่อชุมชน	จำนวนประชากร (คน)
<u>ลุ่มน้ำทำจีนตอนกลาง</u>		
1. สุพรรณบุรี		
อำเภอเมืองสุพรรณบุรี	ทม.สุพรรณบุรี ²	27,507
	ทต. โพธิ์พระยา	3,117
	ทต.สวนแตง	6,840
	ทต.ท่าเสด็จ	13,917
	นอกเขตเทศบาล	108,782
อำเภอสองพี่น้อง	ทต.สองพี่น้อง ²	14,170
	ทต.ทุ่งคอก	5,255
	นอกเขตเทศบาล	116,693
อำเภอบางปลาม้า	ทต.โคกคราม	1,697
	ทต.บางปลาม้า	2,016
	ทต.บ้านแหลม	1,551
	ทต.ไผ่ทองดิน	2,008
	นอกเขตเทศบาล	79,183
รวม		382,736
2. นครปฐม		
อำเภอบางเลน	ทต.บางหลวง	8,395
	ทต.บางเลน	8,395
	ทต.รางกระทุ่ม	3,544
	ทต.ลำพญา	2,001
	นอกเขตเทศบาล	71,452
รวม		93,787

ตารางที่ 4 (ต่อ)

จังหวัด	รายชื่อชุมชน	จำนวนประชากร (คน)
<u>ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง</u>		
1. นครปฐม		
อำเภอสามพราน	ทม.สามพราน	15,616
	ทต.อ้อมใหญ่	108,539
	นอกเขตเทศบาล	8,850
อำเภอนครชัยศรี	ทม.นครชัยศรี	1,998
	ทต.ห้วยพลู	90,988
	นอกเขตเทศบาล	14,479
รวม		240,470
2. สมุทรสาคร		
อำเภอเมืองสมุทรสาคร	ทม.สมุทรสาคร	60,763
	ทต.บางปลา	3,529
อำเภอบ้านแพ้ว	นอกเขตเทศบาล	145,045
	ทต.บ้านแพ้ว	2,495
	ทต.หลักห้า	38,186
	ทต.เกษตรพัฒนา	2,653
	นอกเขตเทศบาล	45,597
อำเภอกระทุ่มแบน	ทม.กระทุ่มแบน	24,664
	ทต.อ้อมน้อย	35,258
	นอกเขตเทศบาล	66,889
รวม		452,079

หมายเหตุ: 1. ทต.หมายถึง เทศบาลตำบล ทม. หมายถึง เทศบาลเมือง

2. เป็นชุมชนที่มีระบบบำบัดน้ำเสีย

ที่มา: ปิยพร (2547)

2) โรงงานอุตสาหกรรม

แหล่งกำเนิดมลพิษจากโรงงานอุตสาหกรรม ได้แก่ น้ำเสียจากโรงงานและนิคมอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่อยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งน้ำเสียที่เกิดขึ้นมักจะมีปริมาณและคุณลักษณะแตกต่างกันไปตามประเภท ขนาด และที่ตั้งของโรงงาน ทำให้โรงงานอุตสาหกรรมนั้นเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่สำคัญต่อลุ่มน้ำทำกินเป็นอย่างมาก ส่งผลให้ยากต่อการป้องกันและควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ

ในลุ่มน้ำทำกินมีแหล่งกำเนิดน้ำเสียประเภทโรงงานอุตสาหกรรมและนิคมอุตสาหกรรมอยู่ในบริเวณตอนล่างของพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยเฉพาะจังหวัดพระนครศรีอยุธยา สมุทรสาคร และนครปฐม จากฐานข้อมูลโรงงานอุตสาหกรรมในปี พ.ศ. 2542 พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมในลุ่มน้ำทำกินที่ก่อให้เกิดสารมลพิษทางน้ำในรูปบีโอดีมีจำนวนทั้งสิ้น 1,773 แห่ง

ส่วนการประเมินปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีที่เกิดจากน้ำเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม พบว่า ในปี พ.ศ. 2542 บริเวณลุ่มน้ำทำกินตอนบน จังหวัดที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่มีปริมาณความสกปรกสูงสุด คือ จังหวัดชัยนาท รองลงมา คือ จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนจังหวัดอุทัยธานีจัดเป็นแหล่งกำเนิดน้ำทิ้งที่มีความสกปรกต่ำที่สุด สำหรับบริเวณลุ่มน้ำทำกินตอนกลาง จังหวัดที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่มีปริมาณความสกปรกสูงที่สุด คือ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา รองลงมา คือ จังหวัดสุพรรณบุรีและกาญจนบุรี ส่วนจังหวัดที่ก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่มีปริมาณความสกปรกสูงที่สุด บริเวณลุ่มน้ำทำกินตอนล่าง คือ จังหวัดสมุทรสาคร รองลงมาคือ จังหวัดนครปฐมและกรุงเทพฯ

3) การเกษตรกรรม

แหล่งกำเนิดมลพิษจากการเกษตรกรรม ได้แก่ พื้นที่การเกษตรและการปศุสัตว์ที่ตั้งอยู่ในพื้นที่ลุ่มน้ำ โดยมลพิษที่ส่งผลต่อลุ่มน้ำนั้นเกิดจากธาตุอาหารที่มีอยู่ในปุ๋ยเคมี เช่น ไนโตรเจน ฟอสเฟต และสารพิษจากยาปราบศัตรูพืช เป็นต้น โดยมลพิษเหล่านี้จะถูกชะล้างโดยน้ำฝนและไหลลงสู่แหล่งน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำ อีกทั้งจากการดำเนินกิจการปศุสัตว์ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเป็นฟาร์มใหญ่ ทำให้เกิดมลพิษในปริมาณที่มากและรุนแรงขึ้นด้วย

ตารางที่ 5 ปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดีของน้ำทิ้งจากภาคอุตสาหกรรมในกลุ่มน้ำทำเงิน

จังหวัด	อำเภอ	ปริมาณบีโอดีจากโรงงาน อุตสาหกรรม (กก. บีโอดี/วัน)
<u>ทำเงินตอนกลาง</u>		
1. สุพรรณบุรี	เมือง	519.31
	บางปลาม้า	2.24
	สองพี่น้อง	84.47
2. กาญจนบุรี	ท่ามะกา	420.57
	พนมทวน	75.33
3. นครปฐม	บางเลน	684.20
รวมปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี		1,786.12
<u>ทำเงินตอนล่าง</u>		
1. นครปฐม	สามพราน	6,843.54
	นครชัยศรี	5,758.73
2. สมุทรสาคร	เมือง	6,758.62
	บ้านแพ้ว	215.45
	กระทุ่มแบน	8,733.30
รวมปริมาณความสกปรกในรูปบีโอดี		28,336.64

ที่มา: ปิยพร (2547)

พื้นที่เกษตรกรรมในกลุ่มน้ำทำเงินส่วนใหญ่เป็นนาข้าว โดยอยู่บริเวณตอนกลางและตอนบนของกลุ่มน้ำ ส่วนบริเวณกลุ่มน้ำทำเงินตอนล่างพื้นที่เกษตรกรรมส่วนใหญ่เป็นฟาร์มปศุสัตว์และบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ รวมทั้งสวนพืชผักผลไม้ ทั้งนี้จังหวัดนครปฐมจัดเป็นจังหวัดที่เป็นแหล่งกำเนิดน้ำเสียจากภาคเกษตรกรรมที่มีความสกปรกสูงที่สุด รองลงมาคือ จังหวัดราชบุรี และจังหวัดสุพรรณบุรี ตามลำดับ

ตารางที่ 6 พื้นที่เกษตรกรรม จำนวนสัตว์ที่เพาะเลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

จังหวัด/อำเภอ	แหล่งกำเนิด ประเภท พื้นที่ การเกษตร	แหล่งกำเนิดประเภทฟาร์ม				
	พื้นที่ การเกษตร (ไร่)	โค-กระบือ	สุกร	เป็ด-ไก่	บ่อปลา	กุ้ง
		จำนวน (ตัว)	จำนวน (ตัว)	จำนวน (ตัว)	จำนวน (ตัว)	จำนวน (ตัว)
<u>ลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลาง</u>						
จังหวัดสุพรรณบุรี						
อำเภอบางปลาม้า	251,179	3,660	12,697	2,238,065	12,366	131,783
อำเภอเมือง	240,523	13,461	69,289	497,475	3,533	822
อำเภอสองพี่น้อง	374,495	151,70	56,573	2,702,911	11,353	5,184
รวม	1,655,124	76,028	176,671	5,233,680	28,949	137,819
จังหวัดนครปฐม						
อำเภอบางเลน	289,581	3,030	13,000	245,000	19,637	3,078
รวม	582,429	23,340	168,950	1,043,940	30,960	7,505
<u>ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่าง</u>						
จังหวัดนครปฐม						
อำเภอนครชัยศรี	137,983	14,951	46,750	1,780,450	10,100	0
อำเภอสามพราน	79,013	1,134	335,587	73,654	1,640	910
รวม	438,193	27,266	1,327,597	2,409,909	23,700	2,260
จังหวัดสมุทรสาคร						
อำเภอบ้านแพ้ว	147,788	1,131	1,218	128,470	23,546	
อำเภอเมืองสมุทรสาคร	189,185	72	844	254,710	15,327	
อำเภอกระทุ่มแบน	44,080	139	261	16,141	2,163	
รวม	381,053	1,342	2,323	399,321	41,036	

ที่มา: ปิยพร (2547)

2. คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

2.1 แม่น้ำท่าจีนตอนบน

เริ่มตั้งแต่บ้านปากคลองมะขามเต่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ที่กิโลเมตร 325 ลงไปถึงประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี รวมระยะทาง 123 กิโลเมตร ซึ่งกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำ ต้องมีออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 6.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีไม่เกินกว่า 1.5 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกินกว่า 5,000 หน่วย และการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกินกว่า 1,000 หน่วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ซึ่งปัญหาที่พบได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์ม จากน้ำทิ้งชุมชน และความขุ่นบริเวณที่เป็นปัญหา คือ อำเภอเมืองจังหวัดสุพรรณบุรี กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษส่วนใหญ่ คือ ชุมชน (ปิยพร, 2547)

2.2 แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง

เริ่มตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ที่กิโลเมตร 202 ลงไปถึงหน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม รวมระยะทาง 120 กิโลเมตร ซึ่งกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม ต้องมีออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 4.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีไม่เกินกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกินกว่า 20,000 หน่วย และการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มฟีคอลโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่เกินกว่า 4,000 หน่วย (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ซึ่งปัญหาที่พบได้แก่ ค่าออกซิเจนละลายและการปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจากน้ำทิ้งชุมชน บริเวณที่เป็นปัญหา คือ อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี กิจกรรมที่ก่อให้เกิดมลพิษส่วนใหญ่ คือ น้ำทิ้งชุมชนและการเกษตรกรรม (ฟาร์มสุกร เป็ด การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และการเพาะปลูก) (ปิยพร, 2547)

2.3 แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง

เริ่มตั้งแต่หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ลงไปถึงปากแม่น้ำอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร รวมระยะทาง 82 กิโลเมตร ซึ่งกำหนดให้เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เพื่อการอุตสาหกรรม ต้องมีออกซิเจนละลายไม่ต่ำกว่า 2.0 มิลลิกรัมต่อลิตร บีโอดีเกินกว่า 4.0

มิลลิกรัมต่อลิตร (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ซึ่งปัญหาที่พบได้แก่ ค่าออกซิเจนละลาย การปนเปื้อนของแบคทีเรียกลุ่มโคลิฟอร์มจากน้ำทิ้งชุมชน และค่าแอมโมเนีย บริเวณที่เป็นปัญหา คือ ตลอดสายแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง นอกจากนี้ยังมีคลองที่เปรียบเสมือนแหล่งรวมมลพิษต่าง ๆ ได้แก่ น้ำทิ้งชุมชน อุตสาหกรรมขนาดเล็ก ร้านอาหาร และโรงงานต่าง ๆ ที่ปล่อยน้ำเสียไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง (ปิยพร, 2547)

จากรายงานการสำรวจปริมาณสารพิษประเภทโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน โดยสำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ เมื่อปี พ.ศ. 2526 ค่าความเข้มข้นโลหะหนักในน้ำ โดยเฉพาะโลหะหนักที่มีความเป็นพิษมาก เช่น ปรอท พบว่าส่วนใหญ่มีค่าโดยเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.10-1.70 ไมโครกรัมต่อลิตร ยกเว้นบางสถานี จะมีค่าเกินกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน คือ 2 ไมโครกรัมต่อลิตร แต่อย่างไรก็ดี ปริมาณโลหะหนักตัวอื่น ๆ ในสถานที่ทำการสำรวจ พบว่า มีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดินของสำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2529) นอกจากนี้ จารูวรรณ และคณะ (2534) ได้ทำการศึกษาพบว่า โลหะตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ที่พบตกค้างในน้ำ และในปลา ยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานของสำนักสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ (2529) ที่ได้กำหนดไว้ ยกเว้น ตะกั่วที่ตกค้างในปลามีปริมาณเกินค่ามาตรฐานที่ยอมให้มีได้ และจากการตรวจสอบปริมาณโลหะหนักของพัชรา และคารศ (2543) ในน้ำ ดินตะกอน และสัตว์น้ำ แม่น้ำท่าจีน พ.ศ. 2539 พบว่า แคดเมียม ทองแดง เหล็ก แมงกานีส ตะกั่ว และสังกะสี ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ ยกเว้น ตะกั่วในดินตะกอนจะมีปริมาณสูงกว่าค่าเฉลี่ยปกติของโลหะหนักในดินตะกอนโลกเล็กน้อย และในปี พ.ศ. 2546 จารูวรรณ และคณะ ได้ทำการสำรวจปริมาณโลหะหนักในแม่น้ำท่าจีน พบว่า บริเวณจังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นช่วงตอนบนและตอนกลางของแม่น้ำ ตรวจพบ ค่าความเข้มข้นของโลหะแคดเมียมและเหล็ก มีปริมาณสูงสุดที่อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี เท่ากับ 0.53 และ 57.71 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และที่บริเวณใต้ปากคลองพระยาบันลือ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ตรวจพบค่าความเข้มข้นของตะกั่วในน้ำมีปริมาณสูงสุดเท่ากับ 2.91 ไมโครกรัมต่อลิตร ช่วงตอนล่างของแม่น้ำจากบริเวณอำเภอนครชัยศรีถึงปากแม่น้ำ จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งเป็นแหล่งชุมชน แหล่งการเกษตร และโรงงานอุตสาหกรรม ตรวจพบโลหะทองแดง แมงกานีส และสังกะสี มีปริมาณสูงสุด เท่ากับ 5.04 42.87 และ 26.84 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ ที่บริเวณปากแม่น้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

1. เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (Multiparameter water quality monitor รุ่น YSI 6600 sonde)
2. เครื่องวิเคราะห์โลหะหนัก (Atomic absorption spectrophotometer)
3. เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารแบบอัตโนมัติยี่ห้อ skalar รุ่น The SAN^{trac} segmented flow analyser
4. เครื่อง Spectrophotometer (CECIL CE 1020s scanning)
5. เครื่อง Sonicator
6. เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifuge ALC 4236)
7. เครื่อง Freeze dry
8. เครื่องย่อยตัวอย่าง Microwave Q wave 3000
9. Gravity core เส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 5 เซนติเมตร
10. กระบอกเก็บน้ำ (kemmerer water sampler)
11. เครื่องมือในการหาพิกัด GPS (Global positioning system)
12. ขวด Polyethylene ขนาด 250 มิลลิลิตร และถุงพลาสติกใส่ตัวอย่าง
13. ตู้อบ
14. โถดูดความชื้น (dessicator)
15. กรวยแยก แบบ Teflon ขนาด 250 มิลลิลิตร
16. เตาเผา (furnace)
17. Crucible
18. โกร่งบดดิน
19. กระดาษกรอง Whatman GF/F Whatman GF/C และ No. 41
20. เครื่องชั่งน้ำหนัก
21. เครื่องคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล
22. ถังเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 100 มิลลิลิตร
23. หลอดเก็บตัวอย่างน้ำขนาด 1000 มิลลิลิตร
24. หลอดฉีดยา ขนาด 10 มิลลิลิตร (syringe)
25. เครื่องแก้วสำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ

สารเคมี

1. Ammonium pyrrolidine dithiocarbamate (APDC)
2. Methyl isobutyl ketone (MIBK)
3. Ammonium hydroxide (NH_4OH)
4. กรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3)
5. กรดเปอร์คลอริก (conc. HClO_4)
6. ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2)
7. สารละลายมาตรฐานแคดเมียม ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
8. สารละลายมาตรฐานทองแดง ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
9. สารละลายมาตรฐานตะกั่ว ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
10. สารละลายมาตรฐานสังกะสี ความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร
11. น้ำกลั่นปลอดประจุ (distilled deionized water)
12. สารเคมี สำหรับวิเคราะห์คุณภาพน้ำ
13. Acetone conc. 90 เปอร์เซ็นต์

วิธีการศึกษา

1. การเลือกสถานีเก็บตัวอย่าง

การเลือกสถานีเก็บตัวอย่างนั้นเริ่มต้นจากบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ขึ้นไปตามลำน้ำท่าจีนจนถึงอ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท รวม 38 สถานี (ภาพที่ 3) โดยมีรายละเอียดตำแหน่งพิกัดตามตารางที่ 4 ทั้งนี้ การกำหนดสถานีเก็บตัวอย่าง มีหลักการดังนี้

1. สถานีเก็บตัวอย่างสามารถเป็นตัวแทนของพื้นที่ ตามลักษณะการใช้ประโยชน์ เช่น ชุมชน เมือง แหล่งอุตสาหกรรม แหล่งเกษตรกรรม และปากคลองที่มีการปล่อยน้ำลงสู่แม่น้ำท่าจีน
2. สถานีเก็บตัวอย่างสามารถครอบคลุมพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำจืด จึงต้องมีสถานีเก็บตัวอย่างที่ไกลออกไปจากปากแม่น้ำโดยการใช้ค่าความเค็มที่ 25 psu (practical salinity unit) เป็น

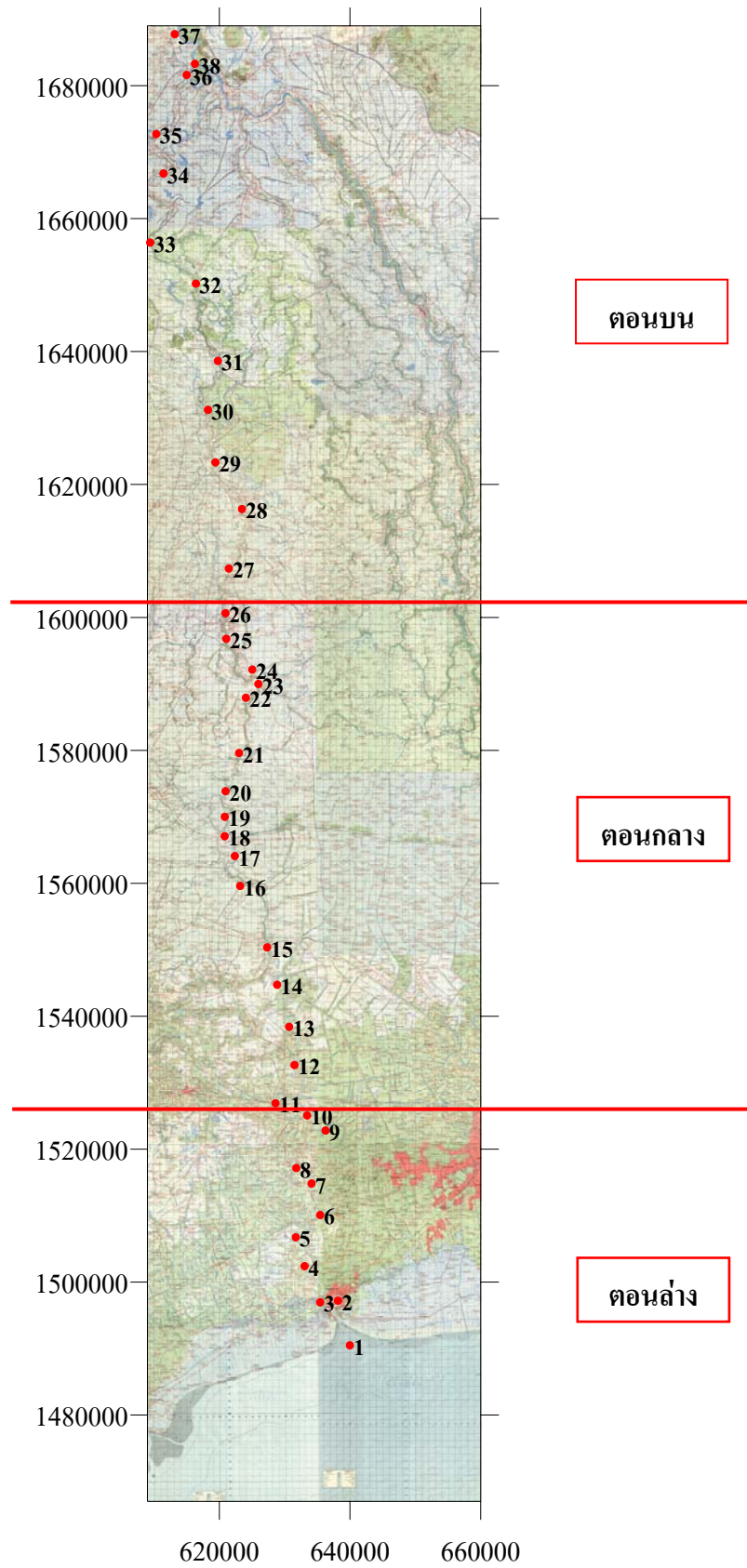
เกณฑ์ในการกำหนดเขตของทะเล ซึ่งความเค็มเป็นค่าที่บอกเขตของทะเลได้ดี โดยเลือกช่วงน้ำลงต่ำสุดในฤดูน้ำหลาก เพื่อแสดงถึงการเป็นจุดควบคุมเพื่อทราบได้ว่าการปนเปื้อนของโลหะหนักที่ทำการศึกษาได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำและชายฝั่งจริง (สถานีที่ 1)

3. ทำการเลือกสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนตามวิธีการวิจัยเชิงสำรวจ เลือกวิธีการเก็บตัวอย่างโดยใช้หลักความน่าจะเป็น และกำหนดจุดเก็บตัวอย่าง ตามรูปแบบการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (cluster sampling) โดยแบ่งพื้นที่ตามลำน้ำออกเป็นเขตซึ่งแบ่งตามประเภทของแหล่งน้ำผิวดินของแม่น้ำท่าจีน คือ

แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เพื่อการอุตสาหกรรม ตั้งแต่สถานีที่ 1 (ปากแม่น้ำ) ถึงสถานีที่ 10 (บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม) จำนวนทั้งสิ้น 10 สถานี

แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม ตั้งแต่สถานีที่ 11 (วัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึงสถานีที่ 26 (อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) จำนวนทั้งสิ้น 16 สถานี

แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 เพื่อการอนุรักษ์สัตว์น้ำตั้งแต่สถานีที่ 27 (หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) ถึงสถานีที่ 38 (จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท) จำนวนทั้งสิ้น 12 สถานี (กรมควบคุมมลพิษ, 2540)



ภาพที่ 3 สถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน

ตารางที่ 7 ตำแหน่งพิกัดบนพื้นโลกของสถานีเก็บตัวอย่างตลอดลำน้ำท่าจีน

เขต	สถานี	สถานที่	UTM UNIT		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
ล่าง	1	ปากแม่น้ำท่าจีน	639987	1490473	ทะเล
	2	ศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	637815	1497474	ชุมชน โรงงาน
	3	วัดใหญ่จอมปราสาท ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	635448	1496947	ชุมชน โรงงาน คลังน้ำมัน
	4	วัดบางปลา ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	633056	1502393	ชุมชน โรงงาน
	5	บ้านสวนส้ม ต.สวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร	631705	1506741	ชุมชน โรงงาน
	6	วัดดอนไก่อีดี ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	635435	1510083	ชุมชน โรงงาน โรงพยาบาล
	7	วัดเทียนดัด ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม	634113	1514816	ชุมชน ฟาร์มสุกร
	8	โรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม	631789	1517162	ชุมชน โรงงาน
	9	วัดทรงคนอง ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม	636263	1522792	ชุมชน โรงงาน
	10	บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม	633440	1525071	ชุมชน โรงงาน
กลาง	11	วัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม	628601	1526905	ชุมชน โรงงาน
	12	บ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม	631513	1532908	ปลูกผักบุ้ง
	13	อนุสรณ์สถานฯ ต.บางระกำ อ.บางเลน จ.นครปฐม	630688	1538396	ชุมชน ปลูกผักบุ้ง
	14	บ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม	628850	1544732	ปลูกผักบุ้ง
	15	บ้านบางเลน ต.บางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม	627328	1550354	ชุมชน ปลูกผักบุ้ง
	16	ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	623196	1559602	ปลูกผักบุ้ง

หมายเหตุ UTM = UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR

ตารางที่ 7 (ต่อ)

เขต	สถานี	สถานที่	UTM UNIT		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
กลาง	17	บ้านบางตาเถร ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	622382	1564088	ชุมชน ปลูผักกุ่ม คลองระบายน้ำ
	18	วัดบางสาม ต.บางตะเคียน อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	620828	1567075	ชุมชน ปลูผักกุ่ม
	19	วัดบางซอ ต.บางตะเคียน อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	620843	1569999	ชุมชน ปลูผักกุ่ม
	20	วัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	620971	1573861	ชุมชน ปลูผักกุ่ม
	21	วัดท่าเจริญ ต.บางใหญ่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	623027	1579593	ชุมชน ปลูผักกุ่ม คลองระบายน้ำ
	22	บ้านคอวัง ต.บ้านแหลม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	624077	1587909	ชุมชน ตลาด
	23	บ้านแหลม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	625982	1589981	บ้านเรือนน้อย
	24	วัดสวนหงส์ ต.บางปลาม้า อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	625051	1592163	ชุมชน ตลาด
	25	วัดประสพสุข ต.ทับตีเหล็ก อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	621071	1596779	ชุมชน
	26	อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	620904	1606309	ชุมชนเมือง
บน	27	หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	621461	1607361	ชุมชน
	28	วัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี	623473	1616304	ชุมชน
	29	บ้านวังห้าว ต.ย่านยาว อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี	619404	1623333	กระชังปลา
	30	ตลาดร้อยปีสามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี	618282	1631231	ชุมชน
	31	วัดนางเรียง ต.นางบวช อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี	619779	1638599	หน้าประตูน้ำ กระชังปลา

หมายเหตุ UTM = UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR

ตารางที่ 7 (ต่อ)

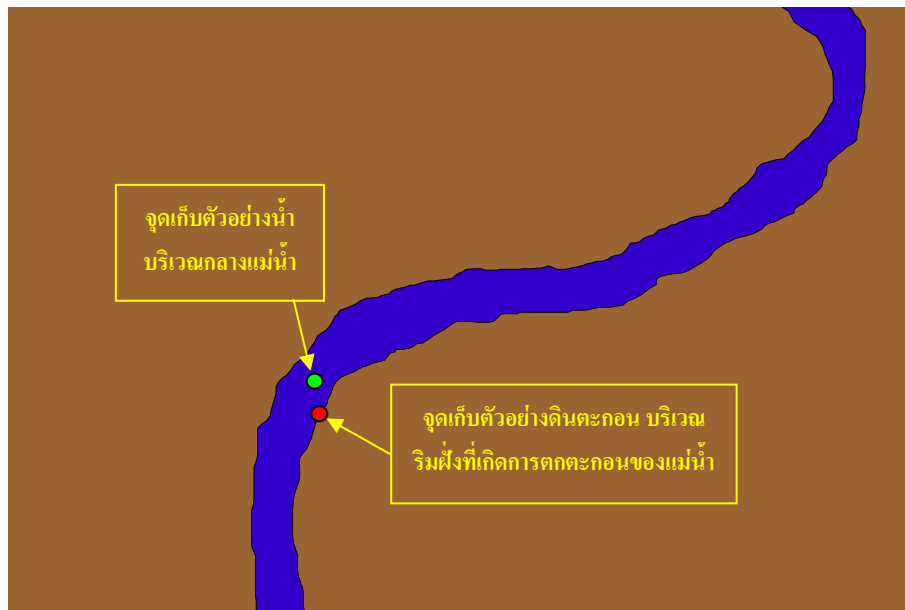
เขต	สถานี	สถานที่	UTM UNIT		ลักษณะพื้นที่
			E	N	
	32	บ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี	616421	1650226	บ้านเรือนน้อย กระชังปลา
	33	ที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท	609427	1656397	ชุมชน ปลุกผักบึง
	34	บ้านหนองหวาย ต.สามง่ามท่าโบสถ์ อ.หันคา จ.ชัยนาท	611462	1666793	หน้าประตูน้ำ กระชังปลา
บน	35	บ้านท่าแก้ว ต.ท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท	610353	1672726	ชุมชน
	36	บ้านท่าแห ต.ท่าเสา อ.หันคา จ.ชัยนาท	615013	1681615	บ้านเรือนน้อย
	37	คลองมะขามเฒ่า ต.มะขามเฒ่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท	613190	1687753	ชุมชน รับน้ำจาก แม่น้ำเจ้าพระยา
	38	จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท	616280	1683304	ต้นน้ำ รับน้ำจาก แม่น้ำเจ้าพระยา

หมายเหตุ UTM = UNIVERSAL TRANSVERSE MERCATOR

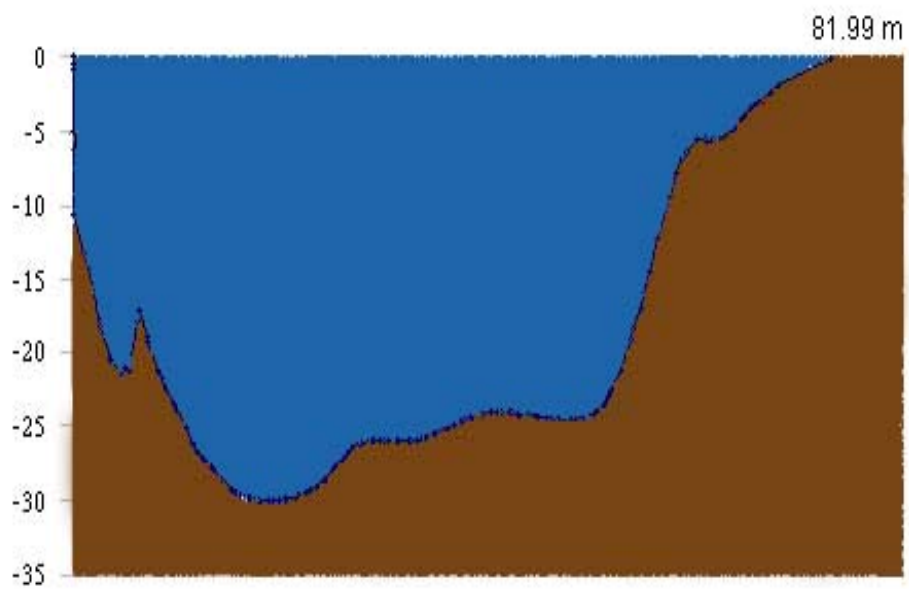
2. วิธีการเก็บตัวอย่าง

ทำการเก็บตัวอย่างโดยใช้เรือเร็วเป็นยานพาหนะ เริ่มต้นเก็บตัวอย่างจากปากแม่น้ำ แล้วทำการเก็บตัวอย่างย้อนขึ้นไปตามแนวลำน้ำของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งจุดเก็บตัวอย่างน้ำของแต่ละสถานีจะอยู่บริเวณกึ่งกลางความกว้างของแม่น้ำ แต่จุดเก็บดินตะกอนจะอยู่ในบริเวณริมฝั่งแม่น้ำ โดยเลือกบริเวณริมฝั่งที่มีการตกของตะกอนของแม่น้ำเป็นหลัก ดังแสดงในภาพที่ 4

ทำการตรวจวัดคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ ได้แก่ อุณหภูมิ คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ความเค็ม ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4 จุดเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน (ก) และภาคตัดขวางแม่น้ำบริเวณต้นแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 38) (ข)

เก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารในน้ำในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่าง ที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ โดยใช้หลอดฉีดยา (syring) ขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปกรองผ่านชุดกรอง (filter set) ที่มีกระดาษกรอง GF/F ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร บรรจุอยู่เก็บตัวอย่างที่ผ่านการกรองไว้ในหลอดเก็บตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร นำไปแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นำกลับมาที่ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปเก็บรักษาในตู้เก็บตัวอย่างน้ำที่มีอุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส ก่อนนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร โดยใช้เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารอัตโนมัติ (Nutrient Autoanalyzer ของ Skalar) ในห้องปฏิบัติการภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมงมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำมาวิเคราะห์ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแพลงก์ตอนพืช โดยเก็บตัวอย่างน้ำที่ระดับความลึก 30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ โดยเก็บน้ำใส่ถุงเก็บน้ำขนาด 1000 มิลลิลิตร นำตัวอย่างที่ได้ไปแช่เย็น นำไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ โดยวิธี Spectrophotometric method ดัดแปลงวิธีการวิเคราะห์จาก Parson (1984)

2.1 การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

1. เก็บตัวอย่างน้ำโดยกระบอกเก็บน้ำ (kemmerer water sampler) บริเวณกลางแม่น้ำที่ระดับกึ่งกลางความลึก
2. นำน้ำตัวอย่างที่เก็บได้บรรจุใส่ขวด Polyethylene ปริมาตร 250 ลิตร ที่ผ่านการแช่กรดไนตริก 40 เปอร์เซ็นต์ เรียบร้อยแล้ว
3. ทำการกรองตัวอย่างด้วยกระดาษกรอง Whatman GF/C แล้วเก็บน้ำตัวอย่างไว้
4. ปรับ pH ของน้ำให้ต่ำกว่า 2 ด้วยกรดไนตริกเข้มข้น
5. แช่ขวดน้ำตัวอย่างในน้ำแข็งจนถึงห้องปฏิบัติการ ทำการเก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

2.2 การเก็บตัวอย่างดินตะกอนเพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

1. เก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วย Gravity core ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร
2. ตัดขอบของดินที่สัมผัสกับ core ด้านในออก เพื่อป้องกันการเกิดการปนเปื้อนของขอบโลหะแล้วตัดดินชั้นบนสุดตามระดับความลึก 1 เซนติเมตร มา 1 ชั้น

3. เก็บดินใส่ถุง Polyethylene ปิดปากถุงให้สนิทแช่น้ำแข็งจนกว่าจะถึงห้องปฏิบัติการ แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

2.3 การเก็บตัวอย่างพรรณไม้เพื่อวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

1. เก็บตัวอย่างผักบุ้งและผักกระเฉด โดยทำการเก็บตัวอย่างจากสถานที่เก็บตัวอย่างต่าง ๆ ที่เก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอน หรือบริเวณที่พบซึ่งใช้เป็นตัวแทนแต่ละพื้นที่ ทำความสะอาดพรรณไม้ด้วยน้ำกลั่น (deionized water) เพื่อลดการปนเปื้อนที่ผิวของพืช
2. นำตัวอย่างใส่ถุง ปิดปากถุงให้สนิทแช่น้ำแข็งจนกว่าจะถึงห้องปฏิบัติการ แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์

หมายเหตุ: ในการเก็บผักบุ้งและผักกระเฉดนั้น จะทำการเก็บเฉพาะส่วนของใบและลำต้นเท่านั้น เนื่องจากเป็นส่วนที่ประชาชนนำมาบริโภค ซึ่งวัตถุประสงค์ของการศึกษาในครั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการประกอบการพิจารณาและวางแผนเพื่อความปลอดภัยในการบริโภค และส่วนของรากนั้นได้ทำการเก็บมาวิเคราะห์ก่อนที่จะเริ่มทำการวิจัยก่อนแล้ว ซึ่งพบว่า รากจะมีปริมาณการสะสมโลหะหนักได้มากกว่าส่วนของลำต้นและใบ (รายละเอียดอยู่ในตารางผนวกที่ 13)

3. การวิเคราะห์ปริมาณโลหะหนัก

การวิเคราะห์โลหะหนักในน้ำ จะใช้ 2% Ammonium Pyrolidine Dithiocarbamate (APDC) Methyl Isobutyl Ketone (MIBK) และกรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3) ในการสกัด ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Sukasem (1989) การวิเคราะห์โลหะหนักในดินตะกอน จะใช้กรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3) ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc. HClO_4) ในการสกัด ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ Hungspreug and Yuangthong (1983) และการวิเคราะห์โลหะหนักในผักบุ้งและผักกระเฉด จะใช้กรดไนตริกเข้มข้น (conc. HNO_3) และกรดเปอร์คลอริกเข้มข้น (conc. HClO_4) ในการสกัด ซึ่งดัดแปลงมาจากวิธีของ ทศนีย์ และจรงค์ (2532) โดยวิเคราะห์โลหะทองแดง สังกะสี แคดเมียม และตะกั่ว จากการวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) โดยวิธี Flame Atomic Absorption Spectrophotometry

3.1 การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในน้ำตามวิธีการวิเคราะห์ของ Sukasem (1989)

การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะหนักในรูปที่ละลายน้ำ (dissolved heavy metals) ด้วยการสกัดโลหะหนักออกจากน้ำตัวอย่างด้วยสาร Organic solvent และทำการสกัดอีกครั้งด้วยสารละลายกรด ซึ่งเป็นการทำให้ปริมาณโลหะหนักที่สกัดมีความคงตัวกว่าที่อยู่ในรูปของสารละลาย มีวิธีการดังนี้

3.1.1 เตรียมสารละลาย APDC

นำ APDC 4 กรัม เทใส่ลงในกรวยแยกแล้วเติมน้ำกลั่นปลอดประจุ (deionized water) 196 มิลลิลิตร โดยทำให้ปริมาตรก่อนนำไปใช้ซึ่งจะทำการสกัด 2 ครั้ง โดยการเติม MIBK 10 มิลลิลิตร ปิดฝากรวยแยกให้สนิท เขย่า 5 นาที จากนั้นคลายฝาให้พอหลวมปล่อยทิ้งไว้บนชุดขวดตั้ง 10 นาที เพื่อให้แยกชั้น แล้วไขชั้นล่างถ่ายไปเก็บไว้ในกรวยแยกอีกอันหนึ่ง และนำสารละลายมาสกัดอีกครั้ง โดยเติม MIBK 10 มิลลิลิตร ปิดฝากรวยแยกให้สนิทแล้วเขย่า 5 นาที จากนั้นคลายฝาพอหลวมปล่อยทิ้งไว้บนชุดขวดตั้ง 10 นาที เพื่อให้แยกชั้น ไขชั้นล่างเก็บใส่ขวดเทฟลอนก่อนนำไปใช้ หากยังไม่ใช้ควรเก็บไว้ในตู้เย็น (ควรเตรียม APDC ใหม่ทุกครั้งก่อนนำมาสกัดโลหะหนัก)

3.1.2 การสกัดโลหะหนักออกจากน้ำตัวอย่าง

3.1.2.1 นำน้ำตัวอย่างที่กรองแล้ว ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ใส่บีกเกอร์เทฟลอน หลังจากนั้นปรับ pH ของน้ำตัวอย่าง ให้มีค่าเท่ากับ 4 ด้วยแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ (NH_4OH) ที่เจือจางแล้ว ถ่ายลงในกรวยแยกชนิดเทฟลอน ขนาด 250 มิลลิลิตร

3.1.2.2 เติม 2% APDC 10 มิลลิลิตร และ MIBK 10 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น เก็บชั้นบนของ MIBK เก็บไว้

3.1.2.3 นำสารละลายที่ได้มาสกัดอีกครั้งด้วยกรดไนตริก (HNO_3) ความเข้มข้น 4 N 10 มิลลิลิตร เขย่า 5 นาที ทิ้งไว้ให้แยกชั้น ไขชั้นกรด (ชั้นล่าง) แล้วเก็บใส่ขวด Polyethylene เพื่อนำไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

3.2 การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในดินตะกอน ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจาก Hungspreug and Yuangthong (1983) โดย

3.2.1 นำตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านการทำให้แห้งแล้ว มาบดละเอียดจนได้ขนาดอนุภาคอย่างน้อย 300 ไมโครเมตร แล้วชั่งน้ำหนักดินที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ประมาณ 0.25 กรัม

3.2.2 ทำการย่อยตัวอย่างดินตะกอนโดยใช้กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) 1 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริก (perchloric acid) 1 มิลลิลิตร เติมลงในบีกเกอร์เทฟลอนที่เป็นอุปกรณ์ของเครื่องไมโครเวฟ (รุ่น q wave 3000) จากนั้นทำการย่อยดินตามวิธีการของเครื่องไมโครเวฟ

3.2.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองเอาเฉพาะสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.41

3.2.4 ปรับปริมาตรตัวอย่างให้ได้ 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ (deionized water) แล้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

3.3 การวิเคราะห์ปริมาณสังกะสี ตะกั่ว แคดเมียม และทองแดง ในผักบุ้งและผักกระเฉด ดำเนินการวิเคราะห์ด้วยวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีของ ทศนีย์ และจงรักษ์ (2532) โดย

3.3.1 นำตัวอย่างพรรณไม้น้ำส่วนใบและลำต้น (ส่วนที่นำมารับประทาน) ไปอบที่อุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส แล้วนำตัวอย่างที่แห้งแล้วมาบดให้ละเอียด ชั่งน้ำหนักที่จะนำมาใช้วิเคราะห์จำนวน 1 กรัม

3.3.2 ทำการย่อยตัวอย่างพรรณไม้น้ำโดยใช้กรดไนตริก (HNO_3) เข้มข้น 5 มิลลิลิตร และกรดเปอร์คลอริก (perchloric acid) 5 มิลลิลิตร เติมลงในบีกเกอร์เทฟลอนที่เป็นอุปกรณ์ของเครื่องไมโครเวฟ (รุ่น q wave 3000) จากนั้นทำการย่อยตามวิธีการของเครื่องไมโครเวฟ

3.3.3 ทิ้งไว้ให้เย็น แล้วกรองเอาเฉพาะสารละลายด้วยกระดาษกรอง Whatman No.41

3.3.4 ปรับปริมาตรตัวอย่างให้ได้ 20 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่นปลอดประจุ (deionized water) แล้วไปวิเคราะห์ด้วยเครื่อง Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) แบบ Flame

3.4 การเตรียม Calibration curve

เตรียมได้จากสารละลายมาตรฐานของ แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี ที่มีความเข้มข้น 1,000 มิลลิกรัมต่อลิตร นำมาเจือจางด้วย Deionized water ให้มีค่าความเข้มข้นที่

แน่นอน 5 ค่า และรวมค่าของ Deionized water ซึ่งแสดงเป็นค่าศูนย์ (ครอบคลุมความเข้มข้นของโลหะหนักในตัวอย่าง) จากนั้นนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสง (absorbance) ของโลหะหนักแต่ละชนิด

4. การวิเคราะห์ปริมาณธาตุอาหารในน้ำ

ทำการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องวิเคราะห์น้ำแบบอัตโนมัติ เพื่อวัดปริมาณของธาตุอาหารที่มีอยู่ในน้ำตัวอย่าง คือ แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

5. การวิเคราะห์หาค่าคลอโรฟิลล์ *a*

1. นำตัวอย่างที่เก็บไว้ในถุงเก็บน้ำขนาด 1,000 มิลลิลิตร มากรองผ่านอุปกรณ์ชุดเครื่องแก้ว กรองน้ำที่มีกระดาษกรอง GF/F บรรจุอยู่ ทำการกรองน้ำจนกระทั่งมีสีเกิดขึ้นบนกระดาษกรอง และน้ำเริ่มผ่านกระดาษกรองได้ไม่ดี บันทึกน้ำที่กรองได้

2. ใช้ Millipore forceps คีบกระดาษกรองออกจากแท่นกรองและพับครึ่ง เก็บไว้ในหลอดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี Acetone 90 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่ปริมาตร 5 มิลลิลิตร เขย่าให้ทั่ว ห่อหลอดเก็บน้ำตัวอย่างด้วย Aluminium foil ให้มิดชิด (ควรเก็บไว้ในที่เย็นอย่างน้อย 24 ชั่วโมง)

3. นำหลอดเก็บตัวอย่างน้ำมาผ่านเครื่อง Sonicator เป็นเวลา 10 นาที เพื่อให้เซลล์ของแพลงก์ตอนพืชแตกอย่างสมบูรณ์ นำไปทำให้ตกตะกอนด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifuge) ที่ความเร็ว 3000 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที

4. นำไปวิเคราะห์หาค่าคลอโรฟิลล์ *a* โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer

5. ควบน้ำที่อยู่ส่วนบนออก ใส่ลงในเซลล์ (cuvette) ขนาดความกว้าง 1 เซนติเมตร ปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 nm และ 750 nm ทันที

6. เติมกรด HCl 1.2 N ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าเบา ๆ และทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 nm และ 750 nm อีกครั้งและนำค่าที่ได้ไปคำนวณตามสมการ

$$\text{Chlorophyll } a \text{ (}\mu\text{g/l)} = \frac{26.7 [(665o - 750o) - (665a - 750a)] \times v}{(V/1000) \times l}$$

โดยที่ 665o	=	ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร ก่อนเติมกรด
665a	=	ค่า Extinction ที่ 665 นาโนเมตร หลังเติมกรด
750o	=	ค่า Extinction ที่ 750 นาโนเมตร ก่อนเติมกรด
750a	=	ค่า Extinction ที่ 750 นาโนเมตร หลังเติมกรด
v	=	Volume of acetone extract (ml)
V	=	Volume of water filtered (liters)
l	=	Path length of the cuvette cell (cm)

6. การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ

- นำกระดาษกรอง GF/C ไปอบในตู้เหาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น
- ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้ว สมมติว่ามีน้ำหนัก A กรัม เก็บรักษากระดาษกรองไว้ในซอง Aluminium foil ที่มีฉนวน
- ต่อชุดเครื่องมือสำหรับการกรอง ใช้ปากคีบนำกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ
- พิจารณาลักษณะของน้ำ เพื่อประเมินปริมาตรของน้ำที่จะใช้ หากน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้น้ำในปริมาณน้อย แต่ถ้าตัวอย่างน้ำมีลักษณะใสควรใช้น้ำในปริมาณมากเท่าที่สามารถทำได้ เข้าน้ำให้เข้ากันตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตร (C มิลลิลิตร) ลงกรอง โดยค่อย ๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมด ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่าง เทลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นบริเวณด้านข้างของกรวยบุคเนอร์ รวมทั้งบนกระดาษกรอง ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดจนน้ำแห้ง ปิดเครื่อง
- ใช้ปากคีบขอบกระดาษกรองพับเป็น 4 ส่วน เก็บรักษากระดาษกรองในซอง Aluminium foil แล้วนำไปทำให้แห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน เสร็จแล้วนำไปใส่ในโถดูดความชื้น ก่อนชั่งน้ำหนักกระดาษกรองโดยสมมติมีน้ำหนัก B กรัม
- คำนวณโดยใช้สูตร

$$\text{ของแข็งแขวนลอย (mg/l)} = \frac{(B-A) \times 10^6}{C}$$

โดยที่ A = น้ำหนักกระดาศกรองอย่างเดียว หน่วย กรัม
 B = น้ำหนักกระดาศกรองและของแข็ง หน่วย กรัม
 C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ หน่วย มิลลิลิตร

7. การวิเคราะห์หาปริมาณซัลไฟด์รวม (Acid Volatile Sulfides: AVS)

1. สังเกตลักษณะตัวอย่างดินตะกอนที่ผ่านการผสมดินให้เป็นเนื้อเดียวกัน โดยการสังเกตลักษณะเนื้อดิน คูสี และดมกลิ่นของดิน เพื่อสามารถนำไปประเมินการขังน้ำหนักของดินตะกอนที่จะนำไปทำการวิเคราะห์ได้

2. นำตัวอย่างดินตะกอนเปียกที่ผ่านการผสมดินให้เป็นเนื้อเดียวกันมาชั่งน้ำหนักประมาณ 1-2 กรัม ลงบนแผ่น Aluminum foil ใส่ในหลอด Sulfide reactor column หากมีเศษดินตะกอนติดอยู่บริเวณข้างหลอด ให้ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างเศษตะกอนที่ติดอยู่ เพื่อให้ตัวอย่างดินตะกอนที่ขังได้อยู่ที่ก้นหลอดทั้งหมด ปิดฝา Column

3. ต่อสายยางเชื่อมระหว่าง Sulfide reactor column ไปยังหลอด Hedrotek column ที่หักปลายทั้งสองข้างแล้ว และเชื่อมไปยังเครื่องดูดอากาศ

4. ใส่กรดซัลฟูริก 18 N ปริมาตร 2 มิลลิลิตร ลงไปใน Sulfide reactor column ทางช่องใส่กรด เขย่าให้ทั่ว เพื่อให้กรดซัลฟูริกสามารถทำปฏิกิริยากับซัลไฟด์ในรูปต่าง ๆ ที่มีอยู่ในดินตะกอน ให้เปลี่ยนเป็นรูป H_2S พร้อมกันนั้นก็เปิดเครื่องดูดอากาศ เพื่อดูดไอระเหยของซัลไฟด์ผ่านเข้าสู่ Hedrotek column ประมาณ 2 นาที

5. นำหลอด Hedrotek column ที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าซัลไฟด์ในดินแล้วมาอ่านค่า การอ่านค่าจะเทียบความยาวของแถบสีน้ำตาลแดงที่เกิดขึ้นกับสเกลข้าง Hedrotek column เรียกค่านี้ว่า Read value ค่าที่ได้จะมีหน่วยเป็น มิลลิกรัมของซัลไฟด์ทั้งหมดจากน้ำหนักดินเปียกที่นำไปทำการวิเคราะห์

6. นำค่าที่ได้จากการจดบันทึกไปคำนวณหาค่าของปริมาณซัลไฟด์ ที่อยู่ในรูป มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักดินแห้ง (mg/g-dry weight)

$$\text{Acid Volatile Sulfides (mg/g-dry weight)} = \text{Read value/น.น. ดินแห้ง (กรัม)}$$

$$\text{น้ำหนักดินแห้ง (กรัม)} = (100 - \text{ปริมาณน้ำในดิน (\%)}) \times (\text{น.น. ดินเปียก} / 100)$$

8. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำในดินตะกอน (Water Content: WC)

1. นำตัวอย่างดินตะกอนเปียกมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันก่อนที่จะตักตัวอย่างลงในถ้วยพลาสติก ที่ผ่านการชั่งน้ำหนักแล้ว
2. ใส่ดินตะกอนเปียกประมาณ 1-2 กรัม ลงในถ้วยพลาสติก แล้วชั่งน้ำหนักดินตะกอน และถ้วย ทำซ้ำ 3 ครั้ง จดบันทึกน้ำหนักดินเปียกที่ชั่งไว้ทุกครั้ง
3. นำตัวอย่างทั้งหมดไปทำแห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เพื่อให้ น้ำที่มี อยู่ในดินระเหยออกไปให้หมด
4. นำตัวอย่างดินที่ผ่านการทำแห้งเรียบร้อยแล้ว มาชั่งน้ำหนักเพื่อหาค่าน้ำหนักดินแห้ง โดยแบ่งตัวอย่างดินที่ผ่านการทำแห้งแล้วมาชั่งทีละน้อย เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่เกิดจากความชื้น จดบันทึกค่าที่ชั่งน้ำหนักได้ เพื่อนำไปคำนวณหาน้ำหนักน้ำที่หายไป โดยใช้สูตร

$$\text{Water content} = \frac{(w_1 + w_2 - w_3) \times 100}{w_2}$$

w_1 = น้ำหนัก ถ้วยพลาสติก อย่างเดียว

w_2 = น้ำหนักดินตะกอนก่อนทำแห้ง

w_3 = น้ำหนักดินตะกอนรวมถ้วยพลาสติกหลังการทำแห้ง

9. การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM)

โดยวิธีของ Ignition loss (Verardo *et al.*, 1990)

1. นำตัวอย่างดินตะกอนมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง และทำให้แห้ง โดยการนำ ตัวอย่างดินไปดูความชื้นด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลา 48 ชั่วโมง

2. เลือกเศษเปลือกหอยหรือหินที่มีอยู่ในตัวอย่างดินตะกอนออก จากนั้นนำดินตัวอย่างไปบดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน

3. นำ Crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส นาน 2 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำไปพักไว้ในโถดูดความชื้น เพื่อรอให้ Crucible เย็นลง ทำการชั่งน้ำหนัก Crucible

4. นำตัวอย่างดินตะกอนมาชั่งลงใน Crucible ที่ทราบน้ำหนัก จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ชั่งได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส นาน 3 ชั่วโมง เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำ Crucible ไปชั่ง เพื่อหาน้ำหนักดินหลังเผา แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป และคำนวณหาค่า Total organic matter content (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) โดยใช้สูตร

$$\text{Total organic matter content (mg/g-dry weight)} = \frac{(\text{น้ำหนักดินแห้งที่หายไป} \times 1000)}{\text{น้ำหนักดินก่อนเผา}}$$

10. การวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดินตะกอนและพรรณไม้น้ำทั้งหมดในห้องปฏิบัติการจะได้ข้อมูลดิบที่แสดงปริมาณความเข้มข้นของโลหะหนักแต่ละชนิด ตามสถานีเก็บตัวอย่าง จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลโดยหา ค่าสูงสุด-ต่ำสุดของชุดข้อมูล ค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ และทดสอบหาค่าความสัมพันธ์

เมื่อชุดข้อมูลมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่มีค่าสูงกว่าค่าเฉลี่ยหรือใกล้เคียงค่าเฉลี่ย แสดงว่าชุดข้อมูลนั้นมีค่าที่กระจายตัวมาก ดังนั้นจึงควรเลือกค่ามัธยฐานในการวิเคราะห์ข้อมูล

การทดสอบหาความแตกต่างทางสถิติ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติ จะทำการวิเคราะห์หาความแตกต่างทางสถิติแบบ Independent-samples t test แล้วทำการทดสอบค่าความแปรปรวนแบบ One-way ANOVA หากพบว่ามีค่าความแปรปรวนเท่าให้อ่านค่าความแตกต่างในตาราง ANOVA โดยทดสอบหาคู่ต่างด้วยสถิติแบบ LSD และหากพบว่ามีค่าความแปรปรวนไม่เท่าให้ทำการหาคู่ต่างด้วยสถิติของ Tamhane ในกรณีที่ชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้วิธีวิเคราะห์ทางสถิติแบบ Non-parametric tests โดยทดสอบความแตกต่างทางสถิติของ Mann-Whitney U tests แล้วทำการทดสอบค่าความแปรปรวนแบบ Kruskal-Wallis H tests และหากพบว่ามีชุดข้อมูลอย่างน้อย 1 คู่ที่มีความแตกต่างให้ทำการทดสอบหาคู่ชุดข้อมูลที่มีความ

แตกต่างโดยใช้การทดสอบทางสถิติของ Mann-Whitney U tests เพื่อหาว่าชุดข้อมูลคู่ใดที่มีความแตกต่าง

การทดสอบความสัมพันธ์ ใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ หากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson's correlation coefficient) และหากพบว่าชุดข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติจะเลือกใช้การวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0-0.20 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำมาก
 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.21-0.40 มีความสัมพันธ์กันในระดับต่ำ
 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.41-0.60 มีความสัมพันธ์กันในระดับปานกลาง
 ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.61-0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูง
 ค่าสหสัมพันธ์ มากกว่า 0.80 มีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก

11. สถานที่วิเคราะห์ตัวอย่างน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างตามวัตถุประสงค์และวิธีการที่กำหนดไว้ โดยใช้ห้องปฏิบัติการของภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

12. ระยะเวลาที่ทำการศึกษา

ทำการเก็บตัวอย่างจำนวน 2 ครั้ง ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 โดยทำการเก็บตัวอย่างตามเดือนที่เป็นตัวแทนของฤดูกาล ทั้ง 2 ฤดูกาล คือ เดือนมีนาคมเป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนพฤศจิกายนเป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ของโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมและป้องกันการแพร่กระจายของโลหะหนักที่ไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน และเป็น

การป้องกันผู้บริโภคในเรื่องของการได้รับสารโลหะหนักในร่างกาย เพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคอีกทางหนึ่งด้วย

หมายเหตุ: ในเดือนมีนาคมประสบปัญหาไม่สามารถทำการเก็บตัวอย่างได้ครบตามสถานีเก็บตัวอย่างที่ตั้งไว้เนื่องจากไม่สามารถเก็บตัวอย่างทางเรือได้ เพราะมีการเติบโตอย่างหนาแน่นของผักตบชวาเต็มความกว้างของแม่น้ำ จึงต้องทำการเก็บตัวอย่างริมฝั่งโดยทางบก และในบางสถานีไม่มีถนนและมีบ้านเรือนกั้นทางเข้าสู่แม่น้ำเป็นแนวยาวจึงไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้



ภาพที่ 5 ภาพผักตบชวาที่ขยายตัวอย่างหนาแน่นเต็มความกว้างของแม่น้ำท่าจีนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

ผลการศึกษาและวิจารณ์

ผลการศึกษา

ลักษณะทั่วไปของพื้นที่ศึกษา

จากการศึกษาลักษณะพื้นที่ในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างของแม่น้ำท่าจีน โดยเริ่มตั้งแต่บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (อ่าวไทย) อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ผ่านขึ้นไปจนถึงจังหวัดนครปฐม ที่เรียกว่าแม่น้ำนครชัยศรี ผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี ที่เรียกว่าแม่น้ำสุพรรณบุรี ไปจนถึงบริเวณปากคลองมะขามเฒ่า อ.วัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ซึ่งเชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา โดยทำการศึกษาทั้งสิ้นจำนวน 38 สถานี เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ตลอดลำน้ำท่าจีน โดยภาพรวมสามารถสรุปได้ดังนี้

สถานีที่ 1: ปากแม่น้ำท่าจีน

สถานีนี้เป็นสถานีที่ใช้เป็นสถานีควบคุม (control) เพื่อที่จะได้ทราบถึงการปนเปื้อนของโลหะหนักที่ทำการศึกษาว่าได้รับอิทธิพลจากแม่น้ำและชายฝั่งจริง โดยที่สถานียังกล่าวมีระยะทางห่างจากชายฝั่งประมาณ 2 กิโลเมตร บริเวณนี้จะได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำและเป็นแหล่งรองรับของเสียที่เกิดจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ของชุมชนตลอดทั้งลำน้ำท่าจีน มีการทำประมงขนาดเล็กต่าง ๆ เช่น อวนรุน คราดหอย ฯลฯ (ภาพที่ 6) สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ลักษณะของสีน้ำมีสีเขียวขุ่นและมีกลิ่นเหม็น ลักษณะดินเป็นดินนํึ่มละเอียดสีเขียวเทา มีตะกอนเบาที่บริเวณผิวหน้าดิน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวปนเหลือง และขุ่นดำ ดินมีลักษณะคล้ายช่วงฤดูแล้งแต่มีกลิ่นเหม็น



ภาพที่ 6 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 1 บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน

สถานีที่ 2: ตรงข้ามศาลเจ้าไคซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

บริเวณนี้เป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชนซึ่งประกอบไปด้วย ตัวเมืองสมุทรสาคร ตลาด วัด บ้านเรือน ท่าข้ามเรือโดยสารท่าลอม-มหาชัย โรงงานอุตสาหกรรม และโรงงานแปรรูปสัตว์น้ำทั้งขนาดเล็ก-ใหญ่ เช่น โรงงานน้ำปลา โรงงานปลาป่น ฯลฯ รวมทั้งเป็นที่จอดของเรือสินค้าประเภทต่าง ๆ เช่น เรือบรรทุกถ่านหิน น้ำมัน เป็นต้น (ภาพที่ 7) ซึ่งจากกิจกรรมต่าง ๆ ดังที่กล่าวมานั้นมีการปล่อยน้ำทิ้งโดยตรงลงสู่แม่น้ำ อีกทั้งยังมีพื้นที่เชื่อมต่อกับคลองมหาชัยซึ่งเป็นแหล่งนำพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำอีกทางหนึ่งด้วย ทั้งนี้พื้นที่บริเวณนี้ยังได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำทะเล โดยน้ำมีสีน้ำตาลขุ่นและมีกลิ่นเหม็น มีขยะลอยในมวลน้ำ และริมตลิ่ง ดินเป็นดินเหนียวละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีลักษณะเป็นสีเขียวอมเหลือง มีตะกอนเบาลอยอยู่ในมวลน้ำ รวมทั้งยังมีขยะพลาสติกและขยะอินทรีย์ต่าง ๆ ลอยปะปนในมวลน้ำ ดินมีลักษณะคล้ายช่วงฤดูแล้งแต่มีกลิ่นเหม็นของซัลไฟด์



ภาพที่ 7 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 2 บริเวณตรงข้ามศาลเจ้าไคซิง

สถานีที่ 3: ตรงข้ามวัดใหญ่จอมปราสาท บ้านท่าจีน ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

พื้นที่การใช้ประโยชน์โดยรอบยังคงเป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองเช่นเดียวกับสถานีที่ 2 อีกทั้งยังเป็นจุดจอดเรือขนาดใหญ่ทั้งสองฝั่งแม่น้ำ ทางด้านตะวันตกเป็นที่ตั้งของวัดใหญ่จอมปราสาท ส่วนทางด้านตะวันออกมีโรงงานต่าง ๆ และมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำโดยตรง รวมทั้งเป็นที่ตั้งของคลังน้ำมัน และยังคงได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำทะเล (ภาพที่ 8) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปพบโรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ 2-3 แห่ง รวมทั้งวัด โรงเรียน บ้านเรือนกระจายตัวอยู่บริเวณริมฝั่ง ประกอบกับมีแนวป่าชายเลน (ป่าจากและปาล์ม) ขึ้นอยู่เป็นแนวบริเวณริมฝั่ง

แม่น้ำ สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ลักษณะของน้ำมีสีน้ำตาลขุ่นและมีกลิ่นเหม็น น้ำไหลแรง มองเห็นตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำได้ชัดเจน ริมตลิ่งมีขยะและผักตบชวาเป็นจำนวนมาก ดินเป็นดินเลนเนื้อละเอียดสีดำ มีรากไม้ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีลักษณะเป็นสีเขียวเข้ม ดินมีลักษณะคล้ายช่วงฤดูแล้งแต่มีสีเทาดำ



ภาพที่ 8 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 3 บริเวณตรงข้ามวัดใหญ่จอมปราสาท

สถานีที่ 4: หน้าโรงงาน เลขวัดบางปลา บ้านบางปลา ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร

การใช้ประโยชน์ของชุมชนบริเวณใกล้เคียงพบว่า มีการใช้ประโยชน์เต็มพื้นที่ทั้งสองฝั่งของแม่น้ำ ด้านทิศตะวันตกเป็นที่ตั้งของโรงงาน ส่วนทางด้านทิศตะวันออกเป็นที่ตั้งของวัดและมีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ทั้งสองฝั่ง (ภาพที่ 9) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีป่าชายเลน (ป่าจากและลำพู) เป็นแนวยาวทั้งสองฝั่งและมีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่ 3-4 แห่ง สำหรับช่วงฤดูแล้ง น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น มีผักตบอัดแน่นริมฝั่งจำนวนมาก ดินเป็นดินเลนเนื้อละเอียดสีดำ มีรากไม้ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก น้ำมีสีเขียวเข้มมาก หน้าดินมีตะกอนเบาสีน้ำตาลเหลือง ดินเป็นดินละเอียดค่น้ำมีสีเทาดำ



ภาพที่ 9 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 4 บริเวณหน้าโรงงาน เลขวัดบางปลา

สถานที่ 5: บ้านสวนส้ม ต.สวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (ฝั่งตรงข้ามอ.กระทุ่มแบน)

พื้นที่โดยรอบเป็นป่าไม้ธรรมชาติ ป่าจาก ต้นลำพู สลับกับบ้านเรือนประชาชนที่กระจายตัวอยู่ห่าง ๆ ไม่หนาแน่น ริมตลิ่งมีผักตบชวาลอยสะสมอยู่อย่างหนาแน่นทั้งสองฝั่งแม่น้ำ (ภาพที่ 10) บริเวณพื้นที่ใกล้เคียง มีการหาหนอนแดงของชาวบ้าน โรงงานอุตสาหกรรม 3-4 แห่ง รวมไปถึงวัด ร้านอาหาร โรงเรียน รีสอร์ท ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าจาก และชุมชนขนาดเล็ก มีการทำสวนมะพร้าว มะม่วง ต้นตาลด้วย นอกจากนี้บริเวณเหนือสถานีขึ้นไปยังมีการเชื่อมต่อกับคลองดำเนินสะดวกซึ่งเป็นคลองที่เชื่อมกับแม่น้ำแม่กลอง อีกทั้งในบริเวณดังกล่าวเริ่มมีการปลูกผักบุ้งและผักกระเฉดทั้งสองฝั่งแม่น้ำ โดยในช่วงเดือนมีนาคมที่ทำการเก็บตัวอย่างพบว่าน้ำมีสีเขียว มีตะกอนแขวนลอย ดินมีลักษณะเป็นดินเลนเนื้อละเอียดสีเทาดำ ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวเข้ม ดินเป็นดินร่วนมีเศษซากไม้ปน

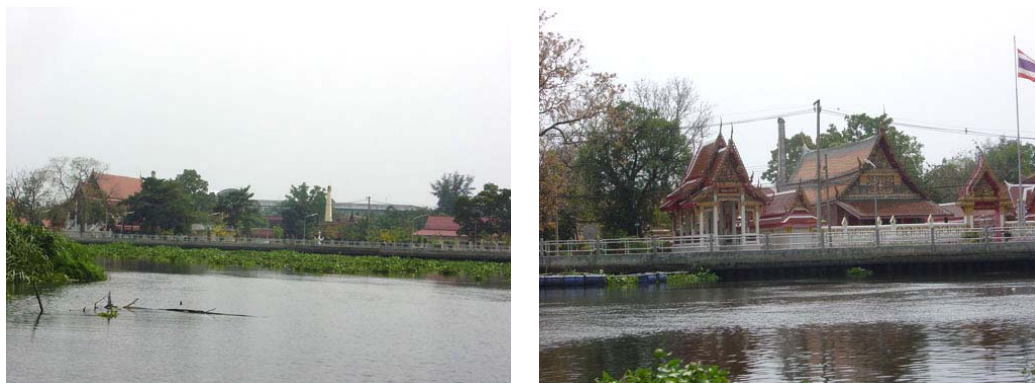


ภาพที่ 10 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานที่ 5 บริเวณบ้านสวนส้ม

สถานที่ 6: ตรงข้ามวัดคอนไก่ดี ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร

พื้นที่โดยรอบมีบ้านเรือนของประชาชนกระจายตัวอยู่ริมแม่น้ำไม่มากนัก แต่ถัดริมน้ำเข้าไปเป็นชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงพยาบาลกระทุ่มแบน ชุมชน และโรงเรียนอยู่ใกล้ ๆ (ภาพที่ 11) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมจำนวนมากอยู่ในเขตของอำเภอกระทุ่มแบน เช่น โรงงานผลิตสุรา โรงงานทอผ้า และโรงงานกระดาษ มีวัด โรงเรียน ชุมชนต่าง ๆ และป่าไม้ธรรมชาติด้วย โดยน้ำมีสีน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ มีผักตบชวาจำนวนมากอยู่ริมตลิ่งและมีสาหร่ายหางกระรอกด้วย ดินเป็นดินเลนเนื้อละเอียดสีเทา แต่ที่ผิวดินพบสาหร่ายสีเขียวเคลือบ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน)

น้ำมีสีเขียวเข้มมาก มีตะกอนขาวในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ มี Polychaete สีแดงอยู่จำนวนมาก



ภาพที่ 11 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 6 บริเวณตรงข้ามวัดคอนไก่ดี

สถานีที่ 7: ตรงข้ามวัดเทียนดัด ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม

โดยรอบของพื้นที่แวดล้อมด้วยบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีร้านอาหาร โรงเรียน โรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานย้อมผ้า และฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมากทางฝั่งตะวันออก ซึ่งมีการปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำโดยตรง (ภาพที่ 12) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปยังคงมีโรงงานย้อมผ้า ชุมชน วัด คลองขนาดเล็กที่จัดเป็นแหล่งน้ำพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ ฟาร์มสุกร ป่าไม้ธรรมชาติ ป่าจาก การทำเกษตรกรรม การปลูกผักบุ้งและผักกระเฉด ขณะช่วงทำการเก็บตัวอย่างพบเกษตรกรกำลังทำการฉีดยาฆ่าแมลงบริเวณแปลงผักบุ้งขณะผ่าน โดยน้ำในบริเวณนี้มีสีเหลืองอมเขียว มีตะกอนขาวลอยในมวลน้ำและผักตบชวาลอยมาตลอด ดินเป็นดินเลนเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลืองและมีผักตบชวาลอยมาตามฝิวน้ำจำนวนมาก ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทา



ภาพที่ 12 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 7 บริเวณตรงข้ามวัดเทียนดัด

สถานีที่ 8: หน้าโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม

บริเวณโดยรอบพื้นที่เป็นชุมชนขนาดใหญ่ มีร้านอาหาร บ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีสะพานข้ามแม่น้ำ และยังคงมีป่าจาก มีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งริมตลิ่งเป็นแนวยาว (ภาพที่ 13) เนื้อสถานีขึ้นไปมีชุมชนและบ้านเรือนจำนวนมาก มีโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ 7-8 แห่ง เช่น โรงงานเตาทอง โรงงานย้อมผ้า โรงงานปูนเส้น และโรงงานกระดาษ เป็นต้น วัดชื่อดังต่าง ๆ เช่น วัดไร่ขิง วัดดอนหวาย ซึ่งเป็นแหล่งท่องเที่ยวชื่อดังของจังหวัดนครปฐม คริสตจักร โรงเรียน และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งเกือบตลอดเส้นทางแม่น้ำ รวมถึงคลองทุ่งนาที่เป็นตัวพาของเสียมาจากพื้นที่ ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโรงงานอุตสาหกรรมอีกด้วย โดยน้ำมีสีเหลืองอมเขียวและมีกลิ่น มีผักตบชวามันยลง รวมทั้งยังมีกลิ่นของอุจจาระสุกรลอยมาตามลมดินเป็นดินโคลนสีเทาแต่ที่ผิวบนมีลักษณะเป็นตะกอนเบาเนื้อละเอียดสีส้ม สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวเข้มมาก มีตะกอนเบาสีขาวในมวลน้ำ หน้าดินมีตะกอนเบาสีเหลืองอ่อน ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำและมีเศษหญ้าเน่าเปื่อยในเนื้อดิน



ภาพที่ 13 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 8 บริเวณหน้าโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน

สถานีที่ 9: วัดทรงคนอง ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม

โดยรอบของพื้นที่ริมฝั่งมีบ้านเรือนประชาชนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ ทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีโรงเรียน วัด ป่าไม้ธรรมชาติ และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง (ภาพที่ 14) เหนือสถานีขึ้นไป มีชุมชน โรงงานขนาดใหญ่ วัด โรงเรียน และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งตลอดเส้นทางแม่น้ำ โดยน้ำมีสีเขียว มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ และมีผักตบชวาอยู่ริมตลิ่ง ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวอมน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยสีขาวในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำ



ภาพที่ 14 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 9 บริเวณวัดทรงคนอง

สถานีที่ 10: บ้านท้ายคู้ อ.สามพราน จ.นครปฐม

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบส่วนใหญ่เป็นบ้านเรือนและวัด ไม่มีโรงงานอุตสาหกรรม โดยที่บ้านเรือนกระจายตัวสลับกับป่าไม้ธรรมชาติ และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งเป็นช่วง ๆ ทั้งสองริมฝั่งแม่น้ำ (ภาพที่ 15) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชนขนาดใหญ่ คือ ชุมชนอำเภอนครชัยศรี มีโรงงานผลิตสุราขนาดใหญ่ โรงงานย้อมผ้า และโรงงานขนาดกลางกระจายตัวอยู่ มีวัด ตลาด สะพานข้ามทางรถไฟ เป็นต้น โดยน้ำมีสีเขียว มีผักตบชวอดแน่นริมฝั่งจำนวนมาก ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีตะกอนเบาแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทา



ภาพที่ 15 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 10 บริเวณบ้านท้ายคู้

สถานีที่ 11: วัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

การใช้ประโยชน์ของชุมชนบริเวณพื้นที่ พบว่า เป็นชุมชนขนาดใหญ่ บ้านเรือนกระจายตัวแต่จะหนาแน่นทางฝั่งตะวันตก และเป็นที่ตั้งของวัดสัมปทวน ส่วนฝั่งตะวันออกเป็นพื้นที่เกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและมีบ้านเรือนอยู่กันอย่างห่าง ๆ สลับกับป่าไม้ธรรมชาติ (ป่าหุบเขา) ดังแสดงในภาพที่ 16 บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปเริ่มมีการทำประมงกระชังเลี้ยงปลา มีโรงสีข้าว 2-3 แห่ง มีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีโรงงานอุตสาหกรรม วัด การทำเกษตรกรรมปลูกผักบุ้งตลอดเส้นทางสองฝั่งแม่น้ำ รวมถึงมีลำคลองมหาสวัสดิ์ที่เป็นแหล่งน้ำพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ โดยน้ำมีสีเหลืองเขียว มีตะกอนแขวนลอยขนาดเล็ก มีผักตบชวาริมฝั่งจำนวนมาก ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทา มีซากไม้ปน สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก

(เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลอมเขียว มีตะกอนเบาแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียด สีเทาเขียว



ภาพที่ 16 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 11 บริเวณวัดสัมปทวน

สถานีที่ 12: บ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม

พื้นที่โดยรอบมีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่กันห่าง ๆ ทั้งสองฝั่งแม่น้ำแต่ด้านตะวันตกจะหนาแน่นกว่า มีโรงเรียน โรงสีข้าว มีการทำเกษตรกรรมปลูกผักบุ้ง และป่าไม้ธรรมชาติทางฝั่งตะวันออก (ภาพที่ 17) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชน โรงสีข้าว วัด สวนกล้วย สวนมะพร้าว และการปลูกผักบุ้งตลอดเส้นทางแม่น้ำ โดยน้ำบริเวณนี้มีสีเหลือง คูสะอาด มีกลิ่นขนาดเล็กน้อยที่ผิวน้ำ มีผักตบชวริมฝั่งจำนวนไม่มาก ดินมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำมีเปลือกหอยและซากไม้ปน สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวอมเหลือง มีตะกอนเบาลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ



ภาพที่ 17 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 12 บริเวณบ้านห้วยพลู

สถานที่ 13: อนุสรณ์สถานจอมพลพระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์เจ้าจิรประวัติวรเดช
ต.บางระกำ อ.บางเลน จ.นครปฐม

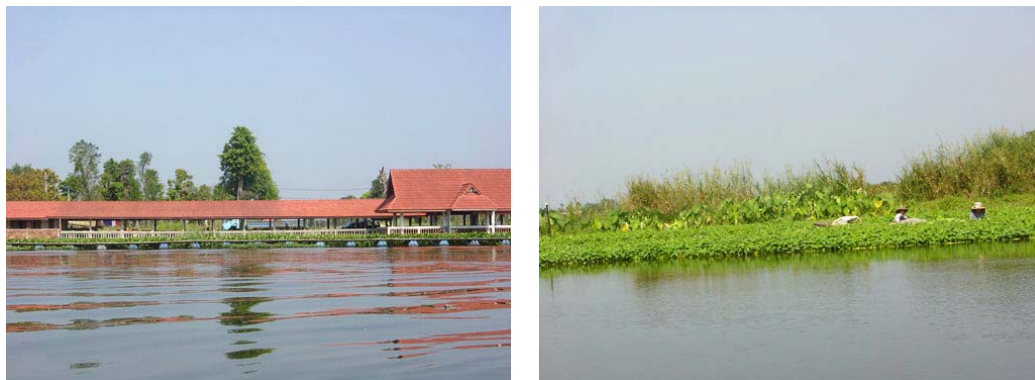
บริเวณพื้นที่โดยรอบมีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำไม่หนาแน่นนัก สลับกับป่าไม้ธรรมชาติ มีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและผักกระเฉด รวมถึงเกษตรกรรมอื่น ๆ เช่น ปลูกมันเทศ สวนต้นรัก ถัดเข้าไปด้านในมีการเลี้ยงกุ้ง และโรงโม่หิน (ภาพที่ 18) เนื้อสถานที่ขึ้นไปมีชุมชน โรงเรียน วัด และการทำเกษตรกรรมปลูกผักบุ้ง โดยน้ำมีสีน้ำตาลขุ่นและมีกลิ่น ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลืองอมเขียว มีตะกอนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำ



ภาพที่ 18 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานที่ 13 บริเวณอนุสรณ์สถานจอมพลพระเจ้าบรมวงศ์เธอ พระองค์เจ้าจิรประวัติวรเดช

สถานที่ 14: บ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม

การใช้ประโยชน์พื้นที่ริมฝั่งแม่น้ำ พบว่า มีบ้านเรือนกระจายตัวค่อนข้างน้อยสลับกับป่าไม้ธรรมชาติ และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง (ภาพที่ 19) ส่วนบริเวณพื้นที่เนื้อสถานที่ขึ้นไปมีชุมชนใหญ่ วัด โรงเรียน ฟาร์มฝั่งสวนป่า รีสอร์ท แพร้านอาหาร ฟาร์มเลี้ยงสุกร และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง รวมทั้งคลองที่เป็นตัวพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ โดยน้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนมีสีเทาดำที่ผิวมีทรายหยาบปน สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลอมเขียว มีตะกอนเบาแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำ มีซากพืชปน



ภาพที่ 19 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 14 บริเวณบ้านคลองภาษี

สถานีที่ 15: บ้านบางเลน ต.บางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม

พื้นที่โดยรอบเป็นชุมชนมีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่ง แต่ส่วนใหญ่จะหนาแน่นอยู่ทางด้านตะวันตก ทางด้านตะวันออกจะเป็นการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งตลอดแนวและมีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ (ภาพที่ 20) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีมีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ทั้งสองฝั่ง มีโรงสีข้าว วัด โรงเรียน ปอเลี้ยกึ่ง และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งอย่างหนาแน่นตลอดทางแม่น้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลอมเขียว มีตะกอนปูนขาวแขวนลอยในมวลน้ำและน้ำมีกลิ่นเหม็นมาก ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำมีเศษซากพืชปน



ภาพที่ 20 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 15 บริเวณบ้านบางเลน

สถานีที่ 16: ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ริมแม่น้ำมีน้อย โดยรอบจะมีบ้านเรือนไม่มากนักอยู่สลับกับป่าไม้ธรรมชาติ (ป่าหญ้า) มีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบึงที่หนาแน่น ครอบคลุมพื้นที่ของแม่น้ำค่อนข้างมาก (ภาพที่ 21) เหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชนหนาแน่นทางฝั่งตะวันตก มีโรงสีข้าว 2-3 แห่ง และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบึงที่หนาแน่นตลอดเส้นทางแม่น้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวเข้ม มีตะกอนสีข้าวแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำมีเศษซากพืชปน



ภาพที่ 21 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 16 บริเวณตำบลหินมูล

สถานีที่ 17: บ้านบางตาเถร ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบเป็นชุมชน มีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบึง ครอบคลุมเป็นบริเวณกว้างขวางทั้งสองริมฝั่งแม่น้ำ บ้านเรือนกระจายตัวตลอดฝั่งแม่น้ำ มีวัด ถัดจากริมแม่น้ำเข้าไปจะมีการทำเกษตรกรรมหลากหลายประเภท เช่น การปลูกบอน และฟาร์มเลี้ยงเป็ด ห่าน ซึ่งมีประตุน้ำที่คอยระบายน้ำจากพื้นที่ด้านในลงสู่แม่น้ำด้วย (ภาพที่ 22) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีเก็บตัวอย่างขึ้นไปมีชุมชนขนาดเล็กไม่ใหญ่มากนัก มีลำคลองที่พาของเสียจากบริเวณใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบึงหนาแน่นตลอดเส้นทางน้ำ โดยน้ำมีสีเหลืองใส มีตะกอนขนาดเล็กแขวนลอยอยู่ในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีดำมีซากพืชปน สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลืองอมเขียว มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาเขียวมีซากพืชปน



ภาพที่ 22 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 17 บริเวณบ้านบางตาเถร

สถานีที่ 18: โกล้วัดบางสาม อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์พื้นที่โดยรอบเป็นเขตชุมชนมีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองริมฝั่งแม่น้ำ มีวัด ป่าไม้ธรรมชาติ และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง รวมทั้งมีลำคลองที่ระบายน้ำจากพื้นที่เกษตรโกล้วัดลงสู่แม่น้ำ (ภาพที่ 23) เนื้อสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวตลอดเส้นทางแม่น้ำ และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งเช่นเดียวกัน สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีเหลือง ใส มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินมีสีดำและมีเกลปนจำนวนมาก ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลส้มเขียว ดินมีสีเทาปนน้ำตาลมีเศษซากพืชและเกลปน



ภาพที่ 23 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 18 บริเวณเลขวัดบางสาม

สถานีที่ 19: เลย์วัดบางซอ ต.บางตะเคียน อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของชุมชนโดยรอบพื้นที่ พบว่า มีการตั้งบ้านเรือนกระจายตัวหนาแน่นตลอดสองฝั่งแม่น้ำ และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง (ภาพที่ 24) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่มากตลอดเส้นทางแม่น้ำ มีวัด ลำคลอง และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและผักกระเฉด โดยน้ำมีสีเหลืองใส ดินมีสีเขียวเทาในชั้นบนและมีซากไม้ปน แต่ชั้นถัดไปดินมีสีน้ำตาล สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวอมเหลือง มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินเนื้อละเอียดสีเทาดำและมีเกลปน



ภาพที่ 24 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 19 บริเวณเลยวัดบางซอ

สถานีที่ 20: เลย์วัดไชนาราส ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี

พื้นที่การใช้ประโยชน์โดยรอบมีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำไม่หนาแน่นนักสลับกับป่าไม้ธรรมชาติ และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งตลอดแนว และมีคลองที่ระบายน้ำจากพื้นที่เกษตรใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ (ภาพที่ 25) ส่วนเหนือสถานีขึ้นไปเป็นที่ตั้งของชุมชนหลายชุมชน มีการกระจายตัวของบ้านเรือนทั้งสองฝั่งแม่น้ำตลอดเส้นทาง มีวัด ลำคลอง และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีเหลือง ใส มีผักตบชวาลอยอยู่เป็นจำนวนมาก ดินมีลักษณะเป็นดินโคลนสีเทาดำ และมีซากไม้ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวขุ่น ดินเป็นดินทรายสีดำปนเทาและมีเศษซากพืชปน



ภาพที่ 25 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 20 บริเวณเลยวัดไชยনারาส

สถานีที่ 21: วัดท่าเจริญ ต.บางใหญ่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี

พื้นที่โดยรอบเป็นชุมชนวัดบางแม่หม้าย มีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง เนื้อสถานีเก็บตัวอย่างขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวตลอดเส้นทางแม่น้ำ มีโรงสี วัด ลำคลอง และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและผักกระเฉดครอบคลุมพื้นที่ริมฝั่งของแม่น้ำ (ภาพที่ 26) สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำและเคลือบที่ผิวหน้า ดินมีสีเทาดำมีซากไม้และแกลบปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม ลักษณะน้ำค่อนข้างสกปรก มีขยะลอยปะปนอยู่ในมวลน้ำ ดินเป็นดินทรายสีเทาดำและมีแกลบปน



ภาพที่ 26 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 21 บริเวณวัดท่าเจริญ

สถานีที่ 22: ตลาดคลองวัง ต.บ้านแหลม อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบ พบว่า มีการตั้งบ้านเรือนหนาแน่นทางด้านทิศตะวันตก และมีโรงสีขนาดใหญ่ ส่วนทางด้านทิศตะวันออกมีบ้านเรือนกระจายตัวประปราย มีการทิ้งขยะจากบ้านเรือนโดยตรง (ภาพที่ 27) ส่วนพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปพบบ้านเรือนกระจายตัวตลอดสองฝั่งแม่น้ำ มีวัด และมีผักตบชวาหนาแน่นบริเวณริมฝั่ง สำหรับในช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาล มีกลิ่นร่ายอมตามลม มีผักตบชวาหนาแน่นมาก ดินมีสีดำเทา มีซากไม้ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินมีสีดำปนเทา และมีเกลบหยาบปน



ภาพที่ 27 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 22 บริเวณตลาดคลองวัง

สถานีที่ 23: บ้านแหลม (วัดใหม่พิณสุวรรณ) อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี

พื้นที่โดยรอบมีบ้านเรือนตั้งอยู่ประปรายและมีวัด ไม่พบการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง (ภาพที่ 28) เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวหนาแน่นกว่า ณ บริเวณจุดเก็บ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ทำการเก็บริมฝั่ง เนื่องจากเรือไม่สามารถวิ่งได้เพราะติดผักตบชวา จากการสำรวจพบว่า น้ำมีสีเขียว ดินมีลักษณะเป็นดินโคลนสีเขียวเทาปนเกลบ ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลและมีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินมีสีเทาดำและมีเกลบปน



ภาพที่ 28 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 23 บริเวณบ้านแหลม

สถานีที่ 24: วัดสวนหงส์ ต.บางปลาหมอ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบ พบว่า เป็นที่ตั้งของชุมชนอำเภอบางปลาหมอ มีการตั้งบ้านเรือนอยู่รวมกันอย่างหนาแน่นทางฝั่งตะวันออกและมีที่ว่าการอำเภอบางปลาหมอ สถานีตำรวจ และตลาด ส่วนฝั่งตะวันตกเป็นที่ตั้งของวัดสวนหงส์ โรงเรียน และบ้านเรือนตั้งอยู่ประปราย (ภาพที่ 29) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปพบบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ มีโรงเรียน และวัดจำนวนมาก สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ทำการเก็บริมฝั่ง เนื่องจากเรือไม่สามารถวิ่งได้เพราะติดผักตบชวา พบว่า น้ำในบริเวณนี้มีสีเขียว ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) พบว่า น้ำเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีเขียวเข้มปนกับตะกอนขุ่นขาว ดินมีสีเทาดำและมีแก๊สพิษไฮโดรเจน



ภาพที่ 29 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 24 บริเวณวัดสวนหงส์

สถานที่ 25: วัดประสพสุข ต.ทับตีเหล็ก อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

พื้นที่โดยรอบมีบ้านเรือนกระจายตัวและมีป่าไม้ธรรมชาติ ฝั่งตะวันออกเป็นที่ตั้งของวัดโพธิ์นางเทย มีการทำประมงพื้นบ้าน (ภาพที่ 30) ส่วนเหนือสถานีขึ้นไปเป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองสุพรรณบุรี สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ทำการเก็บริมฝั่ง เนื่องจากเรือไม่สามารถวิ่งได้เพราะติดผักตบชวา พบว่า น้ำในบริเวณนี้มีสีเขียว ส่วนลักษณะดินพื้นท้องน้ำเป็นหินกรวดก้อนใหญ่ไม่สามารถเก็บได้ ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวเข้ม มีฟองก๊าซเกิดขึ้นบริเวณผิวน้ำ และมีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินมีสีเทาดำและมีเกลปน



ภาพที่ 30 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานที่ 25 บริเวณวัดประสพสุข

สถานที่ 26: อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบเป็นชุมชนเมืองขนาดใหญ่ มีบ้านเรือนตั้งอยู่หนาแน่น มีวัด และมีป่าไม้ธรรมชาติเล็กน้อย (ภาพที่ 31) เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัว มีขยะพลาสติกลอยอยู่บริเวณใต้จุดเก็บ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ทำการเก็บริมฝั่ง เนื่องจากเรือไม่สามารถวิ่งได้เพราะติดผักตบชวา พบว่า น้ำบริเวณนี้มีสีเขียว ดินมีลักษณะเป็นโคลนปนดินลูกรังสีส้มปนเกลบสีดำ ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีเขียวเข้มอมน้ำตาล ดินมีสีเทาปนเขียวขี้ม้าและมีเศษซากพืชปนขี้เถ้าเกลบสีดำ



ภาพที่ 31 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 26 บริเวณอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี

สถานีที่ 27: หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา ต.โพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์โดยรอบพื้นที่ พบว่า เป็นที่ตั้งถิ่นฐานของบ้านเรือนตลอดแนวทั้งสองฝั่ง ตั้งแต่ประตูน้ำจนถึงสถานีเก็บตัวอย่างประมาณ 1 กิโลเมตร แต่จะหนาแน่นมากทางฝั่งตะวันตก ส่วนทางฝั่งตะวันออกจะกระจายตัว มีร้านอาหาร โรงเจ โรงสี อยู่ใกล้สะพานข้ามแม่น้ำ มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำโดยตรง เช่น การล้างจานและการปล่อยของเสียลงสู่แหล่งน้ำโดยตรงเช่นกัน มีสวนมะม่วงและต้นมะพร้าวกระจายตัวริมฝั่ง (ภาพที่ 32) พื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชน บ้านเรือนกระจายตัวตลอดแม่น้ำ มีโรงสีขนาดใหญ่ ประมาณ 6 แห่ง รีสอร์ท วัด การเลี้ยงปลาในกระชังเป็นช่วง ๆ ประมาณ 5-6 ราย รวมถึงมีฟาร์มเลี้ยงเป็ด ตลอดจนมีการทำเกษตรกรรมการปลูกสวนกล้วย มะพร้าว มะม่วง และผักบุ้ง จากการสำรวจยังพบว่า ในบริเวณนี้มีปลาตายลอยอยู่บนผิวน้ำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ทำการเก็บริมฝั่ง เนื่องจากเรือไม่สามารถวิ่งได้เพราะติดผักตบชวา พบว่า น้ำบริเวณนี้มีสีเขียว ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่น มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำและมีฟิล์มสีขาวเคลือบที่ผิวน้ำ ดินเป็นดินโคลนมีสีน้ำตาลเทา มีแกลบและซากไม้ปน รวมทั้งมีกลิ่น



ภาพที่ 32 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 27 บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา

สถานีที่ 28: วัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของบริเวณพื้นที่โดยรอบเป็นชุมชนใหญ่ มีบ้านเรือนรายรอบอยู่ตลอดสองฝั่งแม่น้ำแต่จะหนาแน่นทางฝั่งตะวันตก มีวัดยาง โรงเจ สถานีตำรวจ อ.ศรีประจันต์ โรงสีขนาดใหญ่ บริเวณบ้านเรือนมีสวนผลไม้หลากหลายชนิด เช่น มะม่วง มะพร้าว เป็นต้น พื้นที่ริมฝั่งเป็นแนวระนาบ มีพื้นที่เลี้ยงสัตว์ (วัว) (ภาพที่ 33) เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวทั่วไป มีการเลี้ยงปลาในกระชังเป็นช่วง ๆ ประมาณ 2-3 ราย บ่อเลี้ยงกุ้ง มีการเลี้ยงห่านและสุกร รวมถึงมีสวนมะม่วง มะพร้าว กุ้ง กระจายตัวอยู่ตลอด สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น มีกลิ่นเหม็น มีตะกอนลอยในมวลน้ำ มีฟองและฟิล์มเคลือบบนผิวน้ำ ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดมีสีน้ำตาลเทา มีตะกอนเบาสีส้มเคลือบที่ผิวน้ำ มีซากไม้และแกลบปนเล็กน้อย รวมทั้งมีกลิ่น



ภาพที่ 33 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 28 บริเวณวัดยาง

สถานีที่ 29: บ้านวังหว่า ต.ย่านยาว อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์โดยรอบพื้นที่ส่วนใหญ่เป็นบ้านเรือน สวน และป่าไม้ธรรมชาติ (ป่าหญา) โดยมีบ้านเรือนตั้งอยู่ห่าง ๆ กัน ทางด้านฝั่งตะวันตกจะมีสวนมะม่วง มะพร้าว และกล้วย และริมตลิ่งเป็นทรายปนแกลบแยกชั้นสามารถสังเกตเห็นได้อย่างชัดเจน (ภาพที่ 34) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ มีโรงสีขนาดกลาง 1 แห่ง มีโรงงาน ฟาร์มเลี้ยงเป็ด และกระชังเลี้ยงปลาเป็นแนวยาว สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยขนาดเล็กในมวลน้ำ ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดมีสีน้ำตาลเทา มีแกลบปนเล็กน้อย



ภาพที่ 34 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 29 บริเวณบ้านวังหว่า

สถานีที่ 30: ด้านหลังตลาดร้อยปีสามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี

โดยรอบพื้นที่เป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ อีกทั้งยังเป็นแหล่งท่องเที่ยว มีการตั้งบ้านเรือนรายรอบทั้ง 2 ฝั่งแม่น้ำ ด้านฝั่งตะวันตกเป็นที่ตั้งของตลาด 100 ปีสามชุก มีการปล่อยน้ำทิ้งจากท่อระบายน้ำของบ้านเรือนลงสู่แม่น้ำโดยตรง มีโรงสีขนาดกลาง (ภาพที่ 35) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีประตุน้ำสามชุกช่วยระบายน้ำและกักเก็บน้ำให้แก่พื้นที่ด้านเหนือประตุน้ำ มีโรงสี 4 แห่ง มีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและนาข้าว รวมทั้งการเลี้ยงปลาในกระชัง เช่น ปลาตะเพียนและปลานิลเป็นแนวยาว มีประมาณ 5-6 ราย และมีการวางขายจับปลาของประชาชนสำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่าง ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลแดง มีตะกอนลอยในมวลน้ำ มีฟิล์มเคลือบบนผิวน้ำ และมีขยะพลาสติกลอยติดอยู่ริมตลิ่ง ดินมีลักษณะเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลเทา มีเกล็ดและซากไม้ปน รวมทั้งมีกลิ่น



ภาพที่ 35 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 30 บริเวณด้านหลังตลาดร้อยปีสามชุก

สถานีที่ 31: วัดนางเรียง ต.นางบวช อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่ทางด้านฝั่งตะวันออกจะมีวัดนางเรียง โรงเรียนและบ้านเรือนประชาชนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ ส่วนพื้นที่ฝั่งตะวันตกจะเป็นป่าไม้ธรรมชาติ (ป่าหุบเขา) ผักตบชวา และบัว (ภาพที่ 36) ส่วนเหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชน โรงงาน โรงสี 5 แห่ง การทำเกษตรกรรมพบการปลูกสวนแก้วมังกร กัลยัม มะพร้าว มะม่วง และนาข้าว รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเป็นจำนวนมากประมาณ 10 ราย เรียงรายตลอดแนวแม่น้ำ และมีการเพาะเลี้ยงเป็ดด้วยเช่นกัน สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลมีเกล็ด

ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ และมีกลิ่นดินมีสีเทาดำและมีแก๊สปน รวมทั้งมีตะกอนสีส้มเคลือบที่ผิวบนแต่น้อยมาก



ภาพที่ 36 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 31 บริเวณวัดนางเรียง

สถานีที่ 32: บ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี

โดยรอบพื้นที่พบการกระจายตัวของบ้านเรือนตั้งอยู่ห่าง ๆ กันทั้งสองริมฝั่งแม่น้ำ มีการทำสวนปาล์ม (ภาพที่ 37) เหนือสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัว มีโรงงาน โรงสี 5 แห่ง การทำเกษตรกรรมการปลูกกล้วยและมะม่วง รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเป็นจำนวนมาก ประมาณ 10 ราย เรียงรายตลอดแนวแม่น้ำ สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลเทา มีแก๊สปน และมีกลิ่น ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาล มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินมีสีเทาดำและมีแก๊สปน รวมทั้งมีตะกอนสีส้มเคลือบที่ผิวบนบางมาก



ภาพที่ 37 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 32 บริเวณตำบลปากน้ำ

สถานีที่ 33: หน้าที่ว่าการอำเภหันทา จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบมีการตั้งถิ่นฐานของบ้านเรือนประชาชนเป็นแนวยาวอยู่กันอย่างหนาแน่นบริเวณริมน้ำฝั่งตะวันตก อีกทั้งยังเป็นที่ตั้งของที่ว่าการอำเภหันทา ส่วนฝั่งตะวันออกบ้านเรือนกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ กัน และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งและผักกระเฉดริมฝั่งแม่น้ำ (ภาพที่ 38) เหนือสถานีเก็บตัวอย่างขึ้นไปมีประตูน้ำท่าโบสถ์ที่ช่วยระบายน้ำและกักเก็บน้ำให้แก่พื้นที่ด้านเหนือประตูน้ำ มีชุมชน โรงสี 2 แห่ง การทำเกษตรกรรมการปลูกข้าวโพด ถั่วฝักยาว มะพร้าว และมะม่วง รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเป็นจำนวนมากประมาณ 12 ราย ชาวตลอดแม่น้ำ มีการทำฟาร์มเป็ดและเลี้ยงวัวริมฝั่งด้วย สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลมีเกลปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลแกมเหลือง มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ มีใบไม้ ฟองและฟิล์มเคลือบที่ผิวน้ำ และน้ำมีกลิ่น ดินมีสีเทาดำและมีเกลปน รวมทั้งมีตะกอนสีส้มเคลือบที่ผิบบนหนาไม่มากนัก



ภาพที่ 38 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 33 บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภหันทา

สถานีที่ 34: บ้านหนองหวาย ต.สามง่ามท่าโบสถ์ อ.หันทา จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบมีการตั้งบ้านเรือนอยู่น้อยมากทางฝั่งตะวันตก แต่ก็ยังมีการทำเกษตรกรรมการปลูกสวนกล้วย ส่วนทางฝั่งตะวันออกมีลักษณะของพื้นที่ป่าไม้ธรรมชาติเป็นส่วนใหญ่ ตลอดริมฝั่ง แต่ถัดจากริมน้ำเข้าไปจะพบพื้นที่เกษตรกรรมนาข้าว มีผักบุ้งกระจายตัวทั่วไปอยู่ริมฝั่งมีผักตบชวาเล็กน้อย (ภาพที่ 39) บริเวณพื้นที่เหนือสถานีขึ้นไปมีชุมชน โรงสี 1 แห่ง การทำเกษตรกรรมการปลูกกล้วย และ มะม่วง รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาตะกั่วในกระชังเป็นแนว

ยาวมีประมาณ 4 ราย สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินทรายปนโคลน สีน้ำตาลแดงมีซากไม้ปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลือง มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ มีฟองและใบไม้ที่ผิวน้ำ ดินเป็นโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลแกมดำและมีกลิ่น



ภาพที่ 39 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 34 บริเวณบ้านหนองหวาย

สถานีที่ 35: บ้านท่าแก้ว ต.ท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่บริเวณนี้มีบ้านเรือนกระจายตัวทั้งสองฝั่งแม่น้ำ และมีป่าไม้ธรรมชาติ แต่ด้านฝั่งทิศตะวันตกซึ่งมีถนนขนานกับแม่น้ำจะมีบ้านเรือนหนาแน่นกว่า มีวัด และการเลี้ยงไก่ ส่วนทางด้านฝั่งตะวันออกบ้านเรือนจะอยู่ห่างกัน มีสวนมะม่วง และมีการเลี้ยงวัว บริเวณพื้นที่ด้วย (ภาพที่ 40) เนื้อสถานีขึ้นไปมีบ้านเรือนกระจายตัว มีโรงสี 3 แห่ง การทำเกษตรกรรมการปลูกต้นสักและยูคาลิปตัส รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังเรียงรายตลอดแนวจำนวนมากทั้งสองฝั่ง ประมาณ 6 ราย และมีฟาร์มเลี้ยงเป็ดขนาดกลางด้วย สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีน้ำตาลและมีตะกอนเบาสีส้มเคลือบที่ผิวบน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลแดง มีตะกอนลอยในมวลน้ำ มีแมลงน้ำ ฟองและฟิล์มเคลือบที่ผิวน้ำ ดินเป็นโคลนเนื้อละเอียดสีเทาดำมีซากไม้ปน มีตะกอนเบาสีส้มที่ผิวหน้าเล็กน้อย และดินมีกลิ่น



ภาพที่ 40 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 35 บริเวณบ้านท่าแก้ว

สถานีที่ 36: บ้านท่าแห ต.ท่าเสา อ.หันคา จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์ของพื้นที่โดยรอบมีน้อย พบบ้านเรือนน้อยมากกระจายตัวอยู่ห่าง ๆ กัน สลับกับป่าไม้ธรรมชาติ (ป่าไผ่และป่าหุบ) ก่อนข้างหนาแน่น มีโรงสีขนาดใหญ่ทางด้านทิศ ตะวันออก ต่ิ่งสูงประมาณ 2 เมตร มีฝักตบขวงเล็กน้อยกระจายตามริมฝั่ง (ภาพที่ 41) เหนือสถานี ขึ้นไปมีประตูน้ำพลเทพที่ช่วยระบายน้ำและกักเก็บน้ำให้แก่พื้นที่ด้านเหนือประตูน้ำ มีบ้านเรือน กระจายตัว การทำเกษตรกรรมสวนมะม่วง รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังประมาณ 3 ราย สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนเนื้อละเอียดสีเทา มีตะกอนเบา สีส้มที่ผิวบน และมีเกลบปน ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลือง มี ตะกอนลอยในมวลน้ำ มีแมลงน้ำ และฟิล์มสีขาวเคลือบที่ผิวน้ำ ดินเป็นโคลนปนทรายสีเทาดำ มี ตะกอนเบาสีส้มที่ผิวบน และมีเกลบปน



ภาพที่ 41 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 36 บริเวณบ้านท่าแห

สถานีที่ 37: คลองมะขามเต่า ต.มะขามเต่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์โดยรอบของพื้นที่พบว่า เป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน ทั้งสองฝั่งแม่น้ำพบบ้านเรือนของประชาชนกระจายตัวทั่วไป แต่ฝั่งด้านทิศตะวันตกมีถนนเลียบริมแม่น้ำ จึงมีบ้านเรือนตั้งถิ่นฐานหนาแน่นกว่า พบการเลี้ยงปลาในกระชังแต่ไม่มากนัก (ภาพที่ 42) สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) ไม่ได้ทำการเก็บตัวอย่างเนื่องจากติดฝักตบชวา ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลือง มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ มีฟิล์มเคลือบที่ผิวน้ำ น้ำมีกลิ่น และขะลอยอยู่ริมฝั่ง ดินมีลักษณะเป็นดินโคลนปนทรายสีน้ำตาลแดง และมีซากไม้ปน



ภาพที่ 42 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 37 บริเวณคลองมะขามเต่า

สถานีที่ 38: ต้นน้ำแม่น้ำท่าจีน จุบลรรจบระหว่างแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท

การใช้ประโยชน์โดยรอบของพื้นที่บริเวณนี้ไม่พบมากนัก มีบ้านเรือนประมาณ 1-2 หลัง อยู่ถัดริมฝั่งแม่น้ำเข้าไป ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ของป่าไม้ธรรมชาติ รวมทั้งริมฝั่งของแม่น้ำเจ้าพระยาด้วยเช่นกัน และกำลังมีการก่อสร้างสะพานข้ามแม่น้ำในแม่น้ำท่าจีน (ภาพที่ 43) สำหรับช่วงฤดูแล้ง (เดือนมีนาคม) น้ำมีสีน้ำตาลขุ่น ดินเป็นดินโคลนปนทรายสีน้ำตาลส้ม ส่วนในฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤศจิกายน) น้ำมีสีน้ำตาลเหลือง มีตะกอนแขวนลอยในมวลน้ำ ดินเป็นดินโคลนปนทราย มีสีน้ำตาลแดง



ภาพที่ 43 ลักษณะพื้นที่ทั่วไปของสถานีที่ 38 บริเวณต้นน้ำของแม่น้ำท่าจีน

คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

จากการศึกษาคุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีน โดยทำการเก็บตัวอย่างทั้งสิ้น 2 ครั้ง คือ เดือน มีนาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 เป็นตัวแทนของ ฤดูน้ำหลาก จำนวนทั้งสิ้น 38 สถานี เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่ตลอดแม่น้ำท่าจีน โดยแบ่งพื้นที่ลำน้ำ ออกเป็น 3 เขต ตามประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน คือ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่สถานีที่ 1 (ปากแม่น้ำ) ถึงสถานีที่ 10 (บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม) แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง ตั้งแต่ สถานีที่ 11 (วัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึงสถานีที่ 26 (อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) แม่น้ำท่า จีนตอนบน ตั้งแต่สถานีที่ 27 (หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) ถึงสถานีที่ 38 (จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท) ผลการศึกษามีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิน้ำมีผลต่อการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิต อุณหภูมิของแหล่งน้ำจะแปรผันตาม สภาพภูมิอากาศ ฤดูกาล ปริมาณแสง ความลึก และปัจจัยต่าง ๆ อีกมากมาย และอุณหภูมิของน้ำจะมีผลต่อการเร่งปฏิกิริยาเคมีมีผลต่อการลดลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ และมีผลต่อกลิ่น และรสของน้ำด้วย ตลอดจนพิษของสารพิษต่าง ๆ และมีอิทธิพลโดยตรงกับพืชน้ำด้วย ค่าของ อุณหภูมิน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดอุณหภูมิน้ำตลอดลำน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ฤดูแล้ง) พบว่า มี ค่าอยู่ระหว่าง 28.9-30.4 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.9 ± 0.5 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐาน เท่ากับ 29.9 องศาเซลเซียส อุณหภูมิของน้ำที่แตกต่างกันเล็กน้อยอาจขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของการเก็บ ตัวอย่างในรอบวัน คือ ประมาณ 9.00-17.00 น. ซึ่งพบว่าบริเวณ ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภู มิ น้ำต่ำสุดพบบริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยาที่ อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38)

ซึ่งเป็นบริเวณต้นน้ำที่มีการเปลี่ยนทิศทางของน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาสู่มแม่น้ำท่าจีน ทำให้น้ำมีลักษณะการไหลที่แรง (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 44 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 29.0-30.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.0 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุด พบบริเวณศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 44 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 30.0-30.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.1 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด พบในบริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุดพบบริเวณสถานีที่ 19 (เลยวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 44 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 28.9-29.9 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 29.8 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุดพบบริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 44 ก)

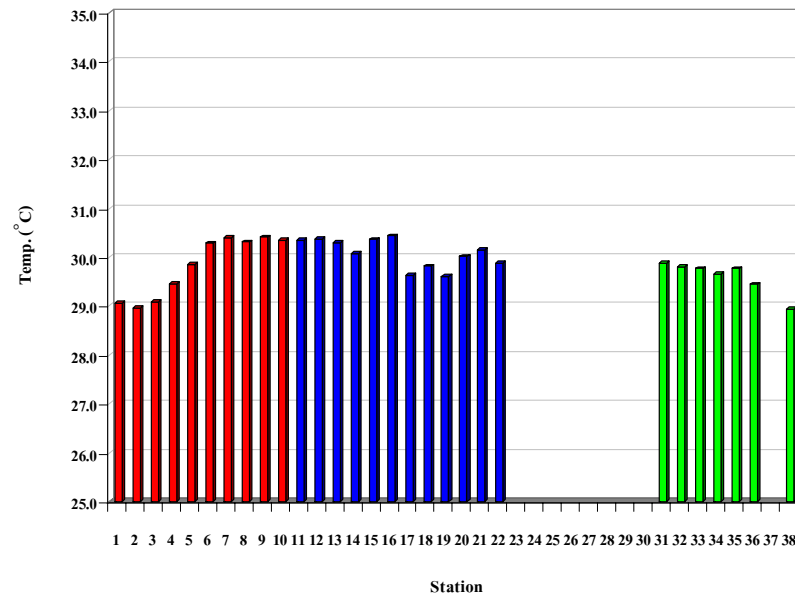
อุณหภูมิอากาศ

จากการตรวจวัดอุณหภูมิอากาศตลอดลำน้ำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (อุณหภูมิอากาศ) มีค่าอยู่ระหว่าง 30.2-32.1 องศาเซลเซียส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.0 ± 0.4 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 31.0 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อี ค.ตลาดกระทู้มแบน อ.กระทู้มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิอากาศสูงสุด ซึ่งเป็นช่วงเวลาประมาณเที่ยงวัน ขณะที่ทำการเก็บตัวอย่าง ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิอากาศต่ำสุดพบที่บริเวณโรงเรียนนายร้อย ตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 44 ข)

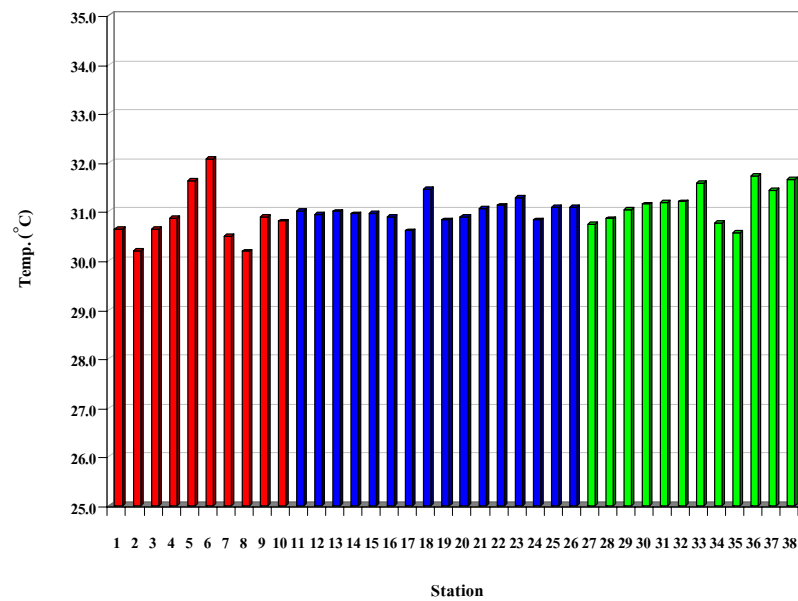
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 30.2-32.1 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.7 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดดอนไก่อี๊ ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุดพบบริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจ สามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 44 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 30.6-31.5 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 31.0 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 18) ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 44 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า อุณหภูมิน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 30.6-31.7 องศาเซลเซียส โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 31.2 องศาเซลเซียส ซึ่งพบว่าบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำสูงสุด คือ บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) ส่วนบริเวณที่มีค่าของอุณหภูมิน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 44 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 44 อุณหภูมิน้ำ (°C) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

1.2 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม

ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ พบว่า ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 2.00-71.67 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 20.01 ± 14.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 15.93 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับคลองมหาชัย ซึ่งเป็นแหล่งน้ำพาตะกอนจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำอีกทางหนึ่ง ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดพบบริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 45 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 2.00-71.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 10.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 2 บริเวณศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 6 บริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 45 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 5.33-27.81 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 15.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 19 บริเวณเลี้ยววัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 11 บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 45 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 18.80-43.67 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 23.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 34 บริเวณบ้านหนองหวาย อ.หันคา จ.ชัยนาท ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 27 บริเวณหน้าประตูโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี เป็นผลเนื่องมาจากการปิดกั้นการ

ไหลของน้ำโดยประตูลอยน้ำ กระแสน้ำจึงทำให้เกิดการตกตะกอนได้เร็ว (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 45 ก)

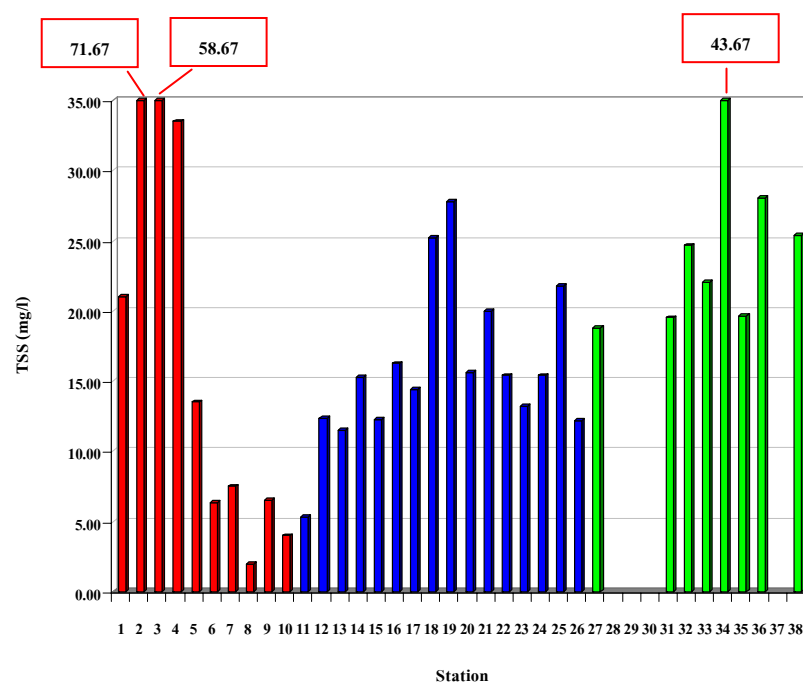
ฤดูน้ำหลาก

ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 7.67-40.00 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 17.56 ± 7.58 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 14.83 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำของเดือนพฤศจิกายนมีค่าน้อยกว่าเดือนมีนาคม อันเนื่องมาจากช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างในเดือนพฤศจิกายนเป็นช่วงที่เกิดน้ำท่วมใหญ่ มีน้ำขังในบริเวณกว้างแต่ฝนได้หยุดตกไปแล้ว ซึ่งพบว่าบริเวณบ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่บริเวณส่วนโค้งของลำน้ำ จึงเกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนได้มาก โดยน้ำมีสีน้ำตาลขุ่นมาก ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดพบบริเวณ ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 45 ข)

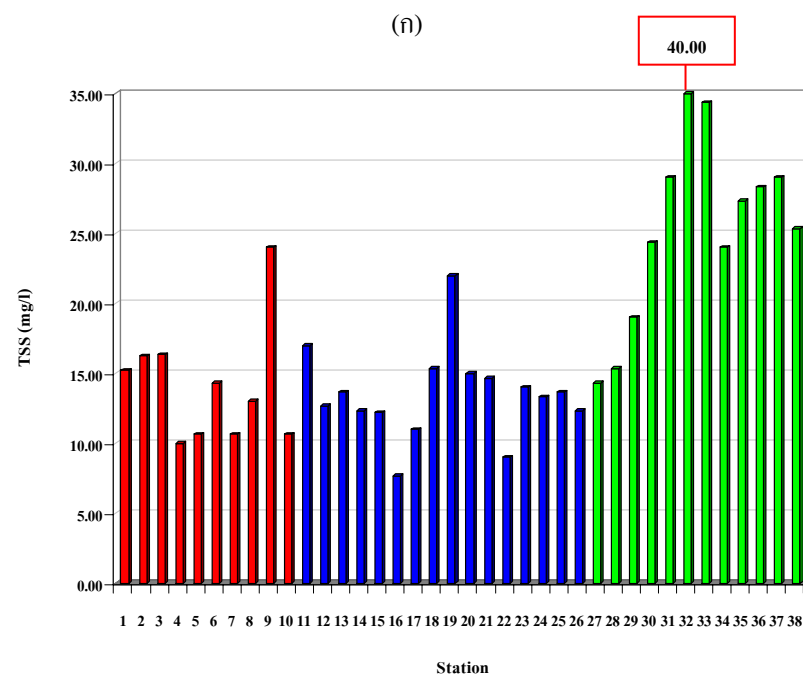
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 10.00-24.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 13.67 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 9 บริเวณวัดทรงคนอง อ. สามพราน จ.นครปฐม ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 4 บริเวณวัดบางปลา อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 45 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 7.67-22.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 13.50 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 19 บริเวณเลขวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 16 บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 45 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 14.33-40.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 26.33 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยปริมาณสูงสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 32 บริเวณบ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี ส่วนปริมาณต่ำสุดอยู่บริเวณสถานีที่ 27 บริเวณหน้าประตูโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 45 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 45 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.1 ความเค็ม

โดยทั่วไปแล้วความเค็มของน้ำจะขึ้นอยู่กับระยะทางที่ห่างจากปากแม่น้ำ ปริมาณน้ำจืดที่ระบายลงมาคั่นน้ำเค็มตามลำคลองต่าง ๆ และปริมาณน้ำฝนที่ตกในช่วงนั้นด้วย ค่าความเค็มของน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการศึกษาพบว่า ค่าความเค็มของน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-27.11 psu โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็มสูงสุด และความเค็มเริ่มมีค่าต่ำกว่า 0.50 psu ตั้งแต่สถานีที่ 6 (วัดดอนไก่อีดี ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) ซึ่งจัดว่าเป็นระบบน้ำจืด นั่นคือ ค่าความเค็มของน้ำจะมีการแพร่กระจายอยู่ในบริเวณปากแม่น้ำแล้วค่อย ๆ ลดลงเมื่อเข้าสู่บริเวณลำน้ำจนเป็นน้ำจืดในเขตของ จ.นครปฐม (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 46 ก)

ความเค็มของน้ำจะมีค่าสูงในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ โดยมีค่าอยู่ระหว่าง 0.21-27.11 psu ซึ่งบริเวณที่มีค่าความเค็มของน้ำสูงสุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) และความเค็มเริ่มมีค่าต่ำกว่า 0.50 psu ตั้งแต่สถานีที่ 6 (วัดดอนไก่อีดี ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) ซึ่งเป็นช่วงของแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-น้ำลงของน้ำทะเล ทำให้ช่วงตอนล่างของแม่น้ำมีทั้งน้ำเค็ม น้ำกร่อย และน้ำจืด

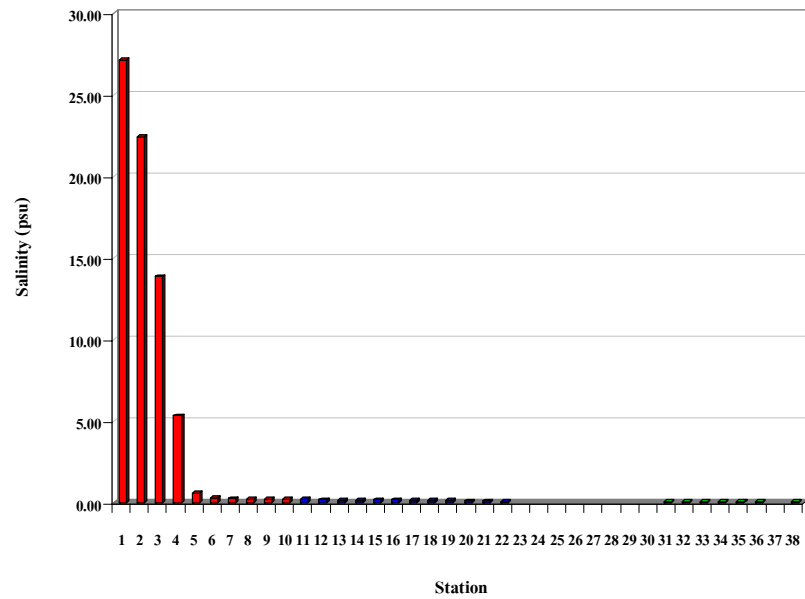
ส่วนในช่วงตอนกลางและตอนบนของแม่น้ำท่าจีน พบว่า ความเค็มของน้ำมีค่าต่ำกว่า 0.50 psu ซึ่งจัดว่าเป็นระบบน้ำจืด (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 46 ก)

ฤดูน้ำหลาก

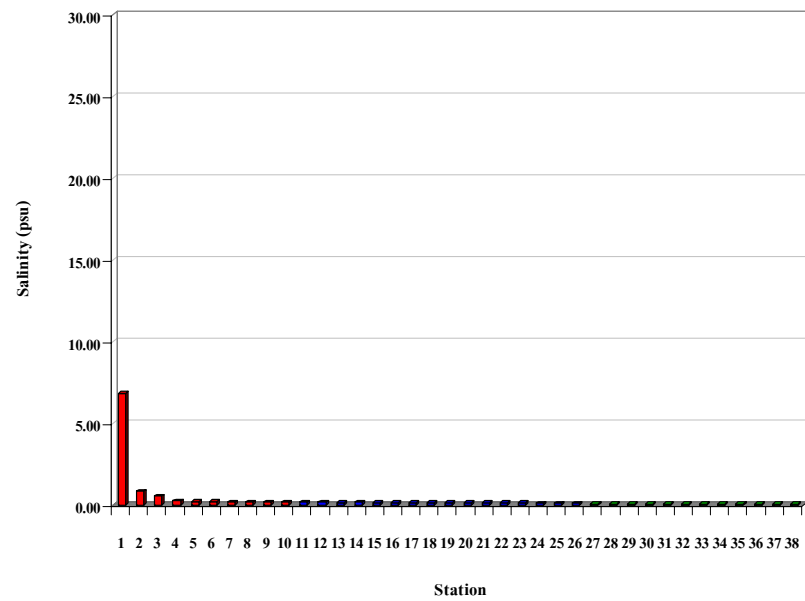
จากการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.08-6.85 psu โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเค็ม

ของน้ำสูงสุด และความเค็มเริ่มมีค่าต่ำกว่า 0.50 psu ตั้งแต่สถานีที่ 4 (วัดบางปลา ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) ซึ่งในเดือนนี้ได้รับอิทธิพลจากน้ำท่าเป็นจำนวนมาก จึงทำให้ค่าความเค็มของน้ำ ณ สถานีที่ 1 มีค่าต่ำมากจนไม่อยู่ในระบบของน้ำเค็ม ประกอบกับช่วงเวลาที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นเป็นช่วงที่น้ำลง เป็นเหตุให้ความเค็มของน้ำในแม่น้ำท่าจีนจึงขึ้นไปได้ไม่สูงมากนัก (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 46 ข)

จากการตรวจวัดค่าความเค็มของน้ำครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในเดือนมีนาคม (ฤดูแล้ง) และเดือนพฤศจิกายน (ฤดูน้ำหลาก) พ.ศ. 2549 พบว่า ค่าความเค็มสูงสุดจะอยู่ ณ บริเวณ สถานีที่ 1 (บริเวณปากแม่น้ำ) ซึ่งเป็นจุดที่อยู่แนวนอกสุดและจัดเป็นจุดอ้างอิงของเขตทะเลในการศึกษาครั้งนี้ จะพบว่าค่าความเค็มของสถานีที่ 1 ของเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูแล้งนี้มีค่าสูงกว่าค่าความเค็มในสถานีที่ 1 ของเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก อันเนื่องมาจากอิทธิพลของน้ำจืดจากแม่น้ำที่ไหลลงสู่ทะเลในช่วงฤดูฝน



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 46 ความเค็ม (psu) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2.2 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ เป็นลักษณะสำคัญที่สามารถบอกให้ทราบว่า น้ำนั้นมีคุณสมบัติที่เหมาะสมเพียงใด ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตในน้ำ ความสามารถในการละลายของก๊าซออกซิเจนในน้ำขึ้นอยู่กับช่วงระหว่าง 14.6 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 30 องศาเซลเซียส และ 6.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่ 35 องศาเซลเซียส ในสภาพความกดดัน 1 บรรยากาศ แหล่งที่มาของออกซิเจนที่ละลายในน้ำมาจาก 3 แหล่งสำคัญ คือ จากบรรยากาศโดยตรง จากกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง และจากกระบวนการทางเคมีอื่น ๆ ในน้ำ ค่าของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า ตลอดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ จะมีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จากตอนล่าง ไปตอนกลางและตอนบน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.71-10.96 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.71 ± 3.15 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 2.14 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณบ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดเทียนดัด ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) โดยพบว่า เป็นบริเวณที่มีชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงงานอุตสาหกรรมอยู่ใกล้สถานีเก็บตัวอย่าง และมีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมาก จึงเกิดการใช้ออกซิเจนของแบคทีเรียในการย่อยสลายสารอินทรีย์ที่เกิดจากฟาร์มเลี้ยงสุกร (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 47 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.71-5.79 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับการถ่ายเทมวลน้ำอยู่ตลอดเวลา ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) โดยภาพรวมแล้วปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อ

ลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภที่ 4 เพื่อการอุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 47 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.16-7.30 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.07 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 19) ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองขนาดใหญ่ คือ เมืองนครชัยศรี และเหนือสถานีเก็บตัวอย่างจะมีคลองมหาสวัสดิ์ ที่เป็นแหล่งน้ำพาของเสียจากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ โดยภาพรวมแล้ว ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ มีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 47 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 2.14-10.96 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.55 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชน และเป็นบริเวณที่อยู่เหนือประตูน้ำสามชุก ในช่วงหน้าแล้งการระบายน้ำจะน้อย จึงอาจทำให้เกิดการสะสมตัวของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ในปริมาณมาก โดยภาพรวมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ ทุกสถานีมีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภที่ 2 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ยกเว้นในสถานีที่ 31 (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 47 ก)

ฤดูน้ำหลาก

ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-7.13 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.31 ± 1.62 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.21 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณคลองมะขามเฒ่า ต.มะขามเฒ่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37) เป็นบริเวณที่พบปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่ได้รับน้ำ

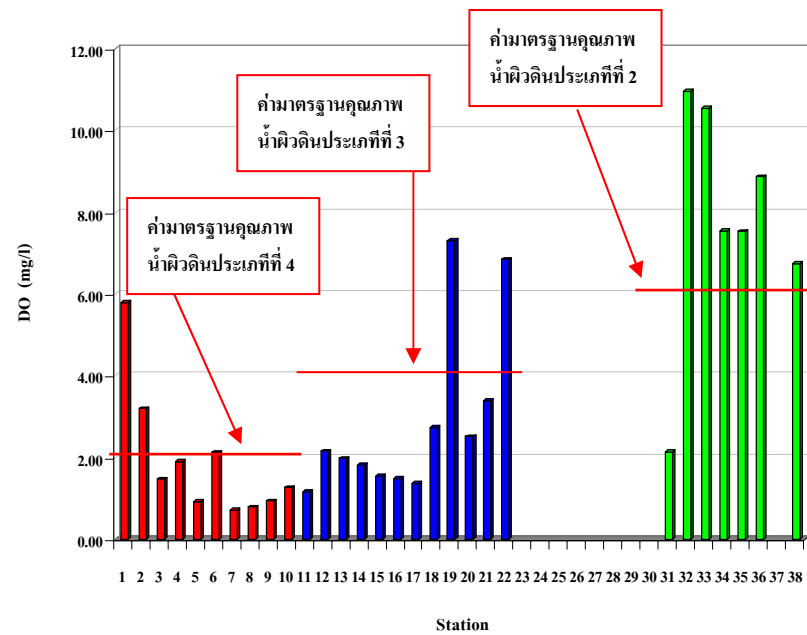
โดยตรงจากแม่น้ำเจ้าพระยา น้ำจึงมีลักษณะการไหลแรง มีการระบายน้ำได้ดี ซึ่งก็มีค่าใกล้เคียงกับ สถานีที่ 38 ต้นน้ำที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา เช่นกัน ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลาย ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดทรงคนอง ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 47 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-5.91 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.44 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) เช่นเดียวกับเดือนมีนาคม ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณ วัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) เช่นเดียวกับเดือนมีนาคม คือ อยู่ในช่วงของ อ.สามพราน จ.นครปฐม โดยภาพรวมปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ ทุกสถานีมีค่าอยู่ในช่วงมาตรฐาน ที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 เพื่อการ อุตสาหกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ยกเว้นในสถานีที่ 9 (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 47 ข)

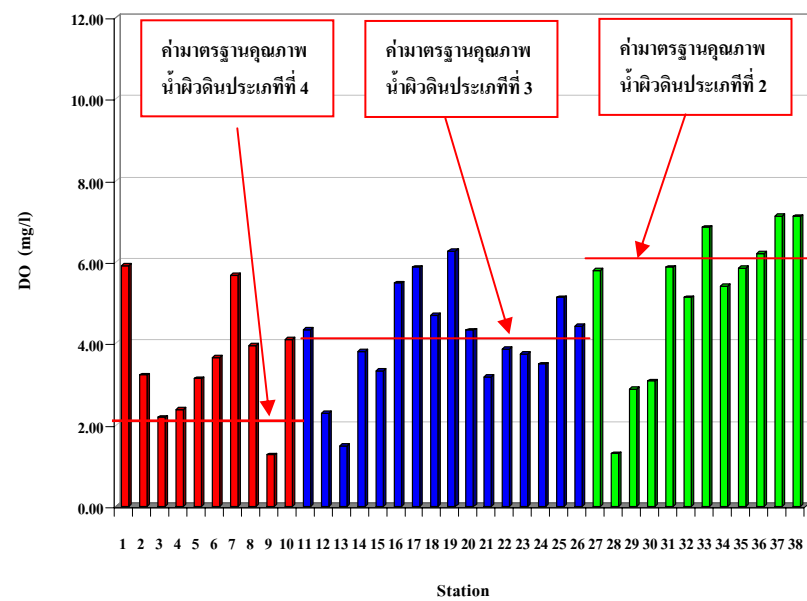
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.49-6.26 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.10 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 19) เช่นเดียวกับเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นสถานีที่อยู่บริเวณส่วนโค้งของลำน้ำ น้ำจึงมีลักษณะการไหลที่แรง กว่าบริเวณอื่น การระบายน้ำบริเวณนี้จึงดี ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุด พบบริเวณอนุสรณ์สถาน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 13) ซึ่งบริเวณใกล้เคียงสถานีเก็บตัวอย่าง มีการทำฟาร์มเลี้ยงกุ้ง โดยภาพรวมแล้วปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ มีค่าใกล้เคียงกับ ค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 47 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.29-7.13 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.82 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณที่มีค่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงสุด คือ บริเวณคลองมะขามเฒ่า และจุดบรรจบของแม่น้ำท่าจีนกับ แม่น้ำเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37 และ 38) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการระบายน้ำตลอดเวลา ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 28) ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของชุมชนขนาดใหญ่ และมีเขต

อภัยทานอยู่บริเวณหน้าวัด จึงมีปลาเป็นจำนวนมากซึ่งปลาเหล่านั้นก็จะใช้ออกซิเจนละลายในน้ำในการหายใจ โดยภาพรวมแล้วปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของช่วงนี้ มีค่าใกล้เคียงกับค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ คือ ไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร สำหรับมาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ยกเว้นในสถานีที่ 28-30 ที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำมาก (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 47 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง ■ ตอนกลาง ■ ตอนบน

ภาพที่ 47 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข)

พ.ศ. 2549

2.3 ความเป็นกรดเป็นด่าง

ความเป็นกรดเป็นด่างในแหล่งน้ำธรรมชาติมีค่าอยู่ในช่วง 6.5-9.0 แต่ค่าในช่วงนี้ยังขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ อีกของแหล่งน้ำ ค่าของความเป็นกรดเป็นด่างจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.94-9.00 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.50 ± 0.32 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.56 โดยพบว่า มีค่าใกล้เคียงกันตลอดทั้งลำน้ำ ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงสุด คือ บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 9) และบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 48 ก)

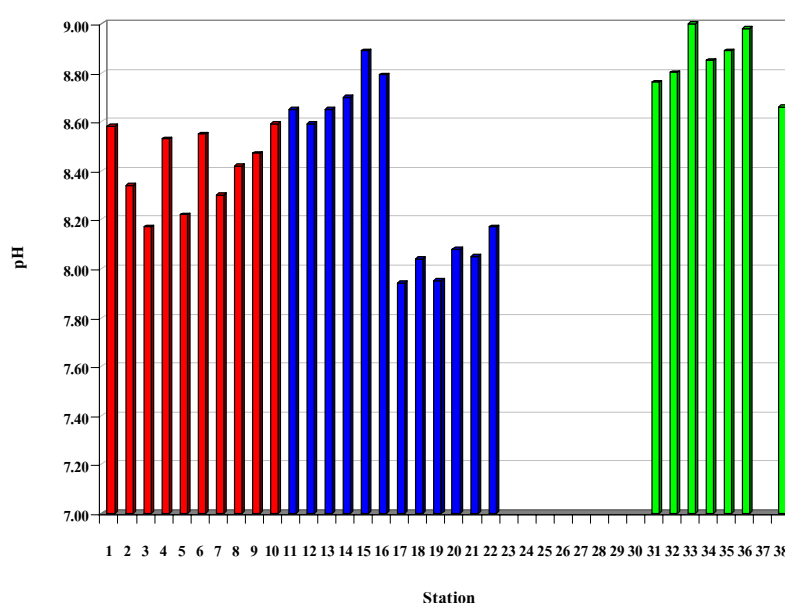
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 8.17-8.59 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.44 โดยบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงสุด คือ บริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 48 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 7.94-8.89 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.38 โดยบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงสุด คือ บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 15) ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำสุดพบบริเวณ บ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 48 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 8.66-9.00 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.83 ซึ่งพบว่าค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำในช่วงตอนบนนี้จะมีค่าสูงกว่าช่วงตอนล่างและตอนกลางเล็กน้อย ซึ่งก็จะสอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

คือ เมื่อปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูง ความเป็นกรดเป็นด่างก็จะสูง โดยบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำสูงสุด คือ ที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) ส่วนบริเวณที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างของน้ำต่ำสุดพบบริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา (สถานีที่ 38) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 48 ก)

หมายเหตุ: ในฤดูน้ำหลากอุปกรณ์ในการตรวจวัดชำรุด จึงไม่สามารถทำการตรวจวัดค่าได้



■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 48 ความเป็นกรดเป็นด่างในน้ำ ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

2.4 แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

ค่าของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า ตลอดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีนปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำ จะมีปริมาณลดลงเรื่อย ๆ จากตอนล่าง ไปตอนกลางและตอนบน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-80.15 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 34.11 ± 26.11 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 29.03 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมแล้วความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน มีค่าสูงบริเวณพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในรูปของชุมชนขนาดใหญ่ เช่น อ.เมือง จ.สมุทรสาคร และ อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม โดยพบว่า บริเวณวัดบางปลา ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 4) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด ซึ่งบริเวณนี้มีทั้งแหล่งชุมชนและโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห ต.ท่าเสา อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) ซึ่งเป็นบริเวณที่พบการใช้ประโยชน์น้อย และเหนือสถานีขึ้นไปมีประตุน้ำพลเทพที่คอยช่วยระบายน้ำ (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 49 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 51.12-80.15 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 70.05 ไมโครโมลาร์ ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด คือ บริเวณวัดบางปลา ต.บ้านเกาะ อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 4) และบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) ซึ่งเป็นบริเวณที่ห่างชายฝั่งออกมา (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 49 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 3.79-59.32 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 24.77 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมพบว่า บริเวณพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งที่หนาแน่น จะพบปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ยกเว้นในสถานีที่ 11 ที่มี

กิจกรรมการใช้ประโยชน์จากระบบของชุมชนขนาดใหญ่ (ภาพที่ 49 ก) ซึ่งบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด คือ บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) และบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านแหลม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 23) ซึ่งไม่พบการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง (ตารางผนวกที่ 1)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-8.84 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.15 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด ซึ่งเป็นพื้นที่ที่ตั้งอยู่ของชุมชนขนาดใหญ่ ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 49 ก)

ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนอยู่ระหว่าง 4.66-152.48 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 47.78 ± 41.88 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.92 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานี 3) ซึ่งเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน และมีโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่มักปล่อยน้ำเสียออกมาในช่วงฤดูฝน เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นช่วงที่ประตูน้ำเปิดระบายน้ำเพื่อป้องกันไม่ให้พื้นที่ตอนบน และแม่น้ำเจ้าพระยาเกิดน้ำท่วม (สถานี 27) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 49 ข)

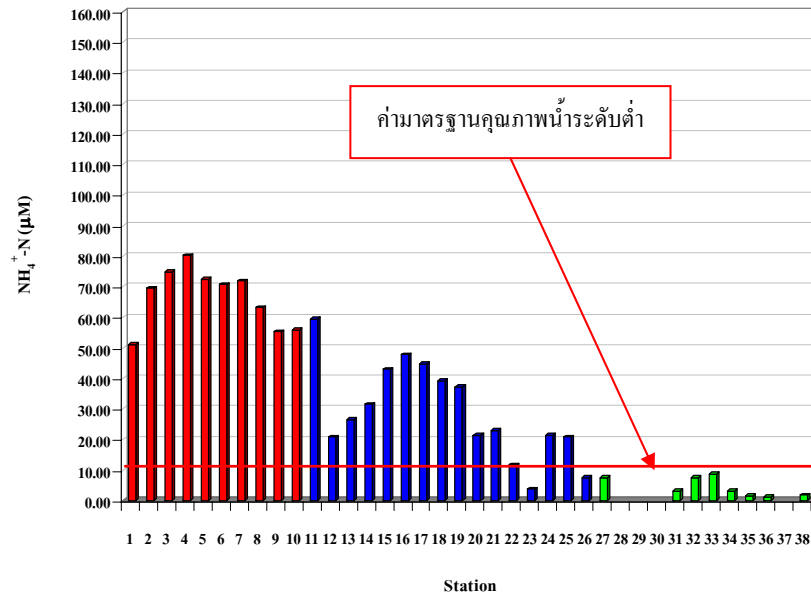
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 51.22-152.48 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 108.25 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมพบว่า บริเวณพื้นที่ที่เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นจะพบปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าบริเวณอื่น ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) และบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณ

แอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท้ายคู้ อ.สามพราน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 10) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 49 ข)

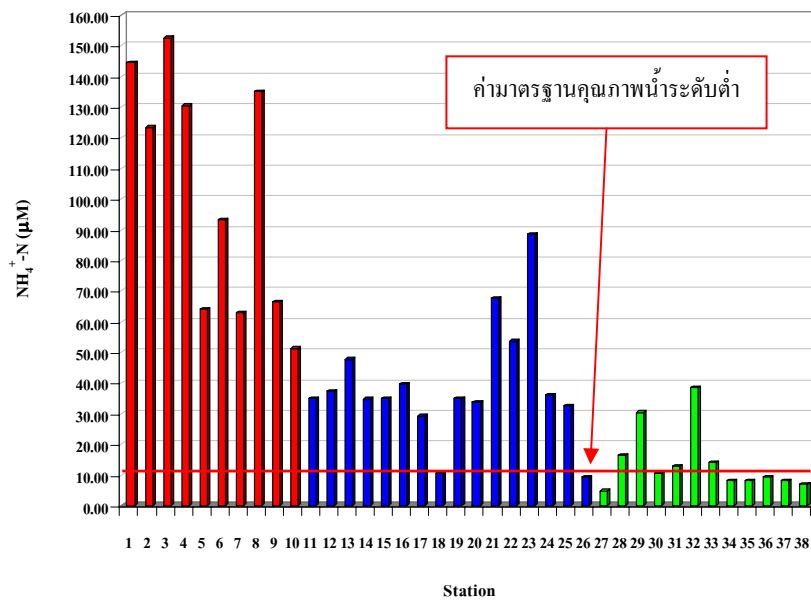
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 9.31-88.46 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.92 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมพบว่า มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนใกล้เคียงกันทุกสถานี ยกเว้นเพียงบางสถานี ซึ่งอาจเนื่องมาจากช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างเป็นช่วงที่เกิดอุทกภัยน้ำท่วมขังบริเวณพื้นที่นี้ จึงทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ต่าง ๆ ใกล้เคียงกัน โดยพบว่าบริเวณบ้านแหลม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 23) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 26) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 49 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 4.66-38.41 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.89 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงสุด ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับค่าของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ที่มีค่าสูงกว่าสถานีอื่น ๆ ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เนื่องจากมีการระบายน้ำออกเพื่อป้องกันน้ำท่วมในพื้นที่ด้านบนเหนือประตูน้ำ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับสถานีที่ 26 ซึ่งอยู่บริเวณหลังประตูน้ำ (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 49 ข)

โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในช่วงตอนล่างจะมีค่าสูงกว่าช่วงตอนกลาง และตอนบน เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่รองรับกิจกรรมการใช้ประโยชน์จากชุมชนเมือง เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานแปรรูปสัตว์น้ำ โรงงานน้ำตาล เป็นต้น มีบ้านเรือนหนาแน่น ท่าจอดเรือสินค้าขนาดใหญ่ รวมทั้งเรือประมงขนาดต่าง ๆ จึงทำให้มีการปล่อยน้ำเสียรวมทั้งสิ่งปฏิกูลต่าง ๆ ลงสู่แหล่งน้ำเป็นจำนวนมาก



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 49 ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในน้ำ (ไมโครโมลาร์) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2.5 ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน

ค่าของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 7.66-18.50 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 13.45 ± 3.61 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมาตรฐานเท่ากับ 12.88 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนมีค่าสูงกว่าช่วงอื่น ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) แหล่งชุมชนขนาดใหญ่ เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณวัดเทียนดัด ต.บ้านใหม่ อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 50 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 7.66-18.10 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมาตรฐานเท่ากับ 10.94 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 50 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 10.25-18.50 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมาตรฐานเท่ากับ 17.16 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 26) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 50 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 9.25-17.11 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียุทธศาสตร์เท่ากับ 10.54 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดนางเรียง อ.เค็มบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของ ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์ และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบที่บริเวณบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) (ตาราง ผผนวกที่ 1 และภาพที่ 50 ก)

ฤดูน้ำหลาก

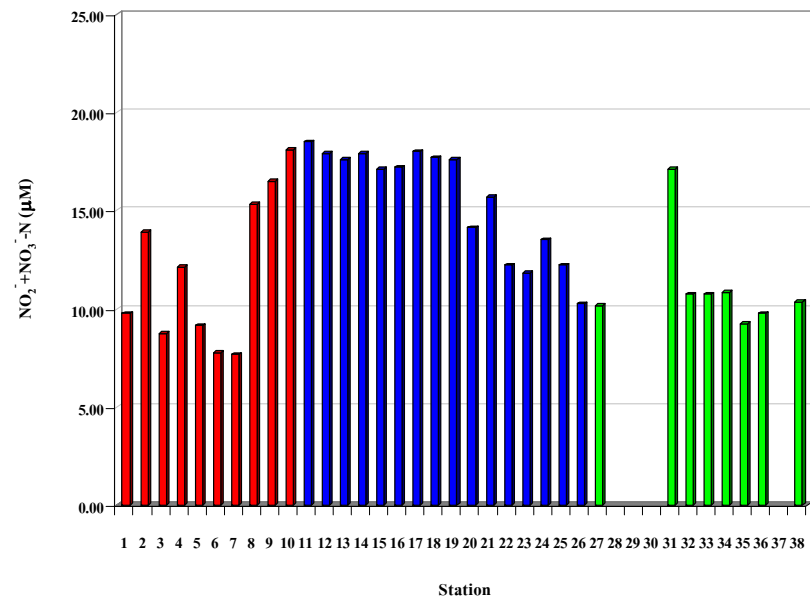
สำหรับการตรวจวัดปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) พบว่า มีค่าความเข้มข้นอยู่ระหว่าง 0.19-20.09 ไมโครโมลาร์ มี ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 8.78 ± 7.65 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียุทธศาสตร์เท่ากับ 3.41 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวม พบว่า ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในช่วงตอนบนของแม่น้ำท่าจีนมีค่าสูงกว่าช่วงอื่น เนื่องมาจากปริมาณน้ำที่ชะล้างจากแผ่นดินและพัดพาเอาปุ๋ยที่ใช้ในการเกษตรลงสู่แม่น้ำ ซึ่งพบว่า บริเวณวัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 28) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณ ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด โดยเป็นทั้งแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ และมีการเลี้ยงปลา จำนวนมากหน้าวัด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) และมีกลุ่มของบริเวณที่มีความเข้มข้นของไนไตรท์ และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณศาลเจ้าได้ซึ้ง วัดใหญ่ จอมปราสาท วัดบางปลา ในเขต อ.เมือง และวัดดอนไก่อดี ในเขต อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2 3 4 และ 6) โดยมีค่าสอดคล้องกับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน แต่ในทิศทางตรงกัน ข้าม รวมทั้งสอดคล้องกับค่าของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ (ตารางผผนวกที่ 7 และภาพที่ 50 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.19-2.27 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียุทธศาสตร์เท่ากับ 1.99 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณบ้านสวนส้ม ต.สวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาครและบริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 5 และ 9) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน ต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) และยังมีกลุ่มของบริเวณที่มีความเข้มข้นของไนไตรท์ และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณศาลเจ้าได้ซึ้ง

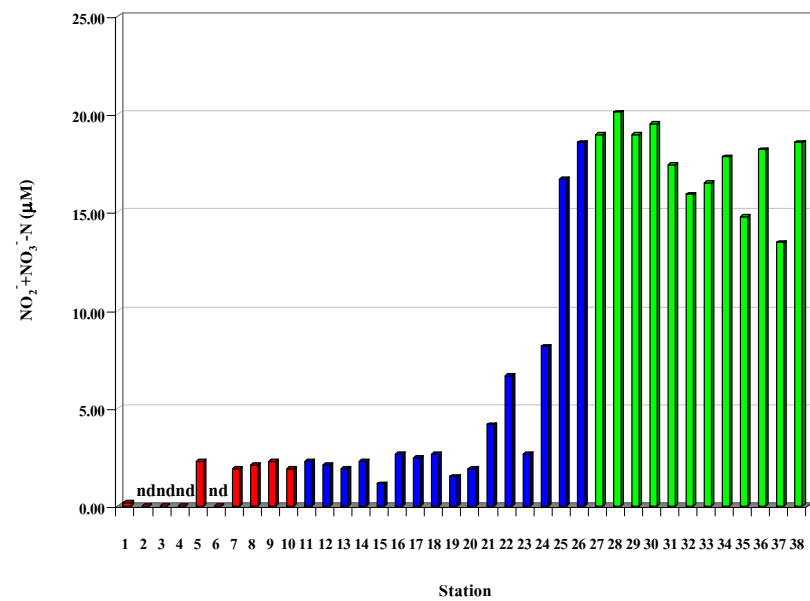
วัดใหญ่จอมปราสาท วัดบางปลา ในเขต อ.เมือง และ วัดดอนไก่อี๊ ในเขต อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2 3 4 และ 6) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 50 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.14-18.58 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 2.56 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่าบริเวณ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 26) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 15) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 50 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 13.46-20.09 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 18.01 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่าบริเวณวัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 28) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 50 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 50 ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในน้ำ (ไมโครโมลาร์) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2.6 ซิลิกเกต-ซิลิคอน

ค่าของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนของน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 63.90-100.98 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 87.45 ± 12.76 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมีมาตรฐานเท่ากับ 92.49 ไมโครโมลาร์ โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนของแม่น้ำท่าจีนมีค่าเรียงลำดับจากมากไปน้อย คือ ตอนบน ตอนกลาง และตอนล่าง ซึ่งพบว่า บริเวณวัดประสพสุข ต.ทับตีเหล็ก อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี และบริเวณบ้านปากน้ำ ต.ปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 25 และ 32) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 51 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิกเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 63.90-100.09 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมีมาตรฐานเท่ากับ 73.06 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 51 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิกเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 72.39-100.98 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมีมาตรฐานเท่ากับ 84.45 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดประสพสุข อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 25) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิกเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 51 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิกเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 88.02-100.98 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีความมีมาตรฐานเท่ากับ 98.08 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณ

บ้านปากน้ำ อ.เค็มบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 51 ก)

ฤดูน้ำหลาก

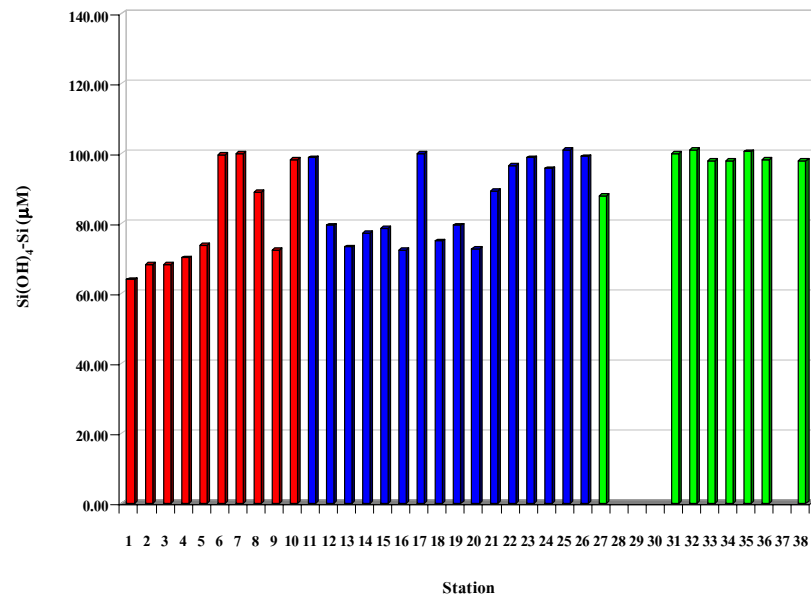
ส่วนในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนอยู่ระหว่าง 78.99-130.48 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 102.12 ± 18.46 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียค่ามาตรฐานเท่ากับ 93.96 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อีดี ต.ตลาดกระทุ่มแบน อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 51 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 78.99-130.48 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียค่ามาตรฐานเท่ากับ 108.49 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อีดี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 51 ข)

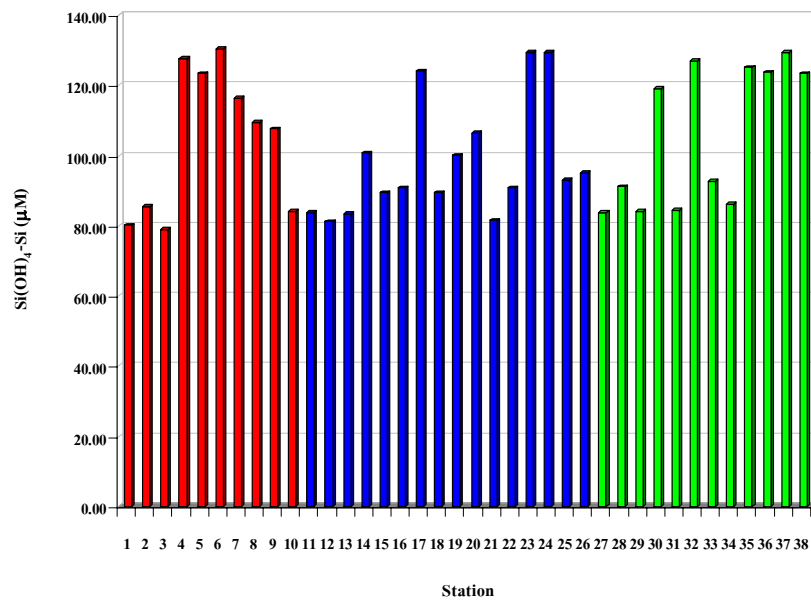
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 81.12-129.34 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียค่ามาตรฐานเท่ากับ 91.83 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณบ้านแหลม และวัดสวนหงส์ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 23 และ 24) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 12) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 51 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณของซิลิเกต-ซิลิคอนของน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 83.67-129.34 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียค่ามาตรฐานเท่ากับ 105.87 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณคลองมะขามเต่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 51 ข)

โดยภาพรวมปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟต์ในช่วงน้ำหลากจะมีค่าสูงกว่าในช่วงแล้งเพียงเล็กน้อย อันมีอิทธิพลมาจากปริมาณน้ำฝนที่ตกลงมาจัดเซาะละลายลงสู่แม่น้ำ และจากการที่แม่น้ำท่าจีนมีประตูละบายน้ำกั้นขวางแม่น้ำไว้ถึง 4 ประตู ซึ่งมีลักษณะการเปิดระบายน้ำที่ไม่แน่นอนในแต่ละประตู จึงทำให้ปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟต์ของทั้ง 2 ฤดูกาลไม่แตกต่างกันมากนัก โดยปริมาณน้ำท่าที่มีมากนั้นดูได้จากในช่วงสถานีต้นแม่น้ำ นั่นคือ สถานีที่ 37 และ 38 ที่พบว่า ปริมาณซัลเฟต-ซัลไฟต์ของบริเวณนี้ในเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงกว่าเดือนมีนาคมมาก



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง ■ ตอนกลาง ■ ตอนบน

ภาพที่ 51 ปริมาณซิลิเกต-ซิลิกอนในน้ำ (ไมโครโมลาร์) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2.7 ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ค่าของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำนั้นเป็นตัวชี้ให้เห็นว่า น้ำนั้นมีการปนเปื้อนมากน้อยเพียงใด เพราะถ้ามีมากจะทำให้เกิดการเจริญเติบโตของพืชน้ำมากเกินไป (Eutrophication) ซึ่งจากการเก็บตัวอย่างน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า โดยภาพรวมปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีค่าลดลงเรื่อย ๆ ตามระยะทางของแม่น้ำขึ้นไป ทั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า น้ำในแม่น้ำท่าจีน ได้รับน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส คือ น้ำทิ้งจากบ้านเรือน และจากแหล่งเกษตรกรรม เป็นต้น โดยภาพรวมรูปแบบการแพร่กระจายของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสคล้ายกับการแพร่กระจายของแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการเก็บตัวอย่างน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของน้ำ ในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-16.93 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.50 ± 4.33 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.23 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด เนื่องจากเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 52 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 3.64-16.93 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.45 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท ต.ท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณวัดทรงคนอง ต.ทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 52 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.40-6.57 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.19 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน

อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 52 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.63-1.19 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.71 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบตั้งแต่บริเวณบ้านหนองหวาย อ.หันคา ขึ้นไปจนถึงบริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ที่อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34-38) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 52 ก)

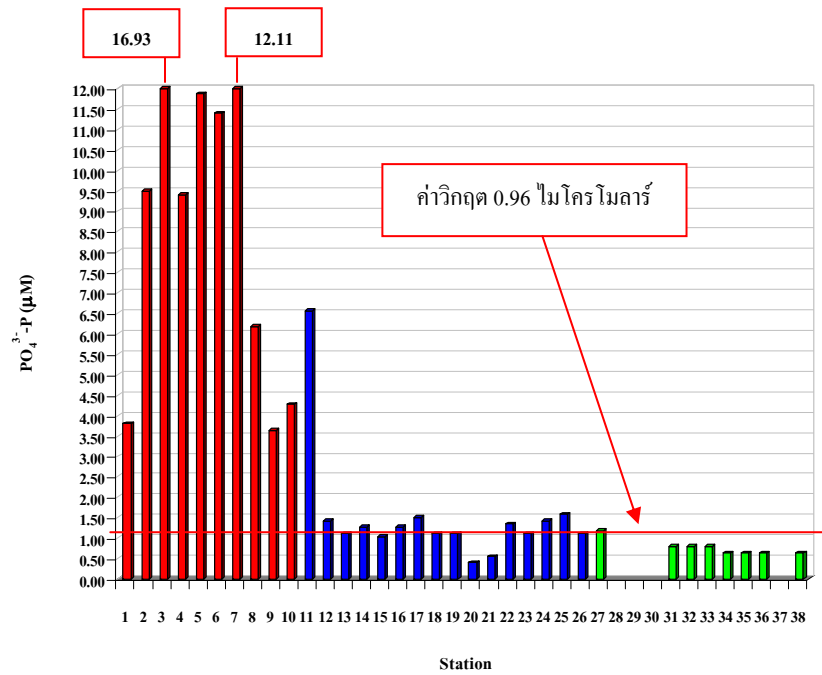
ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสอยู่ระหว่าง 0.07-6.66 ไมโครโมลาร์ มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.22 ± 1.74 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.44 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ถึงแม้ว่า จะเป็นสถานีที่ใช้เป็นตัวแทนของเขตทะเลแต่ช่วงเดือนนี้น้ำหลากมีปริมาณมากทำให้สถานีนี้ได้รับอิทธิพลจากชายฝั่งสูง จึงทำให้มีปริมาณของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงด้วย ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแก้ว ต.ท่าแก้ว และบ้านท่าแห ต.ท่าเสา ในเขต อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35 และ 36) และมีกลุ่มของบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณคลองมะขามเต่า ต.มะขามเต่า และจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37 และ 38) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 52 ข)

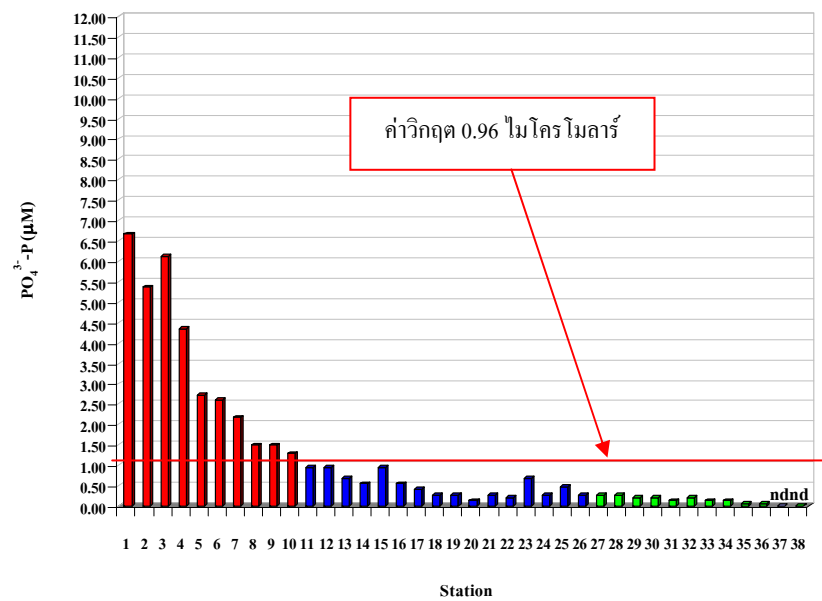
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 1.29-6.66 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.66 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 52 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.14-0.95 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียกเว้นเท่ากับ 0.44 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน บริเวณบ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี และบริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 11 12 และ 15) เป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 52 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-0.27 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมียกเว้นเท่ากับ 0.17 ไมโครโมลาร์ โดยพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง และบริเวณวัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27 และ 28) เป็นบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแก้ว และบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35 และ 36) และมีกลุ่มของบริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณคลองมะขามเฒ่า ค.มะขามเฒ่า และจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37 และ 38) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 52 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง
 ■ ตอนกลาง
 ■ ตอนบน

ภาพที่ 52 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในน้ำ (ไมโครโมลาร์) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

3. คุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำ

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน เป็นการศึกษาปริมาณของคลอโรฟิลล์ เอ ที่ระดับผิวน้ำ (30 เซนติเมตร จากผิวน้ำ) สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.67-535.34 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 46.89 ± 122.15 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.84 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เชื่อมกับคลองมหาชัย และมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในหลากหลายรูปแบบ เช่น แหล่งชุมชน ท่าเรือข้ามฟาก และตลาด เป็นต้น จึงเป็นบริเวณที่มีปริมาณธาตุอาหารสูง ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 53 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 8.01-535.34 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 32.49 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำสูงสุด เนื่องมาจากเป็นบริเวณที่พบว่าเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสี (Red Tide) ของแพลงก์ตอนพืช ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 53 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 4.01-33.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.18 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณอนุสรณ์สถานฯ ต.บางระกำ อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 13) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 53 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.67-11.68 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.34 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณจุดบรรจบระหว่างแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) (ตารางผนวกที่ 1 และภาพที่ 53 ก)

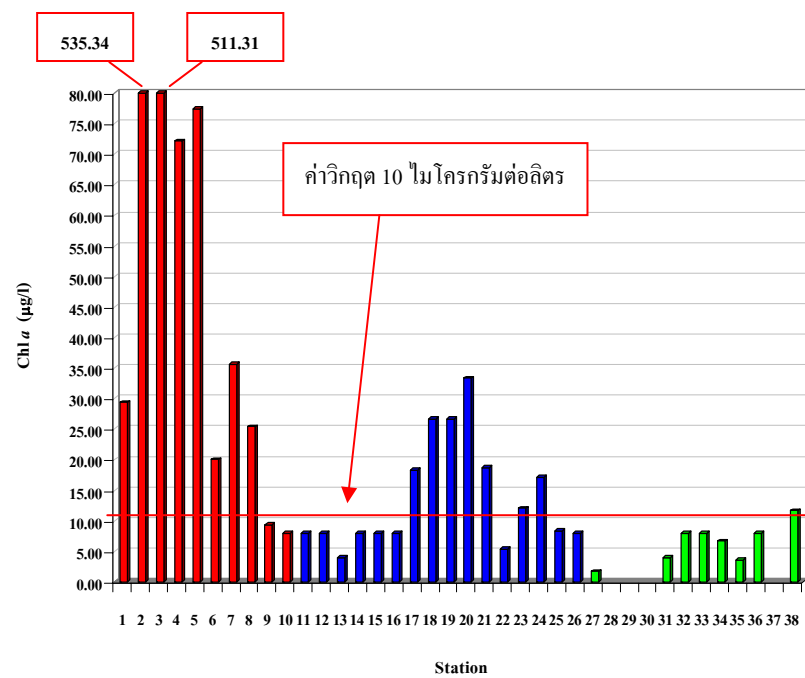
ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 13.35-62.75 ไมโครกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.09 ± 11.65 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 29.37 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านหนองหวาย ต.สามง่ามท่าโบสถ์ อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 53 ข)

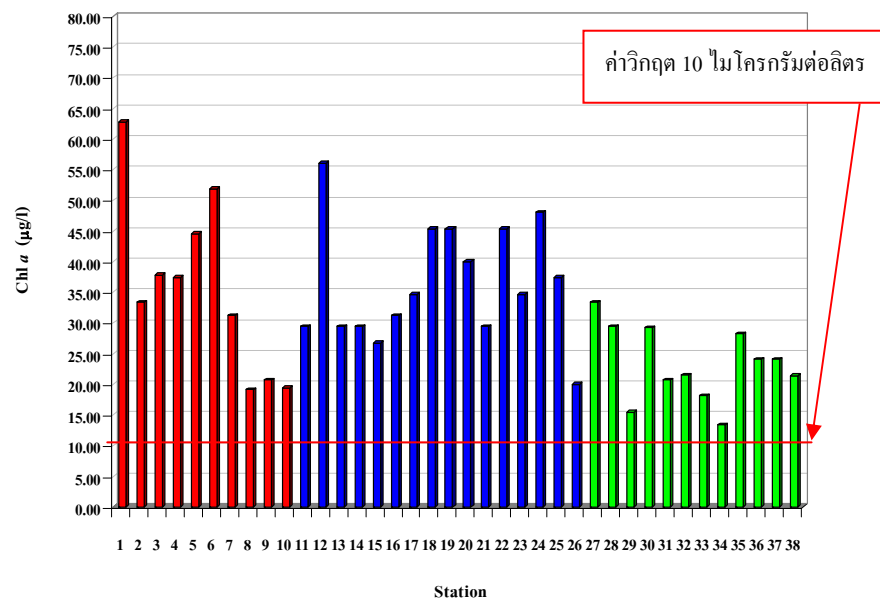
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 19.07-62.75 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 35.38 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 53 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 20.03-56.07 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.71 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณบ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 12) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณ อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 26) (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 53 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 13.35-33.38 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 22.74 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยพบว่าบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำต่ำสุดพบบริเวณบ้านหนองหวาย ต.สามง่ามท่าโบสถ์ อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34) ซึ่งเป็นบริเวณที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสต่ำมากจนเกือบวิเคราะห์ไม่ได้ ทั้งนี้ เมื่อไม่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่เพียงพอแพลงก์ตอนพืชก็ไม่สามารถที่จะเจริญเติบโตได้ (ตารางผนวกที่ 7 และภาพที่ 53 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 53 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

คุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีน

จากการศึกษาคุณภาพดินตะกอนของแม่น้ำท่าจีน ในบริเวณผิวดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก จำนวนทั้งสิ้น 38 สถานี เพื่อให้ครอบคลุมพื้นที่แม่น้ำท่าจีน โดยแบ่งพื้นที่ที่ลำน้ำออกเป็น 3 เขต ตามประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน คือ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่สถานีที่ 1 (ปากแม่น้ำ) ถึงสถานีที่ 10 (บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม) แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง ตั้งแต่สถานีที่ 11 (วัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึงสถานีที่ 26 (อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) และแม่น้ำท่าจีนตอนบน ตั้งแต่สถานีที่ 27 (หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) ถึงสถานีที่ 38 (จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท) ผลการศึกษาสามารถแสดงรายละเอียดได้ ดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

1.1 ปริมาณน้ำในดินตะกอน

ปริมาณน้ำในดินตะกอนจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 23.6-77.7 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 57.5 ± 14.4 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 59.9 โดยพบว่า บริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 54 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 59.6-77.7 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 70.2 โดยพบว่า บริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง อ.เมือง

จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 54 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 23.6-73.4 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 59.8 โดยพบว่า บริเวณวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 19) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 54 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 31.8-54.1 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 43.2 โดยพบว่า บริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าท่าเรืออ่าวหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 54 ก)

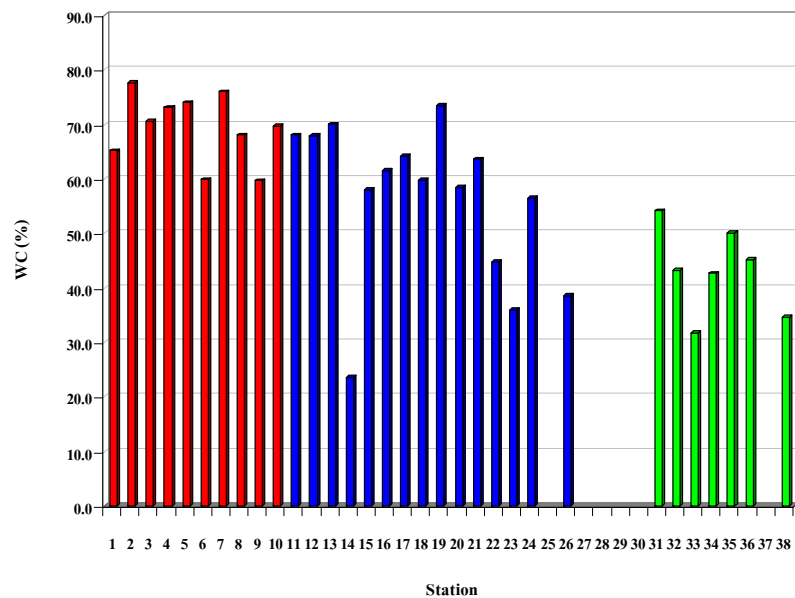
ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) พบว่า ค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 34.5-78.0 มีค่าเฉลี่ยเท่ากับร้อยละ 57.68 ± 11.90 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 58.5 โดยพบว่า บ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 54 ข)

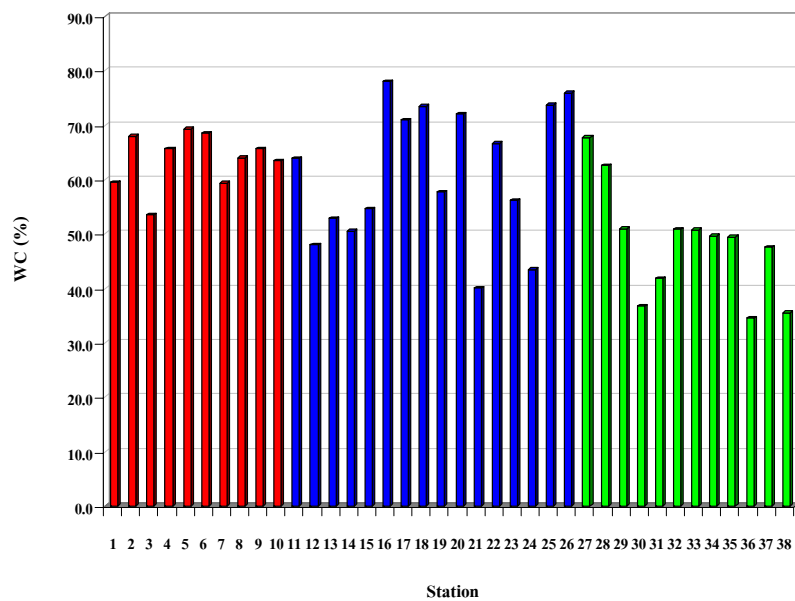
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 53.5-69.2 ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ ร้อยละ 64.8 โดยพบว่า บริเวณบ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 5) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 54 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 40.0-78.0 ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ ร้อยละ 60.8 โดยพบว่า บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 54 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 34.5-67.7 ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ ร้อยละ 49.5 โดยพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณน้ำในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 54 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 54 ปริมาณน้ำในดินตะกอน (ร้อยละ) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2. คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน

2.1 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน

ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนจะมีปริมาณมากจากตอนล่าง ไปตอนกลางและตอนบน ตามลำดับ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-9.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.60 ± 1.71 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าโรงเรียนน้อยร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 55 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.18-9.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.52 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าโรงเรียนน้อยร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิงกง อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม (สถานีที่ 2) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 55 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.78 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 19) เป็นบริเวณที่มี

ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 55 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.06 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 55 ก)

ฤดูน้ำหลาก

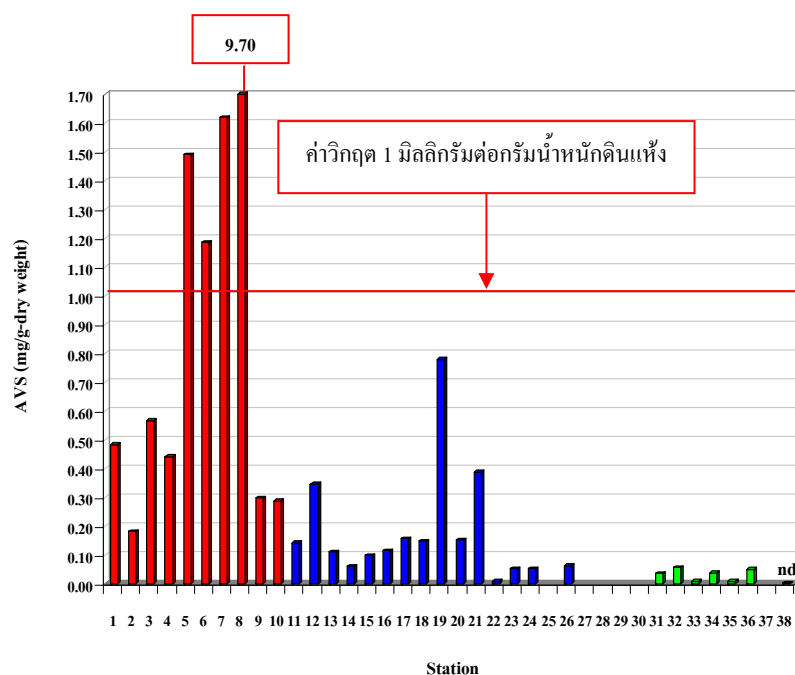
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง ND-1.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.25 ± 0.33 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.11 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ วัดท่าเจริญ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 55 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-1.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.28 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีค่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 55 ข)

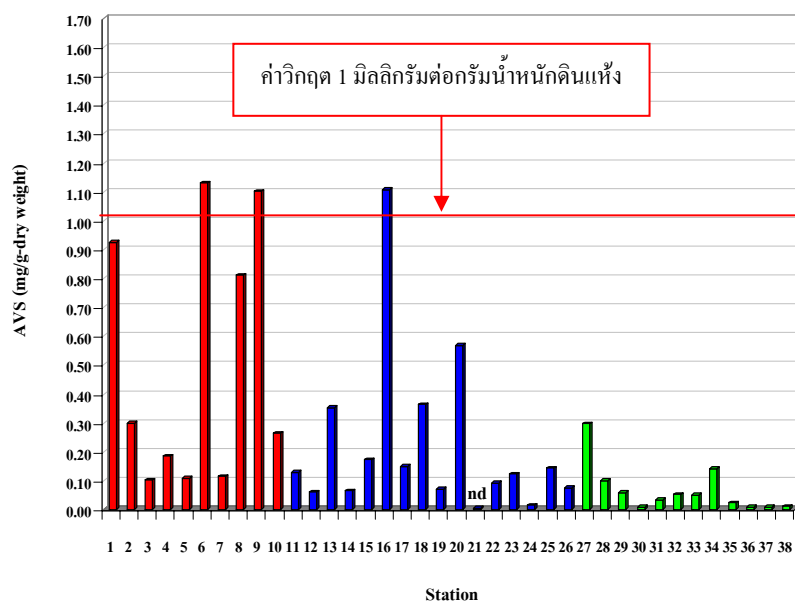
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง ND-1.11 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบจนไม่

สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ วัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 55 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.30 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณตลาดร้อยปีสามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 30) และตั้งแต่บริเวณบ้านท่าแหขึ้นไปถึงจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36-38) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 55 ข)



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 55 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

2.2 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 14.80-176.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 102.02 ± 38.96 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 106.17 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรเป็นจำนวนมาก ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 56 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 106.73-176.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 129.18 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณหน้าวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 56 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 14.80-165.63 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 105.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 56 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 33.98-94.66 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 59.51 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าวัดนางเรียง อ.เคมบริงนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด เนื่องจากเป็นสถานีที่อยู่หน้าประตูน้ำ ทำให้เกิดการสะสมของสารอินทรีย์ได้มาก ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา ในเขต อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) (ตารางผนวกที่ 2 และภาพที่ 56 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-60.00 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนบนของแม่น้ำ ยกเว้น สถานีที่ 14 23 และ 26 ที่อยู่บริเวณตอนกลาง โดยภาพรวมแล้วเป็นบริเวณที่มีบ้านเรือนอาศัยอยู่น้อย

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 60.00-100.00 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง ได้แก่ สถานีที่ 15 31 และ 36 ซึ่งเป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดกลาง มีบ้านเรือนอยู่กันไม่หนาแน่น

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 100.00-180.00 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง ซึ่งพบว่าอยู่ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ และช่วงตอนกลางเกือบทุกสถานี โดยเป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น

ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 19.17-142.83 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 84.60 ± 31.62 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 84.68 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

ตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณวัดสวนหงส์ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 24) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 56 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 66.09-131.52 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 111.57 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณ ที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ตะกอนต่ำสุดพบบริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสงคราม (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 56 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ ระหว่าง 19.17-142.83 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 95.59 มิลลิกรัมต่อ กรัม น้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็น บริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมใน ดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณวัดสวนหงส์ อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 24) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 56 ข)

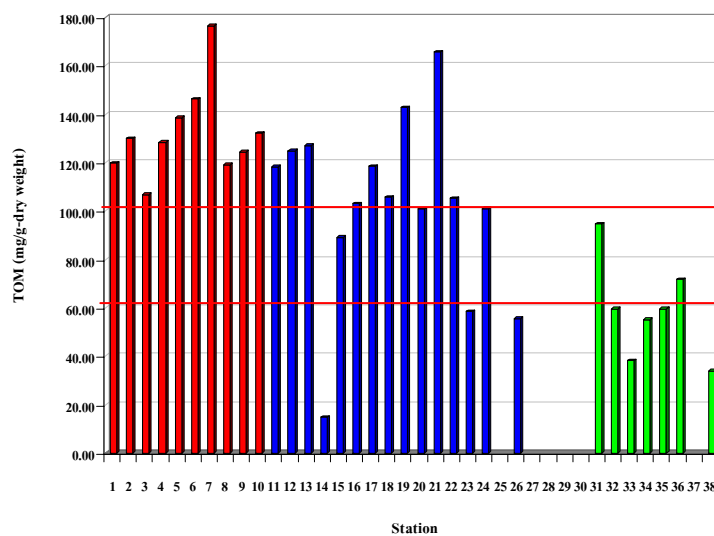
ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 31.82-101.15 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 57.64 มิลลิกรัมต่อกรัม น้ำหนักดินแห้ง โดยพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็น บริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมใน ดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 8 และภาพที่ 56 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่ม ได้ 3 ระดับ ตามปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนเป็นต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

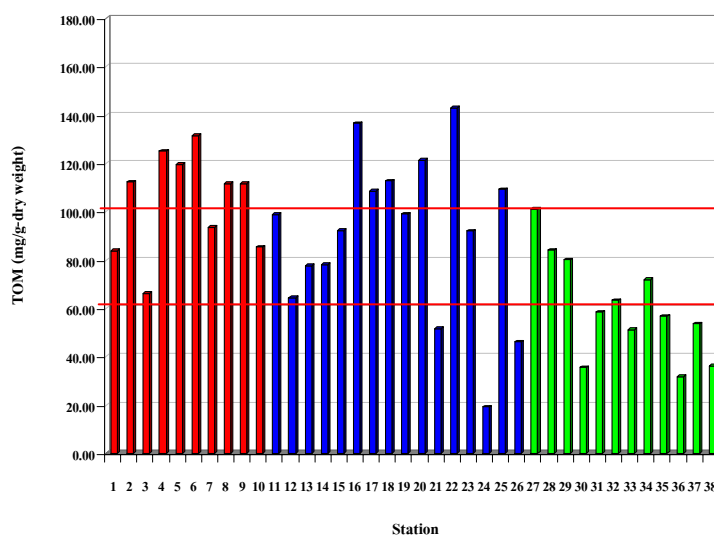
ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-60.00 มิลลิกรัมต่อ กรัม น้ำหนักดินแห้ง ซึ่งส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนบนของแม่น้ำ ยกเว้น สถานีที่ 21 24 และ 26 ที่ อยู่ในช่วงตอนกลาง

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 60.00-100.00 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งพบในทั้งสามช่วงของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 1 3 7 10-15 19 23 28 29 32 และ 34 เนื่องจากในเดือนนี้มีฝนตกในปริมาณมาก เกิดน้ำท่วมขังเป็นบางบริเวณค่าที่ได้จึงแยกได้ไม่เด่นชัดนัก

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 100.00-180.00 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ซึ่งพบว่าส่วนใหญ่อยู่ในช่วงตอนล่าง ช่วงตอนกลางของแม่น้ำในบางสถานี และตอนบนเพียง 1 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 2 4-6 8 9 16-18 20 22 25 และ 27 ซึ่งสถานีที่มีปริมาณเด่นชัดก็ยังคงเป็นบริเวณที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น อาทิเช่น สถานีที่ 6 บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร ซึ่งเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และสถานีที่ 16 บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ที่เป็นพื้นที่เกษตรกรรมหนาแน่น



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 56 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง) ในเดือน
มีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม
คือ 0-60 60-100 และ 100-180 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ)

โลหะหนัก

จากการศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) และพรรณไม้น้ำ (ผักบุ้งและผักกระเฉด) ครอบคลุมพื้นที่บริเวณแม่น้ำท่าจีน ในช่วงเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) ผลการศึกษาปริมาณโลหะหนักทั้ง 4 ชนิด คือ แคดเมียม (Cd) ตะกั่ว (Pb) ทองแดง (Cu) และสังกะสี (Zn) ได้ผลดังนี้

ปริมาณของแคดเมียมในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของแคดเมียมในน้ำ

สำหรับการศึกษาปริมาณแคดเมียมในน้ำซึ่งใช้เป็นตัวแทนของแต่ละพื้นที่อันครอบคลุมบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.02 ± 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในน้ำต่ำสุด คือ สถานีที่ 1 3 4 7-15 19 34 และ 36-38 และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 57 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำ มีค่าใกล้เคียงกันทั้งหมดทุกสถานีที่ทำการศึกษา (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 57 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณ

แคลเซียมในน้ำต่ำสุด คือ ตั้งแต่บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี ถึง บ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 11-15) และบริเวณวัดบางซอ อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 19) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 57 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคลเซียมในน้ำ มีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี และบริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 32 และ 33) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคลเซียมในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคลเซียมในน้ำต่ำสุด พบบริเวณบ้านหนองหวาย บ้านท่าแห อ.หันคา และจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34 36 และ 38) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 57 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณแคลเซียมในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณแคลเซียมในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณแคลเซียมในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบทั้งใน 3 ช่วงของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 1 3 4 7-15 19 34 36 และ 38 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่สุดของปริมาณแคลเซียมในน้ำ เนื่องจากแคลเซียมเป็นสารที่มีปริมาณน้อยในธรรมชาติ

ปริมาณแคลเซียมในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบมากบริเวณตอนกลาง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น คือ สถานีที่ 2 5 6 16 18 20 21 24-27 31 และ 35

ปริมาณแคลเซียมในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในช่วงตอนกลาง และตอนบนของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 17 22 23 32 และ 33 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งเกษตรกรรมที่หนาแน่น และชุมชนขนาดใหญ่

ฤดูน้ำหลาก

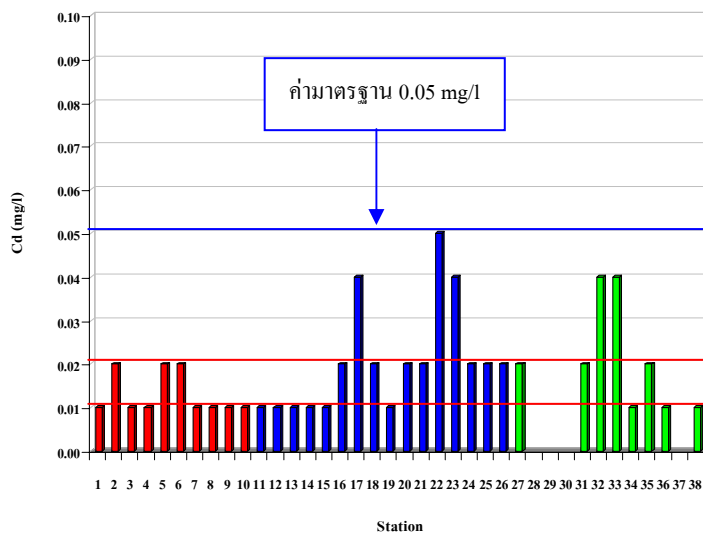
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีความเข้มข้นเท่ากับ 0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมได้ ยกเว้นสถานีที่ 11 และ 21 ซึ่งอยู่ในช่วงตอนกลาง สถานีที่ 31 และ 38 ซึ่งอยู่ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ โดยบริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณแคดเมียมในน้ำสูงสุด และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 57 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณแคดเมียมในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณแคดเมียมในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

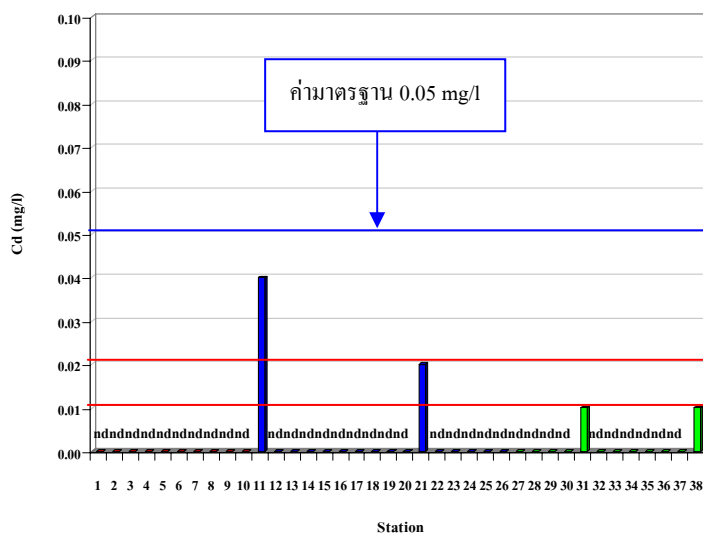
ปริมาณแคดเมียมในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งสถานีส่วนใหญ่ทั้ง 3 ช่วงแม่น้ำ พบในระดับนี้ คือ ปริมาณที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) ยกเว้น สถานีที่ 31 และ 38 ที่อยู่ในช่วงตอนบนที่วิเคราะห์ปริมาณได้ เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนเป็นตัวเอื้อจากความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลงไป

ปริมาณแคดเมียมในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 21 ซึ่งเป็นแหล่งเกษตรกรรมแต่ไม่หนาแน่นนัก

ปริมาณแคดเมียมในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 11 เป็นบริเวณที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 57 ปริมาณแคดเมียมในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.01 0.01-0.02 และ 0.02-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ)

2. ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอน

ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยในเดือนมีนาคมนั้นสามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างได้เพียงสถานีตอนล่าง และตอนกลาง เท่านั้น ส่วนในเดือนพฤศจิกายน ได้เลือกตัวแทนของแต่ละช่วงแม่น้ำมาทำการวิเคราะห์ ช่วงละ 1 สถานี ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.59-10.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.82 ± 1.86 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน หน้าศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง และบริเวณหน้าวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1 3 และ 4) และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นสถานีที่ 7 (6.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 58 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 0.59-10.43 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน หน้าศาลเจ้าไฉ่ชิ่ง และบริเวณหน้าวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1 3 และ 4) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 58 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 1.50-1.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 58 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.60 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 1 3 และ 4 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มเล็กสุดของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน

ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.60-1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 2 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบทั้งหมดบริเวณตอนกลาง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น คือ สถานีที่ 2 5 และ 8-24

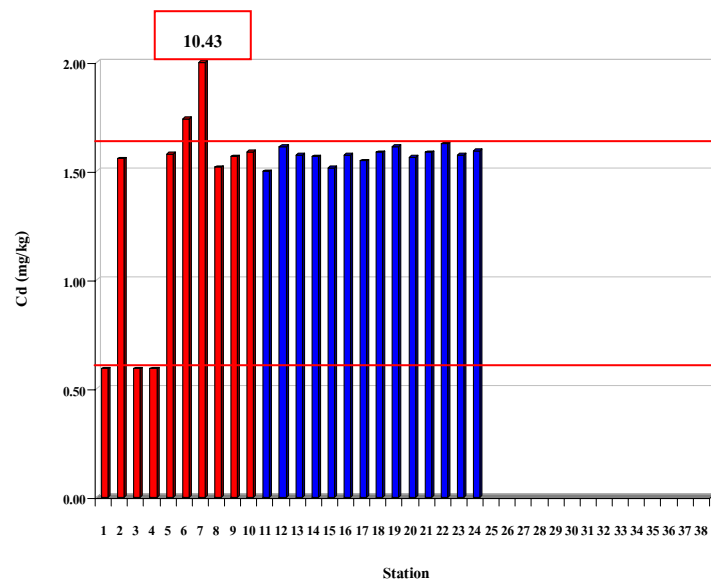
ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 6 วัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร และสถานีที่ 7 วัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งฟาร์มเลี้ยงสุกร

คุณภาพหลัก

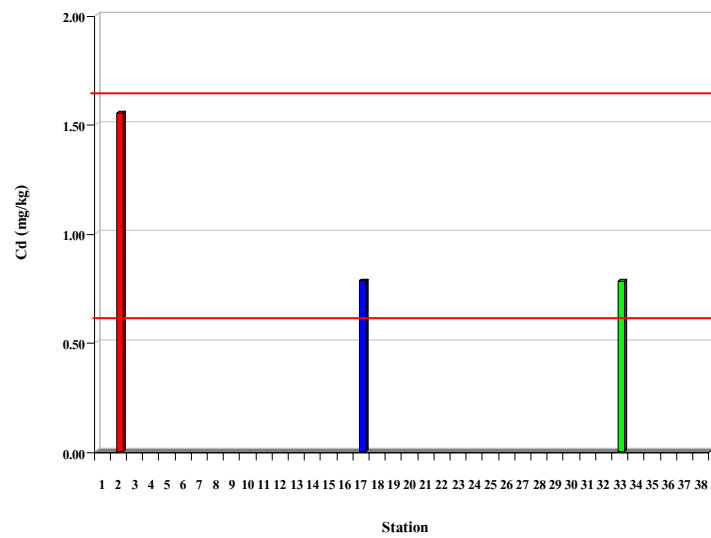
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ในแต่ละช่วงของแม่น้ำท่าจีนเพียง 3 สถานี คือ สถานีที่ 2 หน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ตัวแทนตอนล่าง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มาก สถานีที่ 17 บ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ตัวแทนตอนกลาง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น และสถานีที่ 33 หน้าว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท ตัวแทนตอนบน เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งชุมชน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนซึ่งเก็บบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง (สถานีที่ 2) มีปริมาณสูงสุด มีค่าเท่ากับ 1.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ท่าเรือข้ามฟาก ตลาด และมีคลองมหาชัยที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน เป็นแหล่งน้ำพาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ เมื่อนำมาจัดกลุ่มตามปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม พบว่า ทั้ง 3 สถานี จัดอยู่ในระดับปานกลาง คือ มีค่าอยู่ในช่วง 0.60-1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อนำมาเปรียบเทียบในแต่ละสถานีที่เป็นตัวแทนแล้ว พบว่า สถานีที่ 2 ทั้งสองเดือนมีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ในสถานีที่ 17 ถึงแม้จะจัดอยู่ในระดับปาน

กลางเช่นกัน แต่ปริมาณแคลเซียมก็แตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนได้เนื่องจากความเข้มข้นสารต่าง ๆ ลงไป และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (6.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 58 ข)

หมายเหตุ: เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทำการย่อยตัวอย่างดินตะกอนชำรุดเสียหาย จึงไม่สามารถทำการย่อยตัวอย่างได้หมดทุกตัวอย่าง ดังนั้น การรายงานผลในเดือนมีนาคมจึงมีเพียง 24 ตัวอย่างเท่านั้น และในเดือนพฤศจิกายนจะมีเพียง 3 ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของในแต่ละเขตพื้นที่



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 58 ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.60 0.60-1.65 และ 1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3. ปริมาณของแคดเมียมในพรรณไม้น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

ปริมาณแคดเมียมในใบและลำต้นของผักบุ้ง จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณใกล้บ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร บ้านหนองหวาย และบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 5 34 และ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งต่ำสุดจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ ตั้งแต่บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม ถึง บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี และบริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 11-22 และ 31) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งมีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากแคดเมียมเป็นสารที่มีปริมาณน้อยอยู่แล้วในธรรมชาติ และสามารถตรวจพบได้ในช่วงตอนล่างและตอนบนเท่านั้น และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 59 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.11-0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณใกล้บ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 5) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งต่ำสุด คือบริเวณหน้าวัดดอนไก่อี้อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 59 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้ง มีค่าน้อยมากจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 59 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณบ้านหนองหวาย และบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34 และ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณน้ำวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 59 ก)

ฤดูน้ำหลาก

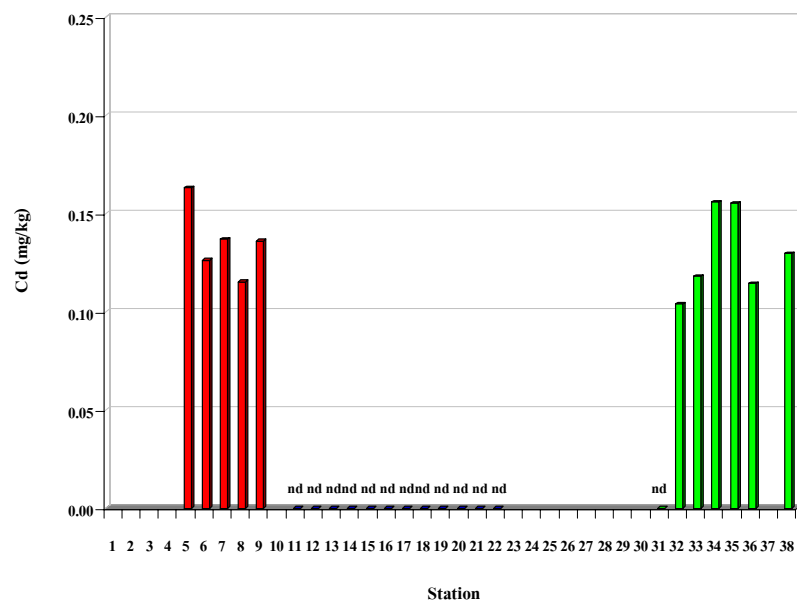
จากการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.06 ± 0.07 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณบ้านท้ายุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ สถานีที่ 4 7 8 12 13 18-32 และ 34-36 ซึ่งโดยภาพรวมพบว่ามีปริมาณใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับในเดือนมีนาคม และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 59 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.22 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.12 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณบ้านท้ายุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณวัดบางปลา อ.เมือง จ.สมุทรสาคร บริเวณวัดเทียนดัด และโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 4 7 และ 8) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 59 ข)

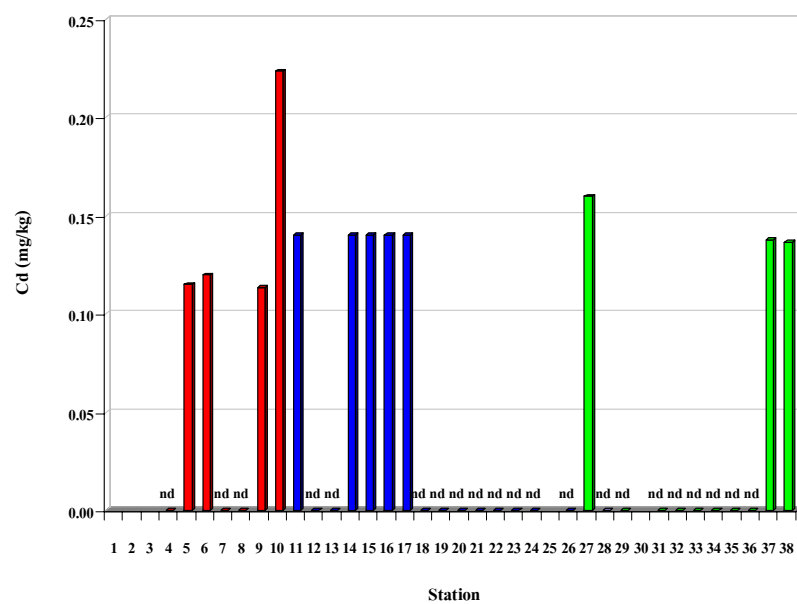
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ ซึ่งพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจวัดปริมาณของแคดเมียมได้ ยกเว้น สถานีที่ 11 และ 14-17 โดยมีเพียง 1 ค่า คือ 0.14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม อาจเนื่องมาจากบริเวณดังกล่าว เป็นแหล่งที่มีการทำเกษตรกรรมหนาแน่น (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 59 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถตรวจพบปริมาณของแคดเมียมได้ ยกเว้น สถานีที่ 27 37 และ 38 โดยบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงสุด คือ ใกล้บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี มีค่าเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 59 ข)

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในแต่ละสถานี พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งของเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน เช่น สถานีที่ 5 7 และ 8 เป็นต้น อาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่มีมาก จึงเป็นตัวเอื้อจากความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลงไป



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 59 ปริมาณแคดเมียมในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

3.2 ผักกระเฉด

ปริมาณแคดเมียมในใบและลำต้นของผักกระเฉด สามารถเก็บตัวอย่างได้เป็นบางสถานีในบริเวณแม่น้ำท่าจีน จึงได้นำมาเป็นเพียงตัวแทนของแต่ละช่วงในแม่น้ำ ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 5 สถานี คือ สถานีที่ 9 10 21 33 และ 36 จากการตรวจวัดปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.10-0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.13 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยภาพรวมพบว่าปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดมีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งพบว่า บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 60 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณวัดทรงคนอง และบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9 และ 10) พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉด คือ 0.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทั้ง 2 สถานี (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 60 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉด คือ 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 60 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณที่ว่าการอำเภอหันคา (สถานีที่ 33) และบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉด คือ 0.13 และ 0.10 ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 60 ก)

ฤดูน้ำหลาก

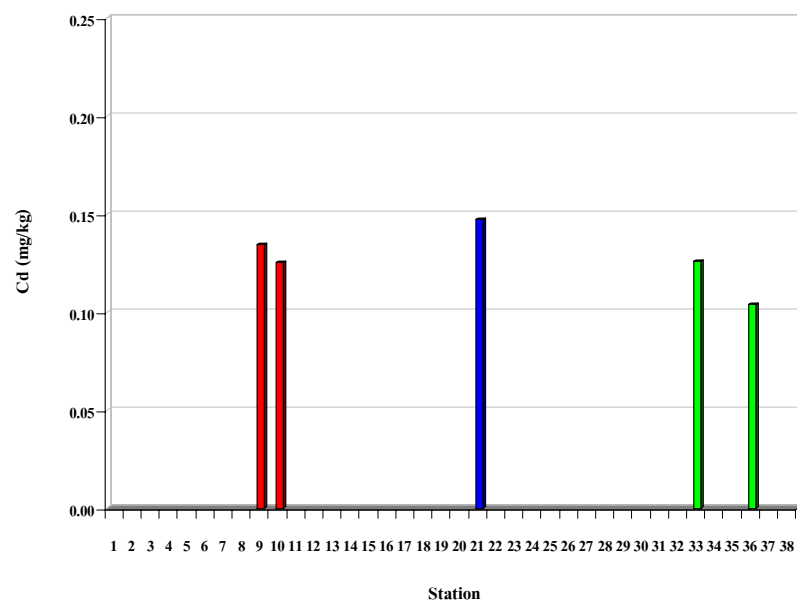
ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 11 สถานี คือ โกล้สถานีที่ 7 15 18 22 27 30 32 33 34 35 และ 37 จากการตรวจวัดปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ± 0.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของแคะเมียมได้ ยกเว้นโกล้สถานีที่ 7 32 34 และ 35 โดยภาพรวมพบว่า มีค่าอยู่ใกล้เคียงกันเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม ยกเว้นในสถานีที่ 35 บริเวณสถานีซึ่งใช้เป็นตัวแทนบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท มีปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดสูงสุด และยังพบว่า ไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 60 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณใกล้วัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) พบว่า ปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจด คือ 0.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 60 ข)

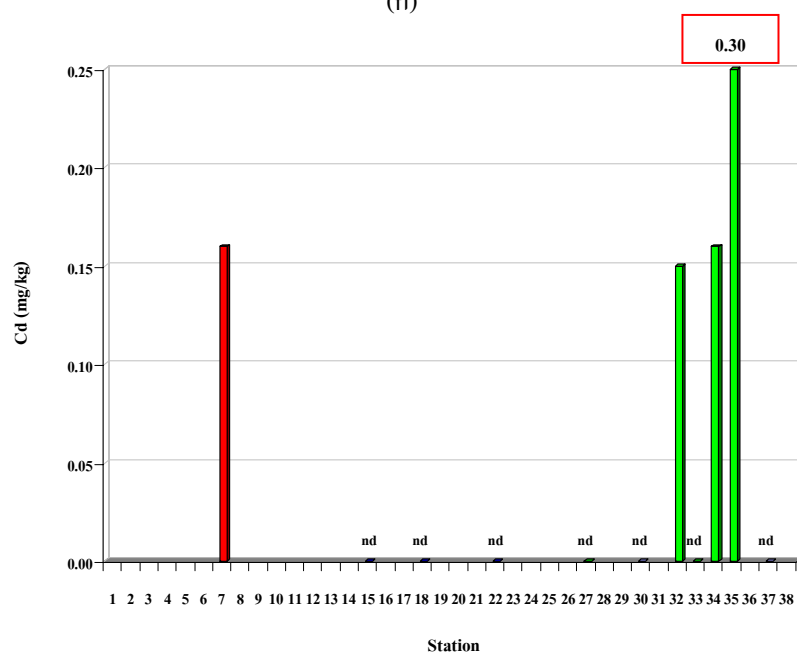
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 3 สถานี คือ บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง และบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 15 18 และ 22) พบว่า ปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 60 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 7 สถานี พบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของแคะเมียมได้ ยกเว้นโกล้สถานีที่ 32 34 และ 35 โดยพบว่า บริเวณโกล้บ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (โกล้สถานีที่ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดสูงสุด คือ 0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 60 ก)

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในแต่ละสถานีที่เก็บในสถานีเดียวกัน พบว่า มีเพียง 1 สถานีเท่านั้นที่เก็บมาจากจุดเดียวกัน นั่นคือ สถานีที่ 33 และพบว่า ปริมาณแคะเมียมในฝักกระเจดของเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่มีมาก จึงเป็นตัวเฝ้าจากความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลงไป



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 60 ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

ปริมาณของตะกั่วในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของตะกั่วในน้ำ

สำหรับการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.03 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ สถานีที่ 3 7 11 และ 20 ซึ่งโดยทั่วไปแล้วตะกั่วก็เป็นสารที่มีปริมาณน้อยในธรรมชาติ และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้นในสถานีที่ 2 และช่วงตอนบนของแม่น้ำที่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน (0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 61 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เป็นแหล่งรองรับของเสียจากการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ มากมาย เช่น แหล่งชุมชนเมือง ตลาด ท่าข้ามเรือ และยังมีคลองมหาชัยที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำอีกด้วย ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร และบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 3 และ 7) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 61 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านแหลม อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 23) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นสถานีที่ทำการเก็บบริเวณริมฝั่ง ปริมาณตะกั่วในน้ำจึงอาจสูงกว่าบริเวณที่เก็บกลางน้ำ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้

(ND) คือ บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม และบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 11 และ 20) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 61 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.04-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีแหล่งชุมชนหนาแน่น ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 61 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกั่วในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณตะกั่วในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งส่วนใหญ่พบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 1 3 7 11-14 16 และ 19-20 ซึ่งถือได้ว่าเป็นเป็นกลุ่มขนาดกลางของปริมาณตะกั่วในน้ำ

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบมากบริเวณตอนล่างและตอนกลาง เนื่องจากเป็นพื้นที่การใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชน แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น คือ สถานีที่ 4-6 8-10 15 17 18 21 22 24-26 และ 32 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดใหญ่สุดของปริมาณตะกั่วในน้ำ

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบมากบริเวณตอนบนของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 2 23 27 31 33-36 และ 38 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ แหล่งเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำที่หนาแน่น นั่นคือการเลี้ยงปลาในกระชัง เช่น ปลาตะกิมและปลานิล เป็นต้น และแหล่งเกษตรกรรมสวนผลไม้ชนิดต่าง ๆ

ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 พบว่า ค่าปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.07 ± 0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.03 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นทั้งที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ และโรงงานอุตสาหกรรม ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ สถานีที่ 5 15-20 22 และ 32-33 และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ มีเพียงบางสถานีเท่านั้นที่เกินค่ามาตรฐาน (0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 61 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณใกล้โรงงานอุตสาหกรรมที่ปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำโดยตรงในช่วงหน้าฝน ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณบ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 5) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 61 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ ตั้งแต่บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม ถึงบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี และบริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 15-20 และ 22) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 61 ข)

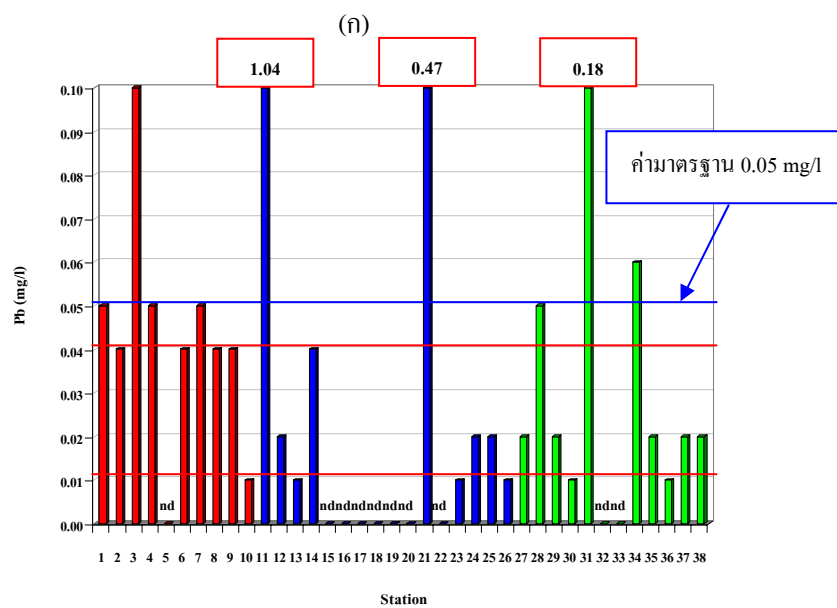
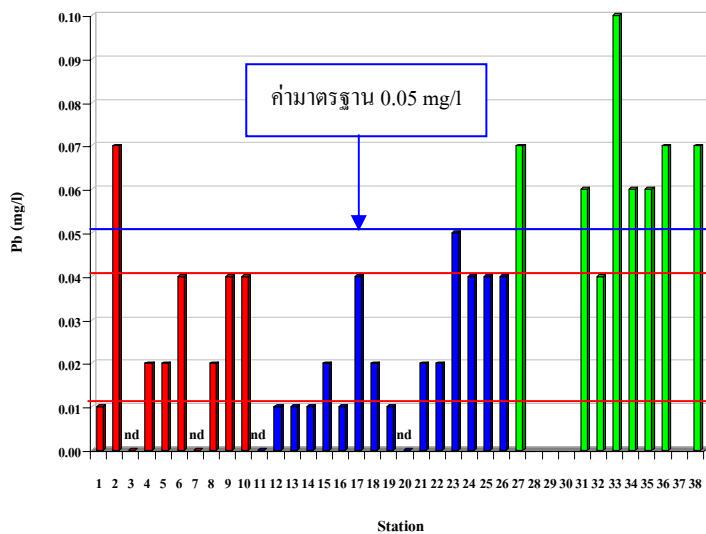
ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.18 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่หน้าประตูน้ำ จึงอาจเป็นแหล่งสะสมมลพิษต่าง ๆ ได้ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี และหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 32 และ 33) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 61 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกั่วในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณตะกั่วในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) ระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบทั้งใน 3 ช่วงของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 5 10 13 15-20 22 23 26 30 32 33 และ 36 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่สุดของปริมาณตะกั่วในน้ำ เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ช่วยเจือจางความเข้มข้นสารต่าง ๆ ลงไป

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 2 6 8 9 12 14 24 25 27 29 35 37 และ 38 แต่ในภาพรวมช่วงตอนล่างจะมีปริมาณสูงกว่าช่วงอื่น ๆ เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีแหล่งโรงงานอุตสาหกรรมหนาแน่น

ปริมาณตะกั่วในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 1 3 4 7 11 21 28 31 และ 34 โดยจะมีปริมาณสูงมากในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 2 ที่เป็นที่ตั้งของชุมชนขนาดใหญ่ และโรงงานอุตสาหกรรม ประกอบกับการเกิดอุทกภัยน้ำท่วม



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 61 ปริมาณตะกั่วในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.01 0.01-0.04 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ตามลำดับ)

2. ปริมาณของตะกั่วในดินตะกอน

ในส่วนของการวิเคราะห์ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยในเดือนมีนาคมนั้นสามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างได้เพียงสถานีตอนล่างและตอนกลาง เท่านั้น ส่วนในเดือนพฤศจิกายน ได้เลือกตัวแทนของแต่ละช่วงแม่น้ำมาทำการวิเคราะห์ ช่วงละ 1 สถานี ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 12.66-49.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 36.37 ± 8.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 37.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (530 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 62 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 33.81-49.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่าบริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณหน้าวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 62 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 12.66-42.80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 62 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกั่วในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณตะกั่วในดินตะกอน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-26.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 14 23 และ 24 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มเล็กสุดของปริมาณตะกั่วในดินตะกอน

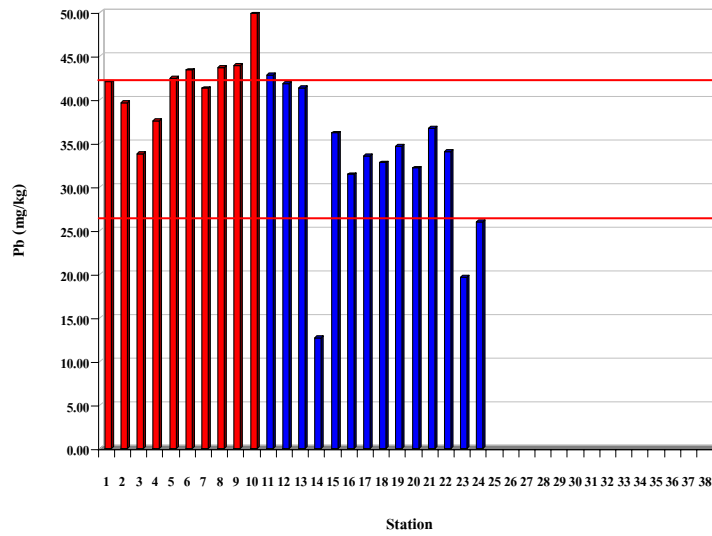
ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 26.00-42.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 2 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบเกือบทั้งหมดบริเวณตอนกลาง เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น ได้แก่ สถานีที่ 1-4 7 12 13 และ 15-22

ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 42.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่พบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 5 6 และ 8-11 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งฟาร์มเลี้ยงสุกร

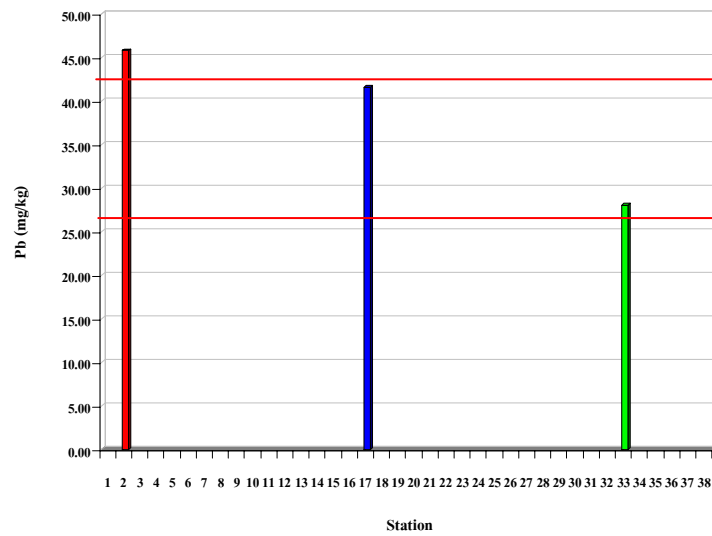
ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ในแต่ละช่วงของแม่น้ำท่าจีนเพียง 3 สถานี คือ สถานีที่ 2 หน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ตัวแทนตอนล่าง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มาก สถานีที่ 17 บ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ตัวแทนตอนกลาง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น และสถานีที่ 33 หน้าท่าเรือท่าเรือห่านคา จ.ชัยนาท ตัวแทนตอนบน เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งชุมชน พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนซึ่งเก็บบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง (สถานีที่ 2) มีปริมาณสูงสุด มีค่าเท่ากับ 45.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ท่าเรือข้ามฟาก ตลาด และมีคลองมหาชัยที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน เป็นแหล่งน้ำพาสารอินทรีย์ต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ แต่ก็ยังมีปริมาณใกล้เคียงกับช่วงตอนกลาง คือ 41.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และเมื่อนำมาจัดกลุ่มตามปริมาณตะกั่วในดินตะกอน เช่นเดียวกับเดือนมีนาคม พบว่า สถานีที่ 2 ซึ่งมีปริมาณสูงสุดจัดอยู่ในระดับสูง ซึ่งแตกต่างจากเดือนมีนาคมที่อยู่ในระดับปานกลาง แต่เมื่อดูถึงปริมาณตะกั่วในดินตะกอนแล้ว ค่าก็ไม่แตกต่างกันมาก สำหรับตัวแทนอีก 2 สถานีได้จัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกับในเดือนมีนาคมและมีปริมาณไม่แตกต่างกันมาก และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (530 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 62 ข)

หมายเหตุ: เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทำการย่อยตัวอย่างดินตะกอนชำรุดเสียหาย จึงไม่สามารถทำการย่อยตัวอย่างได้หมดทุกตัวอย่าง ดังนั้น การรายงานผลในเดือนมีนาคมจึงมีเพียง 24 ตัวอย่างเท่านั้น และในเดือนพฤศจิกายนจะมีเพียง 3 ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของในแต่ละเขตพื้นที่



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 62 ปริมาณตะกั่วในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-26.00 26.00-42.00 และ 1.65 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3. ปริมาณของตะกั่วในพรรณไม้น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

ปริมาณตะกั่วในใบและลำต้นของผักบุ้ง จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.41-2.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.14 ± 0.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 1.05 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) และยังพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 63 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.41-1.38 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 63 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.43-2.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณบ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 12) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 63 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.60-1.98 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32)

เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักนึ่งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักนึ่งต่ำสุด คือ บริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 63 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกั่วในผักนึ่งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณตะกั่วในผักนึ่ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณตะกั่วในผักนึ่งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้งใน 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำมากที่สุด ได้แก่ สถานีที่ 5 7 9 12 และ 31 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มเล็กสุดของปริมาณตะกั่วในผักนึ่ง

ปริมาณตะกั่วในผักนึ่งระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.85-1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนกลางของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณตะกั่วในน้ำ ได้แก่ สถานีที่ 6 11 13-15 18 19 21 22 และ 33 และถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่ของปริมาณตะกั่วในผักนึ่ง

ปริมาณตะกั่วในผักนึ่งระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งส่วนใหญ่พบในช่วงตอนบนของแม่น้ำ และมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณตะกั่วในน้ำ ได้แก่ สถานีที่ 8 16 17 20 32 34-36 และ 38 โดยสถานีที่มีปริมาณตะกั่วในผักนึ่งสูงมาก คือ สถานีที่ 17 และ 20 นั้นมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งเกษตรกรรมการปลูกผักนึ่งที่หนาแน่น

ฤดูน้ำหลาก

จากการตรวจวัดปริมาณตะกั่วในผักนึ่งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักนึ่งในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.37 ± 0.25 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.41 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักนึ่งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักนึ่งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม และบริเวณบ้านแหลม

อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 7 และ 23) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 63 ข)

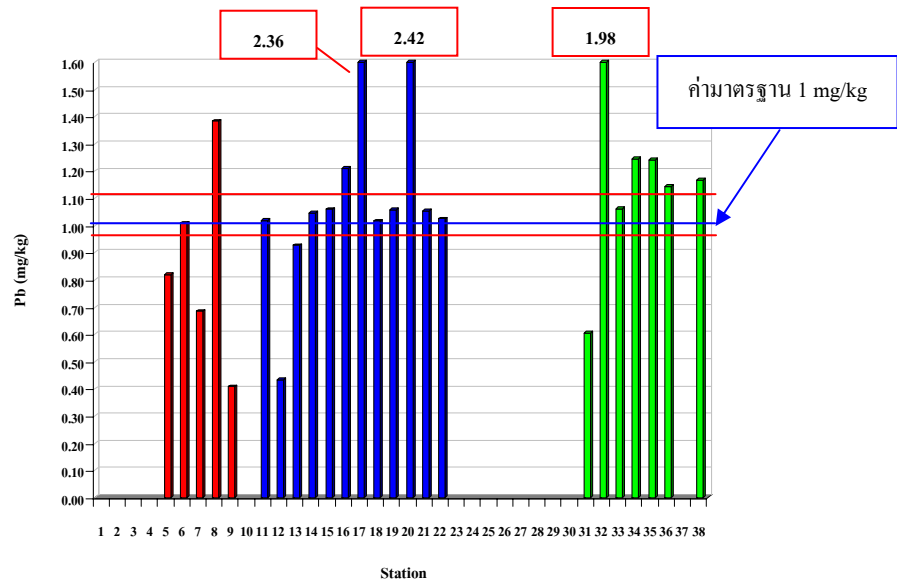
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.84 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดบางปลา อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 4) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 63 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.95 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุด จนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณบ้านแหลม อ.บางปลาหมอ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 23) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 63 ข)

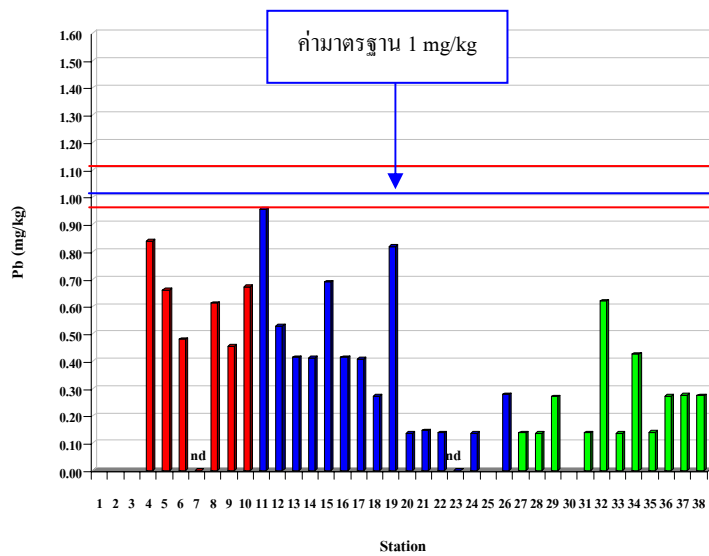
ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.62 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณใกล้บ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในผักบุ้งต่ำสุดจนไม่สามารถวิเคราะห์ได้ (ND) คือ บริเวณใกล้หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง บริเวณวัดยาง (สถานีที่ 27) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 63 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณตะกั่วในผักบุ้งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณตะกั่วในผักบุ้ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.85 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้งใน 3 ช่วงของแม่น้ำ และจัดได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่ที่สุดของปริมาณตะกั่วในผักบุ้งในช่วงน้ำหลาก ซึ่งทุกสถานีเก็บตัวอย่างอยู่ในระดับนี้ ยกเว้น สถานีที่ 11 ที่อยู่ในระดับปานกลาง โดยมีค่าอยู่ในช่วง 0.85-1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และอยู่ในระดับเดียวกันกับเดือนมีนาคม แต่มีปริมาณน้อยกว่าเดือนมีนาคม ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากน้ำฝนที่มีปริมาณมากในช่วงน้ำหลากได้เจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลง ทำให้ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งเดือนพฤศจิกายนมีค่าน้อยกว่าในเดือนมีนาคม



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 63 ปริมาณตะกั่วในผักนึ่ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.85 0.85-1.10 และ 1.10 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3.2 ผักกระเฉด

ปริมาณตะกั่วในใบและลำต้นของผักกระเฉด สามารถเก็บตัวอย่างได้เพียงบางสถานี ในบริเวณแม่น้ำท่าจีน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 5 สถานี คือ สถานีที่ 9 10 21 33 และ 36 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดค่าปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.52-1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 1.03 ± 0.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีของปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีของปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) และยังพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 64 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณวัดทรงคนอง และบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9 และ 10) พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด คือ 1.21 และ 1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 64 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด คือ 1.18 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 64 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณที่ว่าการอำเภอหันคา (สถานีที่ 33) และบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด คือ 0.76 และ 0.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 64 ก)

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในผักบุ้งและผักกระเฉดตามสถานีที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าน้อยกว่าปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด

ฤดูน้ำหลาก

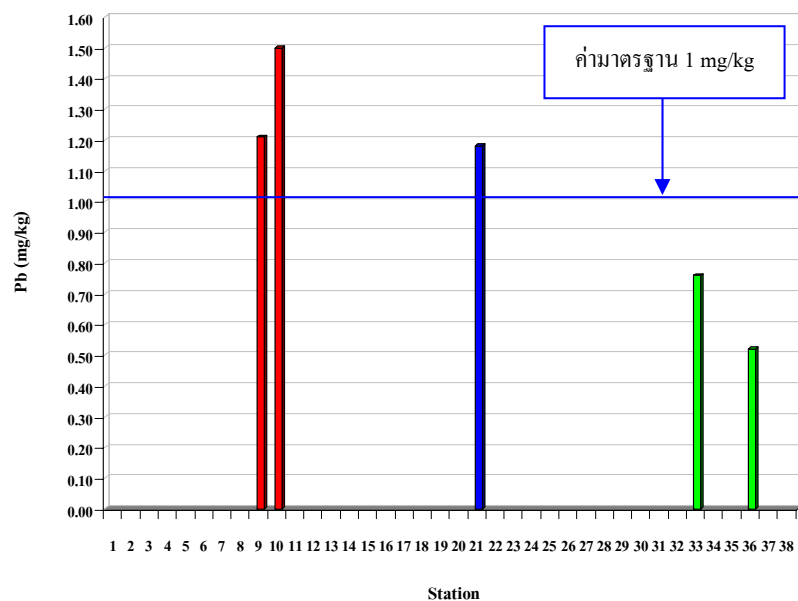
ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 11 สถานี คือ ไกล่สถานีที่ 7 15 18 22 27 30 32 33 34 35 และ 37 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดค่าปริมาณตะกั่วในฝักระเบบบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณตะกั่วในฝักระเบบในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) ซึ่งพบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของตะกั่วได้ ยกเว้นไกล่สถานีที่ 7 18 22 และ 32 โดยพบว่า บริเวณใกล้วัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (ไกล่สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในฝักระเบบสูงสุด คือ 1.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ ยกเว้น สถานีที่ 7 (1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 64 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณใกล้วัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) พบว่า ปริมาณตะกั่วในฝักระเบบ คือ 1.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 64 ข)

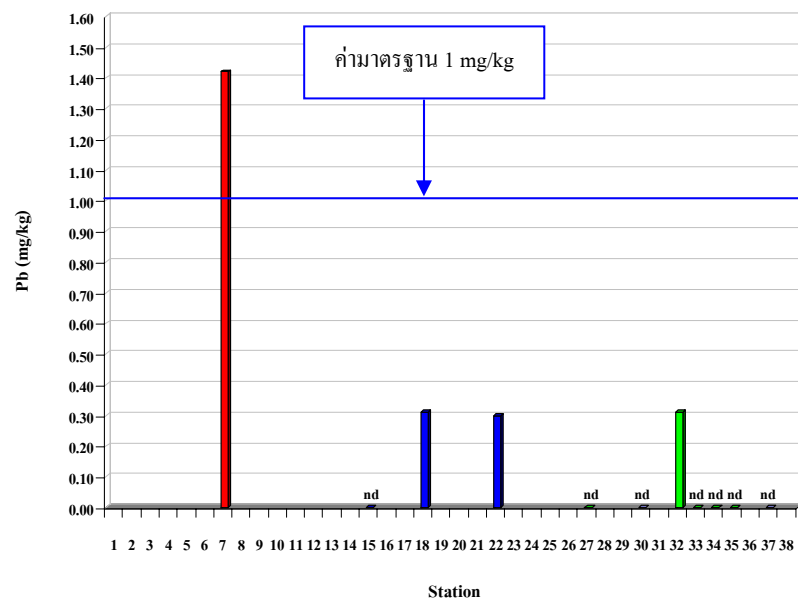
ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 3 สถานี คือ บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง และบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 15 18 และ 22) พบว่า ปริมาณตะกั่วในฝักระเบบ คือ ND 0.31 และ 0.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 64 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 7 สถานี พบว่า สถานีเก็บตัวอย่างส่วนใหญ่ไม่สามารถวิเคราะห์ปริมาณของตะกั่วได้ ยกเว้นใกล้บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) โดยพบว่า ปริมาณตะกั่วในฝักระเบบ คือ 0.31 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 64 ข)

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในแต่ละสถานีที่เก็บในสถานีเดียวกันของเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายน พบว่า มีเพียง 1 สถานีเท่านั้นที่เก็บมาจากสถานีเดียวกัน นั่นคือ สถานีที่ 33 และพบว่า ปริมาณตะกั่วในฝักระเบบของเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่มีมาก จึงเป็นตัวเฝ้าจากความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ลงไป และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในฝักระเบบและฝักระเบบตามสถานีที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณตะกั่วในฝักระเบบมีค่าน้อยกว่าปริมาณตะกั่วในฝักระเบบ



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 64 ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

ปริมาณของทองแดงในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.04 ± 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีค่าปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบว่า มีทั้งหมด 10 สถานี ได้แก่ สถานีที่ 9 12 13 15 16 20 21 22 25 และ 32 และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 65 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า ปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นพื้นที่ที่รองรับของเสียจากชายฝั่ง ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบในบริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 65 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านบางครเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบบริเวณในสถานีที่ 12 13 15 16 20 21 22 และ 25 (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 65 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.06 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี และที่ว่าการอำเภอ

หัตถ์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 27 และ 33) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีแหล่งชุมชนหนาแน่น ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 65 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดงในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณทองแดงในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งส่วนใหญ่พบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 9 12 13 15 16 20-22 25 และ 32 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นเป็นกลุ่มขนาดกลางของปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 3 5 8 10 11 14 18 23 24 26 31 34-36 และ 38 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดใหญ่สุดของปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบมากบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ แหล่งอุตสาหกรรม และเป็นท่าจอดเรือสินค้าขนาดต่าง ๆ รวมทั้งมีฟาร์มเลี้ยงสุกร ได้แก่ สถานีที่ 1 2 4 6 7 17 19 27 และ 33

ฤดูน้ำหลาก

ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.08 ± 0.21 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นแหล่งชุมชน และอยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรม ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบในสถานีที่ 5 15 17 20 22 24 และ 26 และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร) ยกเว้น สถานีที่ 11 21 และ 31 (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 65 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-0.07 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดใหญ่จอมปราสาท อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 3) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่อยู่ใกล้โรงงานอุตสาหกรรมขนาดต่าง ๆ และเป็นท่าจอดเรือสินค้า ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบบริเวณบ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 5) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 65 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.01-1.20 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบในสถานีที่ 15 17 20 22 24 และ 26 (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 65 ข)

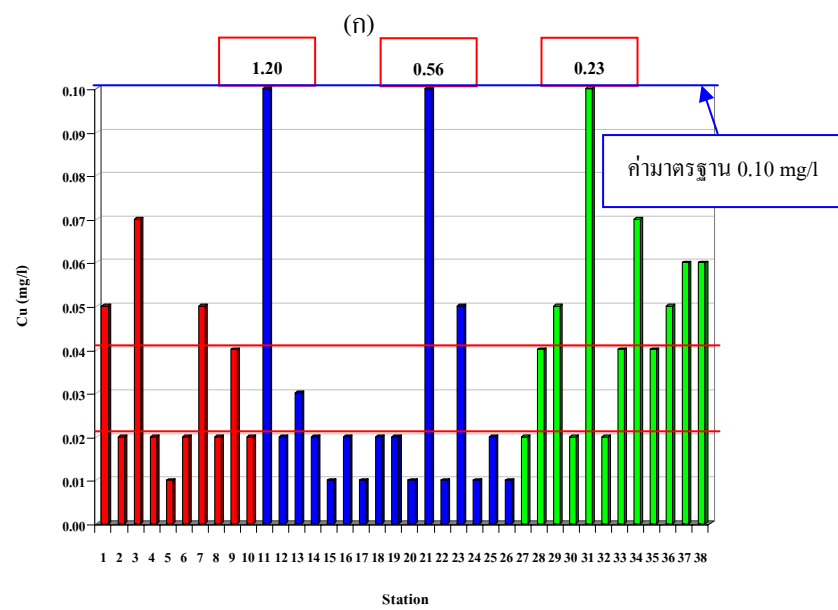
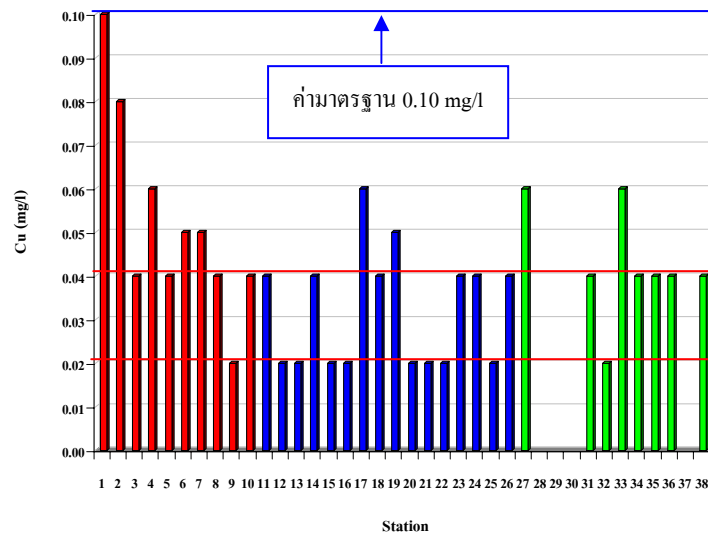
ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.02-0.23 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดนางเรียง อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 31) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นแหล่งชุมชน และอยู่เหนือประตูน้ำสามชุกซึ่งเป็นแหล่งสะสมของสารอินทรีย์ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด พบบริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี บริเวณตลาดร้อยปีสามชุก อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี และบริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27 30 และ 32) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 65 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดงในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณทองแดงในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่จะพบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำทำเงินมากที่สุด เช่นเดียวกับเดือนมีนาคมได้แก่ สถานีที่ 2 4-6 8 10 12 14-20 22 24-27 30 และ 32 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดใหญ่สุดของปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 9 13 28 33 และ 35 ซึ่งจัดได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดเล็กสุดของปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่จะพบมากบริเวณตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่เหนือประตูน้ำ จึงเกิดการสะสมของสารต่าง ๆ ได้แก่ สถานีที่ 1 3 7 11 21 23 29 31 34 และ 36-38 แต่บริเวณสถานีที่ 11 เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงมากที่สุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน และโรงงานอุตสาหกรรม



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 65 ปริมาณทองแดงในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข)
 พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.02 0.02-0.04 และ 0.04
 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ตามลำดับ)

2. ปริมาณของทองแดงในดินตะกอน

ปริมาณทองแดงในดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยในเดือนมีนาคมนั้นสามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างได้เพียงสถานีตอนล่าง และตอนกลาง เท่านั้น ส่วนในเดือนพฤศจิกายน ได้เลือกตัวแทนของแต่ละช่วงแม่น้ำมาทำการวิเคราะห์ ช่วงละ 1 สถานี ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 5.75-293.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 58.26 ± 56.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 38.11 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนสูงสุด เนื่องจากเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก และส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 66 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 48.80-293.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนต่ำสุดพบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 66 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 5.75-44.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 22) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนสูงสุด เพราะบริเวณดังกล่าวเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน พบเห็นการทิ้งขยะลงสู่แม่น้ำโดยตรง รวมทั้งมีโรงสีอยู่ใกล้สถานีเก็บตัวอย่างด้วย ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนต่ำสุด คือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 66 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดงในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณทองแดงในดินตะกอน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบเกือบทั้งหมดในสถานีที่อยู่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 11-21 และ 23-24 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่สุดของปริมาณทองแดงในดินตะกอนของช่วงหน้าแล้ง

ปริมาณทองแดงในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 40.00-70.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 2 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่จะพบบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ เป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ มากมาย และเป็นท่าจอดเรือสินค้า รวมทั้งมีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรในช่วงนี้ด้วย ซึ่งได้แก่ สถานีที่ 1-3 8 9 และ 22

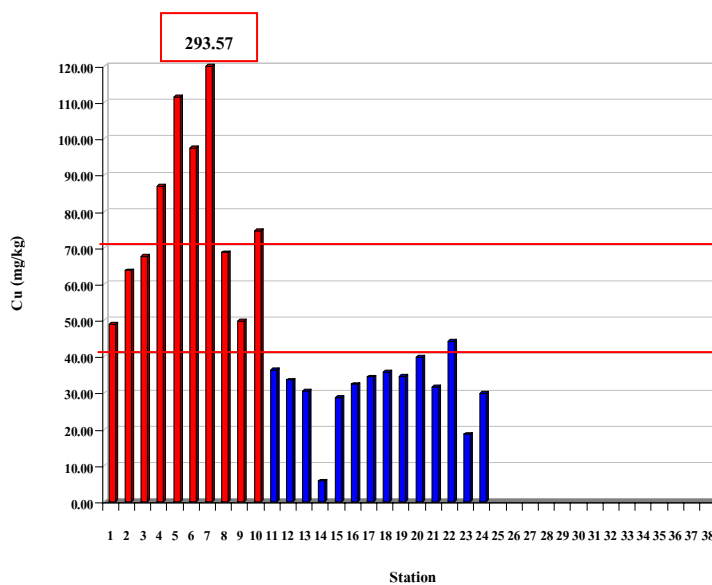
ปริมาณทองแดงในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 70.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 4-7 และ 10 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งฟาร์มเลี้ยงสุกร

ฤดูน้ำหลาก

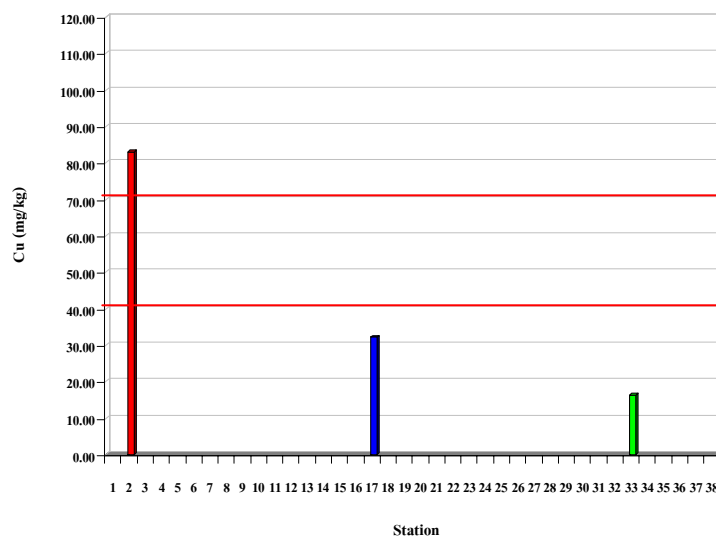
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ในแต่ละช่วงของแม่น้ำท่าจีนเพียง 3 สถานี คือ สถานีที่ 2 หน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ตัวแทนตอนล่าง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มาก สถานีที่ 17 บ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ตัวแทนตอนกลาง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น และสถานีที่ 33 หน้าท่าเรือท่าอ่าวคันคา จ.ชัยนาท ตัวแทนตอนบน เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งชุมชน พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอนซึ่งเก็บบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง (สถานีที่ 2) มีปริมาณสูงสุด มีค่าเท่ากับ 83.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ท่าเรือข้ามฟาก ตลาด และมีคลองมหาชัยที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน เป็นแหล่งน้ำพาธารอินทรีย์ต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ เมื่อนำมาจัดกลุ่มตามปริมาณทองแดงในดินตะกอนเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม พบว่า สถานีที่ 2 ซึ่งมีปริมาณสูงสุดจัดอยู่ในระดับสูง ซึ่งแตกต่างจากเดือนมีนาคมที่อยู่ในระดับปานกลางและมีปริมาณทองแดงในดินตะกอนแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนที่ไหลพัดพาธารต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ อีก

ทั้งบริเวณสถานีที่ 2 เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับคลองมหาชัยที่เป็นแหล่งนำพาของเสียจากบริเวณใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ สำหรับตัวแทนอีก 2 สถานีได้จัดอยู่ในระดับต่ำเช่นเดียวกับในเดือนมีนาคมและมีปริมาณไม่แตกต่างกันทั้ง 2 เดือน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างตัวแทนทั้ง 2 ช่วง พบว่า มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนที่แตกต่างกัน โดยปริมาณทองแดงในช่วงตอนกลางมีค่าสูงกว่าช่วงตอนบน คือ มีค่าเท่ากับ 32.14 และ 16.37 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 66 ข)

หมายเหตุ: เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทำการย่อยตัวอย่างดินตะกอนชำรุดเสียหาย จึงไม่สามารถทำการย่อยตัวอย่างได้หมดทุกตัวอย่าง ดังนั้น การรายงานผลในเดือนมีนาคมจึงมีเพียง 24 ตัวอย่างเท่านั้น และในเดือนพฤศจิกายนจะมีเพียง 3 ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของในแต่ละเขตพื้นที่



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 66 ปริมาณทองแดงในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (—เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-40.00 40.00-70.00 และ 70.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3. ปริมาณของทองแดงในพรรณไม้น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

ปริมาณทองแดงในใบและลำต้นของผักบุ้ง จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 1.45-8.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.16 ± 1.72 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 2.79 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณ ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 67 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.90-4.26 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณโรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการปลูกผักบุ้ง และเป็นแหล่งชุมชนหนาแน่นเช่นเดียวกัน ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณ วัดดอนไถ่ดี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 67 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.45-8.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 67 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 2.86-6.74 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์

จ.ชัยนาท (สถานีที่ 38) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูงสุด ซึ่งเป็นสถานีที่รับเอาของเสียต่าง ๆ จากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรง ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด พบในบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 67 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดงในผักบุ้งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณทองแดงในผักบุ้ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณทองแดงในผักบุ้งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 11 13 15 16 และ 18-20 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดกลางของปริมาณทองแดงในผักบุ้ง ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในผักบุ้งระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 2.00-4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนล่างและตอนบนของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรมพืชสวนต่าง ๆ รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังจำนวนมาก ได้แก่ สถานีที่ 5 6 7 9 12 14 17 22 31-33 35 และ 36 และถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่สุดของปริมาณทองแดงในผักบุ้ง อีกทั้งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในผักบุ้งระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 8 21 34 และ 38

ฤดูน้ำหลาก

จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.69-6.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.47 ± 1.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.34 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท่าแกว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณ ต.หินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 67 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักนึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.44-2.47 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณใกล้บ้านสวนส้ม อ.บ้านแพ้ว จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 5) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งต่ำสุด คือ บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 67 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักนึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.69-4.90 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสวนหงส์ อ.บางปลา จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 24) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งต่ำสุด คือ บริเวณบ้านหินมูล อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 16) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 67 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณทองแดงในผักนึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 1.49-6.27 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักนึ่งต่ำสุด พบในบริเวณหน้าวัดยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 28) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 67 ข)

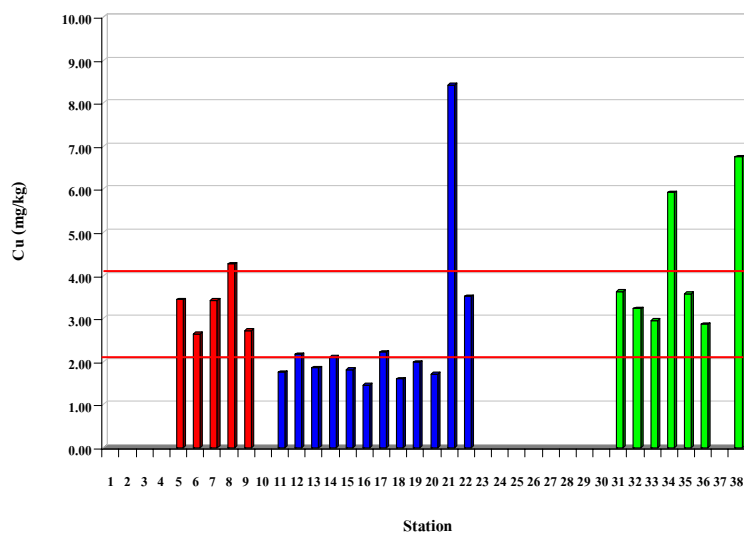
เมื่อพิจารณาจากปริมาณทองแดงในผักนึ่งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณทองแดงในผักนึ่ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณทองแดงในผักนึ่งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-2.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่พบมากในช่วงตอนล่างและตอนกลาง ได้แก่ สถานีที่ 4 6-11 16-20 26 และ 28 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดกลางของปริมาณทองแดงในผักนึ่ง ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณทองแดงในน้ำ

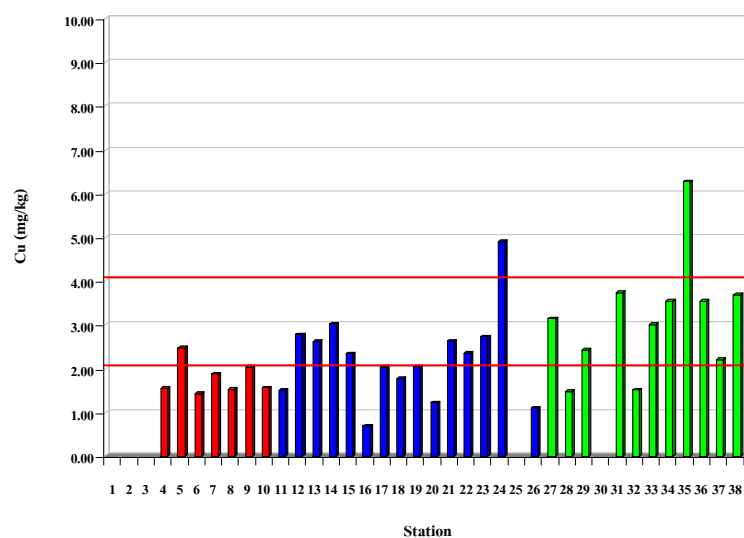
ปริมาณทองแดงในผักนึ่งระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 2.00-4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนบนของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งเกษตรกรรมพืชสวนต่าง ๆ รวมทั้งมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังจำนวนมาก ได้แก่ สถานีที่ 5 12-15 21-23 27 29 31-34 และ 36-38 และถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่สุดของปริมาณทองแดงในผักนึ่ง อีกทั้งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณทองแดงในผักบึงระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบในช่วงตอนกลางและตอนบนของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 24 และ 35

เมื่อสังเกตโดยภาพรวม พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบึงของเดือนมีนาคมมีปริมาณมากกว่าปริมาณทองแดงในผักบึงของเดือนพฤศจิกายน อันเป็นผลมาจากปริมาณน้ำฝนที่มาเจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ให้ลดลงไป



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 67 ปริมาณทองแดงในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-2.00 2.00-4.00 และ 4.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3.2 ผักกระเฉด

ปริมาณทองแดงในใบและลำต้นของผักกระเฉด โดยเก็บตัวอย่างได้เป็นบางสถานีในบริเวณแม่น้ำท่าจีน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 5 สถานี คือ สถานีที่ 9 10 21 33 และ 36 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 4.04-12.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.38 ± 3.20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 6.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 68 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณวัดทรงคนอง และบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9 และ 10) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด คือ 4.04 และ 5.39 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 68 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด คือ 6.48 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 68 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณที่ว่าการอำเภอยะนิง (สถานีที่ 33) และบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด คือ 8.82 และ 12.16 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 68 ก)

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงในผักบุ้งและผักกระเฉดตามสถานที่ที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณตะกั่วในผักบุ้งมีค่าน้อยกว่าปริมาณตะกั่วในผักกระเฉด

ฤดูน้ำหลาก

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 11 สถานี คือ โกลีสถานี่ที่ 7 15 18 22 27 30 32 33 34 35 และ 37 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดปริมาณทองแดงในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) ซึ่งพบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 2.00-13.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 7.11 ± 3.93 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 5.17 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่าโกลีบริเวณคลองมะขาม อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท (สถานีที่ 37) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณโกลีบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (20 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 68 ข)

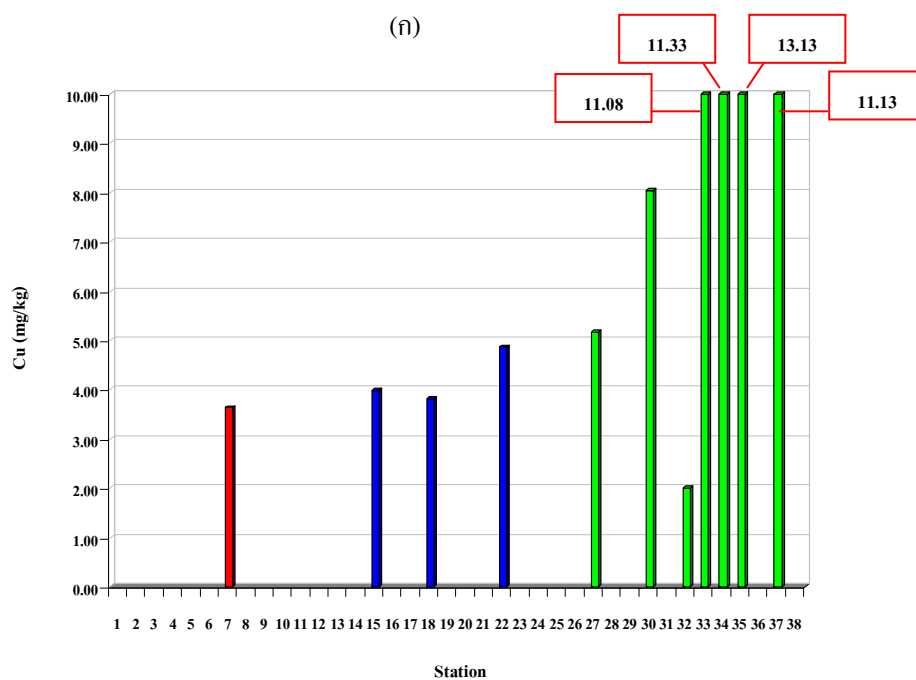
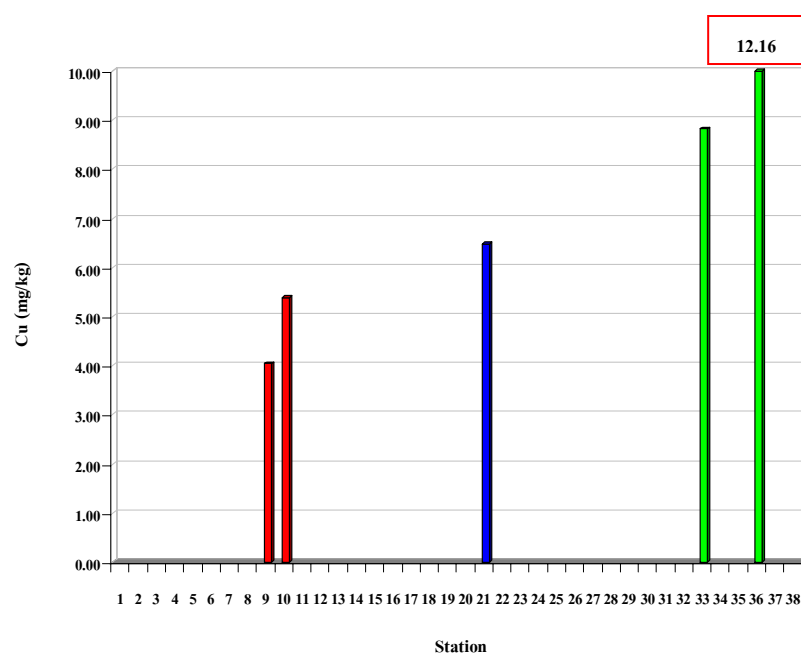
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณโกลีวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด คือ 3.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 68 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 3 สถานี คือ บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง และบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 15 18 และ 22) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉด คือ 3.98 3.81 และ 4.87 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 68 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 7 สถานี พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 2.00-13.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า โกลีบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) เป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนในบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณโกลีบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 8 ข)

และโดยภาพรวมของทั้ง 2 เดือนพบว่า ปริมาณทองแดงในฝักกระเจดช่วงตอนบน มีปริมาณมากกว่าตอนกลาง และตอนล่าง ตามลำดับ

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในแต่ละสถานที่เก็บในสถานีเดียวกันของเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายน พบว่า มีเพียง 1 สถานีเท่านั้นที่เก็บมาจากสถานีเดียวกัน นั่นคือ สถานีที่ 33 และพบว่า ปริมาณทองแดงในฝักกระเจดของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งอาจเป็นผลมาจากการที่เกษตรกรได้ทำการฉีดยาฆ่าแมลงที่ฝักกระเจดบริเวณสถานีเก็บตัวอย่าง ขณะที่ทำการเก็บตัวอย่าง และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงในฝักนึ่งและฝักกระเจดตามสถานีที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณทองแดงในฝักนึ่งมีค่าน้อยกว่าปริมาณทองแดงในฝักกระเจด



(ข)

■ ตอนล่าง ■ ตอนกลาง ■ ตอนบน

ภาพที่ 68 ปริมาณทองแดงในผักกระเจต (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

ปริมาณของสังกะสีในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของสังกะสีในน้ำ

ปริมาณสังกะสีในน้ำจากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.16-2.38 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.87 ± 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 0.69 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นพื้นที่ทำการเกษตรกรรมหนาแน่น และมีคลองที่ระบายน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรมต่าง ๆ ไหลลงสู่แม่น้ำ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบบริเวณบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) และยังพบว่า ส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 69 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.23-1.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า หน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 2) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีรูปแบบการใช้ประโยชน์หลากหลาย ทั้งเป็นแหล่งชุมชน แหล่งโรงงานอุตสาหกรรม ท่าจอดเรือข้ามฟาก และท่าจอดเรือสินค้า ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 69 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.17-2.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านบางตรعه อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 17) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบบริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 69 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.16-1.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณหน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 27) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่มีการสะสมตัวของสารต่าง ๆ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด คือ บริเวณบ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) (ตารางผนวกที่ 3 และภาพที่ 69 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสังกะสีในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสังกะสีในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณสังกะสีในน้ำระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-0.75 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 1 3 7 9-12 15 16 18-22 32 35 36 และ 38 ซึ่งถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่ของปริมาณทองแดงในน้ำ

ปริมาณสังกะสีในน้ำระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.75-1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ คือ สถานีที่ 5 6 8 13 24-26 และ 34

ปริมาณสังกะสีในน้ำระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ซึ่งพบในทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 2 6 14 17 23 27 31 และ 33 ซึ่งโดยภาพรวมพบว่า บริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงเป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ แหล่งเกษตรกรรมที่หนาแน่น และอยู่เหนือประตูน้ำ

ฤดูน้ำหลาก

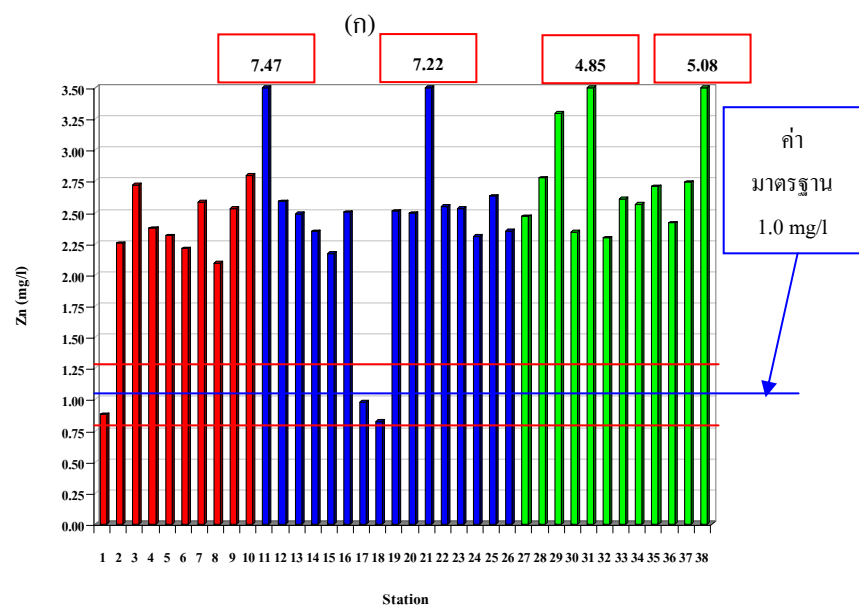
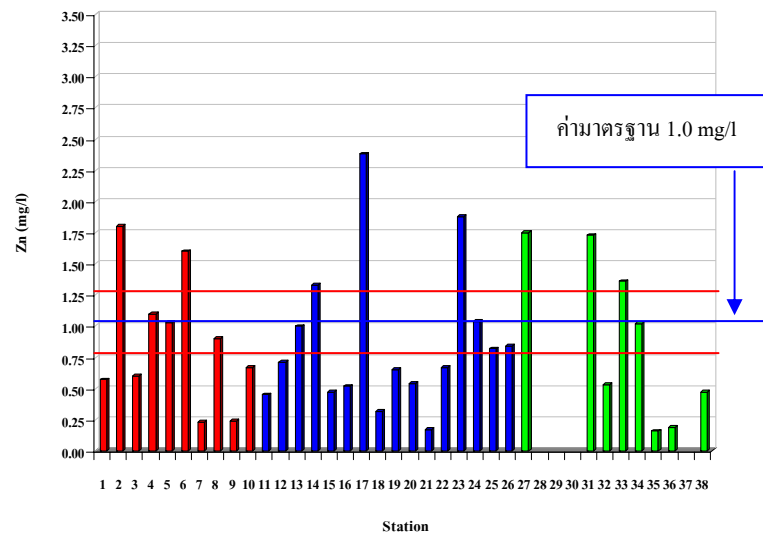
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-7.47 มิลลิกรัมต่อลิตร มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 2.76 ± 1.34 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 2.50 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบในบริเวณหน้าวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 18) และยังพบว่า มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1.0 มิลลิกรัมต่อลิตร) ยกเว้น สถานีที่ 1 17 และ 18 (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 69 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.88-2.80 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 10) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 69 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.82-7.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 11) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบในบริเวณหน้าวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 18) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 69 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 2.29-5.08 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งพบว่า บริเวณจุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา (สถานีที่ 38) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในน้ำต่ำสุด พบในบริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 9 และภาพที่ 69 ข)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสังกะสีในน้ำทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสังกะสีในน้ำ หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง พบว่า ทุกสถานีของการเก็บตัวอย่างอยู่ในช่วงระดับสูง มีค่าเท่ากับ 1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ขึ้นไป ยกเว้น สถานีที่ 1 17 และ 18 ที่อยู่ในระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 0.75-1.25 มิลลิกรัมต่อลิตร และในระดับต่ำไม่พบสถานีใดเลยที่อยู่ในช่วงนี้ และเมื่อพิจารณาจากภาพรวมพบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำของเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงกว่าปริมาณสังกะสีในน้ำของเดือนมีนาคม เนื่องจากช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้น เป็นช่วงเวลาเดียวกันที่เกิดอุทกภัยบริเวณแม่น้ำท่าจีน จึงทำให้ในช่วงตอนบนต้องมีการระบายน้ำลงสู่ตอนกลาง และตอนล่าง จึงเป็นการแพร่กระจายสารต่าง ๆ ที่มีสังกะสีปะปนไหลลงสู่แม่น้ำ เช่นบริเวณสถานีที่ 11 เป็นแหล่งชุมชนหนาแน่น มีโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมักปล่อยน้ำเสียลงสู่แม่น้ำในช่วงหน้าฝน บริเวณสถานีที่ 21 ที่ลักษณะของน้ำขณะทำการเก็บตัวอย่างมีความสกปรกมาก มีขยะลอยเป็นจำนวนมาก และบริเวณสถานีที่ 38 ซึ่งเป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยาจึงเป็นการรับน้ำเสียจากแม่น้ำเจ้าพระยามาโดยตรง



■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 69 ปริมาณสังกะสีในน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข)
พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-0.75 0.75-1.25 และ 1.25
มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

2. ปริมาณของสังกะสีในดินตะกอน

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยในเดือนมีนาคมนั้นสามารถทำการวิเคราะห์ตัวอย่างได้เพียงสถานีตอนล่าง และตอนกลาง เท่านั้น ส่วนในเดือนพฤศจิกายน ได้เลือกตัวแทนของแต่ละช่วงแม่น้ำมาทำการวิเคราะห์ ช่วงละ 1 สถานี ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 29.45-553.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 169.84 ± 117.64 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 121.56 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนสูงสุด เนื่องจากเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนต่ำสุดคือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 70 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 115.58-553.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนต่ำสุดพบในบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน อ.เมือง จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 1) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 70 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่าปริมาณสังกะสีในดินตะกอน มีค่าอยู่ระหว่าง 9.45-133.91 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านห้วยพลู อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม (สถานีที่ 12) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนต่ำสุดคือ บริเวณบ้านคลองภาษี อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 14) (ตารางผนวกที่ 4 และภาพที่ 70 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสังกะสีในดินตะกอนทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสังกะสีในดินตะกอน หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-100.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในสถานีที่อยู่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ได้แก่ สถานีที่ 14 15 23 และ 24 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มเล็กสุดของปริมาณสังกะสีในดินตะกอนของช่วงหน้าแล้ง

ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 100.00-175.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 2 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่จะพบบริเวณตอนกลางของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น ซึ่งได้แก่ สถานีที่ 1-3 11-13 และ 16-22

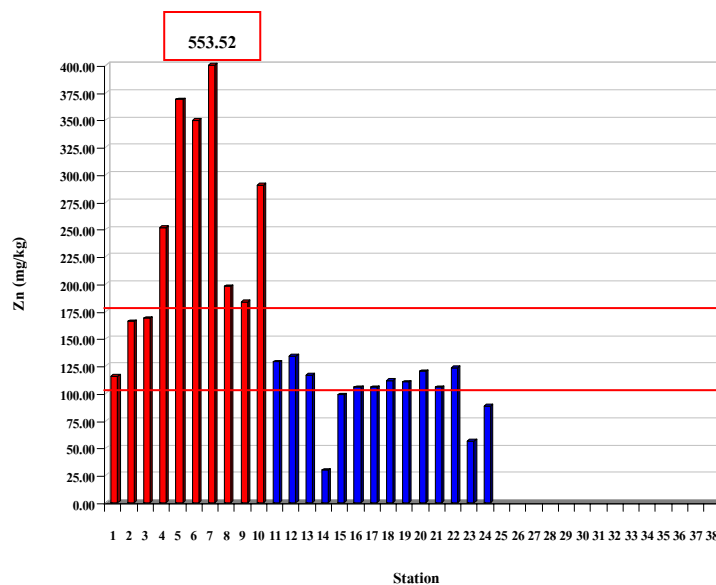
ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 175.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 4-10 ซึ่งมีการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของแหล่งชุมชนหนาแน่น และโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งฟาร์มเลี้ยงสุกร

ฤดูน้ำหลาก

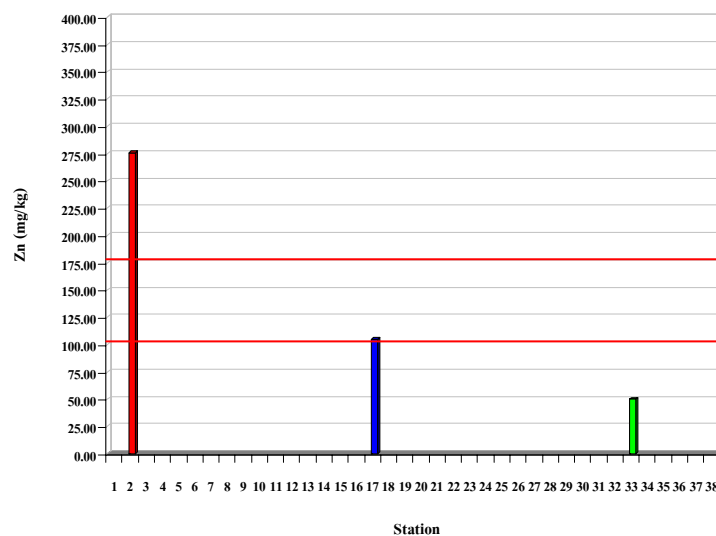
ในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 ได้ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างเพื่อใช้เป็นตัวแทนของพื้นที่ในแต่ละช่วงของแม่น้ำท่าจีนเพียง 3 สถานี คือ สถานีที่ 2 หน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง อ.เมือง จ.สมุทรสาคร ตัวแทนตอนล่าง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมตั้งอยู่มาก สถานีที่ 17 บ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ตัวแทนตอนกลาง เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งเกษตรกรรมหนาแน่น และสถานีที่ 33 หน้าท่าเรือการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท ตัวแทนตอนบน เป็นตัวแทนของบริเวณที่มีแหล่งชุมชน พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนซึ่งเก็บบริเวณหน้าศาลเจ้าไฉ่ซิง (สถานีที่ 2) มีปริมาณสูงสุด มีค่าเท่ากับ 275.51 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากมีกิจกรรมการใช้ประโยชน์ในรูปแบบต่าง ๆ ทั้ง ชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ทำเรือข้ามฟาก ตลาด และมีคลองมหาชัยที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีน เป็นแหล่งน้ำพาธารอินทรีย์ต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ เมื่อนำมาจัดกลุ่มตามปริมาณสังกะสีในดินตะกอนเช่นเดียวกับเดือนมีนาคม พบว่า สถานีที่ 2 ซึ่งมีปริมาณสูงสุดจัดอยู่ในระดับสูง ซึ่งแตกต่างจากเดือนมีนาคมที่อยู่ในระดับปานกลางและมีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนแตกต่างกันมาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนที่ไหลพัดพาธารต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ อีกทั้งบริเวณสถานีที่ 2 เป็นบริเวณที่เชื่อมต่อกับคลองมหาชัยที่เป็นแหล่งน้ำพาของเสียจากบริเวณใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำ สำหรับตัวแทนอีก 1 สถานี คือ สถานีที่ 17 จัดอยู่ในระดับปานกลางเช่นเดียวกับในเดือนมีนาคมและมีปริมาณใกล้เคียงกัน แต่เมื่อนำมาเปรียบเทียบระหว่างตัวแทนทั้ง 3 ช่วง

พบว่า มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัด และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 10 และภาพที่ 70 ข)

หมายเหตุ: เนื่องจากเครื่องมือที่ใช้ในการทำการย่อยตัวอย่างดินตะกอนชำรุดเสียหาย จึงไม่สามารถทำการย่อยตัวอย่างได้หมดทุกตัวอย่าง ดังนั้น การรายงานผลในเดือนมีนาคมจึงมีเพียง 24 ตัวอย่างเท่านั้น และในเดือนพฤศจิกายนจะมีเพียง 3 ตัวอย่างที่เป็นตัวแทนของในแต่ละเขตพื้นที่



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 70 ปริมาณสังกะสีในดินตะกอน (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-100.00 100.00-175.00 และ 175.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3. ปริมาณของสังกะสีในพรรณไม้บางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

ปริมาณสังกะสีในใบและลำต้นของผักบุ้ง จากการเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำท่าจีน สามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 18.83-49.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 29.95 ± 6.99 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 28.55 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีลักษณะการใช้ประโยชน์ในรูปแบบของชุมชน และฟาร์มเลี้ยงสุกร ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 71 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 32.43-49.97 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด พบบริเวณพื้นที่ใกล้โรงเรียนนายร้อยตำรวจสามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 8) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 71 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 23.75-33.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด คือบริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 15) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 71 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 18.83-30.88 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด พบในบริเวณบ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 5 และภาพที่ 71 ก)

เมื่อพิจารณาจากปริมาณสังกะสีในผักบุ้งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในช่วงตอนกลางและตอนบนของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 11-16 18 20 31-35 และ 38 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มใหญ่ของปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง

ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 30.00-40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนล่างและตอนกลางของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ สถานีที่ 5 6 9 17 19 21 22 และ 36

ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบในตอนล่างของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 7 และ 8

ฤดูน้ำหลาก

จากการตรวจวัดค่าปริมาณสังกะสีในผักบุ้งบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 19.34-94.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 35.25 ± 14.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 33.04 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณอนุสรณ์สถาน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 13) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 71 ข)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 30.46-42.02 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดดอนไก่อี อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร (สถานีที่ 6) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด คือ บริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 71 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 23.90-94.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณอนุสรณ์สถาน อ.บางเลน จ.นครปฐม (สถานีที่ 13) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด คือบริเวณวัดไชยনারาส อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 20) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 71 ข)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าอยู่ระหว่าง 19.34-78.30 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณบ้านหนองหวาย อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 34) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่เหนือประตูน้ำโพธิ์พระยา ที่เป็นแหล่งสะสมสารต่าง ๆ ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักบุ้งต่ำสุด พบในบริเวณบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) (ตารางผนวกที่ 11 และภาพที่ 71 ข)

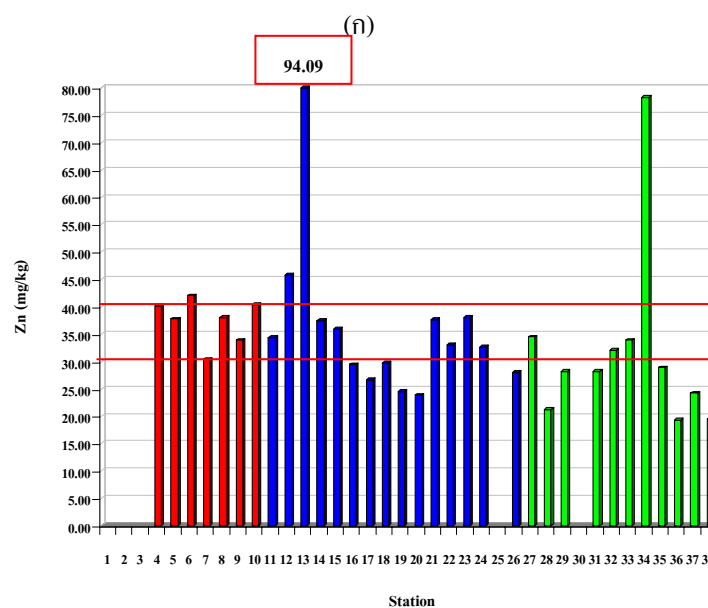
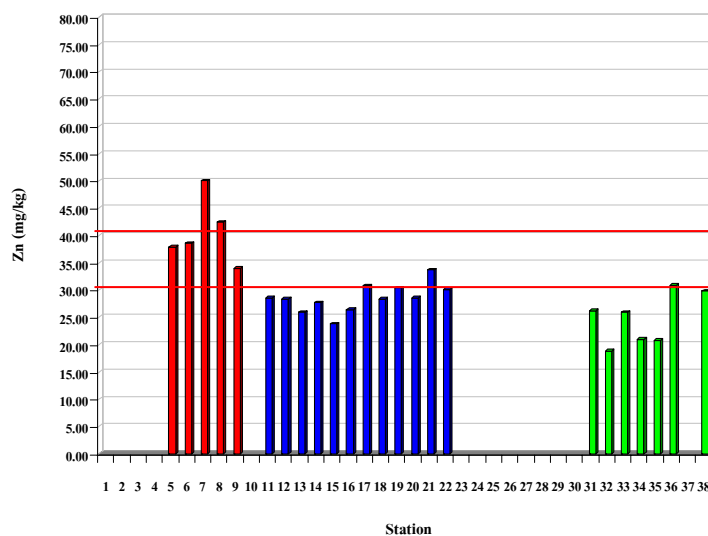
เมื่อพิจารณาจากปริมาณสังกะสีในผักบุ้งทั้งลำน้ำ สามารถนำมาจัดกลุ่มได้ 3 ระดับ ตามลักษณะการกระจายของข้อมูลปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง หรือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD) เป็นระดับต่ำ ปานกลาง และสูง ได้ดังนี้

ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งระดับต่ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.00-30.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบในช่วงตอนกลางและตอนบนของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 16-20 26 28 29 31 และ 35-38 ถือได้ว่าเป็นกลุ่มขนาดกลางของปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง ซึ่งเป็นช่วงที่อยู่ในบริเวณแหล่งเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง และพืชสวน

ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งระดับปานกลาง มีค่าอยู่ในช่วง 30.00-40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ แต่ส่วนใหญ่พบในบริเวณตอนล่างและตอนกลางของแม่น้ำ เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแหล่งชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม และแหล่งเกษตรกรรม ได้แก่ สถานีที่ 4 5 7 8-11 14 15 21-24 27 32 และ 33

ปริมาณสังกะสีในผักนึ่งระดับสูง มีค่าอยู่ในช่วง 40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ซึ่งพบทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำ ได้แก่ สถานีที่ 6 12 13 และ 34

เมื่อสังเกตโดยภาพรวม พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักนึ่งของเดือนมีนาคมมีปริมาณน้อยกว่าปริมาณสังกะสีในผักนึ่งของเดือนพฤศจิกายน อันเป็นผลมาจากช่วงที่ทำการเก็บตัวอย่างนั้นเป็นช่วงเวลาเดียวกันที่เกิดอุทกภัยบริเวณแม่น้ำท่าจีน จึงทำให้ในช่วงตอนบนต้องมีการระบายน้ำลงสู่ตอนกลาง และตอนล่าง จึงเป็นการแพร่กระจายสารต่าง ๆ ที่มีสังกะสีปะปนไหลลงสู่แม่น้ำ ซึ่งมีแนวโน้มคล้ายกับปริมาณสังกะสีในน้ำ



■ ตอนล่าง ■ ตอนกลาง ■ ตอนบน

ภาพที่ 71 ปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือน
 พฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549 (— เส้นแบ่งช่วงการจัดกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ 0.00-30.00 30.00-
 40.00 และ 40.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ขึ้นไป ตามลำดับ)

3.2 ผักกระเฉด

ปริมาณสังกะสีในใบและลำต้นของผักกระเฉด โดยเก็บตัวอย่างได้เป็นบางสถานีในบริเวณแม่น้ำท่าจีน ซึ่งสามารถแสดงรายละเอียดของแต่ละเดือนได้ ดังนี้

ฤดูแล้ง

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 5 สถานี คือ สถานีที่ 9 10 21 33 และ 36 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดในเดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูแล้ง) มีค่าอยู่ระหว่าง 24.07-78.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.51 ± 26.49 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 46.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดทรงคนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่มีโรงงานอุตสาหกรรมกระดาษอยู่ใกล้เคียง ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณหน้าที่ว่าการอำเภอหันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 33) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดมีปริมาณมากจากตอนล่างไปตอนกลาง และตอนบน และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 72 ก)

ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณวัดทรงคนอง และบ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 9 และ 10) พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด คือ 78.70 และ 77.06 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 72 ก)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณวัดท่าเจริญ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 21) พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด คือ 46.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 72 ก)

ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 2 สถานี คือ บริเวณที่ว่าการอำเภอหันคา (สถานีที่ 33) และบ้านท่าแห อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 36) พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด คือ 24.07 และ 26.19 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 6 และภาพที่ 72 ก)

เมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีในผักบุ้งและผักกระเฉดตามสถานที่ที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าน้อยกว่าปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด ยกเว้น ในช่วงตอนบนที่ พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่ามากกว่าปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดแต่เพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ฤดูน้ำหลาก

ทำการเก็บตัวอย่างได้เพียง 11 สถานี คือ ใกล้สถานีที่ 7 15 18 22 27 30 32 33 34 35 และ 37 ซึ่งนำมาใช้เป็นตัวแทนของแต่ละช่วงของแม่น้ำ จากการตรวจวัดปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดในเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 (ตัวแทนฤดูน้ำหลาก) มีค่าอยู่ระหว่าง 16.33-40.58 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.30 ± 7.78 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยมีค่ามาตรฐานเท่ากับ 33.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งพบว่า บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 18) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณใกล้บ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) แต่โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดมีค่าใกล้เคียงกัน และยังพบว่า มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ (100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 72 ข)

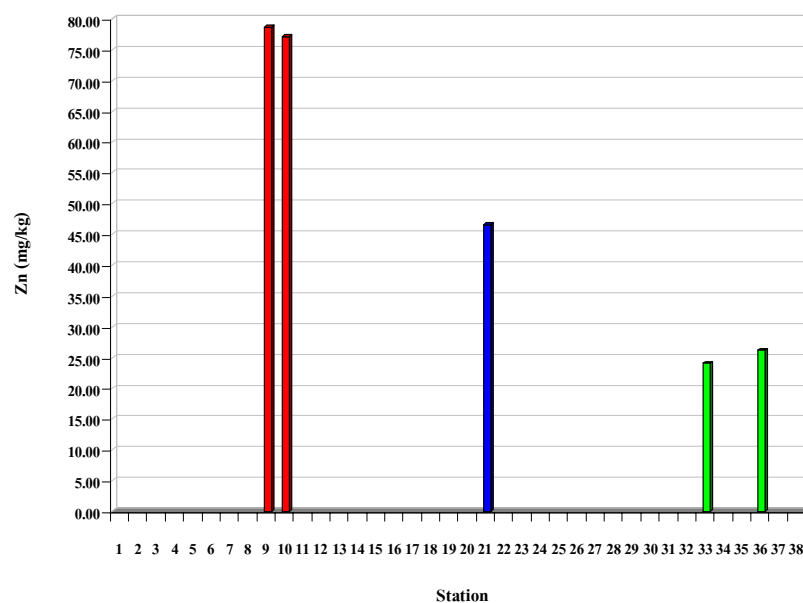
ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 1 สถานี คือ บริเวณใกล้วัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด คือ 38.44 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 72 ข)

ในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 3 สถานี คือ บริเวณบ้านบางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม บริเวณวัดบางสาม อ.สองพี่น้อง และบ้านคอวัง อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 15 18 และ 22) พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด คือ 38.27 40.58 และ 31.66 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 72 ข)

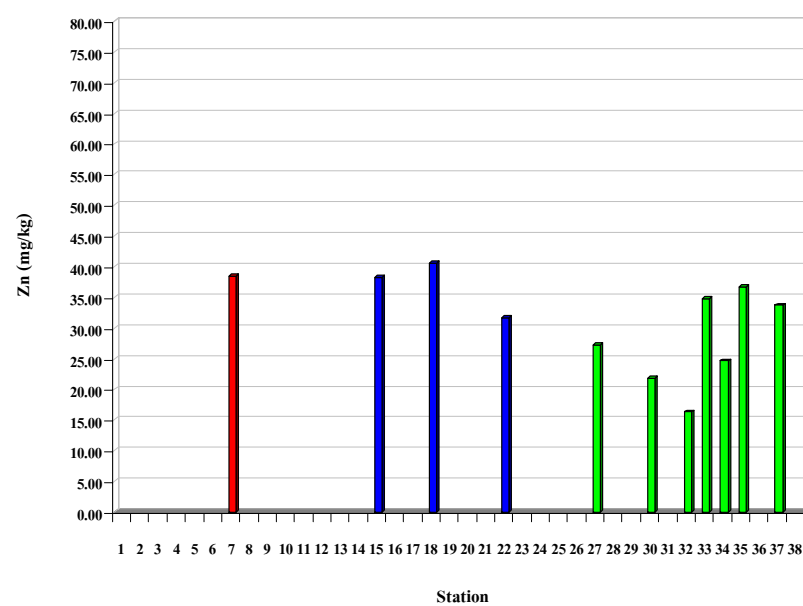
ในช่วงตอนบนของแม่น้ำ เก็บตัวอย่างได้เพียง 7 สถานี พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 16.33-36.68 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยพบว่า บริเวณใกล้บ้านท่าแก้ว อ.หันคา จ.ชัยนาท (สถานีที่ 35) เป็นบริเวณ

ที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดสูงสุด ส่วนบริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดต่ำสุด คือ บริเวณใกล้บ้านปากน้ำ อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี (สถานีที่ 32) (ตารางผนวกที่ 12 และภาพที่ 72 ข)

เมื่อทำการเปรียบเทียบตัวอย่างในแต่ละสถานีที่เก็บในสถานีเดียวกันของเดือนมีนาคม และเดือนพฤศจิกายน พบว่า มีเพียง 1 สถานีเท่านั้นที่เก็บมาจากสถานีเดียวกัน นั่นคือ สถานีที่ 33 และพบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับปริมาณสังกะสีในน้ำ และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสีในผักบุ้งและผักกระเฉดตามสถานีที่พบในบริเวณเดียวกัน พบว่า โดยภาพรวมแล้วปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าน้อยกว่าปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด ยกเว้นในช่วงตอนบนบางสถานีที่ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมากกว่าปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด



(ก)



(ข)

■ ตอนล่าง

■ ตอนกลาง

■ ตอนบน

ภาพที่ 72 ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉด (มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม) ในเดือนมีนาคม (ก) และเดือนพฤศจิกายน (ข) พ.ศ. 2549

วิจารณ์

คุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน

จากการศึกษาคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน ซึ่งได้ทำการแบ่งพื้นที่ลำน้ำออกเป็นเขต โดยแบ่งตามประเภทของแหล่งน้ำผิวดินของแม่น้ำท่าจีน คือแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 4 เพื่อการอุตสาหกรรม ตั้งแต่สถานีที่ 1 (ปากแม่น้ำ) ถึงสถานีที่ 10 (บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม) จำนวนทั้งสิ้น 10 สถานี แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 3 เพื่อการเกษตรกรรม ตั้งแต่สถานีที่ 11 (วัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึงสถานีที่ 26 (อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) จำนวนทั้งสิ้น 16 สถานี และแม่น้ำท่าจีนตอนบน เป็นแหล่งน้ำประเภทที่ 2 เพื่อการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ตั้งแต่สถานีที่ 27 (หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) ถึงสถานีที่ 38 (จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีนกับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท) จำนวนทั้งสิ้น 12 สถานี (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) แสดงให้เห็นว่า

1. คุณสมบัติทางกายภาพของน้ำ

1.1 อุณหภูมิ

อุณหภูมิของน้ำ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษ พบว่า อุณหภูมิของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 28.9-32.1 องศาเซลเซียส ซึ่งทั้งสองฤดูกาลมีค่าของอุณหภูมิน้ำที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig.=0.000) โดยภาพรวมพบว่า อุณหภูมิน้ำเฉลี่ยในแต่ละสถานีมีความแตกต่างกันน้อยมาก ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิน้ำตามแหล่งน้ำธรรมชาติ มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพภูมิอากาศในแต่ละฤดูกาล และสภาพภูมิประเทศ (Ruttner, 1963) จึงส่งผลให้อุณหภูมิน้ำในแต่ละฤดูกาล และอุณหภูมิในแต่ละสถานีเกือบตัวอย่าง มีการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิของอากาศในขณะนั้น และพบว่าอุณหภูมิน้ำซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 28.9-32.1 องศาเซลเซียส เป็นค่าที่ยังอยู่ในเกณฑ์ของคุณภาพน้ำตามธรรมชาติ ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 20.0-35.0 องศาเซลเซียส (เกษม, 2530) อีกทั้งยังสอดคล้องกับการศึกษาของจารุวรรณ และคณะ (2534) ที่พบว่า อุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วง 28.5-32.3 องศาเซลเซียส

จากการศึกษา ยังพบว่า อุณหภูมิน้ำในเดือนมีนาคม ซึ่งเป็นตัวแทนของฤดูแล้งมีค่าต่ำกว่าค่าของอุณหภูมิน้ำในเดือนพฤศจิกายนที่เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลากเพียงเล็กน้อย ทั้งนี้เนื่องมาจากช่วงเวลาในการเก็บตัวอย่างของเดือนมีนาคมเป็นช่วงเวลาต้นเดือนซึ่งยังคงได้รับอิทธิพลของฤดูหนาวที่ยาวนานในปี พ.ศ. 2549 รวมทั้งยังคงได้รับอิทธิพลจากน้ำเหนือที่ไหลลงมา ในขณะที่ช่วงเดือนพฤศจิกายนที่มีน้ำท่ามากนั้น มีแสงแดดจัดตลอดเวลา ทำให้น้ำในแม่น้ำท่าจีนในเดือนพฤศจิกายนมีอุณหภูมิที่สูงมากขึ้น และเมื่อทำการเปรียบเทียบกับการศึกษาของพิสมัย (2544) ที่พบว่า อุณหภูมิของน้ำในแม่น้ำท่าจีนในรอบหนึ่งปี มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 26.3-31.3 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำในช่วงฤดูหนาวมีค่าต่ำกว่าในช่วงฤดูร้อน จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของอุณหภูมิน้ำในแต่ละเขต พบว่า อุณหภูมิของน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.365) เนื่องจากในแต่ละช่วงของแม่น้ำท่าจีนมีอุณหภูมิใกล้เคียงกันมาก โดยมีค่ามัธยฐานของอุณหภูมิน้ำตอนล่าง ตอนกลาง ตอนบน คือ 30.4 30.8 และ 30.8 องศาเซลเซียส ตามลำดับ

1.2 ปริมาณของแ่งแวนลอรวม

ปริมาณของแ่งแวนลอรวมในน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง 2.00 -71.67 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 15.33 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแ่งแวนลอรวมในน้ำของแต่ละฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.640) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณของแ่งแวนลอรวมในน้ำของแต่ละฤดูกาลในแต่ละเขต พบว่า ทั้งตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.650 0.163 และ 0.589 ตามลำดับ) แต่อย่างไรก็ตาม พบว่า ในสถานีที่ 2 และ 3 ซึ่งอยู่บริเวณตอนล่างของแม่น้ำในเดือนมีนาคม มีปริมาณของแ่งแวนลอรวมในน้ำสูงกว่าเดือนพฤศจิกายนอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องมาจากในบริเวณดังกล่าวเป็นบริเวณซึ่งอยู่ใกล้ปากแม่น้ำ จึงได้รับอิทธิพลจากการขึ้น-ลงของน้ำทะเล คือ เมื่อน้ำจืดและน้ำเค็มไหลมาชนกันจะทำให้เกิดการผสมผสานกันของน้ำ น้ำจึงมีความขุ่นเกิดขึ้น จึงส่งผลให้มีปริมาณของแ่งแวนลอรวมในน้ำสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับค่าความเค็มในเดือนมีนาคมที่สามารถถูกลำเข้า

มาได้จนถึงบริเวณดังกล่าว ส่วนในเดือนพฤศจิกายนนั้นความเค็มมีค่าต่ำมากบริเวณนี้ จึงสามารถกล่าวได้ว่าไม่ได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น-ลง และประกอบกับบริเวณสถานีที่ 2 เป็นบริเวณมีการเชื่อมต่อระหว่างคลองมหาชัยกับแม่น้ำท่าจีน ซึ่งเป็นแหล่งนำพาทั้งสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ และของเสียต่าง ๆ จากพื้นที่ใกล้เคียงลงสู่แม่น้ำอีกทางหนึ่งด้วย และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำในบริเวณคอนหอยหลอด ซึ่งอยู่บริเวณปากแม่น้ำแม่กลอง พบว่าปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุด มีค่า 65.50 มิลลิกรัมต่อลิตร (ชยรัตน์, 2550) ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกันกับบริเวณใกล้ปากแม่น้ำท่าจีน และมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของ พุทธิส (2550) ที่พบว่า ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณแม่น้ำแม่กลองที่มีการเชื่อมต่อกับคลองมอปลัดจะเป็นบริเวณที่มีปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุด มีค่า 110 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการศึกษาในภาพรวม พบว่า ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำเดือนมีนาคมของช่วงตอนกลางจะมีค่ามากกว่าเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากช่วงที่ทำการศึกษาในเดือนพฤศจิกายนนั้นเป็นช่วงที่เกิดน้ำท่วมขังเป็นบริเวณกว้างในพื้นที่ตอนกลาง จึงทำให้เกิดการตกตะกอนของสารแขวนลอย ประกอบกับลักษณะของการเก็บตัวอย่างน้ำมาทำการวิเคราะห์ ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำจะทำการดักน้ำเฉพาะบริเวณที่ผิวหน้าน้ำ (0-30 เซนติเมตร) ซึ่งลักษณะการไหลของน้ำนั้นด้านล่างจะไหลแรงกว่าด้านบน จึงทำให้ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำของหน้าน้ำหลากซึ่งเกิดน้ำท่วมขังจึงมีปริมาณน้อยกว่าน้ำแล้ง

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของแฉ่งแขวนลอยในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) แสดงว่า ในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมในน้ำแตกต่างกัน โดยพบว่า ช่วงตอนล่างของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมเท่ากับ 13.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ตอนกลางของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมเท่ากับ 13.83 มิลลิกรัมต่อลิตร และตอนบนของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมเท่ากับ 25.00 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณของแฉ่งแขวนลอยรวมของตอนล่าง และตอนกลาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.492) สำหรับตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.001 และ 0.000

ตามลำดับ) ซึ่งสอดคล้องกับคำมัธฐานที่ได้ ทั้งนี้เนื่องมาจากแม่น้ำท่าจีนตอนบนเป็นบริเวณเป็นบริเวณต้นแม่น้ำที่แยกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งมีลักษณะตื้นเขินและแคบ น้ำขุ่นและมีตะกอนมาก เนื่องจากการเปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ประกอบกับในช่วงตอนบนมีการเพาะเลี้ยงปลาในกระชังจำนวนมาก ส่วนในช่วงตอนกลางจะมีความกว้างและมีความลึกของน้ำมากกว่าแม่น้ำท่าจีนตอนบน รวมทั้งกระแสน้ำที่ไหลช้า การรบกวนตะกอนในน้ำเกิดขึ้นน้อย อีกทั้งมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง ซึ่งเป็นตัวที่ช่วยในการดักตะกอนได้เป็นอย่างดี

2. คุณสมบัติทางเคมีของน้ำ

2.1 ความเค็ม

ความเค็มของน้ำ ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า ค่าความเค็มของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 0.07-27.11 psu จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความเค็มของน้ำในแต่ละฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.354) ในช่วงฤดูแล้งน้ำทะเลสามารถรุกเข้าไปในแม่น้ำท่าจีนจนถึงสถานีที่ 5 (เขต อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร) ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลากนั้น น้ำทะเลสามารถรุกเข้าไปได้เพียงสถานีที่ 3 เท่านั้น (เขต อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) ซึ่งน้ำในแม่น้ำท่าจีนจะมีความเค็มต่ำมากจนเป็นน้ำจืดเกือบตลอดลำน้ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับตามฤดูกาล พบว่า ช่วงฤดูน้ำหลากนั้นน้ำจะมีความเค็มต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้ง เป็นผลเนื่องมาจากการได้รับอิทธิพลของฤดูกาลและปริมาณน้ำฝนที่มากกว่าในช่วงหน้าแล้งจึงทำให้น้ำมีความเค็มต่ำกว่าในช่วงฤดูแล้ง ประกอบกับการเก็บตัวอย่างจะเป็นการเก็บในช่วงน้ำลงจึงทำให้น้ำทะเลสามารถรุกเข้ามาในแม่น้ำได้น้อย ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาของพิศมัย (2544) ที่พบว่า ความเค็มของน้ำในแม่น้ำท่าจีนตลอดแม่น้ำอยู่ระหว่าง 0.00-17.30 psu

ส่วนการเปลี่ยนแปลงของความเค็มตลอดลำน้ำ เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความเค็มในแต่ละเขต พบว่า ความเค็มของน้ำตามระยะทางของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000) โดยพบว่าค่าความเค็มจะมีค่าสูงในบริเวณตอนล่างของลำน้ำ ซึ่งอยู่ช่วงบริเวณใกล้ปากแม่น้ำแล้วลดลงในช่วงตอนกลางและตอนบน ซึ่งการ

เปลี่ยนแปลงของความเค็มในแม่น้ำท่าจีนในแต่ละสถานีนี้นั้นมีอิทธิพลมาจากน้ำท่าและการรुक้าของน้ำทะเล โดยทั่วไปความเค็มจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากปากแม่น้ำ ส่วนระยะทางที่ความเค็มจะรุก้าเข้าไปในแม่น้ำได้มากน้อยเท่าใด ย่อมขึ้นอยู่กับอิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเล และยังขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่ระบายออกจากประตูระบายน้ำ ซึ่งต้องขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำฝนที่ตกในรอบปี ด้วย (สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2529) จากการศึกษาของพิสมัย (2544) ก็พบว่าน้ำทะเลสามารถรุก้าเข้าไปได้ถึงบริเวณเขต ต.ท่าเสา อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร นอกจากนี้ พฤษ (2550) ยังพบว่า ความเค็มในแม่น้ำแม่กลองมีการแพร่กระจายอยู่บริเวณปากแม่น้ำ แล้วค่อย ๆ ลดลงจนเป็นน้ำจืดเมื่อเข้าสู่บริเวณแม่น้ำ มีค่าอยู่ในช่วง 0.06-29.60 psu

2.2 ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ

ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในแม่น้ำท่าจีน ตลอดระยะเวลาในการศึกษาพบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.71-10.96 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของแต่ละฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.358) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณออกซิเจนละลายน้ำของแต่ละฤดูกาลในแต่ละเขต พบว่า ตอนล่าง และตอนบนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.026 และ 0.032 ตามลำดับ) ส่วนตอนกลางนั้น ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.58) ซึ่งโดยภาพรวม พบว่า ในฤดูน้ำหลากปริมาณน้ำจะมีมากทำให้ปริมาณออกซิเจนในน้ำสูงขึ้นกว่าในฤดูแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในบริเวณแม่น้ำบางปะกง ที่พบว่า ในช่วงฤดูฝนปริมาณออกซิเจนละลายน้ำจะมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000) แสดงว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละเขตของแม่น้ำ และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำของตอนล่างและตอนกลาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.154) สำหรับตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ซึ่งโดยภาพรวม พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำแม่น้ำท่าจีนตอนบนมีค่าสูงที่สุด และต่ำลงในแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากแม่น้ำท่าจีนได้ไหลผ่านชุมชนต่าง ๆ ทั้งสองฝั่งของแม่น้ำที่มีทั้งบ้านเรือน พื้นที่เกษตรกรรม และโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ส่งผลให้มีการสะสมน้ำทิ้งจากแหล่งต่าง ๆ โดยเฉพาะแม่น้ำท่าจีนช่วงล่างมีน้ำทิ้งจากแหล่งชุมชนขนาดใหญ่และโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมาก จึงเกิดการย่อยสลายสารอินทรีย์ต่าง ๆ โดยแบคทีเรีย ออกซิเจนถูกนำไปใช้ในกระบวนการออกซิเดชันของจุลินทรีย์ ส่งผลให้ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำมีค่าต่ำลง (กรมควบคุมมลพิษ, 2536) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิสมัย (2544) ที่พบว่า แม่น้ำท่าจีนตอนบนหรือบริเวณต้นน้ำมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำสูงที่สุด รองลงมา คือ ตอนกลางและตอนล่าง ตามลำดับ โดยปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำของการศึกษาจะมีค่าต่ำสุดที่แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในสถานีที่ 9 มีค่าเพียง 1.10 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 4 ที่ใช้ในอุตสาหกรรมได้ แต่ถ้าจะนำมาบริโภคต้องผ่านการฆ่าเชื้อโรคตามปกติและผ่านกระบวนการปรับปรุงคุณภาพน้ำทั่วไปก่อน (ไม่ต่ำกว่า 2 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) ในตอนกลางจะมีค่าสูงกว่าตอนล่าง แต่จะต่ำกว่าตอนบนของแม่น้ำ โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในสถานีที่ 13 มีค่าเท่ากับ 1.73 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 3 ที่นำมาใช้ในการเกษตร (ไม่ต่ำกว่า 4 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) และตอนบนจะมีปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำสูงที่สุด โดยมีค่าเฉลี่ยต่ำสุดในสถานีที่ 28 มีค่าเท่ากับ 1.29 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่หน้าวัดยาง มีปลาอาศัยอยู่เป็นจำนวนมาก รวมทั้งเป็นแหล่งชุมชนอำเภอศรีประจันต์ ทำให้มีปริมาณสารอินทรีย์สูง ซึ่งต่ำกว่าค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำประเภทที่ 2 ที่กำหนดไว้เพื่อการประมงและการอนุรักษ์สัตว์น้ำ (ไม่ต่ำกว่า 6 มิลลิกรัมต่อลิตร) (กรมควบคุมมลพิษ, 2540) อย่างไรก็ตามโดยภาพรวม พบว่า ปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำช่วงตอนบนและตอนล่างของแม่น้ำมีค่าเกินค่ามาตรฐานประเภทที่ 2 และ 4 ที่กำหนดไว้ ยกเว้นบางจุดเท่านั้นที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐาน ส่วนในช่วงตอนกลางของแม่น้ำ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำกว่าค่ามาตรฐานประเภทที่ 3

2.3 ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง

ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) ตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษามีค่าอยู่ระหว่าง 7.9-9.0 ซึ่งยังอยู่ในเกณฑ์เหมาะสมของค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน (5-9) และมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษา

ของพิศมัย (2544) ที่พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างของแม่น้ำท่าจีนในแต่ละสถานีมีค่าไม่แตกต่างกัน คือ อยู่ในช่วง 6.7-7.7 และสอดคล้องกับการศึกษาของพลหัทธ (2550) ในแม่น้ำแม่กลอง ที่มีค่าความเป็นกรดเป็นด่างอยู่ระหว่าง 7.5-9.3 ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละเขต พบว่า ความเป็นกรดเป็นด่างในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.241) โดยมีค่ามัธยฐานของตอนล่าง ตอนกลาง ตอนบน เท่ากับ 8.5 8.4 และ 8.8 ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าสอดคล้องกับปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำ คือ บริเวณที่มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงจะมีค่าเป็นกรดเป็นด่างสูงด้วยเช่นกัน

2.4 แอมโมเนียม-ไนโตรเจน

ความเข้มข้นของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนบริเวณฝัวน้ำในแม่น้ำท่าจีน มีค่าอยู่ในช่วง 1.26-152.48 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.92 ไมโครโมลาร์ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของแต่ละฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.106) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแต่ละเขตตามฤดูกาล พบว่า ช่วงตอนล่างและตอนบนของแม่น้ำมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.011 และ 0.090) ซึ่งในฤดูน้ำหลากมีค่าปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าช่วงหน้าแล้ง ทั้งนี้เนื่องมาจากน้ำท่าได้พัดพาปุ๋ย สารอินทรีย์และตะกอนดิน รวมทั้งยังมีน้ำทิ้งจากชุมชน โรงงานอุตสาหกรรม ของเสียจากฟาร์มสุกร ตลอดจนการเลี้ยงปลาในกระชัง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิศมัย (2544) ที่รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนียมในแม่น้ำท่าจีนมีค่าสูงสุดในฤดูฝน และจากการศึกษาพบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีความสัมพันธ์กับปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ซึ่งเป็นรงควัตถุที่มีอยู่ในแพลงก์ตอนพืช โดยในเดือนมีนาคมบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ มีการสะสมของแพลงก์ตอนพืช จนทำให้ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีค่าต่ำกว่าปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของเดือนพฤศจิกายน เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชจะนำแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเข้าไปใช้ได้โดยตรง ไม่ต้องใช้เอนไซม์หลายตัวในการนำไปใช้ประโยชน์ แอมโมเนียม-ไนโตรเจนจึงเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช (เชษฐพงษ์, 2545)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน เป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000) แสดงว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนมีความแตกต่างกันในแต่ละเขตของแม่น้ำ และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) โดยพบว่า ช่วงตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบนของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 71.32 34.80 และ 8.15 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ซึ่งปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนจะมีค่าสูงบริเวณตอนล่าง เนื่องจากบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่างได้รับน้ำทิ้งจากชุมชนขนาดใหญ่ จากการประกอบอาชีพเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งจากการเลี้ยงสุกร และจากโรงงานอุตสาหกรรม รวมทั้งเกิดจากการสะสมสารอินทรีย์ต่าง ๆ จากแม่น้ำท่าจีนตอนบน และตอนกลางที่ไหลลงสู่ตอนล่าง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิศมัย (2544) ที่รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนียมในแต่ละสถานีของแม่น้ำท่าจีนมีค่าต่ำสุดในแม่น้ำท่าจีนตอนบน และมีค่าสูงขึ้นในแม่น้ำท่าจีนตอนกลาง และมีค่าสูงสุดในแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และยังสอดคล้องกับการศึกษาของจารุวรรณ และคณะ (2534) ที่รายงานว่า ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนในแม่น้ำท่าจีนตอนบนและตอนกลาง มีค่าต่ำกว่าแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และเมื่อเปรียบเทียบกับปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งมีค่าประมาณ 10 ไมโครโมลาร์ (คณะประมง, 2546) ซึ่งมีคุณภาพน้ำอยู่ในระดับต่ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2545) จะเห็นได้ว่าแม่น้ำท่าจีนมีความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่าแม่น้ำบางปะกงมาก แสดงให้เห็นว่า คุณภาพน้ำของแม่น้ำท่าจีนในช่วงตอนล่างมีสภาพเสื่อมโทรมมาก และในช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนมีสภาพเสื่อมโทรม ส่วนตอนบนของแม่น้ำท่าจีนสภาพน้ำอยู่ในเกณฑ์พอใช้ ซึ่งก็สอดคล้องกับการรายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548 (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.5 ไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจน

ปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนในแม่น้ำท่าจีน ตลอดระยะเวลาในการศึกษามีค่าอยู่ในช่วง ND-20.09 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 11.99 ไมโครโมลาร์ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนของแต่ละฤดูกาล

พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.027) โดยภาพรวมพบว่า ความเข้มข้นของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนในเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นผลเนื่องมาจากการถูกเจือจางโดยน้ำท่าที่มีปริมาณมากกว่าในช่วงน้ำหลาก แต่ในช่วงตอนบนของแม่น้ำพบว่า ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนในเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือนพฤศจิกายน ทั้งนี้เนื่องมาจาก บริเวณตอนบนมีการเลี้ยงปลาในกระชังจำนวนมาก มีการให้อาหารโปรตีนสูงและการได้รับน้ำที่ชะล้างจากแผ่นดินและพืชน้ำที่ใช้ในการเกษตรลงสู่แม่น้ำท่าจีน รวมทั้งการรับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำเจ้าพระยา และในขณะที่ทำการเก็บตัวอย่างก็พบว่า มีปลาตายลอยน้ำอยู่ ทั้งนี้เกิดจากน้ำเสียที่ปล่อยลงสู่แม่น้ำในช่วงตอนบนของแม่น้ำท่าจีน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.003) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนของตอนล่างและตอนกลาง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.193) ส่วนตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000 และ 0.019 ตามลำดับ) ซึ่งช่วงตอนล่างของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณไนโตรเจนและไนเตรท-ไนโตรเจนเฉลี่ยเท่ากับ 8.27 ไมโครโมลาร์ ตอนกลางของแม่น้ำมีค่าเท่ากับ 12.04 ไมโครโมลาร์ และตอนบนของแม่น้ำมีค่าเท่ากับ 16.21 ไมโครโมลาร์ ซึ่งจะเห็นได้ว่ามีความแปรผันในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน อาจเป็นผลเนื่องมาจากการชะล้างของปุ๋ยจากการเกษตรกรรมที่มีมากทางตอนบนและตอนกลางของแม่น้ำ

2.6 ซิลิเกต-ซิลิคอน

ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในแม่น้ำท่าจีน ตลอดระยะเวลาในการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง 63.90-130.48 ไมโครโมลาร์ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 93.96 ไมโครโมลาร์ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของซิลิเกต-ซิลิคอนของแต่ละฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ

ทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.004) โดยที่เดือนมีนาคม มีปริมาณ ซิลิเกต-ซิลิคอนเฉลี่ย 87.45 ± 12.76 ไมโครโมลาร์ และเดือนพฤศจิกายนมีปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนเฉลี่ย 102.12 ± 18.46 ไมโครโมลาร์ ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณน้ำฝนได้พัดพาเอาสารอาหารและ ตะกอนต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ ซึ่งแหล่งที่มาที่สำคัญของซิลิเกต คือ การผุกร่อนของเปลือกโลกและหินทราย ซึ่งถูกพัดพามากับน้ำท่าในช่วงฤดูฝนมากกว่าช่วงฤดูแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาบริเวณ แม่น้ำบางปะกงของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนมีความเข้มข้นสูงในช่วงฤดูฝนมากกว่าฤดูแล้ง และมีค่าอยู่ระหว่าง 40-120 ไมโครโมลาร์ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาในครั้งนี้ และจากการรายงานของเชษฐพงษ์ (2545) กล่าวไว้ว่า บริเวณชายฝั่งที่ได้รับอิทธิพลจากการไหลของน้ำจากแม่น้ำอาจมีความเข้มข้นมากกว่า 150 ไมโครโมลาร์ แสดงว่าน้ำจืดมีอิทธิพลต่อปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในบริเวณแม่น้ำ ได้เช่นกัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการ ทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณ ซิลิเกต-ซิลิคอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp Sig. = 0.087) โดยภาพรวมแม่น้ำท่าจีนตอนบนมีปริมาณ ซิลิเกต-ซิลิคอนสูงกว่าแม่น้ำท่าจีนตอนกลางและตอนล่าง ซึ่งเป็นบริเวณต้นน้ำที่ได้รับปริมาณน้ำ มาจากแม่น้ำเจ้าพระยา ซึ่งพบว่าสอดคล้องกับการศึกษาของพิสมัย (2544) ที่พบว่า ปริมาณซิลิเกต- ซิลิคอนในแม่น้ำท่าจีนตอนบนและตอนกลางสูงกว่าแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งเป็นช่วงน้ำหลาก จะพบว่า ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนทั้ง 3 ช่วงของแม่น้ำจะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากมีปริมาณน้ำท่าที่ไหลลงสู่บริเวณปากแม่น้ำมาก จนทำให้ความเข้มข้นเท่ากันเกือบ ทั้งหมดน้ำ ซึ่งจากปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอนนี้ เป็นตัวยืนยันได้ว่า ปริมาณน้ำท่าในช่วงเดือนพฤศจิกายน มีมากกว่าในเดือนมีนาคม ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ

2.7 ออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส

ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแม่น้ำท่าจีน ตลอดระยะเวลาในการศึกษา มีค่า อยู่ในช่วง 0.07-16.93 ไมโครโมลาร์ จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณออร์โธ ฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของแต่ละฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับ ความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.000) โดยพบว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสใน แม่น้ำท่าจีนในช่วงหน้าแล้งมีค่าสูงกว่าในช่วงน้ำหลาก ซึ่งช่วงฤดูน้ำหลากจะถูกเจือจางโดยน้ำฝน

ในปริมาณมาก ๆ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาบริเวณแม่น้ำบางปะกงของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ในช่วงฤดูแล้งมีความเข้มข้นสูงกว่าช่วงฤดูฝนตลอดทั้งลำน้ำ และพบว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแม่น้ำท่าจีนนั้นมีค่าค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.70-2.70 ไมโครโมลาร์ (คณะประมง, 2546) และสูงกว่าค่าวิกฤตที่กำหนดไว้ว่าปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสควรมีค่าไม่เกิน 0.96 ไมโครโมลาร์ แสดงให้เห็นว่าคุณภาพน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนกำลังประสบปัญหาทางสิ่งแวดล้อมอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000 0.000 และ 0.002 ตามลำดับ) ซึ่งปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าสูงในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ รองลงมา คือ ช่วงตอนกลาง และตอนบนมีค่าต่ำที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจาก บริเวณตอนล่างของแม่น้ำเป็นที่ตั้งของแหล่งชุมชนที่หนาแน่น ซึ่งแหล่งที่มาของปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งจากอาคารบ้านเรือน ผงซักฟอกที่ใช้ชำระล้าง โดย Jackson (1979) พบว่า ผงซักฟอกเป็นแหล่งที่มาของฟอสเฟตและไปเพิ่มปริมาณฟอสเฟตในน้ำ การย่อยสลายของสารประกอบโปรตีน (สุภาพ, 2535) พบว่า กิจกรรมดังกล่าวมีปริมาณมากขึ้นในบริเวณแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และส่งผลให้มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงขึ้นตามไปด้วย ส่วนในช่วงตอนกลางนั้นจะมีการทำเกษตรกรรมที่หนาแน่นจึงทำให้มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูงกว่าในช่วงตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งตรงกับการรายงานของกรรณิการ์ (2529) ที่กล่าวว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสยังมาจากการชะล้างของปุ๋ยในการเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในแม่น้ำท่าจีนของ พิสมัย (2544) ที่รายงานว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นจากช่วงตอนบนของแม่น้ำท่าจีนไปยังปลายน้ำของแม่น้ำท่าจีนตอนล่าง และยังสอดคล้องกับการศึกษาของจารุวรรณ และคณะ (2534) ซึ่งพบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสช่วงตอนบนของแม่น้ำท่าจีนมีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าช่วงตอนล่างของแม่น้ำ รวมทั้งสอดคล้องกับการศึกษาบริเวณแม่น้ำบางปะกงของศูนย์วิจัยทรัพยากร

ทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า แนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นสูงขึ้นในส่วนของแม่น้ำที่ผ่านแหล่งชุมชนหรือมีกิจกรรมบนฝั่งมากกว่าบริเวณต้นน้ำ และยังพบว่า มีรูปแบบการแพร่กระจายคล้ายคลึงกับการแพร่กระจายของปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนด้วย รวมทั้งยังพบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสในช่วงตอนบนของเดือนพฤศจิกายนจะมีค่าต่ำมาก ทั้งนี้เกิดจากการที่แพลงก์ตอนพืชได้นำไปใช้จนหมด จากการศึกษาของเชษฐพงษ์ (2545) พบว่า อัตราส่วนระหว่างจำนวนอะตอมของ N:P คือ 16:1 จึงแสดงให้เห็นว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟตบริเวณแม่น้ำท่าจีนเป็นปัจจัยจำกัดต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช เนื่องจากแพลงก์ตอนพืชได้นำเอาออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสไปใช้จนเหลือน้อย จึงไม่สามารถที่จะดึงเอาธาตุอาหารประเภท แอมโมเนียม-ไนโตรเจน หรือไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนไปใช้ได้อีก จึงทำให้ปริมาณไนไตรท์และไนเตรทในแหล่งน้ำมีปริมาณมาก ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณไนไตรท์และไนเตรท-ไนโตรเจนที่มีมากบริเวณตอนบนของแม่น้ำท่าจีน

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสกับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 58.4 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงเช่นเดียวกัน

3. คุณสมบัติทางชีวภาพของน้ำ

3.1 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ

ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแม่น้ำท่าจีน ตลอดระยะเวลาในการศึกษา มีค่าอยู่ในช่วง 1.67-535.34 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 24.70 ไมโครกรัมต่อลิตร จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแต่ละฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.000) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแม่น้ำท่าจีนในช่วงหน้าแล้งจะมีค่าต่ำกว่าในช่วงน้ำหลาก ทั้งนี้เนื่องจากในช่วงน้ำหลาก มีปริมาณน้ำฝนชะล้างธาตุอาหารลงสู่แม่น้ำ ประกอบกับขณะทำการ

เก็บตัวอย่างเป็นช่วงเวลาที่มิแสงแดดจัด อุณหภูมิสูง ซึ่งเป็นสภาวะที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของแพลงก์ตอนพืช จึงทำให้ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิศมัย (2544) ที่รายงานว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณสูงในฤดูฝน แต่จากการศึกษายังพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในช่วงตอนล่างของแม่น้ำของเดือนมีนาคมจะมีค่าสูงกว่าเดือนพฤศจิกายน ทั้งนี้อาจเกิดจากการสะสมของแพลงก์ตอนพืชในบริเวณตอนล่างของแม่น้ำที่ได้รับอิทธิพลจากน้ำทะเลหนุน และจากการศึกษาบริเวณดอนหอยหลอดของชยารัตน์ (2550) พบว่า บริเวณที่มีความเข้มข้นของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มากกว่า 10 ไมโครกรัมต่อลิตร ถือว่าเป็นบริเวณที่เกิดปัญหาปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีขึ้นแล้ว และจากการศึกษาในบริเวณแม่น้ำบางปะกงของคณะประมง (2546) รายงานว่า ในบริเวณที่มีการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีจะมีปริมาณปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มากกว่า 100 ไมโครกรัมต่อลิตร เมื่อนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกับข้อมูลการศึกษาในแม่น้ำท่าจีนในครั้งนี้ พบว่า ในเดือนมีนาคมช่วงตอนล่างของแม่น้ำบริเวณสถานีที่ 2 และ 3 มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแม่น้ำท่าจีนสูงมาก มีค่า 535.34 และ 511.31 ไมโครกรัมต่อลิตร จากข้อมูลทำให้สรุปได้ว่า ในบริเวณดังกล่าวมีการเกิดปรากฏการณ์น้ำเปลี่ยนสีเกิดขึ้น

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.001) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp.Sig. = 0.025 0.000 และ 0.027 ตามลำดับ) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าสูงที่สุดบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพิศมัย (2544) ที่พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ในแม่น้ำท่าจีนมีปริมาณสูงในช่วงตอนล่างของแม่น้ำเช่นกัน ซึ่งก็จะสอดคล้องกับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนและออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัสที่เป็นสารอาหารของแพลงก์ตอนพืชที่ใช้ในการเจริญเติบโต

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* กับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* มีความสัมพันธ์กับปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยมี

ความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 54.7 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณคลอโรฟิลล์ *a* สูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงเช่นเดียวกัน

คุณภาพดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีน

1. คุณสมบัติทางกายภาพของดินตะกอน

1.1 ปริมาณน้ำในดินตะกอน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณน้ำในดินตะกอนในช่วงที่ทำการศึกษาพบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนบริเวณผิวดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 23.61-77.96 โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 59.53 จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นผิวดินตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.957) แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ชั้นผิวดินตามฤดูกาลในแต่ละเขต พบว่า เฉพาะในช่วงตอนล่างของแม่น้ำเท่านั้นที่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.036) ซึ่งพบว่า ในตอนล่างของแม่น้ำในฤดูแล้งจะมีปริมาณน้ำในดินตะกอนมากกว่าในฤดูน้ำหลาก ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากกระแสน้ำจะทำการพัดพาเอาตะกอนบริเวณผิวหน้าดินฟุ้งกระจายออกมา ทำให้ตะกอนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจะเป็นตะกอนชั้นถัดไปที่มีการจับตัวกันหนาแน่นกว่าชั้นแรก ซึ่งส่งผลให้ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีน้อย ส่วนในตอนกลางและตอนบนจะมีค่าใกล้เคียงกัน อาจเนื่องจากการเก็บตัวอย่างดินตะกอนจะเลือกเก็บตัวอย่างในบริเวณฝั่งที่เกิดการตกตะกอนของแม่น้ำ ลักษณะของตะกอนที่ได้จึงคล้ายคลึงกัน

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณน้ำในดินตะกอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำในดินตะกอนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000) แสดงว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนมีความแตกต่างกันในแต่ละเขตของแม่น้ำ และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณน้ำในดินตะกอนของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.023 0.000 และ 0.001 ตามลำดับ) ซึ่งพบว่า ช่วงตอนล่างของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณน้ำในดินตะกอนเท่ากับร้อยละ 66.78 ตอนกลางของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณน้ำในดินตะกอนเท่ากับร้อยละ 59.83 และ

ตอนบนของแม่น้ำมีค่ามัธยฐานของปริมาณน้ำในดินตะกอนเท่ากับ 47.53 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำในดินตะกอนของแม่น้ำท่าจีนมีแนวโน้มลดลงจากช่วงตอนล่าง ไปตอนกลางและตอนบน ซึ่งจากลักษณะของดินตะกอนที่ได้จากการเก็บตัวอย่างจะพบว่า ส่วนใหญ่ช่วงตอนบนจะมีลักษณะเป็นดินเลนเนื้อละเอียด ตอนกลางจะมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียดและมีเกลปน ส่วนตอนบนนั้นจะมีลักษณะเป็นดินเนื้อละเอียดปนเกลปนและทรายในบางสถานี และอาจเกิดจากอิทธิพลของกระแสน้ำในช่วงตอนบนซึ่งจะมีลักษณะการไหลที่แรงกว่าตอนกลางและตอนล่าง เนื่องจากรับน้ำโดยตรงจากแม่น้ำเจ้าพระยา จึงทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอนบริเวณผิวดินตะกอน ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน

2. คุณสมบัติทางเคมีของดินตะกอน

2.1 ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในช่วงที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณผิวดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 0.01-9.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.13 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนที่บริเวณผิวดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.442) แต่โดยภาพรวมแล้วพบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในช่วงฤดูแล้งมีค่ามากกว่าในฤดูน้ำหลาก เกิดจากการที่น้ำฝนได้พัดพาเอาผิวดินตะกอนฟุ้งกระจายออกไป ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในบริเวณแม่น้ำบางปะกงของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ในช่วงหน้าแล้งปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าสูงกว่าในฤดูฝน และเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0.00-1.72 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง (คณะประมง, 2546) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วงใกล้เคียงกัน มีเพียงบางสถานีเท่านั้นที่มีค่าสูงมาก คือ สถานีที่ 8 ซึ่งเป็นบริเวณที่อยู่ในเขตอำเภอสามพราน จ.นครปฐม ที่มีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก ทำให้มีการสะสมสารอินทรีย์สูง ซึ่งก็สอดคล้องกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยภาพรวมจะเห็นได้ว่าปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนตลอดแม่น้ำท่าจีนยังคงอยู่ในระดับที่ไม่สูงมากจนทำให้เกิดมลภาวะ มีเพียงบางพื้นที่ที่ต้องมีการเฝ้าระวังเป็นพิเศษ เช่น สถานีที่ 5-9 เนื่องจากมีปริมาณซัลไฟด์รวม

ค่อนข้างสูง โดยปกติหากปริมาณซัลไฟด์ที่เกินกว่า 1.0 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ก็จะส่งกลิ่นเหม็นและมีผลต่อการดำรงชีวิตอยู่ของสัตว์น้ำดินบางชนิด (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีน เมื่อทำการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000 เท่ากัน) ซึ่งพบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมดินในตะกอนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อผ่านพื้นที่ที่มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำเพิ่มขึ้น นั่นคือ มีปริมาณต่ำในตอนบน เพิ่มขึ้นในตอนกลาง และสูงสุดในตอนล่างของแม่น้ำ ทั้งนี้เป็นผลจากการสะสมสารอินทรีย์ ซึ่งการสะสมของสารอินทรีย์จะเกิดการสะสมเป็นชั้นของตะกอนดินหลังจากที่อนุภาคหนัก เช่น ทราย ทรายแป้ง และอนุภาคดินตกตะกอนแล้ว (คูสิต และคณะ, 2536) ดังนั้น เมื่อเกิดการย่อยสลายของสารอินทรีย์ เป็นผลให้ดินอยู่ในสภาวะขาดออกซิเจน และเกิดการรีดิวซ์ซัลเฟตได้มาก ส่งผลให้มีการสะสมของซัลไฟด์ในดินตะกอนเพิ่มขึ้นมากด้วย (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนกับปริมาณน้ำในดินตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 77.2 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับสูง หมายความว่า บริเวณที่มีซัลไฟด์ในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

2.2 ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในช่วงที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณฝัดดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) มีค่าอยู่ในช่วง 14.80-176.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 98.94 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณฝัดดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.043) โดยปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในช่วงหน้าแล้งจะมีค่าสูงกว่าในช่วงหน้าฝน ซึ่งเกิดจากน้ำท่าได้ชะล้างสารอินทรีย์ออกไปจากบริเวณฝัดดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าค่อนข้างสูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 84.35-124.01 (คณะประมง, 2546) แสดงว่า คุณภาพดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีสภาพเสื่อมโทรมกว่าบริเวณปากแม่น้ำบางปะกง

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนของตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.010 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าสูงในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ และมีค่าลดลงไปในตอนกลางและตอนบน ตามลำดับ ทั้งนี้เกิดจากบริเวณตอนล่างของแม่น้ำเป็นแหล่งชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงงานอุตสาหกรรม และการทำฟาร์มเลี้ยงสุกร จึงส่งผลให้มีปริมาณสารอินทรีย์ระบายลงสู่แม่น้ำสูง รวมทั้งเกิดการสะสมตามลักษณะทิศทางการไหลของน้ำ คือ น้ำจะมีการไหลพัดพาเอาตะกอนและของเสียต่าง ๆ จากพื้นที่ตอนบน และเก็บรวบรวมเอาของเสียตลอดรายทางไปสู่บริเวณปากแม่น้ำหรือพื้นที่ตอนล่าง

ในการศึกษาครั้งนี้ ได้ทำการวิเคราะห์หาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของเพียร์สัน (Pearson' s correlation coefficient) พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนในบริเวณฝัดดินตะกอน

(0-1 เซนติเมตร) มีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนที่ผิวดินตะกอน (0-1 เซนติเมตร) อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Sig. = 0.000) และมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกัน โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 83.5 ซึ่งจัดว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับสูงมาก หมายความว่า บริเวณที่มีสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีน้ำในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพฤษ (2550) ที่พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนที่ผิวดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอนในบริเวณแม่น้ำแม่กลอง โดยมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 85.8 ซึ่งปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน เนื่องจากสารอินทรีย์เป็นตะกอนที่สามารถดูดซับน้ำไว้ได้มาก และการมีตะกอนสารอินทรีย์อยู่ภายในดินตะกอนทำให้ดินมีการจัดเรียงตัวอย่างหลวม ๆ ดังนั้นถ้ามีสารอินทรีย์ในดินตะกอนสูงจะมีปริมาณน้ำในดินตะกอนสูงตาม (ทิพวัลย์, 2546)

และเมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนกับปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 78.3 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับสูง หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณซัลไฟด์ในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

โลหะหนัก

ปริมาณของแคดเมียมในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้

1. ปริมาณของแคดเมียมในน้ำ

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของปริมาณของแคดเมียมในน้ำตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในน้ำมีค่าอยู่ในช่วง ND-0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของแคดเมียมในน้ำตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.849) แต่โดยภาพรวมนั้น ปริมาณแคดเมียมในน้ำของช่วงหน้าแล้งจะมีปริมาณมากกว่าช่วงน้ำหลาก ซึ่งเกิดจากการที่ในช่วงน้ำหลากจะมีน้ำฝนปริมาณมากเป็นตัวเจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในน้ำให้ลดลง แต่ก็ยังมีบางสถานีที่พบว่าปริมาณแคดเมียมในน้ำช่วงน้ำหลากสูงกว่าหน้าแล้ง นั่นคือ สถานีที่ 11 บริเวณวัดสัมปทวน เป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองนครชัยศรี มีโรงงานอุตสาหกรรมและการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบึงบริเวณริมฝั่ง ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมนี้มักจะปล่อยน้ำเสียออกมาในช่วงน้ำหลาก และแคดเมียมส่วนมากมาจากอุตสาหกรรมที่ทิ้งของเสียโดยไม่ผ่านกรรมวิธีกำจัดเสียก่อน และอีกส่วนหนึ่งอาจมาจากปุ๋ยฟอสเฟตซึ่งมีแคดเมียมเจือปนอยู่ (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ที่กำหนดไว้ คือ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และยังมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อเทียบกับการศึกษาในอดีตของจากรูวรรณและคณะ (2534) ที่พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการศึกษาของพัชราและคารศ (2543) พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำของปี 2539 มีค่าอยู่ในช่วง ND-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณแคดเมียมในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองของพฤษ (2550) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง ND-0.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกันกับการศึกษาในครั้งนี้ แต่พบว่ามีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณแคดเมียมในน้ำในบริเวณแม่น้ำบางปะกง ในปี พ.ศ. 2547 มีค่าอยู่ในช่วง 0.0005-0.01 มิลลิกรัมต่อลิตร

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของแคดเมียมในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความ

เชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.352) แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวม พบว่า ปริมาณแคดเมียมในน้ำตอนกลางจะมีค่าสูงสุด รองมาคือตอนบน และตอนล่าง ตามลำดับ โดยในช่วงตอนกลางของแม่น้ำจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมหนาแน่น มีการใช้ปุ๋ยและยาฆ่าแมลง จึงอาจส่งผลให้มีการปนเปื้อนของแคดเมียมลงสู่แม่น้ำได้

2. ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในดินตะกอนในแต่ละฤดูกาล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.076) แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทน พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพัชรา และคารศ (2543) ที่พบว่า ปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนหน้าแล้งมีค่าสูงกว่าหน้าฝน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในดินตะกอนของ WDOE (1991) ที่กำหนดไว้ คือ 6.7 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ยังมีค่าต่ำมากและยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน คือ มีค่ามาตรฐานของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอน เท่ากับ 1.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ยกเว้นบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) ที่มีปริมาณแคดเมียมสูงเกินค่ามาตรฐาน ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก บริเวณดังกล่าวมีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก จึงทำให้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนลงในแม่น้ำมาก ประกอบกับมีโรงงานขี้มอดตั้งอยู่จำนวนมากในบริเวณใกล้เคียง เนื่องจากสีที่ใช้ในการขี้มอดมีส่วนผสมของแคดเมียมอยู่ด้วย (Van der Zee *et al.*, 1988) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กและมีสารอินทรีย์สูง มักมีการสะสมโลหะหนักในปริมาณสูงด้วย (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) และปริมาณแคดเมียมที่มีอยู่ในดินตะกอน เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สลายตัวเป็นดินตะกอน (Hirsch and Banin, 1990) และยังพบว่าปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนของการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณสูงกว่าการศึกษาในอดีตของพัชรา และคารศ (2543) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2539 มีค่า 0.13 มิลลิกรัมต่อลิตร และยังสูงกว่าปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลองด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของพฤษ (2550) ที่พบว่า ค่ามาตรฐานของปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนมีค่า 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งสูงกว่าปริมาณแคดเมียมในดินตะกอนของแม่น้ำบางปะกงด้วย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง ND-0.79 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

3. ปริมาณของแคดเมียมในพรรณไม้น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของแคดเมียมในผักบุ้งตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.354) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันมีค่าไม่แน่นอนในแต่ละเดือน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักบุ้งมีความสามารถในการดูดซับแคดเมียมในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.74 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.14 มิลลิกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง และพบว่ามีค่าต่ำกว่าการศึกษาปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งบริเวณคูน้ำธรรมชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ของพรพิมล (2533) ที่มีค่า 0.51 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 0.8 มิลลิกรัมต่อกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักบุ้งในแม่น้ำท่าจีนยังมีค่าของแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักบุ้งสามารถดูดซับแคดเมียมได้อยู่ในช่วง 0.04-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้ และสามารถดูดซับแคดเมียมได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 4-9 ซึ่งเป็นช่วงที่ผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของแคดเมียมในผักบุ้งในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในผักบุ้งในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.606) ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณแคดเมียมมีค่าใกล้เคียงกันตลอดลำน้ำ

3.2 ผักกระเฉด

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของแคดเมียมในผักกระเฉดตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.014) นั่นคือ ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือน

พฤศจิกายน ไม่มากนัก และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักกระเฉดมีความสามารถในการดูดซับแคดเมียมในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.64 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.15 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 0.8 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักกระเฉดในแม่น้ำท่าจีนยังมีค่าของแคดเมียมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักกระเฉดสามารถดูดซับแคดเมียมได้อยู่ในช่วง 0.07-0.09 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้ และสามารถดูดซับแคดเมียมได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 7-12 ซึ่งเป็นช่วงที่ผักกระเฉดมีอัตราการเจริญเติบโตลดลง

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของแคดเมียมในผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของแคดเมียมในผักกระเฉดในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.922) เนื่องจากปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดมีค่าใกล้เคียงกันมากตลอดทั้งลำน้ำ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งและผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดมีค่าสูงกว่าในผักบุ้งทุกเขตของแม่น้ำ นั่นคือ ทั้งตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน (ดังแสดงในภาพผนวกที่ 1) ทั้งนี้อาจเนื่องจากลักษณะรากของผักกระเฉดที่มีรากแขนงมากกว่าในผักบุ้ง จึงมีพื้นที่ในการดูดซับสารต่าง ๆ เข้ามาได้มากกว่า ดังนั้นผักกระเฉดจึงมีความสามารถในการดึงดูดเอาสารต่าง ๆ เข้ามาได้มากกว่าในผักบุ้ง รวมทั้งผักกระเฉดมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ดังนั้นการสะสมปริมาณแคดเมียมจึงมีได้มากกว่า และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ในภาพรวมพบว่า เมื่อปริมาณแคดเมียมในผักบุ้งสูงจะมีปริมาณแคดเมียมในผักกระเฉดสูงด้วยเช่นกัน

ปริมาณของตะกั่วในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของตะกั่วในน้ำ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของตะกั่วในน้ำตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.709) แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า ปริมาณตะกั่วในเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูง

กว่าเดือนมีนาคม ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัฒนามากับน้ำท่า ซึ่งจะล้างการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมต่าง ๆ บนแผ่นดิน บนพื้นผิวนอน ในคูน้ำ ลำคลองต่าง ๆ ออกสู่แม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณแม่น้ำบางปะกงมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในฤดูฝนสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง และยังสอดคล้องกับปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองด้วย (พทหส, 2550) ที่พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล จากการศึกษาในอดีตของจารุวรรณและคณะ (2534) ที่พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าอยู่ในช่วง 0.01-0.20 มิลลิกรัมต่อลิตร และจากการศึกษาของพัชรและดาเรศ (2543) พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำของปี 2539 มีค่าอยู่ในช่วง ND-0.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการศึกษาที่มีค่าอยู่ในช่วง ND-1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลากซึ่งพบว่าบริเวณสถานีที่ 11 วัดสัมปทวน มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองนครชัยศรี มีโรงงานอุตสาหกรรม และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งบริเวณริมฝั่ง ซึ่งจากการสัมภาษณ์ของประชาชนบริเวณใกล้เคียงอย่างไม่เป็นทางการ พบว่า โดยทั่วไปแล้ว โรงงานอุตสาหกรรมอาจจะปล่อยน้ำเสียออกมาในช่วงน้ำหลาก ซึ่งตะกั่วถูกนำมาใช้ในชีวิตประจำวันค่อนข้างมาก เช่น ลีซอม สีทาบ้าน แบตเตอรี่ ยากำจัดศัตรูพืช เป็นต้น (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) และสอดคล้องกับปริมาณแคดเมียมในน้ำด้วย อีกทั้งเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองของพทหส (2550) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.38 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าน้อยกว่าการศึกษาในครั้งนี้ และยังพบว่ามีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณตะกั่วในน้ำในบริเวณแม่น้ำบางปะกง ในปี พ.ศ. 2547 มีค่าอยู่ในช่วง 0.0012-0.09 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ที่กำหนดไว้ คือ 0.05 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า โดยส่วนใหญ่ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีเพียงบางสถานีที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลากที่มีค่าเกินค่ามาตรฐานสูงมากประมาณ 3-20 เท่าตัว ดังนั้น ปริมาณตะกั่วในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนควรได้รับการเฝ้าระวังอย่างมากโดยเฉพาะในช่วงน้ำหลาก

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของตะกั่วในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของตะกั่วในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.019) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณของตะกั่วในช่วงตอนล่างจะมีค่ามากที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของจารุวรรณ และคณะ (2534) เนื่องจากตอนล่างเป็นที่ตั้งของโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จำนวนมาก

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในน้ำกับปริมาณแคดเมียมในน้ำ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณตะกั่วในน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณแคดเมียมในน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.012) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 42.7 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณแคดเมียมในน้ำสูงเช่นเดียวกัน

2. ปริมาณของตะกั่วในดินตะกอน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของตะกั่วในดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.643) ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกงส่วนใหญ่มีค่าใกล้เคียงกันระหว่างฤดูแล้งและช่วงฤดูฝน และยังสอดคล้องกับการศึกษาของพฤษ (2550) ด้วยเช่นกัน แต่เมื่อทำการเปรียบเทียบในแต่ละสถานีเก็บตัวอย่างที่ใช้เป็นตัวแทน พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือนพฤศจิกายนไม่มากนัก ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ชะล้างเอาการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมต่าง ๆ บนแผ่นดินลงสู่แม่น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในดินตะกอนของ WDOE (1991) ที่กำหนดไว้ คือ 530 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ยังมีค่าต่ำมากและยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 12.66-49.79 รวมทั้งยังพบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนของการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณสูงกว่าไม่มากนักกับการศึกษาในอดีตของพัชราและดารศ (2543) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วในดินตะกอนที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 4.53-40.52 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าใกล้เคียงกับปริมาณตะกั่วในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลองด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของพฤษ (2550) ที่พบว่าปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 6.04-63.94 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนต่ำกว่าของแม่น้ำบางปะกงมาก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 1.6-114.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณตะกั่วในดินตะกอนกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน

ตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณตะกั่วในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.005 0.000 และ 0.001 ตามลำดับ) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 52.1 63.9 และ 58.5 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับปานกลาง ตามลำดับ หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

3. ปริมาณของตะกั่วในพรรณไม้น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของตะกั่วในผักบุ้งตามฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยพบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งของเดือนมีนาคมมีค่าสูงกว่าในเดือนพฤศจิกายน โดยเกิดจากปริมาณน้ำท่าที่เจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ให้ลดน้อยลง และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักบุ้งมีความสามารถในการดูดซับตะกั่วในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 31.48 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง ND-2.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และพบว่ามีค่าต่ำกว่ามากเมื่อเทียบกับการศึกษาปริมาณตะกั่วในผักบุ้งบริเวณคูน้ำธรรมชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ของพรพิมล (2533) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง ND-21.47 ไมโครกรัมต่อกรัม เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักบุ้งส่วนใหญ่ในแม่น้ำท่าจีนมีค่าของตะกั่วเกินค่ามาตรฐานที่กำหนดในเดือนมีนาคม แต่ในเดือนพฤศจิกายนพบว่ามีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักบุ้งสามารถดูดซับตะกั่วได้อยู่ในช่วง 2.18-3.77 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ และสามารถดูดซับตะกั่วได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 6-7 ซึ่งเป็นช่วงที่ผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตสูงสุด

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของตะกั่วในผักบุ้งในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของตะกั่วในผักบุ้งในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.606) แต่โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณตะกั่วในผักบุ้งจะมีค่าสูงบริเวณตอนกลาง ทั้งนี้เนื่องจากตะกั่วที่มีอยู่ในยากำจัดศัตรูพืช ได้มีการปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำ เพราะบริเวณตอนกลางนี้เป็นบริเวณที่มีการทำเกษตรกรรมที่หนาแน่นทั้งบนแผ่นดินและในน้ำ เช่น นาข้าว และการปลูกผักบุ้งริมน้ำ

3.2 ผักกระเฉด

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของตะกั่วในผักกระเฉดตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.140) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่พบว่า ปริมาณตะกั่วในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันในแต่ละเดือนมีความผันแปรไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักกระเฉดมีความสามารถในการดูดซับตะกั่วในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 32.4 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง ND-1.50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 1.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ในช่วงตอนล่างผักกระเฉดในแม่น้ำท่าจีนมีค่าเกินมาตรฐานที่กำหนด และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักกระเฉดสามารถดูดซับตะกั่วได้อยู่ในช่วง 2.18-3.77 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้ และสามารถดูดซับตะกั่วเพิ่มมากขึ้นตามอัตราการเจริญเติบโต โดยในสัปดาห์ที่ 7 ผักกระเฉดดูดซับตะกั่วได้สูงสุด

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของตะกั่วในผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของตะกั่วในผักกระเฉดในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.063) เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บได้นั้นมีปริมาณน้อยมากจึงทำให้เมื่อนำมาเปรียบในแต่ละช่วงพบว่า มีปริมาณไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมพบว่า ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดจะมีค่าสูงในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณตะกั่วในน้ำ และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณตะกั่วในผักบุ้งและผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า

ปริมาณตะกั่วในผักกระเฉดมีค่าสูงกว่าในผักบุ้งในเขตตอนล่าง ส่วนตอนกลางและตอนบนปริมาณตะกั่วในผักบุ้งจะมีค่าสูงกว่า (ดังแสดงในภาพผนวกที่ 1)

ปริมาณของทองแดงในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของทองแดงในน้ำ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของทองแดงในน้ำตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.457) แต่โดยภาพรวมนั้น ปริมาณทองแดงในน้ำของช่วงหน้าแล้งจะมีปริมาณมากกว่าช่วงน้ำหลาก ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในบริเวณแม่น้ำบางปะกง ที่พบว่า ความเข้มข้นเฉลี่ยของทองแดงในน้ำของช่วงหน้าแล้งสูงกว่าช่วงหน้าฝน (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) ซึ่งเกิดจากการที่ในช่วงน้ำหลากจะมีน้ำฝนปริมาณมากเป็นตัวเจือจางความเข้มข้นของสารต่าง ๆ ในน้ำให้ลดลง แต่ก็มีบางสถานที่พบว่าปริมาณทองแดงในน้ำช่วงน้ำหลากสูงกว่าหน้าแล้ง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณตะกั่วในน้ำ นั่นคือ สถานที่ที่ 11 บริเวณวัดสัมปทวน เป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองนครชัยศรี มีโรงงานอุตสาหกรรม และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งบริเวณริมฝั่ง ซึ่งจากการสัมภาษณ์ของชาวบ้านอย่างไม่เป็นทางการพบว่า โรงงานอุตสาหกรรมนี้อาจจะปล่อยน้ำเสียออกมาในช่วงน้ำหลาก ซึ่งพบว่าทองแดงจะนำมาใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทอผ้า (วรพันธ์, 2532) และใช้เป็นส่วนประกอบของยาฆ่าแมลง (Berman, 1980) เมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ที่กำหนดไว้ คือ 0.1 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า ยังมีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานมีเพียงบางสถานีของเดือนพฤศจิกายนที่มีค่าเกินค่ามาตรฐานที่กำหนด และพบว่ามีค่ามากกว่ามากเมื่อเทียบกับการศึกษาในอดีตของจารุวรรณและคณะ (2534) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.29 มิลลิกรัมต่อลิตร และมีค่าสูงสุดบริเวณอำเภอนครชัยศรีเช่นเดียวกันด้วย รวมทั้งมีค่าสูงกว่าเมื่อเทียบกับการศึกษาของพัชราและคารศ (2543) พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนของปี 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 0.0003-0.0070 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองของพฤษ (2550) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.27 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาในครั้งนี้ และพบว่ามีค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณทองแดงในน้ำในบริเวณแม่น้ำบางปะกง ในปี พ.ศ. 2547 มีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.017 มิลลิกรัมต่อลิตร ดังนั้น จึงควรมีการเฝ้าระวังปริมาณทองแดงในน้ำของช่วงน้ำหลากด้วย

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของทองแดงในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของทองแดงในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.001) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณของทองแดงในน้ำตอนล่างและตอนกลาง ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.009 และ 0.000) ส่วนตอนล่างและตอนบน พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.344 ตามลำดับ) ซึ่งพบว่าในช่วงตอนกลางของแม่น้ำมีปริมาณทองแดงในน้ำต่ำสุด ถึงแม้จะมีบางสถานีที่มีค่าสูงมากในช่วงน้ำหลาก ก็เป็นเฉพาะสถานีนั่นเท่านั้น เช่นในบริเวณสถานีที่ 11 ที่มีปริมาณทองแดงสูงที่สุด เป็นแหล่งชุมชนที่หนาแน่น มีโรงงานอุตสาหกรรมรวมอยู่ด้วย และมีการทำเกษตรกรรม จึงมีการใช้ยาฆ่าแมลง ซึ่งอาจส่งผลให้มีการปนเปื้อนของทองแดงลงสู่แม่น้ำได้ ส่วนปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณตอนบนมีค่าสูง และใกล้เคียงกับในช่วงตอนล่างของแม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของพัชรา และคารศ (2543) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าเฉลี่ยสูงสุดในช่วงแม่น้ำท่าจีนตอนบน

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงในน้ำกับปริมาณตะกั่วในน้ำ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณทองแดงในน้ำมีความสัมพันธ์กับปริมาณตะกั่วในน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 48.9 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณตะกั่วในน้ำสูง เช่นเดียวกัน

2. ปริมาณของทองแดงในดินตะกอน

ปริมาณของทองแดงในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 5.75-293.57 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของทองแดงในดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.487) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของสุนัยวิทย์วิทยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอนมีค่าใกล้เคียงกันระหว่างช่วงฤดูแล้ง

และช่วงฤดูฝน และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในดินตะกอนของ WDOE (1991) ที่กำหนดไว้คือ 390 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า ยังมีค่าต่ำมากและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก บริเวณดังกล่าวมีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก จึงทำให้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนลงในแม่น้ำมาก ประกอบกับมีโรงงานทอผ้าตั้งอยู่จำนวนมากในบริเวณใกล้เคียง ซึ่งพบว่าทองแดงจะใช้ประโยชน์ในอุตสาหกรรมทอผ้า (วรพันธ์, 2532) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วดินตะกอนที่มีขนาดอนุภาคเล็กและมีสารอินทรีย์สูง มักมีการสะสมโลหะหนักในปริมาณสูงด้วย (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) และปริมาณทองแดงที่มีอยู่ในดินตะกอน เป็นสัดส่วนโดยตรงกับปริมาณสารอินทรีย์ที่สลายตัวเป็นดินตะกอน (Hirsch and Banin, 1990) และยังพบว่าปริมาณทองแดงในดินตะกอนของการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณสูงกว่าการศึกษาในอดีตของพัชรา และคารศ (2543) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีนที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 7.29-109.32 ไมโครกรัมต่อกรัม และยังสูงกว่าปริมาณทองแดงในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลองด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของพฤษศ (2550) ที่พบว่า มีค่าอยู่ 1.36-228.95 มิลลิกรัมต่อลิตร รวมทั้งมีปริมาณสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับปริมาณทองแดงในดินตะกอนของแม่น้ำบางปะกงด้วย ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 0.8-26.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) ดังนั้นจึงเห็นได้ว่า ดินตะกอนของแม่น้ำท่าจีนมีความเสื่อมโทรมมาก ซึ่งก็จะส่งผลกระทบโดยตรงต่อคุณภาพน้ำ

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงในดินตะกอนกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณทองแดงในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.001 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 59.4 62.5 และ 74.8 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูง ตามลำดับ หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณทองแดงในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

3. ปริมาณของทองแดงในพรรณไม้ น้ำบางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

ปริมาณของทองแดงในผักบุ้งมีค่าอยู่ในช่วง 0.69-8.42 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของทองแดงในผักบุ้งตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.117) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันมีค่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักบุ้งมีความสามารถในการดูดซับทองแดงในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 11.39 ไมโครกรัมต่อกกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษารุ่นนี้ และพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาปริมาณทองแดงในผักบุ้งบริเวณคูน้ำธรรมชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ของพรพิมล (2533) ที่มีค่าอยู่ในช่วง 3.42-8.57 ไมโครกรัมต่อกกรัม เมื่อทำการเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 20.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักบุ้งในแม่น้ำท่าจีนยังมีค่าของทองแดงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักบุ้งสามารถดูดซับทองแดงได้้อยู่ในช่วง 0.57-2.35 ไมโครกรัมต่อกกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษารุ่นนี้ และผักบุ้งสามารถดูดซับทองแดงได้ดีในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต คือ สัปดาห์ที่ 1-2 และจะลดลงเมื่อผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตเต็มที่หลังจากนั้นเป็นต้นไป

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของทองแดงในผักบุ้งในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของทองแดงในผักบุ้งในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.001) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณของทองแดงในผักบุ้งตอนล่างและตอนกลาง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.670) ส่วนตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.014 และ 0.000 ตามลำดับ) นั่นคือ ปริมาณทองแดงในผักบุ้งจะมีค่าสูงในช่วงตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับปริมาณทองแดงในน้ำ

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณทองแดงในผักบุ้งกับปริมาณทองแดงในน้ำ โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดงในน้ำอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.024) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 29.8 ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับต่ำ หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณทองแดงในผักบุ้งสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณทองแดงในน้ำสูงเช่นเดียวกัน

3.2 ผักกระเฉด

ปริมาณของทองแดงในผักกระเฉดมีค่าอยู่ในช่วง 2.00-13.13 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม น้ำหนักแห้ง จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของทองแดงในผักกระเฉดตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.533) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่พบว่า ปริมาณทองแดงในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันมีค่าไม่แตกต่างกัน และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่พบว่า ผักกระเฉดมีความสามารถในการดูดซับทองแดงในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 16.15 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าสูงกว่าการศึกษารุ่นนี้ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 20.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักกระเฉดในแม่น้ำท่าจีนยังมีค่าของทองแดงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน และจากการศึกษาของวนิดา (2532) พบว่า ผักกระเฉดสามารถดูดซับทองแดงได้ในช่วง 0.60-2.23 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษารุ่นนี้มาก และสามารถดูดซับทองแดงได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 1-4 ซึ่งเป็นระยะแรกของการเจริญเติบโต

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของทองแดงในผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของทองแดงในผักกระเฉดในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.058) เนื่องจากตัวอย่างที่เก็บได้นั้นมีปริมาณน้อยมากจึงทำให้เมื่อนำมาเปรียบในแต่ละช่วงพบว่าปริมาณไม่แตกต่างกัน โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉดจะมีค่าสูงในช่วงตอนบนของแม่น้ำ ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับปริมาณทองแดงในผักบุ้ง และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดงในผักบุ้งและผักกระเฉดในแต่ละเขต

พบว่า ปริมาณทองแดงในผักกระเฉดมีค่าสูงกว่าในผักบุ้งทุกเขตของแม่น้ำ นั่นคือ ทั้งตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน (ภาพผนวกที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะรากของผักกระเฉดที่มีรากแขนง มากกว่าในผักบุ้ง จึงมีพื้นที่ในการดูดซับได้มากกว่า ดังนั้นจึงมีความสามารถในการดึงดูดเอาสาร ต่าง ๆ เข้ามาได้มากกว่าผักบุ้ง รวมทั้งผักกระเฉดมีการเจริญเติบโตที่ช้ากว่า ดังนั้นการสะสมปริมาณ ทองแดงจึงมีได้มากกว่า และเมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ในภาพรวมพบว่า เมื่อปริมาณทองแดงใน ผักบุ้งสูงจะมีปริมาณทองแดงในผักกระเฉดสูงด้วยเช่นกัน

ปริมาณของสังกะสีในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ

1. ปริมาณของสังกะสีในน้ำ

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของสังกะสีในน้ำตาม ฤดูกาล พบว่า มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) โดยภาพรวมพบว่า ปริมาณสังกะสีในเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงกว่าเดือน มีนาคม ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัฒนามากับน้ำท่า ซึ่งชะล้างการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรม ต่าง ๆ บนแผ่นดิน บนพื้นผิวดิน ในคูน้ำ ลำคลองต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำ บริเวณแม่น้ำบางปะกงมีค่าเฉลี่ยความเข้มข้นในฤดูฝนสูงกว่าช่วงฤดูแล้ง และยังสอดคล้องกับ ปริมาณสังกะสีในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองด้วย (พฤษ, 2550) ที่พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำมี ความแตกต่างกันในแต่ละฤดูกาล จากการศึกษาในอดีตของจากรูวรรณและคณะ (2534) ที่พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าอยู่ในช่วง 0.20-0.61 มิลลิกรัมต่อลิตร และจาก การศึกษาของพัชราและดารศ (2543) พบว่า ปริมาณสังกะสีในน้ำของปี 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 0.002-0.046 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเมื่อเทียบกับค่าที่ได้จากการศึกษาที่มีค่าอยู่ในช่วง 0.16-7.47 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่ามีปริมาณเพิ่มสูงขึ้นมาก โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลากซึ่งพบว่าบริเวณสถานีที่ 11 วัดสัมปทวน มี ปริมาณสังกะสีในน้ำสูงสุด ซึ่งเป็นบริเวณที่เป็นที่ตั้งของชุมชนเมืองนครชัยศรี มีโรงงาน อุตสาหกรรม และการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งบริเวณริมฝั่ง ซึ่งจากการสัมภาษณ์ประชาชน อย่างไม่เป็นทางการ พบว่า โรงงานอุตสาหกรรมนี้อาจจะปล่อยน้ำเสียออกมาในช่วงน้ำหลาก ซึ่ง สังกะสีจะผสมอยู่ในยากำจัดศัตรูพืช (วิกันดา, 2541) อีกทั้งเมื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณสังกะสี ในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลองของพฤษ (2550) พบว่า มีค่าอยู่ในช่วง 0.17-4.02 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่ง มีค่าน้อยกว่าการศึกษาในครั้งนี้ และยังพบว่าค่ามากกว่าเมื่อเทียบกับปริมาณสังกะสีในน้ำใน

บริเวณแม่น้ำบางปะกง ในปี พ.ศ. 2547 มีค่าอยู่ในช่วง 0.02-0.40 มิลลิกรัมต่อลิตร และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของกรมควบคุมมลพิษ (2540) ที่กำหนดไว้ คือ 1.00 มิลลิกรัมต่อลิตร พบว่า เดือนมีนาคมโดยส่วนใหญ่มีค่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน มีเพียงบางสถานีที่มีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐาน คือ บริเวณบ้านบางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี ซึ่งเป็นบริเวณที่มีชุมชนและมีการทำเกษตรกรรม การปลูกผักบุ้งอย่างหนาแน่น แต่ในเดือนพฤศจิกายน พบว่า เกือบทุกสถานีมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด โดยเฉพาะบริเวณวัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม เป็นบริเวณที่มีค่าของปริมาณสังกะสีสูงสุด เนื่องจากเป็นบริเวณที่ได้รับอิทธิพลของชุมชนขนาดใหญ่ มีโรงงานอุตสาหกรรม และมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้งจำนวนมาก ดังนั้น ปริมาณสังกะสีในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน จึงควรได้รับการเฝ้าระวังอย่างมาก โดยเฉพาะในช่วงน้ำหลาก

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของสังกะสีในน้ำในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของสังกะสีในน้ำในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.305) ซึ่งโดยภาพรวมพบว่า ปริมาณของสังกะสีมีค่าใกล้เคียงกันตลอดลำน้ำ

2. ปริมาณของสังกะสีในดินตะกอน

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของสังกะสีในดินตะกอนตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.396) แต่เมื่อพิจารณาในแต่ละสถานีที่เป็นตัวแทน พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนของเดือนพฤศจิกายนมีค่าสูงกว่าเดือนมีนาคม ซึ่งมีค่าสอดคล้องกับการศึกษาของสุนัยวิทย์ ทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน (2548) ที่รายงานว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกงมีความเข้มข้นเฉลี่ยในช่วงฤดูฝนสูงกว่าในช่วงฤดูแล้ง ทั้งนี้เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่ชะล้างเอาสารปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมต่าง ๆ บนแผ่นดินลงสู่แม่น้ำ และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานในดินตะกอนของ WDOE (1991) ที่กำหนดไว้ คือ 1,000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม พบว่า สังกะสีในดินตะกอนยังอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 29.45-553.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ซึ่งบริเวณวัดเทียนดัด อ.สามพราน จ.นครปฐม (สถานีที่ 7) เป็นบริเวณที่มีปริมาณสูงที่สุด ทั้งนี้อาจเนื่องมาจาก บริเวณดังกล่าวมีการทำฟาร์มเลี้ยงสุกรจำนวนมาก จึงทำให้มีสารอินทรีย์ปนเปื้อนลงในแม่น้ำมาก และด้วยคุณสมบัติของสังกะสีเองที่มักเกิดสารประกอบ

เชิงซ้อนได้ดีกับสารอินทรีย์และตะกอนขนาดเล็ก (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548) และน่าจะเกิดว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนของการศึกษาในครั้งนี้มีปริมาณสูงกว่าการศึกษาในอดีตของพัชรา และคารศ (2543) ที่พบว่า ค่าเฉลี่ยของปริมาณสังกะสีในดินตะกอนที่ศึกษา ปี พ.ศ. 2539 มีค่าอยู่ในช่วง 29.54-454.82 ไมโครกรัมต่อกรัม และยังมีค่าสูงกว่าปริมาณสังกะสีในดินตะกอนของแม่น้ำแม่กลองด้วย เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาของพฤษ (2550) ที่รายงานว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนมีค่าอยู่ในช่วง 9.05-146.38 มิลลิกรัมต่อลิตร แต่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนใกล้เคียงแม่น้ำบางปะกงมาก ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 20.0-540.6 มิลลิกรัมต่อลิตร (ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548)

เมื่อทดสอบทางสถิติเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสังกะสีในดินตะกอนกับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของ สเปียร์แมน (Spearman's correlation coefficient) พบว่า ปริมาณสังกะสีในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 (Asymp. Sig. = 0.001 0.000 และ 0.000 ตามลำดับ) โดยมีความสัมพันธ์ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งมีค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์เท่ากับร้อยละ 60.2 68.9 และ 72.3 ตามลำดับ ซึ่งถือว่าเป็นความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง ระดับสูง และระดับสูง ตามลำดับ หมายความว่า บริเวณที่มีปริมาณสังกะสีในดินตะกอนสูง จะเป็นบริเวณที่มีปริมาณน้ำในดินตะกอน ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน และปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนสูงเช่นเดียวกัน

3. ปริมาณของสังกะสีในพรรณไม้บางชนิด

3.1 ผักบุ้ง

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของสังกะสีในผักบุ้งตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.099) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันมีค่าไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อทำการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของสังกะสีในผักบุ้งตามฤดูกาลในแต่ละเขต พบว่า ในช่วงตอนกลางมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.045) โดย

พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งของเดือนมีนาคมมีค่าต่ำกว่าในเดือนพฤศจิกายน ทั้งนี้เนื่องมาจากการพัฒนามากับน้ำท่า ซึ่งชะล้างการปนเปื้อนของโลหะหนักจากกิจกรรมต่าง ๆ บนแผ่นดิน บนพื้นผิวดิน ในคูน้ำ ลำคลองต่าง ๆ ลงสู่แม่น้ำ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่รายงานว่า ผักบุ้งมีความสามารถในการดูดซับสังกะสีในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 86.38 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ซึ่งพบว่ามีค่าใกล้เคียงกับการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 18.83-94.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งจะเห็นได้ว่าบึงมักกะสันเป็นบริเวณที่การปนเปื้อนของโลหะหนักในปริมาณสูง ดังนั้นเมื่อปริมาณสังกะสีในผักบุ้งบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีค่าใกล้เคียงกัน แสดงให้เห็นว่าผักบุ้งในแม่น้ำท่าจีนมีการปนเปื้อนสังกะสีในปริมาณที่สูงมากถึงแม้จะยังไม่เกินค่ามาตรฐานก็ตาม ค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 100.00 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร ดังนั้นจึงควรมีการติดตามและเฝ้าระวังเป็นพิเศษ และยังพบว่ามีความสูงกว่ามากเมื่อเทียบกับการศึกษาปริมาณตะกั่วในผักบุ้งบริเวณคูน้ำธรรมชาติ ในเขตกรุงเทพมหานคร ของพรพิมล (2533) ที่มีค่าอยู่ระหว่าง 33.84-56.20 ไมโครกรัมต่อกรัม และจากการศึกษาของวนิดา (2532) รายงานว่า ผักบุ้งสามารถดูดซับสังกะสีได้คืออยู่ในช่วง 4.76-13.01 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก และสามารถดูดซับสังกะสีได้ดีในช่วงสัปดาห์ที่ 4-5 ซึ่งเป็นช่วงที่ผักบุ้งมีอัตราการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของสังกะสีในผักบุ้งในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของสังกะสีในผักบุ้งในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.000) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณของสังกะสีในผักบุ้งตอนล่างและตอนกลาง ตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.000 0.000 และ 0.035 ตามลำดับ) ซึ่งปริมาณสังกะสีในผักบุ้งจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากตอนบน ไปตอนกลาง และตอนล่าง ตามลำดับ ซึ่งมีลักษณะการแพร่กระจายตามทิศทางการไหลของน้ำ ซึ่งเป็นการพัดพาสารต่าง ๆ เพิ่มขึ้นตามลำดับ และตามพื้นที่กิจกรรมการใช้ประโยชน์ที่เพิ่มขึ้น

3.2 ผักกระเฉด

จากการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อหาความแตกต่างของปริมาณของสังกะสีในผักกระเฉดตามฤดูกาล พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.234) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของวรพันธ์ (2532) ที่รายงานว่า ปริมาณสังกะสีในผักตบชวาบริเวณบึงมักกะสันในแต่ละเดือนไม่แตกต่างกันมากนัก และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับการศึกษาของวนิดา (2532) ที่รายงานว่า ผักกระเฉดมีความสามารถในการดูดซับสังกะสีในบริเวณบึงมักกะสัน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 111.70 ไมโครกรัมต่อกรัมโดยน้ำหนักแห้ง มีค่าสูงกว่าการศึกษาครั้งนี้มาก โดยมีค่าอยู่ในช่วง 16.33-78.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมน้ำหนักแห้ง และเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานอาหารตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (2529) ที่กำหนดไว้ คือ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของน้ำหนักอาหาร พบว่า ผักกระเฉดในแม่น้ำท่าจีนมีค่าไม่เกินมาตรฐานที่กำหนด และจากการศึกษาของวนิดา (2532) รายงานว่า ผักกระเฉดสามารถดูดซับสังกะสีได้ดีอยู่ในช่วง 6.39-15.55 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีค่าต่ำกว่าการศึกษาครั้งนี้ และสามารถดูดซับสังกะสีได้ดีในช่วงระยะแรกของการเจริญเติบโต

จากการทดสอบทางสถิติโดยวิเคราะห์ความแปรปรวน ซึ่งเป็นการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของปริมาณของสังกะสีในผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณของสังกะสีในผักกระเฉดในแต่ละเขตของแม่น้ำท่าจีนมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Asymp. Sig. = 0.007) และเมื่อทำการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน พบว่า ปริมาณของสังกะสีในผักกระเฉดตอนล่างและตอนกลาง พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.157) ส่วนตอนล่างและตอนบน ตอนกลางและตอนบน ก็มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (Sig. = 0.013 และ 0.021 ตามลำดับ) นั่นคือ ในตอนบนของแม่น้ำจะมีปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดต่ำสุด ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณสังกะสีในผักบุ้ง และเมื่อทำการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณสังกะสีในผักบุ้งและผักกระเฉดในแต่ละเขต พบว่า ปริมาณสังกะสีในผักกระเฉดมีค่าสูงกว่าในผักบุ้งในเขตตอนล่างและตอนกลาง ส่วนตอนบนนั้น ปริมาณสังกะสีในผักบุ้งมีค่าสูงกว่าผักกระเฉดเพียงเล็กน้อย (ภาพผนวกที่ 2) ทั้งนี้เนื่องจากลักษณะรากของผักกระเฉดที่มีรากแขนงมากกว่าในผักบุ้ง จึงมีพื้นที่ในการดูดซับสารต่าง ๆ ได้มากกว่า ดังนั้นจึงมีความสามารถในการดึงดูดเอาสารต่าง ๆ เข้ามาได้มากกว่าในผักบุ้ง

ตารางที่ 8 ค่ามาตรฐานฯ และค่าความเข้มข้นของปริมาณโลหะหนักที่ได้จากการศึกษาในบริเวณ
อื่น ๆ เปรียบเทียบกับการศึกษาครั้งนี้

พารามิเตอร์ ผลการศึกษา	แคดเมียม (ppm)	ตะกั่ว (ppm)	ทองแดง (ppm)	สังกะสี (ppm)	เอกสารอ้างอิง
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน	ND-0.05	ND-1.04	0.01-1.20	0.16-7.47	การศึกษา ครั้งนี้
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำบางปะกง	0.0005-0.01	0.0012-0.09	0.002-0.017	0.02-0.40	**
การศึกษาในน้ำบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	ND-0.04	0.02-0.38	0.02-0.27	0.17-4.02	พฤษ, 2550
ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน	0.05	0.05	0.10	1.00	กรมควบคุมมลพิษ, 2540
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน	0.59-10.43	12.66-49.79	5.75-293.57	29.45-553.52	การศึกษา ครั้งนี้
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำบางปะกง	ND-0.79	1.6-114.4	0.8-26.4	20.0-540.6	**
การศึกษาในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำแม่กลอง	ND-2.31	6.04-63.94	1.36-228.95	9.05-146.38	พฤษ, 2550
ค่ามาตรฐานในดินตะกอน	6.7	530	390	1,000	WDOE, 1991
การศึกษาในผักนึ่งบริเวณแม่น้ำท่าจีน	ND-0.22	ND-2.42	0.69-8.42	18.83-94.09	การศึกษา ครั้งนี้
การศึกษาในผักนึ่งบริเวณบึงมัทกะสัน	0.74	31.48	11.39	86.38	วนิดา, 2532
การศึกษาในผักกระเจ็ดบริเวณแม่น้ำท่าจีน	ND-0.30	ND-1.50	2.00-13.13	16.33-78.70	การศึกษา ครั้งนี้
การศึกษาในผักกระเจ็ดบริเวณบึงมัทกะสัน	0.64	32.4	16.15	111.70	วนิดา, 2532
ค่ามาตรฐานอาหาร	0.8	1.0	20.0	100	กระทรวง สาธารณสุข, 2529

หมายเหตุ: ** = ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน, 2548

สรุปและข้อเสนอแนะ

สรุป

จากการศึกษาคุณภาพน้ำเบื้องต้น และปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำบางชนิด (ผักบุ้งและผักกระเฉด) บริเวณแม่น้ำท่าจีน โดยทำการเก็บตัวอย่าง 2 ครั้ง คือ เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549 ซึ่งใช้เป็นตัวแทนของฤดูแล้ง และเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549 เป็นตัวแทนของฤดูน้ำหลาก จำนวนทั้งสิ้น 38 สถานี ซึ่งครอบคลุมทั้งแม่น้ำท่าจีน โดยแบ่งพื้นที่ลำน้ำออกเป็น 3 เขต ตามประเภทของแหล่งน้ำผิวดิน คือ แม่น้ำท่าจีนตอนล่าง ตั้งแต่สถานีที่ 1 (ปากแม่น้ำ) ถึง สถานีที่ 10 (บ้านท้ายคุ้ง อ.สามพราน จ.นครปฐม) แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง ตั้งแต่สถานีที่ 11 (วัดสัมปทวน อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม) ถึง สถานีที่ 26 (อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) แม่น้ำท่าจีนตอนบน ตั้งแต่สถานีที่ 27 (หน้าประตูน้ำโพธิ์พระยา อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี) ถึง สถานีที่ 38 (จุดบรรจบแม่น้ำท่าจีน กับเจ้าพระยา อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท) สามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

1. ค่าของคุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน พบว่า อุณหภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 28.9-32.1 องศาเซลเซียส โดยตอนล่างมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.4 องศาเซลเซียส ตอนกลางมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.8 องศาเซลเซียส และตอนบนมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 30.8 องศาเซลเซียส ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมมีค่าอยู่ระหว่าง 2.00-71.67 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยตอนล่างมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 13.25 มิลลิกรัมต่อลิตร ตอนกลางมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 13.83 มิลลิกรัมต่อลิตร และตอนบนมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 25.00 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเค็มมีค่าอยู่ระหว่าง 0.07-27.11 psu โดยความเค็มสามารถรุกร้าเข้าได้ถึงบริเวณเขต อ.กระทุ่มแบน จ.นครปฐม ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 0.71-10.96 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยตอนล่างมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 2.28 มิลลิกรัมต่อลิตร ตอนกลางมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 3.44 มิลลิกรัมต่อลิตร และตอนบนมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.21 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเป็นกรดเป็นด่างมีค่าอยู่ระหว่าง 7.94-12.42 โดยตอนล่างมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.44 ตอนกลางมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.38 และตอนบนมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.83 ค่าความเข้มข้นของแอมโมเนียม-ไนโตรเจนบริเวณฝัวน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง 1.26-152.48 ไมโครโมลาร์ โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบนมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 71.32 34.80 และ 8.15 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ และพบว่ามีค่าเกินค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำระดับต่ำมาก ค่าความเข้มข้นของไนโตรทและไนเตรท-ไนโตรเจนบริเวณฝัวน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-20.09 ไมโครโมลาร์ โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 8.26 12.04 และ 16.21 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นของซิลิเกต-ซิลิคอนบริเวณฝัวน้ำมีค่าอยู่

ระหว่าง 63.90-130.48 ไมโครโมลาร์ โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 87.22 90.77 และ 98.08 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ ค่าความเข้มข้นของออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส บริเวณผิวน้ำมีค่าอยู่ระหว่าง ND-16.63 ไมโครโมลาร์ โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.31 0.95 และ 0.27 ไมโครโมลาร์ ตามลำดับ และยังพบว่ามีค่าเกินค่าวิกฤตมาก และค่าความเข้มข้นของคลอโรฟิลล์ เอ มีค่าอยู่ระหว่าง 1.67-535.34 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 34.49 26.70 และ 16.75 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ และพบว่ามีค่าเกินค่าวิกฤต ส่วนปริมาณน้ำในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่างร้อยละ 23.6-78.0 โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับร้อยละ 66.8 59.8 และ 47.5 ตามลำดับ ปริมาณซัลไฟด์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง ND-9.70 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.46 0.13 และ 0.04 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ และพบว่ามีค่าเกินค่าวิกฤตในบางสถานี ส่วนปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนมีค่าอยู่ระหว่าง 14.80-176.56 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง โดยตอนล่าง ตอนกลาง และตอนบน มีค่ามัธยฐานเท่ากับ 119.67 101.01 และ 58.53 มิลลิกรัมต่อกรัมน้ำหนักดินแห้ง ตามลำดับ ดังนั้น จากการศึกษา พบว่า คุณภาพน้ำและคุณภาพดินตะกอน โดยทั่วไปของแม่น้ำท่าจีนอยู่ในเกณฑ์เสื่อมโทรมมาก โดยเฉพาะตอนล่างและตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน

2. ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.05 ND-1.04 0.01-1.20 และ 0.16-7.47 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่ยังมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำผิวดิน มีเพียงบางสถานีของตะกั่วและทองแดงเท่านั้นที่เกินค่ามาตรฐาน และสังกะสีที่ส่วนใหญ่จะมีค่าเกินค่ามาตรฐาน โดยเฉพาะฤดูน้ำหลาก โลหะหนักในดินตะกอน ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง 0.59-10.43 12.66-49.79 5.75-293.57 และ 29.45-553.52 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด โลหะหนักในผักบุ้ง ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.22 ND-2.42 0.69-8.42 และ 18.83-94.09 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ โดยส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด มีเพียงบางสถานีของตะกั่วเท่านั้นที่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน และโลหะหนักในผักกระเฉด ได้แก่ แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และสังกะสี ตลอดลำน้ำท่าจีน พบว่า มีค่าอยู่ระหว่าง ND-0.30 ND-1.50 2.00-13.13 และ 16.33-78.70 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมโดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ ซึ่งส่วนใหญ่มีค่าไม่เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด มีเพียงบางสถานีของตะกั่วเท่านั้นที่มีค่าเกินค่ามาตรฐาน ซึ่งโดยภาพรวม พบว่า การ

ปนเปื้อนของปริมาณโลหะหนักบริเวณแม่น้ำท่าจีน ทั้งในน้ำ ดินตะกอน และพรรณไม้น้ำ ส่วนใหญ่จะมีการแพร่กระจายบริเวณตอนล่างของแม่น้ำ

3. จากการศึกษา สามารถสรุปได้ว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณโลหะหนักในน้ำ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ยกเว้น แคดเมียมที่ทดสอบทางสถิติไม่ได้ แต่โดยภาพรวมพบว่ามีความแตกต่างกัน และยังพบว่า ฤดูกาลมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของตะกั่วและสังกะสีในผักบุ้ง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ด้วย

4. จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน ($p < 0.01$) พบว่า ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในดินตะกอนที่ตรวจพบปริมาณโลหะหนักสูงย่อมมีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนสูงเช่นกัน ยกเว้นในแคดเมียมที่ไม่สัมพันธ์กัน

5. จากการทดสอบค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน ($p < 0.05$) พบว่า ปริมาณทองแดงในผักบุ้งมีความสัมพันธ์กับปริมาณทองแดงในน้ำในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ในบริเวณที่ตรวจพบทองแดงในผักบุ้งสูงย่อมตรวจพบปริมาณทองแดงในน้ำสูงเช่นเดียวกัน

6. โดยส่วนใหญ่แล้ว การสะสมของโลหะหนักในผักกระเฉดจะมีปริมาณมากกว่าการสะสมในผักบุ้ง

ข้อเสนอแนะ

1. ควรทำการทดลองปลูกผักบุ้งและผักกระเฉดในแม่น้ำท่าจีน จะได้ทราบช่วงเวลาในการเจริญเติบโตที่แน่นอน เพื่อที่จะนำมาเปรียบเทียบกันได้ถูกต้องมากขึ้นสำหรับการประเมินการสะสมโลหะหนัก
2. ควรทำการศึกษาวิจัยในเรื่องของปริมาณยาฆ่าแมลงในบริเวณแม่น้ำท่าจีน เนื่องจากบริเวณแม่น้ำท่าจีนมีการทำเกษตรกรรมการปลูกผักบุ้ง และผักกระเฉดอย่างหนาแน่น
3. ควรมีการศึกษาวิจัยความเข้มข้นของโลหะหนักในแม่น้ำสายต่างๆ โดยทำการศึกษาแบบต่อเนื่องเก็บตัวอย่างทุก ๆ ปี เพื่อศึกษาแนวโน้มของการแพร่กระจายของโลหะหนักในน้ำ โดยเฉพาะแม่น้ำท่าจีนในเรื่องของปริมาณตะกั่วและสังกะสีในน้ำ
4. ควรทำการศึกษาวิจัยถึงแหล่งที่มาของปริมาณโลหะหนักที่ชัดเจน เพื่อเป็นการยืนยันถึงแหล่งที่มาของโลหะหนักในบริเวณแม่น้ำท่าจีน

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

- กรรข วิชฌฐพิทยาพงษ์. 2535. การศึกษาการแพร่กระจายของโลหะหนักที่เป็นพิษในน้ำ และดิน
ตะกอนบริเวณนิคมอุตสาหกรรมมาบตาพุด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- กรมควบคุมมลพิษ. 2536. โครงการจัดการและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน.
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2540. โครงการจัดการคุณภาพน้ำและจัดทำแผนปฏิบัติการในพื้นที่ลุ่มน้ำภาคกลาง.
กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2545. รายงานสถานการณ์และการจัดการปัญหาทางน้ำปี 2544-2545.กระทรวง
วิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- _____. 2548. รายงานสถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2548. สำนักงานนโยบายและแผน
ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และสิ่งแวดล้อม,
กรุงเทพฯ.
- กรมชลประทาน. 2541. รายงานการศึกษาความเหมาะสมและผลกระทบสิ่งแวดล้อม โครงการ
ประตูละบายน้ำแม่น้ำท่าจีน (ตอนล่าง) จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัด
สมุทรสาคร; รายงานด้านผลกระทบสิ่งแวดล้อม (ฉบับหลัก). กระทรวงเกษตรและสหกรณ์,
กรุงเทพฯ.
- กรรณิการ์ พุทธาธร. 2529. ปริมาณและการแพร่กระจายของสารหายที่สัมพันธ์กับคุณภาพน้ำบาง
ประการ บริเวณลุ่มน้ำปิง-วัง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- กระทรวงสาธารณสุข. 2529. ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 98 (พ.ศ. 2529) เรื่องมาตรฐาน
อาหารที่มีสารปนเปื้อน. ม.ป.ท.

เกษม จันทรแก้ว. 2530. วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม. อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ.

คณะประมง. 2546. อิทธิพลของการระบายน้ำจากระบบหล่อเย็นของโรงไฟฟ้าบางปะกง ต่อ
คุณภาพน้ำ ดินตะกอน และทรัพยากรชีวภาพในแม่น้ำบางปะกง.
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

คณาจารย์ภาควิชาปลู่วิทยา. 2523. ปลู่วิทยาเบื้องต้น. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ. 673 น.

_____. 2541. ปลู่วิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 8. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

_____. 2544. ปลู่วิทยาเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 9. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จิระ จตุรนนท์. 2526. การกระจายตามแนวโค้งของโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนจากอ่าวไทย.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

จันทรศรี ดนุนาถ. 2539. การหาปริมาณโลหะหนักบางตัวในตัวอย่างน้ำจากแม่น้ำปิง และแม่น้ำ
กวง ปี 2538. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

จารุวรรณ สมศิริ, กาญจนภรณ์ พูลประเสริฐ และทองสา ราชเดช. 2534. คุณภาพน้ำและโลหะ
หนักตกค้างในแม่น้ำท่าจีน. กรมประมง, กรุงเทพฯ.

จารุวรรณ สมศิริ, พัชรา เพ็ชรพิรุณ และรัชฎาภรณ์ กิตติวรเชษฐ. 2547. รายงานเฝ้าระวัง
คุณภาพน้ำและโลหะหนักในแม่น้ำสายหลักของภาคกลาง ปี 2546. สถาบันวิจัยและ
พัฒนาทรัพยากรประมงน้ำจืด กรมประมง, กรุงเทพฯ.

ชยรัตน์ ตันธนะสฤณี. 2550. ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมและศักยภาพการผลิตหอย
หลอด (*Solen spp.*) บริเวณดอนหอยหลอด จังหวัดสมุทรสงคราม. วิทยานิพนธ์
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชินชาติ โปร่งสระ. 2543. ปริมาณโลหะหนักบางชนิด (แคดเมียม ทองแดง ตะกั่ว และสังกะสี) ใน
สัตว์ทะเลที่เป็นอาหารบริเวณชายฝั่งโครงการบำบัดน้ำเสียแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชูศักดิ์ แสงธรรม. 2530. คลองฝักกระเจดียวาสุดสายตาที่บ้านหนองดินแดง. วารสารฐาน
เกษตรกรรม 5(50): 25 – 30.

ชัยฤกษ์ สุวรรณรัตน์. 2536. ความอุดมสมบูรณ์ของดิน. ภาควิชาปฐพีวิทยา, คณะเกษตร,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์. 2545. เอกสารประกอบการสอน สรีรวิทยาของแพลงก์ตอนพืชทางทะเล
255531. ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
กรุงเทพฯ.

ดัชนี ศรีรุ่งเรือง. 2530. การศึกษาความผันแปรของลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของผักบุ้ง 25 จังหวัด.
วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ดุสิต ดันวิไล, พุทธ ส่องแสงจินดา และคณิต ไชยคำ. 2536. การเปลี่ยนแปลงปริมาณและ
คุณภาพตะกอนดินในบ่อเลี้ยงกุ้งกุลาดำแบบพัฒนา. เอกสารวิชาการ ฉบับที่ 5/2536.
สถาบันวิจัยและการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง กรมประมง.

ทักษิณ อัดตะนันท์ และจรงค์ จันทร์เจริญสุข. 2532. แบบฝึกหัดและคู่มือการวิเคราะห์ดินและ
พืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ทิพวัลย์ พลเดโช. 2546. การศึกษาคุณภาพดินตะกอนและคุณภาพน้ำในดินตะกอน บริเวณปาก
แม่น้ำแควพู จังหวัดจันทบุรีและจังหวัดตราด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.

- นภวิศ บัวสรวง และมนทลี คชาชีวะ. 2531. รายงานซีเนียร์โปรเจกต์เรื่องการสะสมของตะกั่วและแคดเมียมในผักบุ้งจีน (*Ipomoea reptans* P.) ปลูกในสารละลายธาตุอาหาร. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- นริศ บุญประกอบ. 2528. การศึกษาการผลิตผักกระเฉดในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.
- นิตยา มหาผล, ประนอม ภูวนัตตชัย และ จุฑามาศ เกตุทัต. 2536. ปริมาณสารมลพิษจากแม่น้ำสู่อ่าวไทย. วารสารความปลอดภัย และสิ่งแวดล้อม. 3(4) : 89 – 101.
- นนท์ ล้อสุริยนต์. 2505. การศึกษาการเก็บเมล็ดพันธุ์ผักบุ้งจีน โดยใช้ระยะปลูกต่างกัน. วิทยานิพนธ์ปริญญาตรี. แผนกพืชศาสตร์ คณะกสิกรรมและสัตวบาล, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บวร ไชยษา. 2530. ความเข้มข้นของแมงกานีส แคดเมียม และตะกั่วในน้ำและดินตะกอนจากชั้นดินคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำชี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญเต็ม แซ่ปึง. 2536. ปริมาณตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง และสังกะสี ในน้ำและดินตะกอนจากชั้นคุณภาพลุ่มน้ำต่างๆ บริเวณลุ่มน้ำเมย จังหวัดตาก. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุปผา แซ่มประเสริฐ. 2527. ผลกระทบของแคดเมียมในแอคติเวตเคลสลำดับที่มีต่อพืชผักและธาตุอาหารพืชบางชนิด. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปรางทิพย์ อังกาบสี. 2543. การสะสมของปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนระบบบำบัดน้ำเสียชุมชนเทศบาลเมืองเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ปิยพร ปิยสาธิต. 2547. การพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อการจัดการคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- พรพิมล เชวงศักดิ์โสภาคย์. 2533. การศึกษาปริมาณฟอสเฟต และโลหะหนักบางชนิดในผักบุ้งที่ปลูกตามฤดูกาลในเขตกรุงเทพมหานคร. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พรพิมล ห่อสุวรรณชัย. 2542. การบำบัดโลหะหนักบางชนิดในน้ำเสียชุมชนโดยวิธีห่อกรอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พฤษ จันทน์นวล. 2550. พลวัตของโลหะหนัก: กรณีศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณโลหะหนักและคุณภาพดินตะกอน ในแม่น้ำแม่กลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พิมล เรือนวัฒนา และ ชัยวัฒน์ เจนวาณิชย์. 2539. เคมีสถานะแวดล้อม. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.
- พิศมัย เกลยศักดิ์. 2544. การผันแปรของชนิดและปริมาณแพลงก์ตอนตามฤดูกาลในแม่น้ำท่าจีน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พัชรา เพ็ชรพิรุณ และดาเรศ รุ่งสฤษฎศักดิ์. 2543. ปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอนและในสัตว์น้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน. กองสิ่งแวดล้อมประมง กรมประมง, กรุงเทพฯ.
- ภัทรา ขาวสำอาง. 2526. การปลูกผักบุ้งเพื่อผลิตเมล็ดที่ตำบลทัพหลวง อำเภอเมือง จังหวัดนครปฐม. สัมมนาปริญญาตรี. ภาควิชาพืชสวน, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เมืองทอง ทวนทวี และสุริรัตน์ ปัญญาโตนะ. 2525. สวนผัก. กลุ่มหนังสือเกษตร, กรุงเทพฯ.
- ไมตรี สุทธิจิตต์. 2531. สารพิษรอบตัวเรา. ภาควิชาเคมี คณะแพทยศาสตร์. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, เชียงใหม่.
- เรวัตต์ จันทัญญุรักษ์. 2522. การผันแปรทางสัณฐานวิทยาของผักบุ้ง. ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- ขงยุทธ โอสดสภา. 2546. **ธาตุอาหารพืช**. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- วรพันธ์ แก้วอุดม. 2532. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักในน้ำ ดินตะกอนและผักตบชวาในบึงมกกะสัน**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วนิดา ธนประโยชน์ศักดิ์. 2532. **ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการเจริญเติบโตของพืชน้ำกับสารอาหารในบึงมกกะสัน กรุงเทพมหานคร**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิกันดา ชัยบุตร. 2541. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอนและเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาบางชนิด ในแม่น้ำแม่กลอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา. 2523. **อิทธิพลของธาตุโลหะบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชผักบางชนิด**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีระวงศ์ ตางาม. 2543. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำ ดินตะกอนและเนื้อเยื่อส่วนต่างๆ ของปลาบางชนิดในแม่น้ำ และคลองรอบเกาะเมืองพระนครศรีอยุธยา**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ศุภมาส พณิชศักดิ์พัฒนา. 2545. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี**. พิมพ์ครั้งที่ 3. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศูนย์วิจัยทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่งอ่าวไทยตอนบน. 2548. **ระบบนิเวศน้ำกร่อย แม่น้ำบางปะกง**. กรมทรัพยากรทางทะเลและชายฝั่ง กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- สิทธิชัย ดันธนะสกุลย์. 2528. **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

- _____. 2541. **มลพิษสิ่งแวดล้อม**. โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขา
วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ภาควิชาอนุรักษ์วิทยา คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,
กรุงเทพฯ
- สร้อยญา สว่างชาติ. 2544. **ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในน้ำบริเวณป่าชายเลนที่รับน้ำทิ้งจากระบบ
บำบัดน้ำเสียชุมชน แหยมผักเป็ด จังหวัดเพชรบุรี**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัย
เกษตรศาสตร์.
- สุดชาย กำเนิดมณี. 2540. **การศึกษาปริมาณโลหะหนักในดิน น้ำ ดินตะกอน และหญ้าขน บริเวณ
ลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนล่าง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุธรรม เข้มนิยม และงามพิศ เข้มนิยม. 2519. **เอกสารเศรษฐศาสตร์วิทยา เล่มที่ 12**. กองเศรษฐ
ศาสตร์วิทยา กรมทรัพยากรธรณี, กรุงเทพฯ.
- สุภาพ รักเขียว. 2535. **การกระจายและฟลักของธาตุอาหารในป่าชายเลนคลองหวาง จังหวัด
ระนอง**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สุรภี โรจน์อารยนนท์. 2526. **สถานะแวดล้อมของเรา ตอนมลพิษสิ่งแวดล้อม**. มหาวิทยาลัย
ศิลปากร, กรุงเทพฯ.
- สุเทวี สุขปการ. 2520. **ผักบุ้ง**. วารสารพืชสวน 13 (4) : 23-26.
- สำนักงานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2526. **รายงานคุณภาพน้ำในแม่น้ำท่าจีน พ.ศ.2526**.
งานคุณภาพน้ำ กองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2547. **การเลือกใช้ตัวทดสอบสถิติ**. แหล่งที่มา:
<http://www.binfodsm@nso.go.th>, 20 สิงหาคม 2549

อรรณพ หอมจันทร์. 2535. ความเป็นพิษของโลหะหนักบางชนิดจากกากตะกอนบำบัดน้ำเสีย
ชุมชนต่อผักคะน้า (*Brassica oleracea* L. Var. *alboglabra* Bailey) และผักกาดหอม
(*Lactuca sativa* L.) ในสภาพเรือนทดลอง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.

อรรณพ ศิริรัตน์พิริยะ. 2525. ผลกระทบของปริมาณโลหะหนัก (ตะกั่ว) จากการคมนาคมต่อพืช
อาหารสัตว์ในเขตกรุงเทพมหานคร. สถาบันวิจัยสภาวะแวดล้อม จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

อริยฐาน ทิมแย้มประเสริฐ. 2544. ปริมาณโลหะหนักบางชนิดในดินตะกอนบริเวณป่าชายเลนที่
รองรับน้ำทิ้งจากระบบบำบัดแหลมผักเบี้ย จังหวัดเพชรบุรี. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุดมลักษณ์ มังฉาชีพ. 2524. พัฒนาการของเมล็ดผักบุ้ง (*Ipomoea aquatica* Forsk.). ปัญหาพิเศษ
ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อุ้มแก้ว ประกอบไวยกิจ บีเวอร์. 2531. มนุษย์ – ระบบนิเวศน์ และสภาพนิเวศน์ในประเทศไทย.
โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ.

Berman, E. 1980. **Toxic Metals and their Analysis**. Cambridge University Press, London.

Bryan, G.W. 1969. The absorption of zinc and other metals by the brown seaweed *Laminaria digitata*. **J. Mar. Biol. Ass. U.K.** 49 : 235 – 234.

Chaney, R.L. 1982. Fate of toxic substances in sludge applied to cropland, Cited by H. Kuntz, E. Pluquet, J.H. Stark and S. Coopioia. **Current techniques for evaluation of metal problems due to sludge**. D. Reidal publishing Company, Holland.

Cutler, J.M. and D.W. Rains. 1974. **Characterization of Cadmium Uptake by Plant Tissue**. n.p.

- Davis, R.D. 1984. Crop uptake of metals (cadmium, lead, mercury, copper, nickel, zinc and chromium) from sludge-treated soil and its implication for soil fertility and for the human diet. pp. 349 – 357. *In* **Processing and Use of Sewage Sludge**. D. Reidal Publishing Company, Holland.
- Edie, H. and B.W.C. Ho. 1962. *Ipomoea aquatica* as avegetable crop in Hong Kong. **Econ. Bot.** 23 : 32-36.
- FAO/WHO. 1984. **Evaluation of certain food additive of the contaminates**. n.p.
- Harrison, R.M. and D.D.H. Laxen. 1981. **Lead Pollution Causes and Control**. The University Press, Cambridge.
- Hawley, G.G. 1977. **The Condensed Chemical Dictionary 9th ed.**, Van Nostrand Reinhold, Co., London.
- Herklots, G.A.C. 1972. **Vegetable in Southeast Asia**. South China Morning Post Ltd., Hong Kong.
- Hirsch, D. and A. Banin. 1990. Cadmium speciation in soil solution. **J. Environ. Qual.** 19: 366 – 372.
- Hungspreugs, M. and C. Yuangthong. 1983. A history of metal pollution in the upper Gulf of Thailand. **Mar. Poll. Bull.** 14 : 465-469.
- Jackson, D.F. 1979. **Algae and Man**. Plenum Press, New York.
- Knott, J.E. and J.R. Deamon. 1976. **Vegetable Production in Southeast Asia**. U.P. College of Agriculture, Laguna, Philippines.

Lagerwerff, J.V., Armiger, W.H., and A.W. Specht. 1972. **Uptake of Lead by alfalfa and corn from soil and air.** n.p.

Parson, J. R., Takahashi, M. and Hargrane, B. 1984. **Biological Oceanographic** Process (2 nd edition). Pergamon Press.

Peligard, K. 1986. **Heavy metal uptake from the soil in four seed plants.** n.p.

Pepper, I.L. D.F. Bezdicek, A.S. Baker, and J.M. Sims. 1983. **Silage corn uptake of sludge applied Zn and Cd as affected by soil pH.** n.p

Reilly, C. 1980. **Metal Contamination of Food.** Applied Science Publishers Ltd., London.

Sukasem, W. 1989. **Impeovement of sovent extraction method for trace metals in sea water.** Master of science thesis, Department of Marine Science, Graduate School, Chulalongkon University.

Tridech, S. 1980. **Trace Contaminant Removal from Secondary Domestic Effluent by Vascular Aquatic Plants.** Ph. D. Thesis, Department of Environment Health Science, School of Public Health and Tropical Medicine.

Van der Zee, S.E.A.T.M., W.H.Yan Riemssdijk and F.A.M. de Hann. 1988. **Transport of heavy metal and phosphate in heterogenous soils.** In K. Wolf, W.J. Van den Brink and F.J. Colon (eds.). Conlaminated Soil. Kluwer Academic Publ., London.

Verardo, D., P.N. Froelich and A. McIntyre. 1990. Determination of organic carbon and nitrogen in marine sediments using the Carlo Erba NA-1500 Analyzer. **Deep-Sea Res.** 37: 157-165.

WDOE. 1991. **Sediment Management STD.** Washington State Department of Ecology Olympia, Washington.

ภาคผนวก

ตารางผนวกที่ 1 ปัจจัยคุณภาพน้ำเบื้องต้นบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	Temp (°C)	TSS (mg/l)	Salinity (psu)	DO (mg/l)	pH
1	29.1	21.00	27.11	5.79	8.58
2	29.0	71.67	22.44	3.19	8.34
3	29.1	58.67	13.87	1.47	8.17
4	29.5	33.50	5.34	1.9	8.53
5	29.9	13.50	0.59	0.92	8.22
6	30.3	6.33	0.28	2.12	8.55
7	30.4	7.50	0.26	0.71	8.3
8	30.3	2.00	0.23	0.79	8.42
9	30.4	6.50	0.21	0.94	8.47
10	30.4	4.00	0.21	1.26	8.59
11	30.4	5.33	0.21	1.16	8.65
12	30.4	12.33	0.2	2.16	8.59
13	30.3	11.50	0.17	1.97	8.65
14	30.1	15.25	0.17	1.81	8.7
15	30.4	12.25	0.18	1.55	8.89
16	30.4	16.25	0.18	1.49	8.79
17	29.6	14.40	0.16	1.36	7.94
18	29.8	25.20	0.14	2.73	8.04
19	29.6	27.81	0.13	7.3	7.95
20	30.0	15.60	0.11	2.51	8.08
21	30.2	20.00	0.11	3.38	8.05
22	29.9	15.40	0.09	6.85	8.17
23	-	13.20	-	-	-
24	-	15.40	-	-	-

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Station	Temp (°C)	TSS (mg/l)	Salinity (psu)	DO (mg/l)	pH
25	-	21.80	-	-	-
26	-	12.20	-	-	-
27	-	18.80	-	-	-
28	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	29.9	19.50	0.08	2.14	8.76
32	29.8	24.67	0.08	10.96	8.80
33	29.8	22.07	0.08	10.55	9.00
34	29.7	43.67	0.07	7.55	8.85
35	29.8	19.67	0.07	7.53	8.89
36	29.4	28.06	0.08	8.86	8.98
37	-	-	-	-	-
38	28.9	25.40	0.08	6.75	8.66

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากมีผักตบชวาหนาแน่นบริเวณผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Station	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (μM)	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-\text{-N}$ (μM)	$\text{Si(OH)}_4\text{-Si}$ (μM)	$\text{PO}_4^{3-}\text{-P}$ (μM)	Chl <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)
1	51.12	9.75	63.90	3.80	29.37
2	69.42	13.93	68.36	9.50	535.34
3	74.79	8.75	68.36	16.93	511.31
4	80.15	12.14	70.15	9.40	72.09
5	72.58	9.15	73.73	11.87	77.43
6	70.68	7.76	99.64	11.39	20.03
7	71.95	7.66	100.09	12.11	35.60
8	63.11	15.32	88.92	6.17	25.37
9	55.22	16.51	72.39	3.64	9.35
10	55.85	18.10	98.30	4.27	8.01
11	59.32	18.50	98.75	6.57	8.01
12	20.83	17.90	79.53	1.42	8.01
13	26.51	17.61	73.28	1.11	4.01
14	31.56	17.90	77.30	1.27	8.01
15	42.92	17.11	78.64	1.03	8.01
16	47.65	17.21	72.39	1.27	8.01
17	44.81	18.00	100.09	1.50	18.36
18	39.13	17.71	75.07	1.11	26.70
19	37.24	17.61	79.53	1.11	26.70
20	21.46	14.12	72.83	0.40	33.38
21	23.04	15.72	89.36	0.55	18.69
22	11.68	12.23	96.51	1.35	5.34
23	3.79	11.84	98.75	1.11	12.02
24	21.46	13.53	95.62	1.42	17.16

ตารางผนวกที่ 1 (ต่อ)

Station	$\text{NH}_4^+ \text{-N}$ (μM)	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- \text{-N}$ (μM)	$\text{Si(OH)}_4 \text{-Si}$ (μM)	$\text{PO}_4^{3-} \text{-P}$ (μM)	Chl <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)
25	20.83	12.23	100.98	1.58	8.34
26	7.57	10.25	99.19	1.11	8.01
27	7.57	10.15	88.02	1.19	1.67
28	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-
30	-	-	-	-	-
31	3.16	17.11	100.09	0.79	4.01
32	7.57	10.74	100.98	0.79	8.01
33	8.84	10.74	97.85	0.79	8.01
34	3.16	10.84	97.85	0.63	6.68
35	1.58	9.25	100.53	0.63	3.64
36	1.26	9.75	98.30	0.63	8.01
37	-	-	-	-	-
38	1.89	10.35	97.85	0.63	11.68

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากมีผักตบชวาหนาแน่นบริเวณผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 2 คุณภาพดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	WC (ร้อยละ)	AVS (mg/g-dry weight))	TOM (mg/g-dry weight)
1	65.2	0.48	119.71
2	77.7	0.18	129.88
3	70.6	0.57	106.73
4	73.1	0.44	128.48
5	74.0	1.49	138.57
6	59.9	1.19	146.29
7	75.9	1.62	176.56
8	68.0	9.70	119.01
9	59.6	0.30	124.38
10	69.8	0.29	132.06
11	68.0	0.14	118.11
12	67.9	0.35	124.84
13	70.1	0.11	127.01
14	23.6	0.06	14.80
15	58.0	0.10	89.13
16	61.6	0.11	102.92
17	64.2	0.16	118.46
18	59.8	0.15	105.62
19	73.4	0.78	142.63
20	58.5	0.15	100.75
21	63.7	0.39	165.63
22	44.8	0.01	105.13
23	36.0	0.05	58.45
24	56.5	0.05	101.01

ตารางผนวกที่ 2 (ต่อ)

Station	WC (ร้อยละ)	AVS (mg/g-dry weight))	TOM (mg/g-dry weight)
25	-	-	-
26	38.6	0.06	55.49
27	-	-	-
28	-	-	-
29	-	-	-
30	-	-	-
31	54.1	0.04	94.66
32	43.2	0.06	59.68
33	31.8	0.01	38.19
34	42.7	0.04	55.16
35	50.1	0.01	59.51
36	45.2	0.05	71.72
37	-	-	-
38	34.7	0.00	33.94

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากมีผักตบชวาหนาแน่นบริเวณผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
1	0.01	0.01	0.10	0.57
2	0.02	0.07	0.08	1.80
3	0.01	ND	0.04	0.60
4	0.01	0.02	0.06	1.10
5	0.02	0.02	0.04	1.03
6	0.02	0.04	0.05	1.60
7	0.01	ND	0.05	0.23
8	0.01	0.02	0.04	0.90
9	0.01	0.04	0.02	0.24
10	0.01	0.04	0.04	0.67
11	0.01	ND	0.04	0.45
12	0.01	0.01	0.02	0.71
13	0.01	0.01	0.02	1.00
14	0.01	0.01	0.04	1.33
15	0.01	0.02	0.02	0.47
16	0.02	0.01	0.02	0.52
17	0.04	0.04	0.06	2.38
18	0.02	0.02	0.04	0.32
19	0.01	0.01	0.05	0.65
20	0.02	ND	0.02	0.54
21	0.02	0.02	0.02	0.17
22	0.05	0.02	0.02	0.67
23	0.04	0.05	0.04	1.88
24	0.02	0.04	0.04	1.04

ตารางผนวกที่ 3 (ต่อ)

Station	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
25	0.02	0.04	0.02	0.82
26	0.02	0.04	0.04	0.84
27	0.02	0.07	0.06	1.75
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	0.02	0.06	0.04	1.73
32	0.04	0.04	0.02	0.53
33	0.04	0.10	0.06	1.36
34	0.01	0.06	0.04	1.02
35	0.02	0.06	0.04	0.16
36	0.01	0.07	0.04	0.19
37	-	-	-	-
38	0.01	0.07	0.04	0.47

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

(-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากมีผักตบชวาหนาแน่นบริเวณผิวน้ำทำให้ไม่สามารถเก็บตัวอย่างได้

ตารางผนวกที่ 4 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	0.59	42.03	48.80	115.58
2	1.56	39.61	63.69	165.43
3	0.59	33.81	67.55	168.33
4	0.59	37.57	87.00	251.60
5	1.58	42.40	111.43	368.34
6	1.74	43.37	97.39	349.40
7	10.43	41.30	293.57	553.52
8	1.52	43.64	68.58	197.78
9	1.57	43.90	49.68	183.68
10	1.59	49.79	74.64	290.26
11	1.50	42.80	36.36	128.51
12	1.61	41.80	33.54	133.91
13	1.57	41.31	30.40	116.32
14	1.57	12.66	5.75	29.45
15	1.51	36.14	28.66	98.39
16	1.57	31.40	32.30	105.26
17	1.55	33.50	34.38	105.49
18	1.58	32.77	35.67	111.52
19	1.61	34.61	34.53	110.31
20	1.56	32.14	39.86	120.06
21	1.58	36.74	31.69	105.52
22	1.62	34.00	44.26	123.05
23	1.57	19.61	18.55	56.14
24	1.59	25.99	29.92	88.28

ตารางผนวกที่ 4 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	-	-	-	-
32	-	-	-	-
33	-	-	-	-
34	-	-	-	-
35	-	-	-	-
36	-	-	-	-
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากอุปกรณ์ทำการวิเคราะห์ตัวอย่างชำรุดเสียหาย

ตารางผนวกที่ 5 ปริมาณโลหะหนักในผักบุ้งบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	0.16	0.82	3.43	37.85
6	0.13	1.01	2.65	38.57
7	0.14	0.68	3.42	49.97
8	0.12	1.38	4.26	42.41
9	0.14	0.41	2.72	34.02
10	-	-	-	-
11	ND	1.02	1.75	28.54
12	ND	0.43	2.16	28.31
13	ND	0.93	1.85	25.96
14	ND	1.05	2.09	27.66
15	ND	1.06	1.82	23.75
16	ND	1.21	1.45	26.37
17	ND	2.36	2.22	30.74
18	ND	1.02	1.60	28.33
19	ND	1.06	1.98	30.39
20	ND	2.42	1.71	28.56
21	ND	1.05	8.42	33.68
22	ND	1.02	3.51	30.12
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 5 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	ND	0.60	3.63	26.26
32	0.10	1.98	3.22	18.83
33	0.12	1.06	2.95	25.94
34	0.16	1.25	5.92	21.02
35	0.16	1.24	3.57	20.80
36	0.11	1.14	2.86	30.88
37	-	-	-	-
38	0.13	1.17	6.74	29.83

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

(-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะบริเวณที่มีผักบุ้ง

ตารางผนวกที่ 6 ปริมาณโลหะหนักในผักกะเฉดบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนมีนาคม พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	0.13	1.21	4.04	78.70
10	0.13	1.50	5.39	77.06
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	0.15	1.18	6.48	46.52
22	-	-	-	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 6 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	-	-	-	-
32	-	-	-	-
33	0.13	0.76	8.82	24.07
34	-	-	-	-
35	-	-	-	-
36	0.10	0.52	12.16	26.19
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

(-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะบริเวณที่มีผักกระเฉด

ตารางผนวกที่ 7 ปัจจัยคุณภาพน้ำเบื้องต้นบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	Temp (°C)	TSS (mg/l)	Salinity (psu)	DO (mg/l)	pH
1	30.6	15.20	6.85	5.91	-
2	30.2	16.25	0.84	3.23	-
3	30.6	16.33	0.56	2.18	-
4	30.9	10.00	0.26	2.38	-
5	31.6	10.67	0.22	3.13	-
6	32.1	14.33	0.21	3.65	-
7	30.5	10.67	0.20	5.68	-
8	30.2	13.00	0.19	3.95	-
9	30.9	24.00	0.19	1.26	-
10	30.8	10.67	0.19	4.10	-
11	31.0	17.00	0.19	4.34	-
12	30.9	12.67	0.18	2.29	-
13	31.0	13.67	0.17	1.49	-
14	31.0	12.33	0.18	3.80	-
15	31.0	12.19	0.17	3.32	-
16	30.9	7.67	0.15	5.48	-
17	30.6	11.00	0.14	5.86	-
18	31.5	15.33	0.13	4.70	-
19	30.8	22.00	0.13	6.26	-
20	30.9	15.00	0.13	4.32	-
21	31.1	14.67	0.13	3.18	-
22	31.1	9.00	0.13	3.87	-
23	31.3	14.00	0.13	3.75	-
24	30.8	13.33	0.11	3.49	-

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Station	Temp (°C)	TSS (mg/l)	Salinity (psu)	DO (mg/l)	pH
25	31.1	13.67	0.12	5.12	-
26	31.1	12.33	0.10	4.43	-
27	30.7	14.33	0.09	5.80	-
28	30.9	15.33	0.09	1.29	-
29	31.0	19.00	0.09	2.88	-
30	31.1	24.33	0.09	3.07	-
31	31.2	29.00	0.09	5.86	-
32	31.2	40.00	0.09	5.12	-
33	31.6	34.33	0.09	6.84	-
34	30.8	24.00	0.08	5.40	-
35	30.6	27.33	0.09	5.85	-
36	31.7	28.33	0.09	6.21	-
37	31.4	29.00	0.08	7.13	-
38	31.7	25.33	0.08	7.12	-

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากอุปกรณ์ในการตรวจวัดชำรุดเสียหาย

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Station	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (μM)	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-\text{-N}$ (μM)	$\text{Si(OH)}_4\text{-Si}$ (μM)	PO_4^{3-}P (μM)	Chl <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)
1	144.34	0.19	80.13	6.66	62.75
2	123.38	ND	85.52	5.37	33.38
3	152.48	ND	78.99	6.12	37.83
4	130.37	ND	127.64	4.35	37.38
5	64.02	2.27	123.38	2.72	44.50
6	93.12	ND	130.48	2.61	51.92
7	62.86	1.90	116.29	2.17	31.15
8	135.02	2.09	109.49	1.50	19.07
9	66.35	2.27	107.50	1.50	20.72
10	51.22	1.90	84.10	1.29	19.42
11	34.92	2.27	83.67	0.95	29.37
12	37.25	2.09	81.12	0.95	56.07
13	47.72	1.90	83.39	0.68	29.37
14	34.69	2.27	100.69	0.54	29.37
15	34.92	1.14	89.35	0.95	26.70
16	39.58	2.65	90.77	0.54	31.15
17	29.10	2.46	124.09	0.41	34.71
18	10.48	2.65	89.35	0.27	45.39
19	34.92	1.52	99.98	0.27	45.39
20	33.76	1.90	106.37	0.14	40.05
21	67.51	4.17	81.55	0.27	29.37
22	53.54	6.63	90.77	0.20	45.39
23	88.46	2.65	129.34	0.68	34.71
24	36.08	8.15	129.34	0.27	48.06

ตารางผนวกที่ 7 (ต่อ)

Station	$\text{NH}_4^+\text{-N}$ (μM)	$\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^- \text{-N}$ (μM)	$\text{Si(OH)}_4\text{-Si}$ (μM)	PO_4^{3-}P (μM)	Chl <i>a</i> ($\mu\text{g/l}$)
25	32.59	16.68	92.89	0.48	37.38
26	9.31	18.58	95.02	0.27	20.03
27	4.66	18.96	83.67	0.27	33.38
28	16.30	20.09	91.05	0.27	29.37
29	30.26	18.96	84.10	0.20	15.40
30	10.48	19.52	119.13	0.20	29.20
31	12.80	17.44	84.38	0.14	20.72
32	38.41	15.92	126.93	0.20	21.46
33	13.97	16.49	92.61	0.14	18.10
34	8.15	17.82	86.09	0.14	13.35
35	8.15	14.79	125.09	0.07	28.24
36	9.31	18.20	123.67	0.07	24.03
37	8.15	13.46	129.34	ND	24.03
38	6.98	18.58	123.38	ND	21.36

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

ตารางผนวกที่ 8 คุณภาพดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	WC (ร้อยละ)	AVS (mg/g-dry weight))	TOM (mg/g-dry weight)
1	59.43	0.92	83.72
2	67.89	0.30	112.36
3	53.47	0.10	66.09
4	65.67	0.19	124.98
5	69.21	0.11	119.63
6	68.45	1.13	131.52
7	59.37	0.11	93.48
8	64.02	0.81	111.50
9	65.62	1.10	111.65
10	63.44	0.26	85.36
11	63.90	0.13	98.91
12	47.97	0.06	64.48
13	52.82	0.35	77.67
14	50.53	0.06	78.03
15	54.58	0.17	92.26
16	77.96	1.11	136.51
17	70.89	0.15	108.64
18	73.43	0.36	112.77
19	57.68	0.07	98.96
20	72.04	0.57	121.40
21	40.00	ND	51.60
22	66.64	0.09	142.83
23	56.11	0.12	91.95
24	43.43	0.01	19.17

ตารางผนวกที่ 8 (ต่อ)

Station	WC (ร้อยละ)	AVS (mg/g-dry weight))	TOM (mg/g-dry weight)
25	73.68	0.14	109.15
26	75.85	0.07	46.11
27	67.72	0.30	101.15
28	62.50	0.10	84.00
29	50.92	0.06	80.12
30	36.76	0.01	35.50
31	41.82	0.03	58.53
32	50.84	0.05	63.26
33	50.77	0.05	51.15
34	49.58	0.14	72.00
35	49.36	0.02	56.74
36	34.49	0.01	31.82
37	47.53	0.01	53.69
38	35.56	0.01	36.07

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณโลหะหนักในน้ำบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
1	ND	0.05	0.05	0.88
2	ND	0.04	0.02	2.25
3	ND	0.10	0.07	2.72
4	ND	0.05	0.02	2.37
5	ND	ND	0.01	2.31
6	ND	0.04	0.02	2.21
7	ND	0.05	0.05	2.58
8	ND	0.04	0.02	2.09
9	ND	0.04	0.04	2.53
10	ND	0.01	0.02	2.80
11	0.04	1.04	1.20	7.47
12	ND	0.02	0.02	2.59
13	ND	0.01	0.03	2.49
14	ND	0.04	0.02	2.35
15	ND	ND	0.01	2.17
16	ND	ND	0.02	2.50
17	ND	ND	0.01	0.98
18	ND	ND	0.02	0.82
19	ND	ND	0.02	2.51
20	ND	ND	0.01	2.49
21	0.02	0.47	0.56	7.22
22	ND	ND	0.01	2.55
23	ND	0.01	0.05	2.53
24	ND	0.02	0.01	2.31

ตารางผนวกที่ 9 (ต่อ)

Station	Cd (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)
25	ND	0.02	0.02	2.63
26	ND	0.01	0.01	2.35
27	ND	0.02	0.02	2.47
28	ND	0.05	0.04	2.77
29	ND	0.02	0.05	3.29
30	ND	0.01	0.02	2.34
31	0.01	0.18	0.23	4.85
32	ND	ND	0.02	2.29
33	ND	ND	0.04	2.61
34	ND	0.06	0.07	2.56
35	ND	0.02	0.04	2.71
36	ND	0.01	0.05	2.42
37	ND	0.02	0.06	2.74
38	0.01	0.02	0.06	5.08

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณโลหะหนักในดินตะกอนบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	-	-	-	-
2	1.55	45.79	83.04	275.51
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	-	-	-	-
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	-	-	-	-
16	-	-	-	-
17	0.78	41.55	32.14	105.06
18	-	-	-	-
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	-	-	-	-
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 10 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	-	-	-	-
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	-	-	-	-
31	-	-	-	-
32	-	-	-	-
33	0.78	28.06	16.37	49.88
34	-	-	-	-
35	-	-	-	-
36	-	-	-	-
37	-	-	-	-
38	-	-	-	-

หมายเหตุ: (-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากอุปกรณ์ในการวิเคราะห์ชำรุดเสียหาย จึงเลือกเพียง 3 สถานี เพื่อเป็นตัวแทนของแต่ละเขตมาวิเคราะห์

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณโลหะหนักในผักบุงบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	ND	0.84	1.56	40.22
5	0.11	0.66	2.47	37.80
6	0.12	0.48	1.44	42.03
7	ND	ND	1.88	30.46
8	ND	0.61	1.53	38.03
9	0.11	0.45	2.04	33.92
10	0.22	0.67	1.57	40.38
11	0.14	0.95	1.50	34.36
12	ND	0.53	2.78	45.76
13	ND	0.41	2.62	94.09
14	0.14	0.41	3.02	37.49
15	0.14	0.69	2.34	35.99
16	0.14	0.41	0.69	29.50
17	0.14	0.41	2.04	26.66
18	ND	0.27	1.77	29.77
19	ND	0.82	2.05	24.60
20	ND	0.14	1.22	23.90
21	ND	0.15	2.63	37.73
22	ND	0.14	2.35	33.04
23	ND	ND	2.73	38.12
24	ND	0.14	4.90	32.70

ตารางผนวกที่ 11 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	ND	0.28	1.11	28.01
27	0.16	0.14	3.14	34.52
28	ND	0.14	1.49	21.23
29	ND	0.27	2.43	28.26
30	-	-	-	-
31	ND	0.14	3.73	28.22
32	ND	0.62	1.52	32.10
33	ND	0.14	3.01	33.93
34	ND	0.42	3.54	78.30
35	ND	0.14	6.27	28.86
36	ND	0.27	3.54	19.34
37	0.14	0.28	2.20	24.25
38	0.14	0.27	3.69	19.53

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

(-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะบริเวณที่มีผักบุ้ง

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณโลหะหนักในผักกะเฉดบริเวณแม่น้ำท่าจีน เดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2549

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
1	-	-	-	-
2	-	-	-	-
3	-	-	-	-
4	-	-	-	-
5	-	-	-	-
6	-	-	-	-
7	0.16	1.42	3.64	38.44
8	-	-	-	-
9	-	-	-	-
10	-	-	-	-
11	-	-	-	-
12	-	-	-	-
13	-	-	-	-
14	-	-	-	-
15	ND	ND	3.98	38.27
16	-	-	-	-
17	-	-	-	-
18	ND	0.31	3.81	40.58
19	-	-	-	-
20	-	-	-	-
21	-	-	-	-
22	ND	0.30	4.87	31.66
23	-	-	-	-
24	-	-	-	-

ตารางผนวกที่ 12 (ต่อ)

Station	Cd (mg/kg)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Zn (mg/kg)
25	-	-	-	-
26	-	-	-	-
27	ND	ND	5.17	27.29
28	-	-	-	-
29	-	-	-	-
30	ND	ND	8.05	21.88
31	-	-	-	-
32	0.15	0.31	2.00	16.33
33	ND	ND	11.08	34.80
34	0.16	ND	11.33	24.67
35	0.30	ND	13.13	36.68
36	-	-	-	-
37	ND	ND	11.13	33.70
38	-	-	-	-

หมายเหตุ: (ND) = non-detectable

(-) = ข้อมูลสูญหาย เนื่องจากทำการเก็บตัวอย่างเฉพาะบริเวณที่มีผักกระเฉด

ตารางผนวกที่ 13 ค่าเฉลี่ยของปริมาณโลหะหนักในผักบุ้ง (ต้น ใบ และราก) บริเวณสถานีที่ 29 ในแม่น้ำท่าจีน เดือนตุลาคม พ.ศ. 2548

	Cd	Pb	Cu	Zn
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
ต้น	0.37	2.05	3.84	22.62
ใบ	0.30	1.30	3.99	27.24
ราก	0.45	4.63	7.77	39.90

ตารางผนวกที่ 14 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณภาพน้ำ คุณภาพดินตะกอน (S) โลหะหนักในน้ำ (W) ดินตะกอน (S) และผักบุ้ง (P)

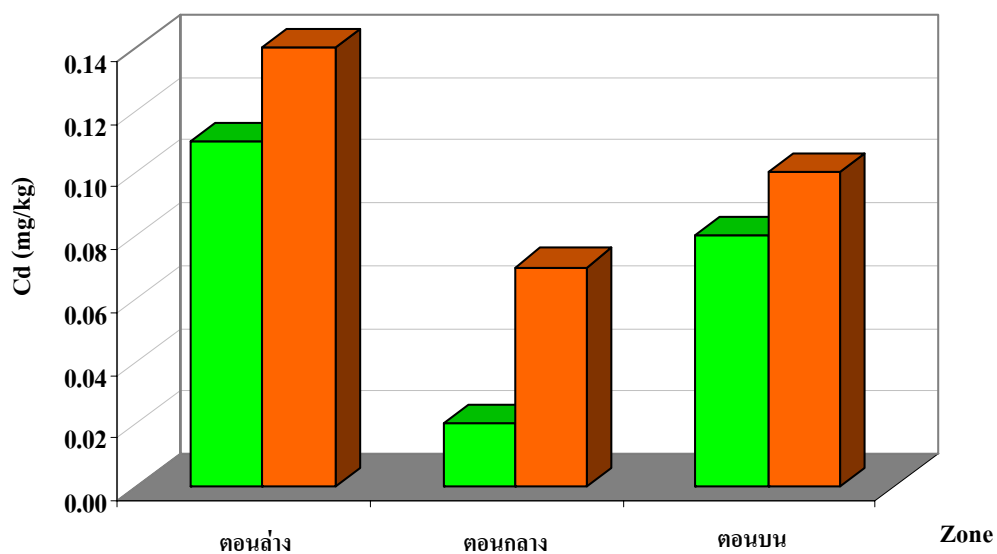
		NH_4^+-N	PO_4^{3-}P	$\text{Chl } a$	WC (S)	AVS (S)	TOM (S)	Cd (W)	Pb (W)	Cu (W)	Pb (S)	Cu (S)	Zn (S)	Cu (P)
NH_4^+-N	Correlation Coefficient	1.000												
	Approximate Significant	.												
PO_4^{3-}P	Correlation Coefficient	0.584**	1.000											
	Approximate Significant	0.000	.											
$\text{Chl } a$	Correlation Coefficient	0.547**	0.012	1.000										
	Approximate Significant	0.000	0.922	.										
WC (S)	Correlation Coefficient	0.410**	0.353**	0.431**	1.000									
	Approximate Significant	0.000	0.003	0.000	.									
AVS (S)	Correlation Coefficient	0.671**	0.516**	0.401*	0.772*	1.000								
	Approximate Significant	0.000	0.000	0.001	0.000	.								
TOM (S)	Correlation Coefficient	0.406**	0.483**	0.275*	0.835**	0.783**	1.000							
	Approximate Significant	0.000	0.000	0.021	0.000	0.000	.							
Cd (W)	Correlation Coefficient	-0.295	-0.084	-0.132	-0.274	-0.380*	-0.135	1.000						
	Approximate Significant	0.072	0.622	0.428	0.106	0.027	0.432	.						
Pb (W)	Correlation Coefficient	-0.088	0.048	-0.042	-0.228	-0.123	-0.139	0.427*	1.000					
	Approximate Significant	0.511	0.724	0.755	0.091	0.375	0.307	0.012	.					

ตารางผนวกที่ 14 (ต่อ)

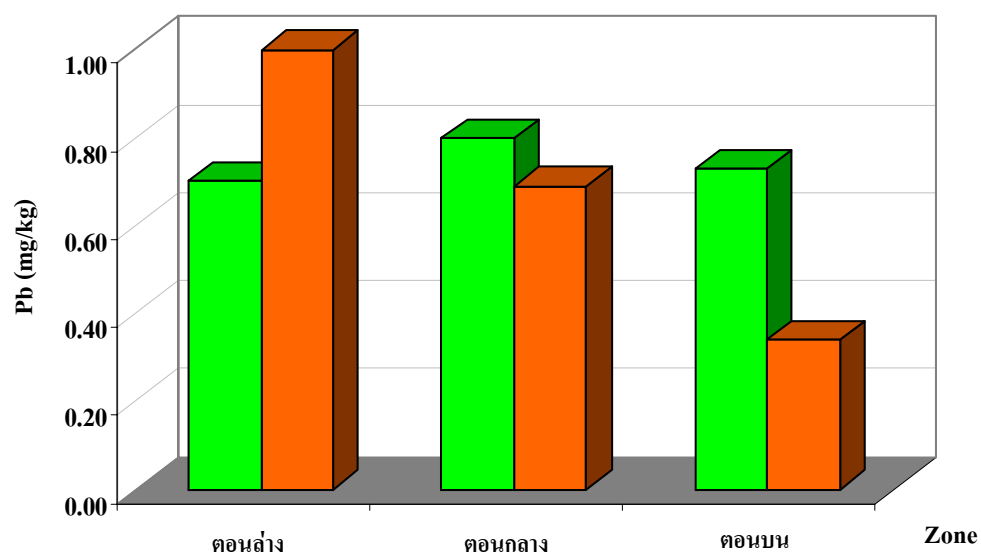
		NH_4^+-N	$\text{PO}_4^{3-}-\text{P}$	$\text{Chl } a$	WC (S)	AVS (S)	TOM (S)	Cd (W)	Pb (W)	Cu (W)	Pb (S)	Cu (S)	Zn (S)	Cu (P)
Cu (W)	Correlation Coefficient	0.011	0.112	-0.066	-0.234	-0.077	-0.170	0.176	0.489**	1.000				
	Approximate Significant	0.928	0.357	0.585	0.051	0.533	0.159	0.290	0.000	.				
Pb (S)	Correlation Coefficient	0.566**	0.503**	0.107	0.521*	0.585**	0.639**	-0.364	0.217	-0.020	1.000			
	Approximate Significant	0.002	0.007	0.596	0.005	0.001	0.000	0.080	0.345	0.921	.			
Cu (S)	Correlation Coefficient	0.797**	0.658**	0.549*	0.594*	0.748**	0.625**	-0.090	0.253	0.284	0.651**	1.000		
	Approximate Significant	0.000	0.000	0.003	0.001	0.000	0.000	0.674	0.268	0.150	0.000	.		
Zn (S)	Correlation Coefficient	0.731**	0.661**	0.381	0.602*	0.723**	0.689**	-0.204	0.216	0.154	0.750**	0.947*	1.000	
	Approximate Significant	0.000	0.000	0.050	0.001	0.000	0.000	0.338	0.348	0.444	0.000	0.000	.	
Cu (P)	Correlation Coefficient	-0.402*	-0.179	-0.201	-0.552*	-0.390*	-0.339	0.033	0.240	0.298*	0.347	0.319	0.370	1.000
	Approximate Significant	0.002	0.192	0.134	0.000	0.003	0.010	0.868	0.117	0.024	0.145	0.183	0.119	.

หมายเหตุ: ** = ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อร้อยละ 99

* = ความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อร้อยละ 95



(ก)

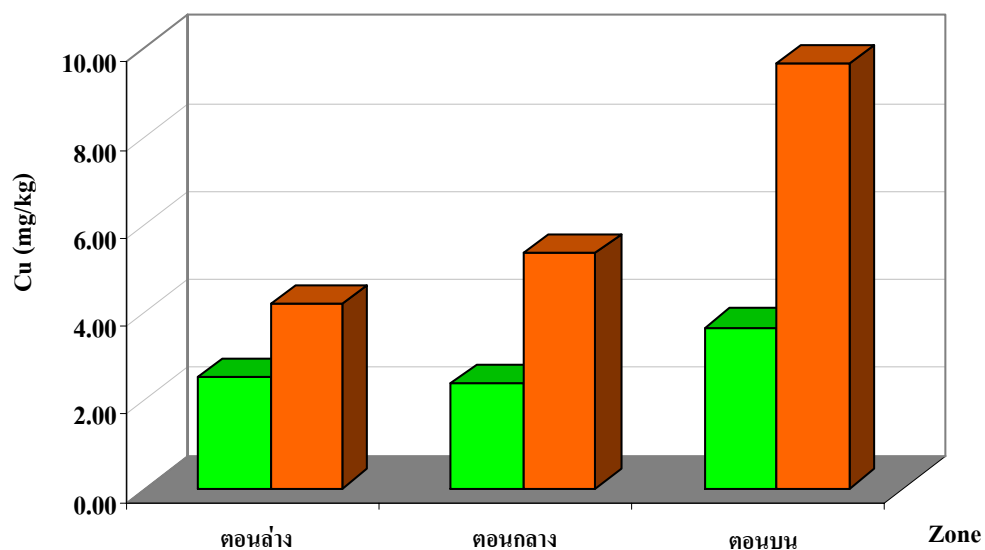


(ข)

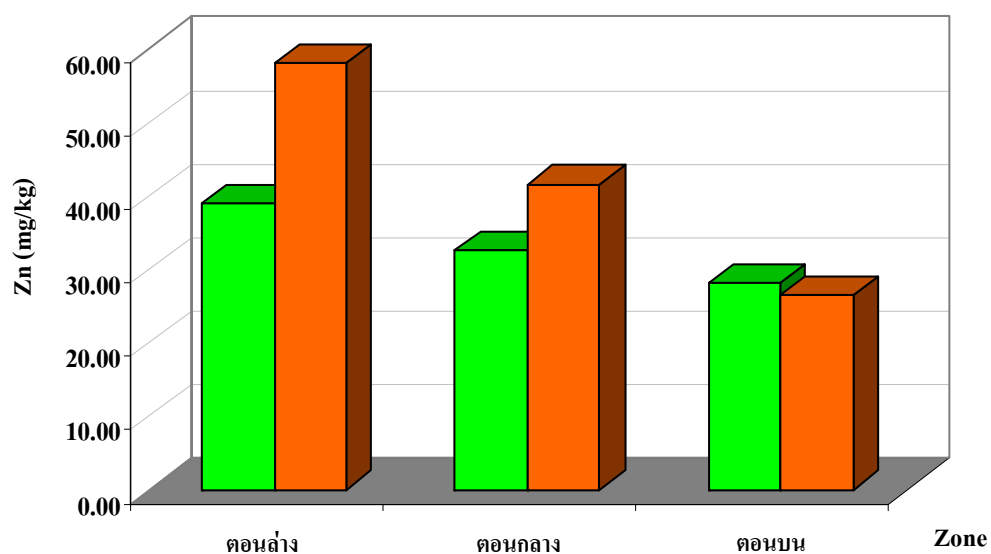
■ ฝักนึ่ง

■ ฝักกระเจด

ภาพผนวกที่ 1 ค่าเฉลี่ยของปริมาณแคดเมียม (ก) และตะกั่ว (ข) ในฝักนึ่งและฝักกระเจดที่ตรวจพบ บริเวณแม่น้ำท่าจีนตลอดทั้งลำน้ำ



(ก)



(ข)

ผักบุ้ง

ผักกระเฉด

ภาพผนวกที่ 2 ค่าเฉลี่ยของปริมาณทองแดง (ก) และสังกะสี (ข) ในผักบุ้งและผักกระเฉดที่ตรวจพบบริเวณแม่น้ำท่าจีนตลอดทั้งลำน้ำ

ประวัติการศึกษา และการทำงาน

ชื่อ –นามสกุล	นางสาวอรอิงค์ เวชสิทธิ์
วัน เดือน ปี ที่เกิด	8 สิงหาคม 2522
สถานที่เกิด	นครศรีธรรมราช
ประวัติการศึกษา	วิทยาศาสตรบัณฑิต ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2542
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	-
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	-
ผลงานดีเด่นและรางวัลทางวิชาการ	-
ทุนการศึกษาที่ได้รับ	-