ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)

ปริญญา

วิทยาศาสตร์การประมง | ชีววิทยาประมง

สาขา | **ภาควิชา**

เรื่อง แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน ประเทศไทย

Pesticide Dynamic Model for Aquatic Ecosystem of Tha-Chin River, Thailand

นามผู้วิจัย นายภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

(รองศาสตราจารย์จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, Ph.D.)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม .....

(รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์, Ph.D.)

หัวหน้าภาควิชา .....

(รองศาสตราจารย์อนงค์ จีรภัทร์, Ph.D.)

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์รับรองแล้ว

.....

(รองศาสตราจารย์กัญจนา ธีระกุล, D.Agr.)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ ..... **เดือน** ..... **พ.ศ.** .....

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วิทยานิพนธ์

เรื่อง

แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน ประเทศไทย

Pesticide Dynamic Model for Aquatic Ecosystem of Tha-Chin River, Thailand

โดย

นายภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา

เสนอ

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพื่อความสมบูรณ์แห่งปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง)

พ.ศ. 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา 2556: แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน ประเทศไทย ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์การประมง) สาขาวิทยาศาสตร์การประมง ภาควิชาชีววิทยาประมง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รองศาสตราจารย์จารุมาศ เมฆสัมพันธ์, Ph.D. 247 หน้า

การศึกษาพัฒนาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืช สำหรับระบบนิเวศทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน ดำเนินการโดยศึกษาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชควบคู่ไปกับการศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ดินตะกอนพื้นท้องน้ำ และทรัพยากรสิ่งมีชีวิตที่เกี่ยวข้องในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก ในปี พ.ศ. 2551-2553 โดยมีสถานีรวม 26 สถานี ครอบคลุมจังหวัดชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร จากการศึกษาพบว่าระดับของออกซิเจนละลายน้ำ และแอมโมเนียม เป็นปัจจัยที่บ่งชี้ถึงความเสื่อมโทรมของคุณภาพน้ำได้อย่างชัดเจน โดยจังหวัดสมุทรสาครมีความเสี่ยงในการสะสมมลพิษทางน้ำมากที่สุด ซึ่งพบระดับของปัจจัยดังกล่าวอยู่ในช่วง 1-2 mg/l และ 60-80 µM ตามลำดับ ผลการศึกษาด้านศักย์การบำบัดธาตุอาหารในน้ำตามธรรมชาติพบว่า ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีมีศักย์การบำบัดไนโตรเจนได้สูงสุด (65.20 %) ส่วนจังหวัดสมุทรสาครมีศักย์การบำบัดได้ต่ำสุด (11.49 %) ผลการศึกษาสารกำจัดศัตรูพืช พบสาร 2 ชนิดได้แก่ เอ็นโดซัลแฟน และไดยูรอน โดยพบตกค้างอยู่ในน้ำ 0.020-0.052 และ 2.22-19.66 µg/l ตามลำดับ ซึ่งเป็นระดับที่เกินมาตรฐานของ UCDAVIS (2010) นอกจากนี้ยังพบว่าเอ็นโดซัลแฟนและไดยูรอน มีการสะสมอยู่ในปลา โดยเฉพาะปลาสลิด ปลาดุก และปลาสวาย ซึ่งเป็นที่นิยมนำมาบริโภค โดยพบปริมาณเอ็นโดซัลแฟน 0.076, 0.711, 0.109 µg/g และพบไดยูรอน 0.20, 0.02, 0.10 µg/g ตามลำดับ ส่วนในสัตว์พื้นท้องน้ำ (*Branchiura* sp) พบการสะสมของเอ็นโดซัลแฟนและไดยูรอน เท่ากับ 2.26 และ 0.34 µg/g ตามลำดับ จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ พบว่าปริมาณไดยูรอน (CD_W; µg/l) และเอ็นโดซัลแฟน (CE_W; µg/m^3) ในน้ำ มีความสัมพันธ์กับแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N; µM) และซิลิเกต-ซิลิคอน [$Si(OH)_4^-$-Si; µM] ดังสมการ CD_W= 1.33 [NH_4^+-N] -11.60 (R = 0.798, P < 0.05) และ CE_W= 0.66 [$Si(OH)_4^-$-Si] - 51.95 (R = 0.679, P < 0.05) ตามลำดับ ส่วนในดินตะกอนพบความสัมพันธ์ของไดยูรอน (CD_S; µg/g) และเอ็นโดซัลแฟน (CE_S; µg/ton) กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (TOM; %) ดังสมการ CD_S= 1.30 [TOM] + 15.44 (R = 0.993, P < 0.01) และ CE_S = – 0.23 [TOM]+ 4.94 (R = 0.713, P < 0.05) ตามลำดับ ผลการศึกษาพัฒนาแบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีนพบว่า ไดยูรอนมีการสะสมในแพลงก์ตอนพืช 2.52-5.96 % ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.6-8.8 % ในปลา 0.03-0.30 % และในดินตะกอน 0.7-4.6 % ส่วนเอ็นโดซัลแฟน มีการสะสมในแพลงก์ตอนพืช 0.01-0.27 % ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.01-0.04 % ในปลา 0.01-0.49 % และในดินตะกอน 0.0001-0.002 % ทั้งนี้ ไดยูรอนมีการสะสมในดินสูงกว่าเอ็นโดซัลแฟน แต่เอ็นโดซัลแฟนมีการสะสมในสิ่งมีชีวิตได้มากกว่าไดยูรอนหลายสิบเท่า อย่างไรก็ตาม ระดับการสะสมได้รับอิทธิพลจากฤดูกาล โดยช่วงฤดูน้ำหลากแม่น้ำมีการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากกว่าในฤดูแล้ง ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงอันตรายของเอ็นโดซัลแฟนที่มีโอกาสในการถ่ายทอดความเป็นพิษดังกล่าวไปสู่ลำดับชั้นของห่วงโซ่อาหารและทำให้เกิดอันตรายได้อย่างมาก สมควรหาทางแก้ไขและควบคุมการใช้อย่างเร่งด่วนต่อไป

_____ _____ ___ / ___ / ___

ลายมือชื่อนิสิต ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Pattrawut Thaipichitburapa 2013: Pesticide Dynamic Model for Aquatic Ecosystem of Tha-Chin River, Thailand. Doctor of Philosophy (Fisheries Science), Major Field: Fishery Science, Department of Fishery Biology. Thesis Advisor: Associate Professor Charumas Meksumpun, Ph.D. 247 pages.

The results indicated that dissolved oxygen (DO) and ammonium-nitrogen (NH_4^+-N) were the distinct indicators reflecting deterioration of the water quality. Accordingly, Samutsakorn Province was the most risk area of pollutant accumulation, in where the levels of DO and NH_4^+-N were of 1-2 mg/L and 60-80 µM, respectively. The results of self-remediation efficiency of the river water implied that the river subsystem in Supanburi province possessed the highest self-remediation efficiency (65.2%), whereas those in Samutsakorn province had the lowest efficiency (11.49%). Two types of pesticides, endosulfan and diuron were found in the levels of 0.020-0.052 and 2.22-19.66 µg/l, respectively. These levels were high and above the UCDAVIS (2010) criteria. High concentrations of these pesticide were observed in commercial fish species (i.e. *Trichogaster pectoralis*, *Clarias macrocephalus*, and *Pangasius hypophthalmus*) inhabiting the river. In those species, 0.076, 0.711, 0.109 µg/g, respectively, of endosulfan, and 0.20, 0.02, 0.10 µg/g, respectively, of diuron were found. Their levels in benthic fauna (*Branchiura sp*) were 2.26 and 0.34 µg/g, respectively. Analysis of inter-relationship among the pesticides and environmental factors indicated that diuron (CD_W; µg/l) and endosulfan (CE_W; µg/m^3) in water related with NH_4^+-N (µM) and $Si(OH)_4^-$-Si (µM) as the equations; $CD_W = 1.33\ [NH_4^+\text{-N}] - 11.60$ ($R = 0.798$, $P < 0.05$), and $CE_W = 0.66\ [Si(OH)_4^-\text{-Si}] - 51.95$ ($R = 0.679$, $P < 0.05$), respectively. The relationship between sedimentary pesticides, diuron (CD_S; µg/g) and endosulfan (CE_S; µg/m3), and the sediment total organic matter (TOM; %) were; $CD_S = 1.30\ [TOM] + 15.44$ ($R = 0.993$, $P < 0.01$), and $CE_S = -0.237\ [TOM] + 4.94$ ($R = 0.713$, $P < 0.05$), respectively. The pesticide dynamic model developed accordingly to those relationships indicated that diuron contaminations were composed of the fractions of phytoplankton, benthos, fish, and sediment of *ca* 2.52-5.96, 0.6-8.8, 0.03-0.30, and 0.7-4.6 %, respectively. The endosulfan contaminations were composed of the fractions of phytoplankton, benthos, fish, and sediment of *ca* 0.01-0.27, 0.01-0.04, 0.03-0.49, and 0.0001-0.002 %, respectively. Diuron can accumulate more in sediments, but endosulfan can accumulate more in living organisms. Those contaminations varied by seasons. The river had higher remediation efficiencies during the high-loading period.

The overall results implied the risk of pesticides, endosulfan in particular, which can harmful impact our food chain. Thus, effective control of pesticide utilization and suitable management are urgently needed. The overall result depicted that the environmental factors, particularly those of NH_4^+-N and sedimentary TOM, had rolled on dynamics of pesticides contaminated into the river ecosystem. Moreover, such environmental factors could cause the area eco-zonation and seasonal differences. In order to achieve the effective remediation purpose, the river environment should thus be deserved careful consideration and suitable controlled further.

_____ _____ ___ / ___ / ___

Student's signature Thesis Advisor's signature

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์จารุมาศ เมฆสัมพันธ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์เชษฐพงษ์ เมฆสัมพันธ์ กรรมการที่ปรึกษาร่วม ซึ่งคอยชี้แนะในการวางแผนการดำเนินการ วิเคราะห์ผล การเขียนและเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ ขอกราบของพระคุณท่านอาจารย์ รองศาสตราจารย์ กังวาลย์ จันทรโชติ และอาจารย์ทวีป บุญวานิช ที่ให้คำแนะนำเรื่องการจัดการและการใช้ประโยชน์จากวิทยานิพนธ์ รวมถึงคำสอนที่สำคัญในการดำเนินชีวิต

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์แสงเทียน อัจจิมางกูร และทีมงานจากภาควิชาการจัดการประมง คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลที่สำคัญทางด้านชุมชน ขอขอบคุณทีมงาน พี่ และน้อง ห้องปฏิบัติการดินตะกอนและสิ่งแวดล้อมทางน้ำภาควิชาชีววิทยาประมง และทีมงานห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางทะเล คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ทุกท่าน ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจแก่กันด้วยดีเสมอมา

ท้ายที่สุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อพิษณุ ไทยพิชิตบูรพา และคุณแม่ประยูร ไทยพิชิตบูรพา ที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจในการศึกษาตลอดมา และขอขอบคุณญาติพี่น้อง และเพื่อนทุกคนที่ให้กำลังใจและเฝ้าดูแลกันเสมอมา

ภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา

พฤษภาคม 2556

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญ

หน้า

สารบัญ	(1)
สารบัญตาราง	(2)
สารบัญภาพ	(7)
คำนำ	1
วัตถุประสงค์	3
การตรวจเอกสาร	4
อุปกรณ์และวิธีการศึกษา	67
ผลและวิจารณ์	81
สรุปผลการศึกษา	212
ข้อเสนอแนะ	217
เอกสารและสิ่งอ้างอิง	220
ภาคผนวก	226
ประวัติการศึกษาและการทำงาน	247

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำคาบเกี่ยว (ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำน้อย) ปี 2551	13
2	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนทั้ง 4 จังหวัด	15
3	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดชัยนาท	17
4	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี	19
5	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดนครปฐม	21
6	การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร	23
7	ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขตจังหวัดชัยนาทลงสู่แม่น้ำท่าจีน	30
8	ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขตจังหวัดสุพรรณบุรีลงสู่แม่น้ำท่าจีน	31
9	ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐมลงสู่แม่น้ำท่าจีน	32
10	ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขตจังหวัดสมุทรสาครลงสู่แม่น้ำท่าจีน	33
11	ความคงทนของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิดในดิน	38
12	การนำเข้าสารไดยูรอนในประเทศไทยปี พ.ศ. 2545- พ.ศ. 2552	50
13	ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชในประเทศไทยปี พ.ศ. 2548-พ.ศ. 2552	50
14	การประเมินความเป็นไปของสารโดยใช้ค่าการละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)	65

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15	การประเมินความเป็นไปของสารโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับในดิน K_{ow}	66
16	ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่าง บริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	70
17	พิกัดและเขตพื้นที่ปกครองของสถานีเก็บตัวอย่าง บริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	82
18	ตารางแสดงปริมาณการไหลของน้ำผ่านพื้นที่ภาคตัดขวาง (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) ในแต่ละสถานี ในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	103
19	ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551	134
20	ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551	136
21	ปริมาณแร่ธาตุอาหารไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552	138
22	ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552	140
23	ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553	141
24	ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟส (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	143

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
25	การเคลื่อนตัวและการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	146
26	ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน	178
27	ปัจจัยและค่าคงที่ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พลวัตการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	183
28	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่คาดว่าจะพบหลังจากมีการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชไดยูรอน (Diuron) และเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ที่ 10, 25 และ 50 เปอร์เซ็นตามลำดับ	210

ตารางผนวกที่

1	ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	227
2	ความโปร่งแสงของน้ำ (เซนติเมตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	228
3	ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	229
4	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	2210
5	พีเอช ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	231

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
6	ความเค็มของน้ำ (psu) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	232
7	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	233
8	ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	234
9	ปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน(ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	235
10	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	236
11	ปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	237
12	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	238
13	ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	239

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางผนวกที่		หน้า
14	ปริมาณสารไดยูรอนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	240
15	ปริมาณสารไดยูรอนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	241
16	ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	242
17	ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	243

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แผนที่แสดงพื้นที่และขอบเขตแม่น้ำท่าจีน	6
2	แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน 4 จังหวัด	16
3	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดชัยนาท	18
4	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี	20
5	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดนครปฐม	22
6	สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร	24
7	โครงสร้างของแบบจำลองพลวัตของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน	67
8	แผนที่แสดงจุดเก็บตัวอย่างน้ำ และดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	69
9	การศึกษาพื้นที่ภาคตัดขวางของลำน้ำในส่วนต่างๆในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เพื่อการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลผ่านในแต่ละเขตพื้นที่	76
10	สถานีที่ทำการสำรวจและศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน	81
11	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC34 จุดเชื่อมต่อแม่น้ำเจ้าพระยา ตำบลหาดท่าเสา อำเภอเมืองชัยนาท จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	84
12	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC32 ก่อนถึงประตูน้ำพลเทพ ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 255	84
13	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC30 หน้าประตูน้ำท่าโบสถ์ ต.ห้วยงู อ.หันคา จ.ชัยนาทในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	85
14	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC29 ที่ว่าการ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	85

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
15	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC27.5 หน้าประตูน้ำสามชุก ตำบลนางบวช อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	87
16	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC27 ตรงข้ามตลาดร้อยปี อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	87
17	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC26 ที่ว่าการอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	88
18	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25.5 เหนือเขื่อนโพธิ์พระยา ตำบลวังยาง อำเภอ ศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	88
19	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25.2 ท้ายเขื่อนโพธิ์พระยา ตำบลโพธิ์พระยา อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	89
20	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25 วัดประสพสุข ตำบลทับตีเหล็ก อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	89
21	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC23 วัดสวนหงส์ ตำบลบางปลาม้า อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	90
22	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC21 หน้าวัดท่าเจริญ ตำบลบางใหญ่ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	90

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC19 หน้าวัดบางซอ ตำบลบางตะเคียน อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	91
24	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC17 หน้าวัดท่าเจดีย์ ตำบลบางตาเถร อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	91
25	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC15 หน้าวัดบางเลน ตำบลบางเลน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	93
26	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC13 ตลาดน้ำวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	93
27	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC11 หน้าวัดสัปทวน ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	94
28	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC9 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง อำเภอสามพรานจังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	94
29	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC8 หน้าที่ว่าการอำเภอสามพราน ตำบลสามพรานอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	95
30	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC5.1 เหนือคลองดำเนินสะดวก ตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	96

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
31	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC4 สะพานข้ามแม่น้ำ ตำบลบ้านเกาะ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	97
32	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC2 ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	97
33	**33** ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC1 หน้าวัดบางหญ้าแพรก ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	98
34	ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TE25, TE15 และ TE11.5 พื้นที่ปากแม่น้ำ (อ่าวมหาชัย) จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	98
35	ความเร็วของกระแสน้ำ (velocity; m/s) ที่ไหลผ่านแม่น้ำน้ำท่าจีนในสถานีศึกษาตั้งแต่จังหวัดชัยนาท ถึงจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	100
36	พื้นที่หน้าตัดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีน (ตารางเมตร) ที่แม่น้ำไหลผ่าน รวมทั้งสิ้น 17 สถานี	102
37	การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสง (Transparency; cm) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึง จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	105
38	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solid; mg/l)ในน้ำ ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	107

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
39	ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solid; mg/l) ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	109
40	การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ (Temperature; ^{o}C) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึง จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	110
41	การเปลี่ยนแปลงความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	112
42	การเปลี่ยนแปลงความความเค็ม (Salinity; psu) ของน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึง ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	114
43	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; mg/l) ในพื้นที่ แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	116
44	ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolve oxygen; mg/l) ในแม่น้ำท่าจีนเขตพื้นที่ จังหวัดชัยนาท ช่วงเวลาระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	118
45	การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	119
46	ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen; µM) ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	121

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
47	การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrate Nitrogen; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	123
48	การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	125
49	การเปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน (Silicate Silicon; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	128
50	การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll *a*; µg/l) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	130
51	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll *a*; µg/l) ในเขตพื้นที่ จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	132
52	แบบจำลองการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารผ่านจังหวัดและการบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติด้วยตัวเองของแม่น้ำท่าจีน	145
53	แบบจำลองการบำบัดไนโตรเจนรวม (Dissolved Inorganic Nitrogen) ในแม่น้ำท่าจีนด้วยตัวเองตามธรรมชาติ ในช่วงต้นฤดูฝน (Early Rainy Season) และปลายฤดูฝน (Late Rainy Season)	148
54	แบบจำลองการบำบัดออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus) ในแม่น้ำท่าจีนด้วยตัวเองตามธรรมชาติ ในช่วงต้นฤดูฝน (Early Rainy Season) และปลายฤดูฝน (Late Rainy Season)	149

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
55	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (Total Organic Matter; %) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	150
56	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไดยูรอน (Diuron) ในน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	152
57	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารไดยูรอน (Diuron) ในดินตะกอนของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	154
58	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในน้ำบริเวณพื้นที่ แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) จนถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	156
59	การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในดินตะกอนบริเวณ พื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วง ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553	158
60	การวางข่ายเพื่อทำการจับปลาในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนสถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)	160
61	ตัวอย่างปลาที่ได้จากการวางข่ายในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนสถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)	161

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
62	ตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำ หนอนแดง (*Branchiura* sp.) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน สถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)	162
63	โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) กับ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolve Oxygen; DO) และปริมาณน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด (Volume of Water; Vol.) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดชัยนาท	166
64	โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสาร Diuron กับปัจจัยของสิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดสุพรรณบุรี	167
65	โมเดลแสดงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟนกับปัจจัยของสิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดสุพรรณบุรี	169
66	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่ แม่น้ำท่าจีน ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน	173
67	แบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโดซัลแฟนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน	175
68	กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์แบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่ แม่น้ำท่าจีน	177
69	พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	185
70	สัดส่วนไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	187

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
71	พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	189
72	สัดส่วนเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	191
73	พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	193
74	สัดส่วนไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สามพราน จังหวัดนครปฐมในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	195
75	พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	197
76	สัดส่วนเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สามพราน จังหวัดนครปฐมในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	199
77	พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอกระทุ่มเบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	201
78	สัดส่วนไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอกระทุ่มเบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	203
79	พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน อำเภอกระทุ่มเบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)	205
80	สัดส่วนเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อำเภอกระทุ่มเบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลาย ฤดูฝน (b)	207

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพผนวกที่		หน้า
1	เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)	244
2	คอลัมน์สำหรับวัดสารประกอบ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)	244
3	ลักษณะของกราฟที่วัดได้สำหรับสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) จากวิธีการมาตรฐานด้วยคอลัมน์ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)	245
4	ลักษณะของกราฟที่วัดได้สำหรับสารไดยูรอน (Diuron) จากวิธีการมาตรฐานด้วยคอลัมน์ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)	246

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน ประเทศไทย

Pesticide Dynamic Model for Aquatic Ecosystem of Tha-Chin River, Thailand

คำนำ

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำสายสำคัญ 1 ใน 4 ของแม่น้ำในภาคกลางของประเทศไทยมีความยาวประมาณ 325 กิโลเมตร ซึ่งไหลผ่านพื้นที่ 4 จังหวัด โดยแยกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่บ้านปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และลงสู่อ่าวไทยที่ อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสาคร โดยแม่น้ำท่าจีนส่งผลครอบคลุมพื้นที่ทั้งลุ่มน้ำประมาณ 12,000 ตารางกิโลเมตร ซึ่งถือว่ามีความสำคัญต่อความเป็นอยู่ของประชาชนในบริเวณดังกล่าวอย่างมาก

เนื่องจากแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่มีความยาวค่อนข้างมาก ไหลผ่านพื้นที่สำคัญหลายแห่ง ทำให้มีการใช้ประโยชน์จากแม่น้ำในหลากหลายรูปแบบซึ่งขึ้นอยู่กับพื้นที่ เช่น การทำการประมงในบริเวณปากแม่น้ำ การเป็นแหล่งชุมชน และเขตอุตสาหกรรมในเขตจังหวัดสมุทรสาคร การทำเกษตรกรรมในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท ซึ่งกิจกรรมต่าง ๆเหล่านี้ล้วนใช้ประโยชน์จากแม่น้ำท่าจีนทั้งสิ้น แต่สิ่งที่ตามมาคือการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรน้ำอย่างขาดการดูแลรักษา ทำให้สภาพสิ่งแวดล้อมของแม่น้ำท่าจีนเสื่อมโทรมลงอย่างรวดเร็ว และในบางพื้นที่เริ่มส่งผลกระทบต่อความเป็นอยู่ของประชาชนผู้ใช้แม่น้ำในการดำเนินชีวิต และประกอบกิจการต่างๆ ซึ่งปัจจุบันคุณภาพน้ำในบางพื้นที่อยู่ในเกณฑ์ที่ไม่ควรนำน้ำมาใช้อุปโภคหรือบริโภค (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2548)

พื้นที่โดยรอบของแม่น้ำท่าจีน ทั้งฝั่งตะวันตกและฝั่งตะวันออก โดยเฉพาะทางตอนเหนือของจังหวัดสมุทรสาครซึ่งเป็นพื้นที่สองฝั่งในเขตจังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดชัยนาท ส่วนใหญ่จะประกอบไปด้วยพื้นที่ทำการเกษตรได้แก่ พืชไร่ พืชสวน นาข้าว นอกจากนี้ยังมีการปลูกพืชน้ำด้วย เช่น ผักบุ้ง ผักกระเฉด เป็นต้น ซึ่งการประกอบอาชีพเกษตรกรรมต่าง ๆในปัจจุบันนั้น เกษตรกรจำเป็นที่จะต้องใช้สารเคมีเพื่อเพิ่มผลผลิตของของพืชให้สูงขึ้น นอกจากนี้ยังมีการใช้สารเคมีในการกำจัดศัตรูพืชที่จะเข้ามาทำลายผลผลิตอีกด้วย ปัจจุบันเกษตรกรหันมาใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชในการประกอบอาชีพกันมากขึ้น ซึ่งสาร เหล่านี้ จะถูกชะล้างลงสู่แม่น้ำและเข้าสู่ระบบนิเวศทางน้ำ ส่วนหนึ่งจะถูกพัดพาไปกับน้ำ บางส่วนจะสะสมอยู่ในดินตะกอน หรือเข้า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไปสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งการสะสมในส่วนต่าง ๆ ของระบบนิเวศนี้ สุดท้ายสามารถส่งกระทบมาถึงมนุษย์อย่างเราได้โดยตรงผ่านทางระบบห่วงโซ่อาหารได้ นอกจากนี้ปัจจัยทางด้านคุณภาพน้ำและดินตะกอนยังส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศ ตัวอย่างเช่น การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนซึ่งสามารถสะท้อนให้เห็นถึงการใช้สารกำจัดศัตรูพืชได้อีกทาง หรือปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนก็เป็นส่วนหนึ่งในการชักนำให้เกิดการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอน

อนึ่ง ในการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชของเกษตรกรในปัจจุบัน เป็นการใช้อย่างไม่ถูกวิธีและมีการใช้ที่มากเกินความจำเป็น ทำให้มีสารตกค้างในส่วนต่างของระบบนิเวศ ซึ่งแม้ว่าการตรวจวัดของหลายหน่วยงานในปัจจุบันพบว่า สารกำจัดศัตรูพืชยังมีค่าต่ำกว่ามาตรฐานคุณภาพน้ำได้กำหนดไว้ (คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ, 2535) อย่างไรก็ตามสารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้อาจเปลี่ยนรูปและเข้าไปสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิต ซึ่งอาจจะทำให้เกิดผลกระทบจากความเป็นพิษ ในระยะยาว (Chronic Effect) ต่อไปได้ โดยทั้งนี้สิ่งมีชีวิตสำคัญในระบบนิเวศทางน้ำที่ได้รับผลกระทบจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องในระบบ ได้แก่ ปลาเศรษฐกิจ ซึ่งเป็นปลาประจำถิ่น อาทิ ปลาตะเพียน ปลาหมอ ปลาดุก และ ปลาสวาย เป็นต้น ซึ่งเป็นปลาที่อาศัย หากินและเจริญเติบโตในพื้นที่ นอกจากนี้ ยังมี สัตว์พื้นท้องน้ำ (Benthos) เป็นสัตว์ที่สัมผัสอยู่กับพื้นและดินตะกอนอยู่ตลอดเวลา อีกทั้งยังอยู่ประจำที่และเคลื่อนที่ช้า จึงทำให้มีโอกาสรับสารพิษจากบริเวณที่เกิดการปนเปื้อนได้สัตว์พื้นท้องน้ำเหล่านี้ ก็จะถูกปลา หรือสัตว์อื่น ๆ กิน ตามลำดับห่วงโซ่อาหารธรรมชาติในพื้นที่นั้น ๆ นอกจากนี้ สัตว์พื้นท้องน้ำบางชนิดได้ถูกนำไปใช้เป็นอาหารสดในการเลี้ยงปลาสวยงาม และ การผลิตสัตว์น้ำเศรษฐกิจอีกด้วย

จากความสำคัญและความเชื่อมโยงของระบบนิเวศในแหล่งน้ำ กับสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชนี้เอง งานวิจัยครั้งนี้จึงได้ทำการศึกษาถึง พลวัตการเปลี่ยนแปลงของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน เพื่อให้ทราบถึงลักษณะ สถานภาพ แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงและความสัมพันธ์กับปัจจัยแวดล้อม และพัฒนาแบบจำลองในการทำนายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบนิเวศสำหรับแม่น้ำท่าจีนในเขตจำเพาะต่าง ๆ ทั้งนี้ เพื่อสามารถประเมินแนวโน้มในการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีนในอนาคต รวมถึงการใช้เป็นแนวทางในการวางแผนบริหารจัดการเพื่อการบรรเทาหรือป้องกันมลภาวะ และพัฒนาใช้ประโยชน์จากแหล่งน้ำได้อย่างเหมาะสมต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประเมินสถานภาพ โอกาสการสะสมของมลพิษทางน้ำ และศักย์การบำบัดตามธรรมชาติในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

2. เพื่อศึกษาชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

3. เพื่อศึกษาระดับการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในองค์ประกอบต่าง ๆ ของนิเวศทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

4. เพื่อพัฒนาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบระดับ รูปแบบ การแพร่กระจาย และการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช ในน้ำ ดินตะกอน สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลา บางชนิดในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

2. ทราบอิทธิพลของธรรมชาติและการใช้ประโยชน์ในรอบปีต่อลักษณะการสะสมและถ่ายทอดของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศพื้นท้องน้ำ

3. ทราบถึงพื้นที่ที่มีความเสี่ยงต่อการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งอาจเป็นอันตรายต่อสัตว์น้ำหรือมนุษย์ได้

4. เป็นแนวทางในการบริหารจัดการเพื่อการบรรเทา ป้องกัน และลดปัญหาการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การตรวจเอกสาร

นิยามและความหมาย

แบบจำลองสิ่งแวดล้อม (Environmental Model) หมายถึง เครื่องมือที่ใช้พยากรณ์สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในอนาคตเพื่อ นำ ผลไปประยุกต์ใช้ในการวางแผนการจัดการ (เกษม, 2543)

พลวัต (Dynamic) หมายถึง ระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงตามสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปเสมอ และมีความเกี่ยวข้องกับเวลา

สารเคมีกำจัดศัตรูพืช (Pesticides) หมายถึง สารเคมีหรือส่วนผสมของสารเคมีใด ๆ ที่ใช้ในการป้องกันกำจัดทำลายหรือขับไล่ศัตรูพืช สัตว์และมนุษย์ ได้แก่ ยาฆ่าแมลง (Insecticides) ยาฆ่าวัชพืช (Herbicides) เป็นต้น (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม, 2535)

1. ลักษณะพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

1.1 ลักษณะทั่วไปของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่อยู่ในพื้นที่ของลุ่มน้ำท่าจีน เป็น 1 ใน 25 ลุ่มน้ำที่ตั้งอยู่ในภาคกลางของประเทศไทย (ภาพที่ 1) โดยมีพื้นที่ลุ่มน้ำ 13,681 ตารางกิโลเมตร มีความยาวประมาณ 325 กิโลเมตร แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่แยกมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านเขตจังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐมและออกสู่อ่าวไทยที่จังหวัดสุพรรณบุรี พื้นที่บางช่วงของแม่น้ำท่าจีนติดต่อกับแม่น้ำแม่กลองในเขตอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี อำเภอบางเลน และอำเภอกำแพงแสง จังหวัดนครปฐม มีลำน้ำสาขาที่สำคัญคือ ห้วยกระเสียว ซึ่งอยู่ในพื้นที่ที่ราบแม่น้ำท่าจีน ความยาวของลำน้ำรวมทุกลำน้ำยาวประมาณ 439 กิโลเมตร ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยต่อปีประมาณ 1,310 มิลลิเมตร มีประชากรในพื้นที่ลุ่มน้ำประมาณ 2,608,420 คน การใช้ประโยชน์ที่ดินส่วนใหญ่เป็นนาข้าว, พืชไร่, พืชสวน และไม้ยืนต้นสำหรับป่าไม้คิดเป็นร้อยละ 7.5 พื้นที่อุตสาหกรรม ร้อยละ 0.1 พื้นที่ชุมชนร้อยละ 13 พื้นที่แหล่งน้ำร้อยละ 1 และอื่น ๆร้อยละ 2.4 ตามลำดับ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.2 ความลาดชันและความสูงจากระดับน้ำทะเลของแม่น้ำท่าจีน

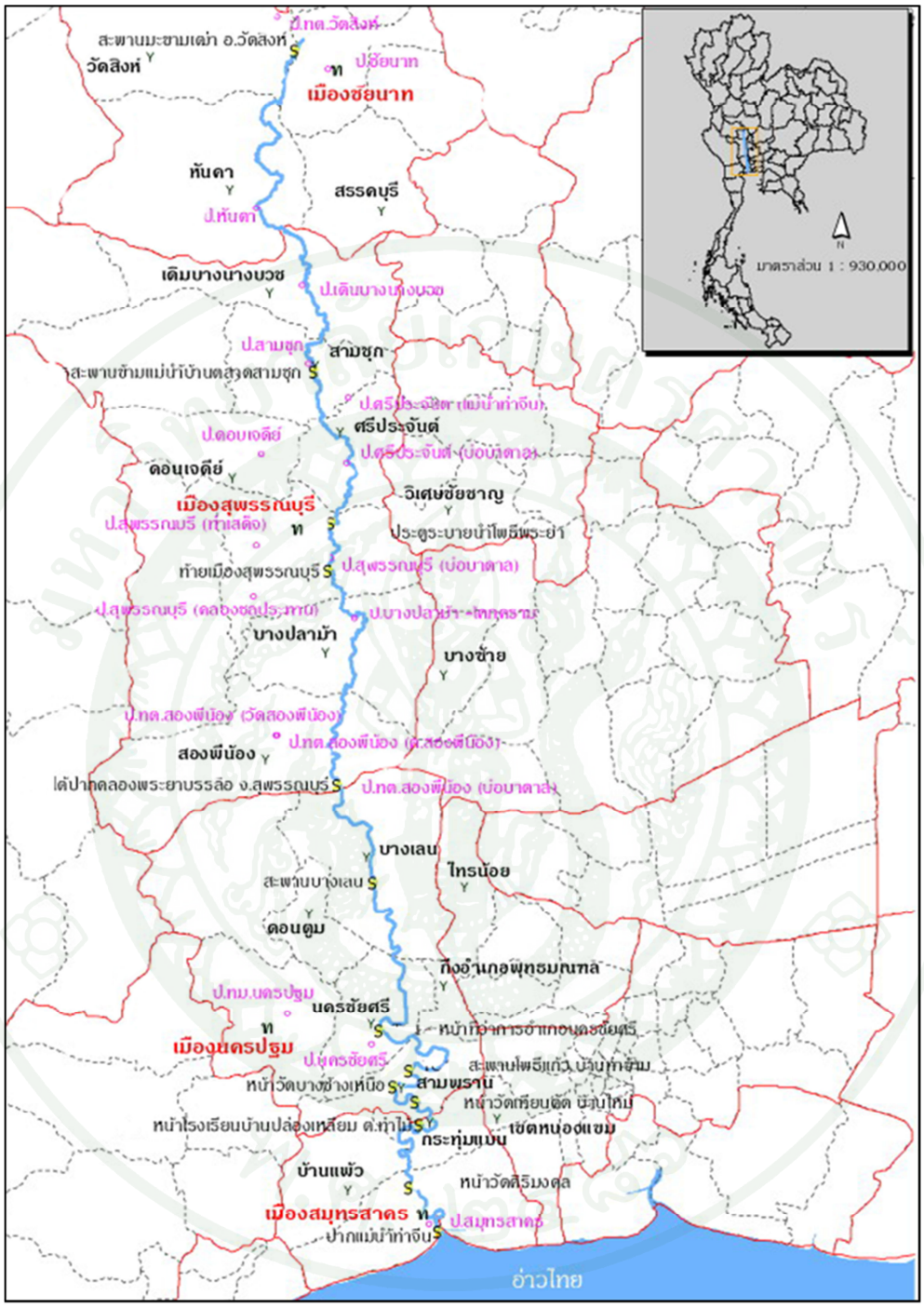
แม่น้ำท่าจีนมีลักษณะการวางตัวของลำน้ำตามแนวเหนือ-ใต้ มีความลาดชันจากบ้านปากคลองมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท จนถึงปากแม่น้ำที่ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีค่าความลาดเอียง (Slope) 0.056 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณจากค่าของตลิ่ง และ 0.061 เปอร์เซ็นต์ เมื่อคำนวณจากก้นแม่น้ำ

แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ต้นแม่น้ำปากคลองมะขามเฒ่า (กิโลเมตรที่ 325) จนถึงเหนือประตูน้ำโพธิ์พระยา (กิโลเมตรที่ 202) ความยาวประมาณ 123 กิโลเมตร เป็นช่วงที่มีความลาดเอียงมากโดยมีความลาดเอียงประมาณ 0.0102 เปอร์เซ็นต์

แม่น้ำท่าจีนตอนกลาง ตั้งแต่ประตูน้ำโพธิ์พระยา (กิโลเมตรที่ 202) จนถึงหน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี (กิโลเมตรที่ 82) ความยาวประมาณ 120 กิโลเมตร มีความลาดเอียงประมาณ 0.0024 เปอร์เซ็นต์

ในส่วนความสูงจากระดับน้ำทะเลช่วงตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่ประตูน้ำโพธิ์พระยาลงไปจนถึงหน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี มีความใกล้เคียงกันอยู่ในช่วงระหว่าง 2-5 เมตร และช่วงแม่น้ำท่าจีนตั้งแต่หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรีลงไปจนถึงปากแม่น้ำมีความสูงจากระดับน้ำทะเลปานกลางอยู่ที่ในช่วงระหว่าง 2-4 เมตร (สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 1 แผนที่แสดงพื้นที่และขอบเขตแม่น้ำท่าจีน

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2544)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.3 ความลึกและความกว้างของแม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนมีระดับความลึกจากตลิ่งถึงก้นแม่น้ำอยู่ในช่วงระหว่าง 5.30-11.50 เมตร โดยในช่วงต้นของแม่น้ำบริเวณปากคลองมะขามเฒ่า (กิโลเมตรที่ 325) จนถึงปากคลองพระยาบันลือ (กิโลเมตรที่ 140) มีความลึกอยู่ในช่วงระหว่าง 6.00-6.50 เมตร และตั้งแต่บ้านบางหวายในลงมาจนถึงปากแม่น้ำ (กิโลเมตรที่ 0) จะมีความลึกตั้งแต่ 7.50 เมตร ขึ้นไป (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2552)

ความกว้างของแม่น้ำท่าจีนอยู่ในช่วงระหว่าง 46-500 เมตร โดยมีความกว้างต่ำกว่า 100 เมตร ในช่วงตั้งแต่วัดบางแม่หม้าย อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 160) ขึ้นไปจนถึงต้นแม่น้ำท่าจีน ปากคลองวัดมะขามเฒ่า อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท (กิโลเมตรที่ 325) และช่วงตั้งแต่วัดท่ากระบือ อำเภอกระทุ่มแบนจังหวัดสมุทรสาคร (กิโลเมตรที่ 30) จนถึงปากแม่น้ำท่าจีนมีความกว้างมากกว่า 200 เมตรขึ้นไป แม่น้ำท่าจีนตอนล่างในช่วงตั้งแต่ประตูน้ำมหาสวัสดิ์ (กิโลเมตรที่ 83) จนถึงปากแม่น้ำท่าจีน จะมีความคดเคี้ยวมากตลอดความยาว 83 กิโลเมตร มีโค้งน้ำประมาณ 15 โค้ง อัตราส่วนความยาวของแม่น้ำเมื่อเทียบกับทางตรงจะเป็นอัตราส่วน 2:1 (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2552)

1.4 ลำน้ำสาขา และคลองในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

แม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่มีลำน้ำสาขา และคลองอยู่มากมายซึ่งจะมีคลองขนาดใหญ่ที่แบ่งตามพื้นที่ตามจังหวัดได้ดังนี้ (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2552)

1) จังหวัดสุพรรณบุรี

คลองพระยาบันลือ เป็นคลองชลประทาน อยู่ฝั่งขวาของแม่น้ำสุพรรณบุรี ปากคลองอยู่ที่ประตูระบายน้ำพระยาบันลือ ตำบลบางตาเถร อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี บางช่วงขนานไปกับฝั่งทิศเหนือ ตำบลหลักชัย อำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา กับฝั่งทิศใต้อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเป็นเส้นแบ่งเขตการปกครอง ก่อนจะเข้าเขตจังหวัดพระนครศรีอยุธยาโดยตรงที่ปากคลองบางภาษี ตำบลสามเมือง และออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาที่ประตูน้ำสิงหนาถ ตำบลไม้ตรา อำเภอบางไทร จังหวัดพระนครศรีอยุธยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) จังหวัดนครปฐม

คลองบางแก้ว เป็นคลองธรรมชาติ อยู่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำนครชัยศรี มีสองสาขาคือ แยกซ้ายไปเชื่อมกับห้วยหลายสายจนถึงแม่น้ำแม่กลอง มีลำรางสระอ้อ เป็นทางเชื่อม ต่อมจากนั้นจึงเป็นคลองบางระกำ และต่อกับลำห้วยต่างๆ จนถึงแม่น้ำแม่กลอง ส่วนแยกขวาไปรวมกับคลองเจดีย์บูชา

คลองมหาสวัสดิ์ อยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำนครชัยศรี เป็นคลองที่ขุดในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เชื่อมแม่น้ำนครชัยศรี กับคลองบางกอกน้อย ที่บริเวณวัดชัยพฤกษ์มาลา เขตตลิ่งชัน กรุงเทพมหานคร มีความยาว 30 กิโลเมตร กว้าง 20 เมตร ขนานไปกับทางรถไฟสายใต้

คลองเจดีย์บูชา อยู่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำนครชัยศรี เป็นคลองขุดในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ปากคลองอยู่เหนือตลาดท่านาเล็กน้อย ยาวประมาณ 12 กิโลเมตร จากอำเภอนครชัยศรี ถึงอำเภอเมืองนครปฐม ขนานกับทางรถไฟสายใต้ คลองบางช่วงมีลำรางอยู่ก่อนแก้ว มีคลองบางแก้วมาบรรจบช่วงใกล้ถึงองค์พระปฐมเจดีย์

คลองบางพระ อยู่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำนครชัยศรี เป็นคลองธรรมชาติ ไหลผ่านหลายตำบล เชื่อมต่อแม่น้ำแม่กลองกับแม่น้ำนครชัยศรี เดิมปากคลองบางพระจะไหลไปบรรจบแม่น้ำแม่กลอง ที่บริเวณอำเภอท่าเรือ จังหวัดกาญจนบุรี ซึ่งเป็นเส้นทางสัญจรที่สำคัญในสมัยโบราณ แต่ปัจจุบันปากคลองถูกตัดขาด และเปิดให้รับน้ำจากคลองประปาที่ไหลมาจากเขื่อนวชิราลงกรณ์

คลองพิสมัย อยู่ทางฝั่งขวาของแม่น้ำนครชัยศรี ระหว่างตำบลบางหลวง อำเภอนครชัยศรี กับอำเภอบางเลน เป็นคลองขุดยาวประมาณ 4 กิโลเมตร พระองค์เจ้าพิสมัยทรงริเริ่มให้ขุด ใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลองทวีวัฒนา หรือคลองนราภิรมย์ อยู่ฝั่งขวาของแม่น้ำนครชัยศรี ปากคลองอยู่ที่ตำบลนราภิรมย์ อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ไหลผ่านฝั่งซ้ายอำเภอบางเลน และอำเภอพุทธมณฑล จังหวัดนครปฐม กับฝั่งขวาที่อำเภอไทรน้อย อำเภอบางใหญ่ และอำเภอบางกรวย จังหวัดนนทบุรี เข้าเขตกรุงเทพมหานครที่เขตทวีวัฒนา ก่อนออกสู่คลองภาษีเจริญที่เขตหนองแขม กรุงเทพมหานคร

คลองท่าสาร-บางปลา เป็นคลองธรรมชาติ อยู่ทางฝั่งซ้ายของแม่น้ำนครชัยศรี บริเวณหน้าวัดบางปลา หมู่ที่ 6 ตำบลบางปลา อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ผ่านอำเภอดอนตูม อำเภอกำแพงแสน เข้าเขตจังหวัดกาญจนบุรี ก่อนจะออกสู่แม่น้ำแม่กลองที่อ่าวท่าสาร บริเวณบ้านท่าเรือตำบลตะคร้ำเอน อำเภอท่ามะกา จังหวัดกาญจนบุรี คาดว่ามีมาตั้งแต่สมัยทวาราวดี ชาวบ้านใช้ลำคลองเป็นเส้นทางสัญจรทางน้ำ เป็นเส้นทางการรบในอดีต และเป็นแหล่งน้ำสำหรับการดำเนินชีวิตของชาวชุมชนทั้งอุปโภค-บริโภคและประกอบอาชีพเกษตรกรรมเป็นหลักทั้งนี้ เมื่อคลองทอดผ่านหมู่บ้านใดนักเรียกชื่อตามหมู่บ้านนั้น เช่น จากอ่าวท่าสารมาเป็นคลองท่าสาร เมื่อมาถึงบ้านหมอสอเรียกว่า ลำหมอสอ ถึงบ้านห้วยปลากดเรียกว่า ห้วยปลากด ถึงบ้านรางเกตุเรียกว่า รางตาบุญ บ้านบ้านยางขาคีมเรียกว่าห้วยยาง ผ่านบ้านยางเรียกว่า คลองบ้านยาง ผ่านแหลมกระเจาเรียกว่า คลองแหลมกะเจา ผ่านลาดสะแกและบ้านเกาะแรดเรียกว่า คลองลาดสะแก

คลองบางภาษี อยู่ฝั่งขวาของแม่น้ำท่าจีน บริเวณวัดบางภาษี ตำบลคลองนกกระทุง อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ซึ่งเดิมเป็นเขตตำบลบางภาษี อำเภอบางปลา ก่อนแบ่งออกเป็นสองตำบล และเปลี่ยนจากอำเภอบางปลาเป็นอำเภอบางเลนในปัจจุบัน ก่อนจะขนานไปกับเส้นแบ่งเขตการปกครองระหว่างฝั่งซ้าย อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม กับฝั่งขวา อำเภอไทรน้อย จังหวัดนนทบุรี และอำเภอลาดบัวหลวง จังหวัดพระนครศรีอยุธยา ก่อนจะออกสู่คลองพระยาบันลือ

คลองพระพิมลราชา เป็นคลองชลประทาน อยู่ฝั่งขวาของแม่น้ำท่าจีน ปากคลองอยู่ที่ประตูน้ำพระพิมล ตำบลบางเลน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐม ผ่านคลองบางภาษี เข้าเขตจังหวัดนนทบุรีที่ตำบลขุนศรี อำเภอไทรน้อย ก่อนจะออกสู่คลองบางบัวทองที่ประตูน้ำบางบัวทอง ตำบลบางบัวทอง อำเภอบางบัวทอง จังหวัดนนทบุรี ซึ่งฝั่งขวาของคลองจะออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยา บริเวณรอยต่อระหว่างตำบลท่าอิฐและตำบลอ้อมเกร็ด อำเภอปากเกร็ด จังหวัดนนทบุรี (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3) จังหวัดสมุทรสาคร

คลองพิทยาลงกรณ์ หรือ *คลองสรรพสามิต* เป็นคลองเชื่อมกับแม่น้ำเจ้าพระยา ปากคลองจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีนที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ไหลผ่านเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ออกสู่แม่น้ำเจ้าพระยาที่อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

คลองมหาชัย หรือ *คลองสนามชัย* ปากคลองจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีนที่ตำบลมหาชัย อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ไหลผ่านเขตบางขุนเทียน ออกสู่คลองด่าน (คลองบางหลวงน้อย) ที่เขตจอมทอง กรุงเทพมหานคร เชื่อมแม่น้ำเจ้าพระยา

คลองสุนัขหอน หรือ *คลองแม่กลอง* ปากคลองจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำท่าจีนที่ตำบลท่าจีน อำเภอเมืองสมุทรสาคร จังหวัดสมุทรสาคร ไหลผ่านอำเภอบ้านแพ้ว ออกสู่แม่น้ำแม่กลองที่อำเภอเมืองสมุทรสงคราม จังหวัดสมุทรสงคราม

คลองดำเนินสะดวก ปากคลองจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันตกของแม่น้ำท่าจีนที่อำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ไหลผ่านอำเภอบ้านแพ้ว อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี ก่อนเชื่อมแม่น้ำแม่กลองที่ประตูน้ำบางนกแขวก อำเภอบางคนที จังหวัดสมุทรสงคราม

คลองภาษีเจริญ ปากคลองจะอยู่บริเวณฝั่งตะวันออกของแม่น้ำท่าจีนที่ตำบลดอนไก่ดี อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ไหลผ่านอำเภอกระทุ่มแบน เขตหนองแขม เขตบางแค เขตภาษีเจริญ ออกสู่คลองบางกอกใหญ่ และคลองบางขุนศรี ที่เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพมหานคร เชื่อมแม่น้ำเจ้าพระยา

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

1.5 ประตูระบายน้ำในแม่น้ำท่าจีน

ในระหว่างเส้นทางการไหลของแม่น้ำท่าจีน จะมีประตูระบายน้ำกั้นลำน้ำท่าจีนช่วงตอนบน 4 แห่ง (สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, 2552) คือ

ประตูระบายน้ำพลเทพ ตั้งอยู่ในอำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท กิโลเมตรที่ 318 จากปากแม่น้ำ

ประตูระบายน้ำท่าโบสถ์ ตั้งอยู่อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท กิโลเมตรที่ 290 จากปากแม่น้ำ

ประตูน้ำชลมารคพิจารณ์ หรือประตูระบายน้ำสามชุก ตั้งอยู่ในอำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี กิโลเมตรที่ 239 จากปากแม่น้ำ

ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา ตั้งอยู่ในอำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี กิโลเมตรที่ 202 จากปากแม่น้ำ

โดยประตูระบายน้ำจะทำหน้าที่เก็บกักและระบายน้ำเข้าสู่คลองชลประทานที่ครอบคลุมพื้นที่ชลประทานในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนบน และตอนกลางในเขตจังหวัดชัยนาท และจังหวัดสุพรรณบุรี โดยน้ำที่ส่งผ่านเข้าสู่คลองชลประทานในพื้นที่ดังกล่าว

1.6 การขึ้นลงของน้ำและความเค็มของแม่น้ำท่าจีน

การขึ้นลงของน้ำในช่วงตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนมีลักษณะเป็นแบบ Semidiurnal Tide คือน้ำจะขึ้นเต็มที่และลงเต็มที่วันละ 2 ครั้ง เนื่องจากอยู่ภายใต้อิทธิพลของน้ำทะเล โดยน้ำในแม่น้ำท่าจีนจะไหลขึ้นและลงตามการขึ้นลงของน้ำทะเล ทำให้น้ำในช่วงตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนมีลักษณะเป็นน้ำชะวากทะเล (Estuary) คือ เป็นน้ำกร่อย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเค็มของน้ำ (Salinity) ในแม่น้ำท่าจีน จากการสำรวจความผันแปรความเค็มของกองมาตรฐานคุณภาพสิ่งแวดล้อม พบว่า บริเวณปากแม่น้ำถึงอำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร (กิโลเมตรที่ 0-34) เป็นบริเวณที่มีความเค็มเฉลี่ยตลอดปีมากกว่า 2 ส่วนในพันส่วน (psu) แม่น้ำท่าจีนตอนล่างในช่วงที่มีน้ำน้อยมีการผสมระหว่างมวลน้ำของน้ำจืดและมลน้ำของน้ำเค็มได้ดี หรือที่เรียกว่า Well Mixed Estuary แต่ในช่วงที่มีปริมาณน้ำมากจะมีการแบ่งชั้นระหว่างมวลของน้ำจืดกับมวลของน้ำเค็มของน้ำในแม่น้ำท่าจีน โดยระบายน้ำจืดจากตอนบนลงมาควบคุมความเค็มของน้ำไม่ให้ลุกล้ำเกินกว่าบริเวณอำเภอสามพราน

1.7 สภาพภูมิอากาศ

สภาพภูมิอากาศของลุ่มน้ำท่าจีน อยู่ภายใต้อิทธิพลของลมมรสุมที่พัดผ่านประจำฤดูทำให้สามารถแบ่งฤดูกาลออกได้ 3 ฤดู คือ

ฤดูหนาว เริ่มตั้งแต่กลางเดือนตุลาคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์ซึ่งเป็นฤดูมรสุมะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณความกดอากาศสูงหรือมวลอากาศเย็นจากประเทศจีนที่มีคุณสมบัติเย็นและแห้งจะแผ่ลงมาปกคลุมประเทศไทยในช่วงนี้ แต่เนื่องจากจังหวัดชัยนาทอยู่ในภาคกลางอิทธิพลของบริเวณความกดอากาศสูงจากประเทศจีนที่แผ่ลงมาปกคลุมในช่วงฤดูหนาวจะช้ากว่าภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ทำให้มีอากาศหนาวเย็นช้ากว่าสองภาคดังกล่าวโดยเริ่มมีอากาศหนาวเย็นประมาณกลางเดือนพฤศจิกายนเป็นต้นไปซึ่งอากาศหนาวที่สุดจะอยู่ระหว่างเดือนธันวาคมและ มกราคม

ฤดูร้อน เริ่มเมื่อมรสุมตะวันออกเฉียงเหนือสิ้นสุดลงคือประมาณกลางเดือนกุมภาพันธ์ถึงกลางเดือนพฤษภาคมซึ่งเป็นช่วงว่างจากลมมรสุมลมที่พัดปกคลุมจะเปลี่ยนเป็นลมใต้หรือลมตะวันออกเฉียงใต้และจะมีหย่อมความกดอากาศต่ำเนื่องจากความร้อนปกคลุมประเทศไทยตอนบนทำให้มีอากาศร้อนอบอ้าวทั่วไปโดยมีอากาศร้อนจัดในเดือนเมษายน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ฤดูฝน เริ่มตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมถึงกลางเดือนตุลาคมเป็นช่วงที่มรสุมตะวันตกเฉียงใต้พัดปกคลุมประเทศไทยร่องความกดอากาศต่ำหรือร่องฝนที่พาดผ่านบริเวณภาคใต้ของประเทศไทยจะเลื่อนขึ้นมาพาดผ่านบริเวณภาคกลางและภาคเหนือเป็นลำดับในระยะนี้ทำให้มีฝนตกชุกขึ้นตั้งแต่กลางเดือนพฤษภาคมเป็นต้นไป เดือนกันยายน เป็นเดือนที่มีฝนตกชุกมากที่สุดในรอบปีและเป็นช่วยที่มีความชื้นสูงรายละเอียดของลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำคาบเกี่ยวดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ลักษณะภูมิอากาศในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำคาบเกี่ยว (ลุ่มน้ำเจ้าพระยา และลุ่มน้ำน้อย) ปี 2551

จังหวัด	ปริมาณน้ำฝน (มิลลิเมตร)	จำนวนวันที่ตก (วัน)	อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)		ค่าเฉลี่ยความชื้น (เปอร์เซ็นต์)	
			สูงสุด	ต่ำสุด	สูงสุด	ต่ำสุด
ชัยนาท	1456.6	112	35.9	20.5	91.10	26.80
สุพรรณบุรี	946.0	119	39.0	16.0	79.31	69.09
นครปฐม	990.7	114	38.0	11.1	95.00	43.00
สมุทรสาคร*	-	-	-	-	-	-

หมายเหตุ : * ไม่มีสถานีตรวจอากาศจังหวัดสมุทรสาคร
ที่มา : สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5 (2552)

1.8 ขอบเขตการปกครอง

จังหวัดในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำคาบเกี่ยว (คือ ลุ่มน้ำเจ้าพระยาและลุ่มน้ำน้อย) มีการแบ่งการปกครองออกเป็น 26 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอ 302 ตำบล 2,727 หมู่บ้าน ดังนี้

จังหวัดชัยนาท ประกอบด้วย 6 อำเภอ 2 กิ่งอำเภอได้แก่ อำเภอเมืองชัยนาท อำเภอมโนรมย์ อำเภอวัดสิงห์ อำเภอสรรพยา อำเภอสรรคบุรี อำเภอหันคา กิ่งอำเภอเนินขามและกิ่งอำเภอหนองมะโมง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดสุพรรณบุรี ประกอบด้วย 10 อำเภอได้แก่ อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง อำเภอด่านช้าง อำเภอเดิมบางนางบวช อำเภอบางปลาม้า อำเภอศรีประจันต์อำเภอดอนเจดีย์ อำเภอสองพี่น้อง อำเภอสามชุก และอำเภอหนองหญ้าไซ

จังหวัดนครปฐม ประกอบด้วย 7 อำเภอได้แก่ อำเภอเมืองนครปฐมอำเภอกำแพงแสน อำเภอนครชัยศรี อำเภอดอนตูม อำเภอบางเลน อำเภอสามพราน และอำเภอพุทธมณฑล

จังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วย 3 อำเภอได้แก่ อำเภอเมืองสมุทรสาคร อำเภอบ้านแพ้ว และอำเภอกระทุ่มแบน

2. ลักษณะการใช้ประโยชน์ของลุ่มน้ำท่าจีน

2.1 การแบ่งพื้นที่กิจกรรมของแม่น้ำท่าจีน

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน 4 จังหวัด (ภาพที่ 2) ประกอบไปด้วยการใช้ที่ดิน 5 ประเภทหลัก (ตารางที่ 2) มีรายละเอียดดังนี้

1) พื้นที่การเกษตร มีพื้นที่ร้อยละ 82.15 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากที่สุดในลุ่มน้ำ

2) พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ร้อยละ 9.22 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ พบมากอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง เป็นต้น

3) พื้นที่เมืองที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 5.0 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัย เมือง สถานที่ราชการ และสิ่งปลูกสร้างต่าง ๆ

4) พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ร้อยละ 1.54 ของพื้นที่ลุ่มน้ำหน่วยการใช้ที่ดินประกอบด้วย ที่ลุ่มไม้พุ่ม นาเกลือ และอื่น ๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

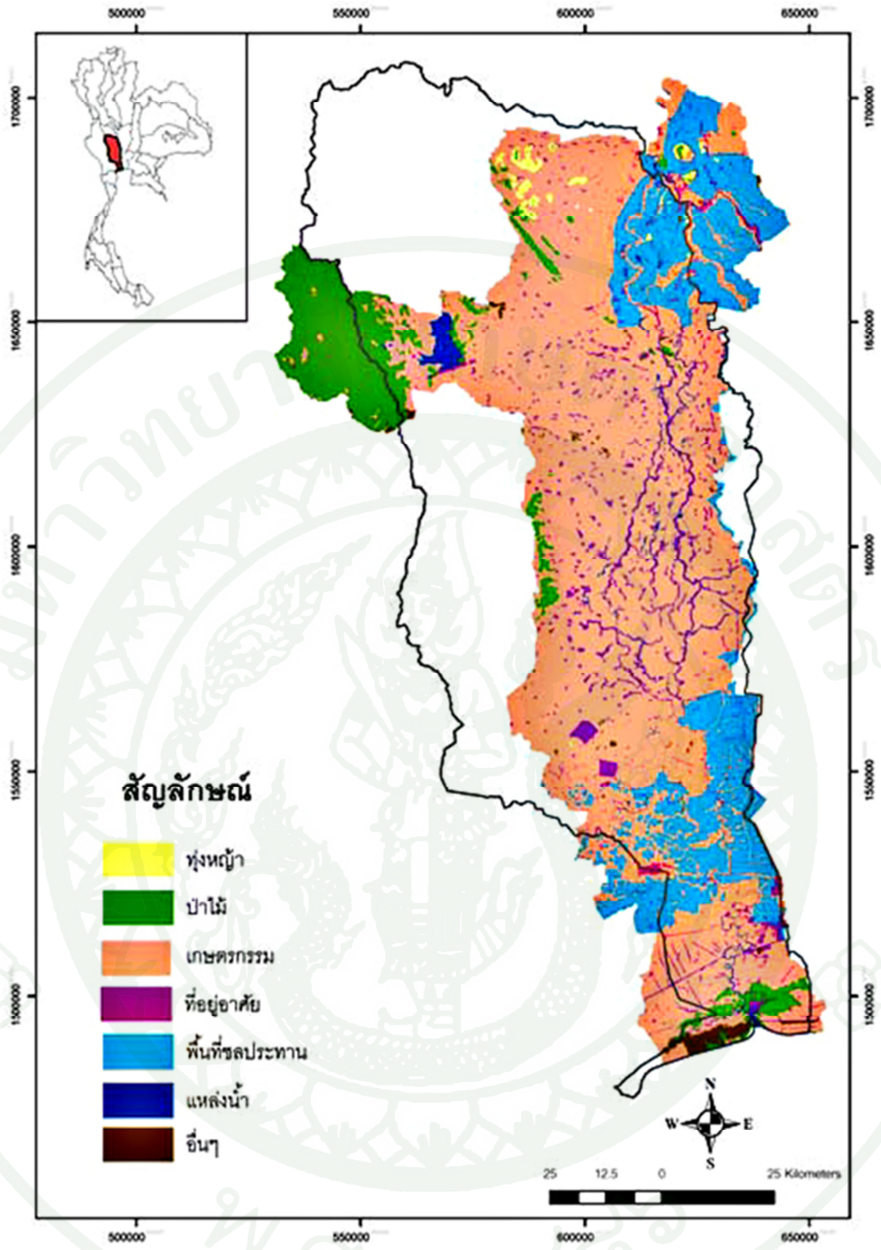
5) พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ร้อยละ 2.09 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วย พื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติและแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 2 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนทั้ง 4 จังหวัด

ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
เกษตรกรรม	5,588,200	82.15
ป่าไม้	626,610	9.22
เมือง ที่อยู่อาศัย	340,291	5.00
เบ็ดเตล็ด	109,950	1.54
แหล่งน้ำ	141,590	2.09

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 2 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน 4 จังหวัด

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.2 ลักษณะรูปแบบการใช้ที่ดินในแต่ละจังหวัด

จังหวัดชัยนาท อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 195 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 2,469.764 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,543,591ไร่ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบลุ่มประมาณร้อยละ 99.06 ของพื้นที่ทั้งหมดมีแม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน แม่น้ำน้อย ไหลผ่านพื้นที่ต่าง ๆ ทั่วทุกอำเภอ นอกจากลักษณะภูมิประเทศ เป็นพื้นที่ราบแล้วยังมีเนินเขาเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 1-3 กิโลเมตร กระจายอยู่ทั่วไปที่สำคัญ ได้แก่ เขาธรรมมามูล ซึ่งถือเป็นสัญลักษณ์สำคัญของจังหวัดชัยนาท

สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน จังหวัดชัยนาท (ภาพที่ 3) ประกอบไปด้วยการใช้ที่ดิน 5 ประเภทหลัก (ตารางที่ 3) มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 3 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดชัยนาท

ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
เกษตรกรรม	1,404,769.12
ป่าไม้	34,458.12
เมือง ที่อยู่อาศัย	39,903.03
เบ็ดเตล็ด	46,079.13
แหล่งน้ำ	40,064.91

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

1) พื้นที่การเกษตร มีพื้นที่ร้อยละ 89.745 ของพื้นที่จังหวัดซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากที่สุดในจังหวัดโดยพื้นที่การเกษตรที่มีพื้นที่มากที่สุด คือ การทำนาข้าว

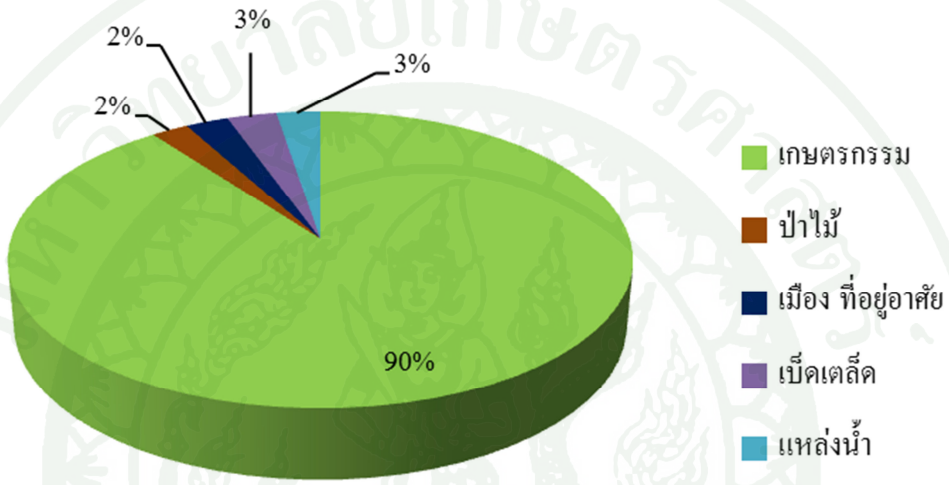
2) พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ร้อยละ 2.201 ของพื้นที่จังหวัด พบมากอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่ลุ่มน้ำ ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ ป่าดิบแล้ง เป็นต้น

3) พื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 2.549 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ เป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัย เมือง สถานที่ราชการ และสิ่งปลูกสร้างต่างๆ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ร้อยละ 2.943 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ หน่วยการใช้ที่ดินประกอบด้วยที่ลุ่ม ไม้พุ่ม ทุ่งหญ้า

5) พื้นที่แหล่งน้ำ มีพื้นที่ร้อยละ 2.559 ของพื้นที่ลุ่มน้ำ ประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น



ภาพที่ 3 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดชัยนาท

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

จังหวัดสุพรรณบุรี อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 107 กิโลเมตร มีพื้นที่ประมาณ 5,358.008 ตารางกิโลเมตร หรือ 3,348,755 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปส่วนใหญ่เป็นที่ราบ ร้อยละ 65 เป็นแนวยาวจากเหนือจรดใต้ พื้นที่เป็นที่ราบลุ่มมีน้ำท่วมขังในฤดูน้ำหลากมีแม่น้ำท่าจีน (แม่น้ำสุพรรณบุรี) ยาวประมาณ 115 กิโลเมตร ไหลผ่านในพื้นที่อำเภอเดิมบางนางบวช สามชุก ศรีประจันต์ เมืองสุพรรณบุรี บางปลาม้า และอำเภอสองพี่น้อง พื้นที่ลูกคลื่นลอนลาด ร้อยละ 20 ส่วนพื้นที่ที่เป็นภูเขาและที่สูง ร้อยละ 15 ซึ่งอยู่ทางด้านเหนือและตะวันตกของจังหวัด และมีพื้นที่ป่าไม้ 825,102 ไร่ มีป่าสงวนแห่งชาติทั้งหมด 7 แห่ง นอกจากนี้จากการที่พื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นพื้นที่การเกษตรที่สำคัญเนื่องจากเป็นพื้นที่ลุ่ม มีแหล่งน้ำตามธรรมชาติที่เอื้อให้เกิดกิจกรรมทางการเกษตร ส่งผลให้จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนจังหวัดสุพรรณบุรี (ภาพที่4) ประกอบด้วยการใช้ที่ดิน 5 ประเภทหลัก (ตารางที่ 4) มีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 4 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
เกษตรกรรม	2,571,600.41
ป่าไม้	521,666.92
เมือง ที่อยู่อาศัย	197,151.87
เบ็ดเตล็ด	13,010.72
แหล่งน้ำ	73,839.72

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

1) พื้นที่การเกษตร มีพื้นที่ร้อยละ 76.145 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากที่สุดในลุ่มน้ำ โดยพื้นที่การเกษตรที่มีพื้นที่มากที่สุด คือ การทำนาข้าวรองลงมา คือ อ้อยและมันสำปะหลัง

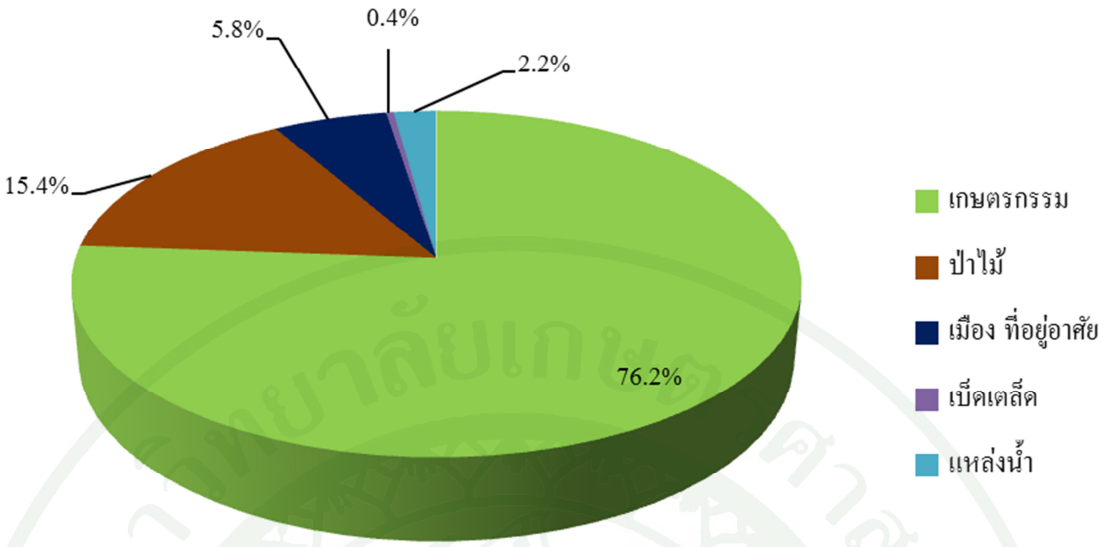
2) พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ร้อยละ 15.446 ของพื้นที่จังหวัดพบมากอยู่บริเวณด้านทิศตะวันตกของพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนใหญ่เป็นป่าเบญจพรรณ

3) พื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 5.837 ของพื้นที่จังหวัด เป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัย เมืองและย่านการค้า สถานที่ราชการ และสิ่งปลูกสร้างต่างๆ

4) พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ร้อยละ 0.384 ของพื้นที่จังหวัด หน่วยการใช้ที่ดินประกอบด้วยพื้นที่ลุ่ม ที่หินโผล่ บ่อลูกรัง

5) พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ร้อยละ 2.186 ของพื้นที่จังหวัดประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 4 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

จังหวัดนครปฐม ตั้งอยู่บริเวณที่ราบลุ่มภาคกลาง อยู่ห่างจากกรุงเทพมหานคร 56 กิโลเมตร มีพื้นที่ 2,168.3 ตารางกิโลเมตร หรือ 1,355,187.5 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไป พื้นที่ส่วนใหญ่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม ทำนาได้เพียงบางส่วน และมีแหล่งน้ำกระจายเป็นแห่ง ๆ สำหรับพื้นที่ด้านตะวันออกและด้านใต้เป็นที่ราบลุ่มริมฝั่งแม่น้ำท่าจีน มีคลองธรรมชาติและคลองซอยที่ขุดขึ้นจำนวนมาก จากการที่จังหวัดนครปฐมเป็นพื้นที่การเกษตรที่สำคัญจึงมีกิจกรรมทางการเกษตรที่หลากหลาย เช่น การปลูกข้าว การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ฟาร์มสุกร สวนผลไม้ ส่งผลให้เกิดการระบายของเสียจากการเกษตรลงสู่แหล่งน้ำ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ของเสียจากฟาร์มสุกรซึ่งเป็นต้นเหตุสำคัญของการเปลี่ยนแปลงคุณภาพน้ำ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่จังหวัดนครปฐม (ภาพที่ 5) ประกอบไปด้วยการใช้ที่ดิน 4 ประเภทหลัก (ตารางที่ 5)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 5 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)
เกษตรกรรม	1,254,709.440
เมือง ที่อยู่อาศัย	62,102.690
เบ็ดเตล็ด	8,991,950
แหล่งน้ำ	14,843.110

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

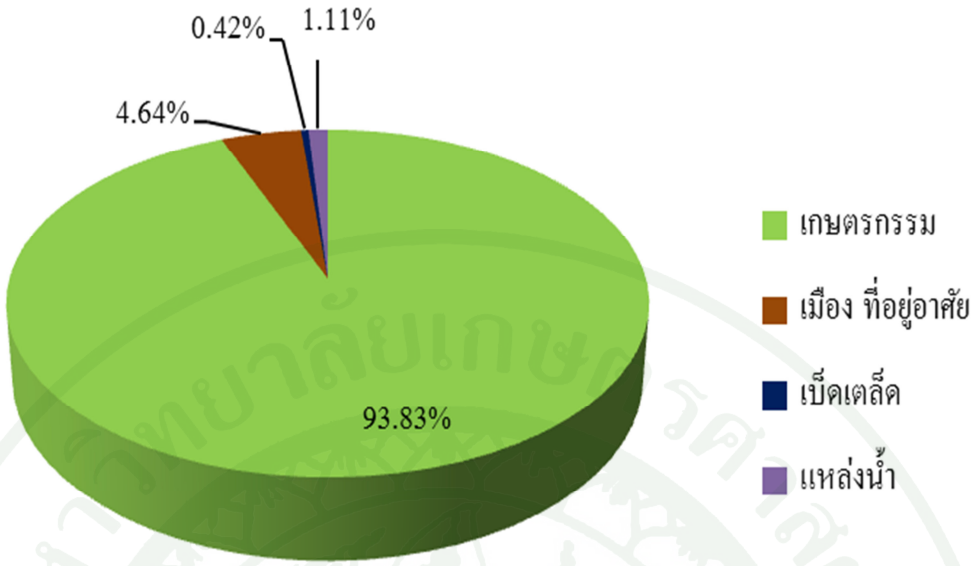
1) พื้นที่การเกษตร มีพื้นที่ร้อยละ 93.825 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากที่สุดโดยพื้นที่การเกษตรที่มีพื้นที่มากที่สุด คือ การทำนาข้าว รองลงมา คือ ไม้ผล

2) พื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 4.643 ของพื้นที่จังหวัด เป็นที่ตั้ง ของที่อยู่อาศัย เมือง สถานที่ราชการ และโรงานอุตสาหกรรม

3) พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ร้อยละ 0.420 ของพื้นที่จังหวัดหน่วยการใช้ที่ดินประกอบด้วยทุ่งหญ้า ที่ลุ่ม ไม้พุ่ม เป็นต้น

4) พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ร้อยละ 1.109 ของพื้นที่ลุ่มน้ำประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 5 สัดส่วนการใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

จังหวัดสมุทรสาคร ตั้งอยู่ในภาคกลางตอนล่าง ห่างจากกรุงเทพฯ 30 กิโลเมตร มีพื้นที่ 872.347 ตารางกิโลเมตร หรือ 545,217 ไร่ ลักษณะภูมิประเทศโดยทั่วไปเป็นที่ราบลุ่มน้ำท่วมถึง มีชายฝั่งทะเลยาวประมาณ 41 กิโลเมตร มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ตอนกลางของพื้นที่ สภาพพื้นที่ตอนล่างของจังหวัดเป็นดินเหนียว มีความเค็มจัด เหมาะสำหรับการทำนาเกลือ และเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำชายฝั่ง พื้นที่ตอนบนมีสภาพเป็นดินเหนียว มีดินร่วนปน เหมาะสำหรับเป็นพื้นที่ การเกษตร ปลูกพืชผัก ผลไม้ และไม้ดอก อย่างไรก็ตาม จากการที่จังหวัดสมุทรสาครตั้งอยู่ในพื้นที่ท้ายน้ำทำให้เป็นพื้นที่รองรับน้ำเสียจากพื้นที่ต้นน้ำส่งผลให้คุณภาพน้ำมีความเสื่อมโทรม เช่นเดียวกับพื้นที่ป่าชายเลนของจังหวัดสมุทรสาครในหลายพื้นที่มีความเสื่อมโทรม อันเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงการใช้ประโยชน์ที่ดินทำให้เกิดปัญหาการกัดเซาะชายฝั่ง ในหลายพื้นที่มีความรุนแรงในระดับวิกฤติ สภาพการใช้ประโยชน์ที่ดินปัจจุบันของพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนจังหวัดสมุทรสาคร (ภาที่ 6) ประกอบไปด้วยการใช้ที่ดิน 5 ประเภทหลัก (ตารางที่ 6) มีรายละเอียดดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 6 การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

ประเภทพื้นที่การใช้ประโยชน์ที่ดิน	พื้นที่ (ไร่)	ร้อยละ (เปอร์เซ็นต์)
เกษตรกรรม	365,105.620	68.72
ป่าไม้	70,483.790	13.26
เมือง ที่อยู่อาศัย	43,630.500	8.21
เบ็ดเตล็ด	39,221.480	7.38
แหล่งน้ำ	12,845.02	2.41

ที่มา:สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

1) พื้นที่การเกษตรมีพื้นที่ร้อยละ 68.721 ของพื้นที่จังหวัด ซึ่งเป็นประเภทการใช้ที่ดินที่มีมากที่สุดในจังหวัดโดยเป็นพื้นที่นาข้าวมากที่สุด

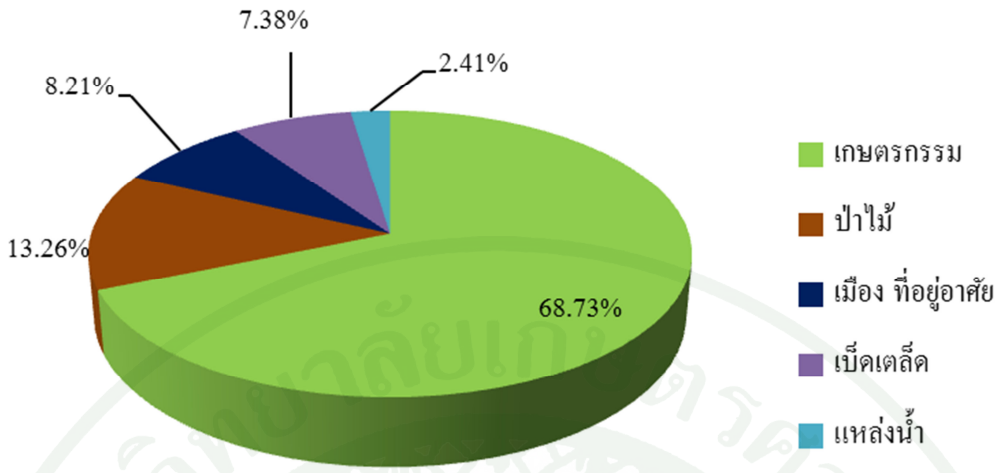
2) พื้นที่ป่าไม้ มีพื้นที่ร้อยละ 13.266 ของพื้นที่จังหวัด ส่วนใหญ่เป็นป่าพื้นที่ป่าชายเลน

3) พื้นที่เมือง ที่อยู่อาศัยและสิ่งปลูกสร้าง มีพื้นที่ร้อยละ 8.212 ของพื้นที่จังหวัดเป็นที่ตั้งของที่อยู่อาศัย เมือง สถานที่ราชการ โรงานอุตสาหกรรมและสิ่งปลูกสร้างต่างๆ

4) พื้นที่เบ็ดเตล็ด มีพื้นที่ร้อยละ 7.382 ของพื้นที่จังหวัด หน่วยการใช้ที่ดินประกอบด้วยพื้นที่ลุ่ม นาเกลือ และอื่นๆ

5) พื้นที่แหล่งน้ำมีพื้นที่ร้อยละ 2.417 ของพื้นที่จังหวัดประกอบด้วยพื้นที่แหล่งน้ำธรรมชาติ และแหล่งน้ำที่สร้างขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 6 แผนที่การใช้ประโยชน์ที่ดินในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

ที่มา: สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม (2552)

2.3 สภาพทางเศรษฐกิจและสังคม

จังหวัดชัยนาท พื้นที่ส่วนใหญ่ของจังหวัดชัยนาท เป็นที่ราบลุ่มแม่น้ำมีแม่น้ำสำคัญไหลผ่าน 3 สาย คือ แม่น้ำเจ้าพระยา แม่น้ำท่าจีน และแม่น้ำน้อย จึงเหมาะสำหรับการประกอบอาชีพทางด้านการเกษตร ดังนั้น ประชากรส่วนใหญ่ประมาณร้อยละ 80 จึงประกอบอาชีพทางด้านการเกษตรกรรม รองลงมา ได้แก่ ด้านการพาณิชย์ ประมาณร้อยละ 6 ด้านการอุตสาหกรรมและการหัตถกรรมประมาณร้อยละ 3

จังหวัดสุพรรณบุรี ประชากรส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งกระจายอยู่ทั่วไปในทุกอำเภอ รองลงมา คือ อาชีพค้าขาย อาชีพรับราชการ พนักงานและรับจ้างทั่วไป ตามลำดับ พืชเศรษฐกิจที่สำคัญของจังหวัดได้แก่ ข้าว อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ และสินค้าทางด้านการเกษตรอีกหลายชนิด นอกจากนี้ยังมีสัตว์เศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ สุกร โค กระบือ ไก่เป็ด กุ้งและปลาน้ำจืด

จังหวัดนครปฐม การเกษตรกรรม เป็นสาขาการผลิตที่สำคัญของจังหวัดนครปฐม อาชีพเกษตรกรรมที่สำคัญ ได้แก่ การทำนา ทำไร่ ทำสวนผลไม้ และการเลี้ยงสัตว์ นอกจากนี้อาชีพการประมงยังเป็นอีกอาชีพหนึ่งที่สำคัญโดยเป็นการทำประมงน้ำจืดเป็นส่วนใหญ่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดสมุทรสาคร เป็นพื้นที่ท้ายน้ำของลุ่มน้ำท่าจีน พื้นที่ตอนล่างของจังหวัดติดทะเลอ่าวไทย จึงได้รับอิทธิพลจากลมมรสุมตะวันตกเฉียงใต้ ทำให้มีภูมิอากาศที่ไม่ร้อนมากนักและมีความชุ่มชื้น เนื่องจากมีฝนตกตามฤดูกาล และไม่มีภัยธรรมชาติที่รุนแรงประกอบกับสภาพพื้นที่เป็นพื้นที่ราบลุ่ม มีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านตอนกลางพื้นที่ มีโครงข่ายแม่น้ำลำคลองที่เชื่อมโยงถึงกันกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ มีระบบชลประทานที่ดี ดังมีความอุดมสมบูรณ์ของดินทำให้พื้นที่ในเขตอำเภอบ้านแพ้ว และพื้นที่บางส่วนของอำเภอเมืองสมุทรสาคร และอำเภอกระทุ่มแบนมีความเหมาะสมต่อการทำการเกษตรกรรม และเป็นแหล่งปลูกไม้ผลและพืชผักนานาชนิด ส่วนการปลูกข้าวจะมีทั้งนาปี และนาปรังหมุนเวียนกันไป รวมทั้งมีการปลูกไม้ดอกไม้ประดับโดยเฉพาะกล้วยไม้ ส่วนใหญ่เป็นกล้วยไม้ตัดดอก

2.4 สถานการณ์สิ่งแวดล้อมในภาคการเกษตร

จากสภาพภูมิประเทศของพื้นที่ 4 จังหวัด ที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านมีพื้นที่สูงบริเวณต้นน้ำและพื้นที่ตอนบนที่ราบลุ่มมีแม่น้ำท่าจีนไหลผ่านตอนกลางพื้นที่จังหวัดตลอดแนวลงสู่อ่าวไทย มีโครงข่ายแม่น้ำลำคลองที่เชื่อมโยงถึงกันกระจายอยู่ทั่วพื้นที่ มีระบบชลประทานที่ดีรวมทั้งความอุดมสมบูรณ์ของดินและแหล่งน้ำจึงเหมาะกับการทำการเกษตร ทั้งการทำนาข้าว ทำสวน ทำไร่ ปศุสัตว์ และการทำประมง พืชเศรษฐกิจที่สำคัญได้แก่ ข้าว อ้อยโรงงาน ผลไม้ที่มีชื่อเสียงเช่น ส้มโอ มะพร้าวน้ำหอม ในขณะเดียวกันพื้นที่การเกษตรเหล่านี้ก็เป็นพื้นที่อาศัยของสัตว์ต่าง ๆ อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนมีความเข้มข้นและต่อเนื่องของกิจกรรมที่เกิดขึ้นในรอบปีโดยมีรูปแบบของกิจกรรมการปลูกพืชทั้งในเขตชลประทานและนอกเขตชลประทานทั้งพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนบน ตอนกลาง ตอนล่าง เป็นกิจกรรมทางการเกษตรที่มีการใช้สารเคมีการเกษตรเป็นปริมาณมากและต่อเนื่อง ทำให้เกิดปัญหาการปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม และเกิดผลกระทบตามมา

2.5 รูปแบบการปลูกพืชในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

จากการศึกษาของกรมชลประทาน (2551) ถึงพื้นที่เกษตรในลุ่มน้ำท่าจีนตอนบนในเขตชลประทานซึ่งครอบคลุมพื้นที่ โครงการส่งน้ำท่าโบสถ์ โครงการบรมธาตุ โครงการกระเสียว โครงการชันสูตร โครงการดอนเจดีย์ โครงการสามชุก และพื้นที่เกษตรนอกเขตชลประทานพบว่ากิจกรรมการปลูกข้าวมีความสำคัญสูงสุด รองลงมา คือ อ้อยโรงงาน สำหรับพื้นที่นอกเขต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชลประทานรูปแบบการปลูกพืชจะเป็นการปลูกพืชไร่ เช่น อ้อยโรงงาน มันสำปะหลัง ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์สับปะรด

ในส่วนของการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลางในเขตพื้นที่ชลประทาน โครงการส่งน้ำชันสูตร โครงการส่งน้ำดอนเจดีย์ โครงการส่งน้ำสามชุก โครงการพระยาบันลือ โครงการโพธิ์พระยา โครงการเจ้าเจ็ดบางยี่หน โครงการสองพี่น้อง โครงการพนมทวน โครงการพระพิมล และพื้นที่การเกษตรนอกเขตชลประทาน มีกิจกรรมการเกษตรที่สำคัญ คือ การปลูกข้าว รองลงมา คืออ้อยโรงงาน การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ (กุ้งก้ามกราม) การปลูกไม้ผล การปลูกผัก อย่างไรก็ตาม กิจกรรมการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ โดยเฉพาะกุ้งขาวพบมากบริเวณ อ.บางเลน อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี และบริเวณใกล้เคียง โดยมีอัตราการขยายตัวสูงมาก เนื่องจากมีผลตอบแทนที่สูงทำให้มีการเลี้ยงปีละ 3 รุ่น นอกจากนี้ การปลูกไม้ผล เช่น มะม่วง ปลูกผัก เช่น พริก ถั่วฝักยาว มีการปลูกในหลายพื้นที่โดยปลูกกันปี 5-6 ครั้ง ต่อปี

สำหรับการเกษตรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนตอนล่างในเขตชลประทานโครงการส่งน้านครชุม โครงการนครปฐม โครงการพระพิมลและพื้นที่เกษตรนอกเขตชลประทานมีลักษณะที่สำคัญ คือ มีความหลากหลายของกิจกรรมโดยเป็นการเกษตรในเชิงการค้าและเป็นรูปแบบการเกษตรเชิงประณีต กิจกรรมการเกษตรมีการใช้สารเคมีทางการเกษตรสูงและมีการนำเทคโนโลยีใหม่มาใช้เพื่อเพิ่มผลผลิต โดยการปลูกข้าวยังคงทำการปลูกปีละ 3 ครั้ง นอกจากนี้ยังมีการปลูกไม้ดอก ไม้ประดับในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครโดยเฉพาะในพื้นที่ อ.บ้านแพ้ว อ. กระทุ่มแบน

2.6 กิจกรรมทางการเกษตรที่สำคัญในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

การปลูกข้าว พื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนนับเป็นแหล่งผลิตข้าวที่สำคัญแหล่งหนึ่งของประเทศไทย พื้นที่ลุ่มเกษตรกรสามารถปลูกได้ทั้งข้าวนาปีและข้าวนาปรัง การปลูกข้าวนาปี อาศัยน้ำฝนตามธรรมชาติและน้ำชลประทาน ส่วนนาปรังเกษตรกรจะอาศัยน้ำจากแหล่งน้ำชลประทานและแหล่งน้ำอื่น ๆ จึงทำให้เกษตรกรบางส่วนสามารถปลูกข้าวได้ 2-3 ครั้งต่อปี เกษตรกรในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน มักจะปลูกข้าวโดยการหว่าน ส่วนใหญ่หว่านน้ำตม หากแบ่งเป็นทำตามฤดูกาลแล้วสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2.6.1 การทำนาปี หรือนาน้ำฝน คือ การทำนาที่ต้องอาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติเป็นหลัก สำหรับในเขตชลประทานจะได้รับน้ำชลประทานบางส่วนถ้าเกิดสภาวะฝนทิ้งช่วง โดยทั่วไปจะเริ่มตั้งแต่เดือนพฤษภาคม – มิถุนายน หากปีใดฝนมาเร็วก็จะเริ่มทำนาเร็ว หากปีใดฝนแล้งก็จะทำให้ไม่สามารถทำนาได้หรือทำได้แต่เสียหายมาก หรือหากปีใดน้ำมากเกินไปข้าวก็จะเสียหาย หรือไม่ได้เกี่ยว (กรมชลประทาน, 2551)

2.6.2 การทำนาปรัง หรือนาครั้งที่สอง หรือนานอกฤดู หรือนาน้ำตม คือ การทำนาที่ไม่ได้อาศัยน้ำฝนจากธรรมชาติเป็นหลัก แต่อาศัยน้ำจากลำห้วย หนอง คลองบึง น้ำใต้ดิน หรือน้ำจากคลองชลประทาน (กรมชลประทาน, 2551)

การทำนาในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน โดยเฉพาะในเขตพื้นที่ชลประทานแทบจะไม่มีฤดูและเวลาที่แน่นอน เพราะจะมีการทำนาต่อเนื่อง และหมุนเวียนกันโดยตลอด จะพบว่ามีการทำนาทุกระยะตั้งแต่การเตรียมดินถึงการเก็บเกี่ยว อย่างไรก็ตาม ปัญหาด้านทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวเนื่องกับการทำนาข้าว ประกอบด้วย

1) ปัญหาการแพร่ระบาดของศัตรูข้าว-การทำนาข้าวตลอดปีโดยไม่มีการพักดิน หรือพืชหมุนเวียน จะทำให้เกิดแมลงศัตรูพืชระบาทรุนแรง เช่น หอยเชอรี่ เพลี้ยกระโดด หนอนกอ ซึ่งจะทำให้ผลผลิตเสียหายรุนแรง

2) ปัญหาดินเสื่อม การปลูกข้าวเป็นระยะเวลานานและมีการใช้ปุ๋ยเคมีจำนวนมากทำให้ขาดอินทรียวัตถุ ส่งผลทำให้คุณภาพดินเสื่อมโทรมลง

3) ปัญหาจากการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในเขตที่ราบลุ่มภาคกลางมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญได้แก่ สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช และสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงรวมทั้งสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช เช่น เอ็นโดซัลแฟน ที่ใช้กำจัดหอยเชอรี่ ตลอดจนการใช้ปุ๋ยเคมีทำให้มีสารเคมีการเกษตรปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำธรรมชาติ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

3.1) ปัญหาคุณภาพข้าว ข้าวในเขตที่ราบลุ่มภาคกลาง ส่วนใหญ่เป็นพันธุ์ลูกผสมของกรมวิชาการเกษตร แม้ว่าจะให้ผลผลิตสูงแต่มีคุณภาพต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวหอมมะลิ ทำให้ราคาถูก บางครั้งทำให้เกษตรกรเกิดการขาดทุน ถ้ามีการระบาดของโรคและแมลงหรือภัยแล้งหรือน้ำท่วม

3.2) ปัญหาการจัดการฟางข้าวเนื่องจากพื้นที่ราบลุ่มภาคกลางมีการปลูกข้าวตลอดปี ฟางข้าวจะถูกทิ้งในนา หรือถูกเผาทิ้งทำให้เกิดมลพิษทางอากาศและฟางข้าวที่ถูกน้ำท่วมขังทำให้น้ำเน่า เมื่อระบายน้ำสู่คูคลองและแม่น้ำจะทำให้น้ำเน่าเสีย (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

นาข้าวจึงเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษประเภทไม่มีแหล่งกำเนิดที่แน่นอน (Non-Point Source) ขนาดใหญ่ เนื่องจากมีการทำนาทั้งปีไม่มีฤดูกาล จึงทำให้มีการปนเปื้อนของสารเคมีกำจัดวัชพืช และแมลงอย่างต่อเนื่องดังนี้

- แบบก่อนปลูกข้าว คือ การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืช ฆ่าวัชพืชแล้วจึงทำการปลูกข้าว สารกำจัดวัชพืชที่ใช้แบบนี้ต้องไม่มีฤทธิ์ตกค้างและอันตรายต่อต้นข้าว
- แบบหลังปลูกข้าวทันที คือใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชหลังจากหยอดหรือหว่านเมล็ดข้าวแล้วคราดกลบ ส่วนวัชพืชนั้นส่วนมากจะยังไม่งอกแต่อาจจะงอกก็ได้ แบบนี้นิยมใช้ในข้าวไร่และนาหว่านข้าวแห้งที่มีการเตรียมแปลงโดยการย่อยดินให้มีก้อนขนาดเล็ก
- แบบหลังจากข้าวงอกหรือปักดำ คือการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชหลังจากหว่านข้าวงอกในช่วงต่าง ๆ กัน 4-5, 8-10 และ 15-20 วัน ส่วนวิธีการปักดำใช้สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชหลังปักดำ 5-10 หรือ 15-20 วัน

โดยวัชพืชที่พบได้แก่ หญ้าข้าวนก หญ้านกสีชมพู ผักปอดนา กกสามเหลี่ยม และแห้วหมู แมลงศัตรูข้าวที่สำคัญได้แก่ เพลี้ยกระโดด หนอนม้วนใบ หนอนกอ และเพลี้ยไฟ โรคพืชที่สำคัญได้แก่ โรคไหม้ กาบใบแห้ง และใบจุดสีน้ำตาล สัตว์ศัตรูข้าวที่สำคัญได้แก่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

หอยเชอรี่ และหนู เกษตรกรส่วนใหญ่จะควบคุมศัตรูพืชด้วยวิธีใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเป็นหลัก

ในการทำนาข้าวเกษตรกรส่วนใหญ่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ดังนั้น สารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่สะสมในดินนาสามารถแพร่กระจายของไปสู่สิ่งแวดล้อมได้ 4 ทางคือ (1) ถูกชะล้างโดยน้ำลงสู่พื้นดินชั้นล่างและซึมผ่านชั้นดินลงสู่น้ำใต้ดิน (2) ถูกชะล้างจากน้ำผิวดินลงสู่แม่น้ำและคูคลองเชื่อมต่อ (3) ถูกถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหารเข้าสู่สิ่งมีชีวิตต่างๆ และ (4) ระเหยจากดินสู่บรรยากาศในช่วงฤดูแล้ง (กรมควบคุมมลพิษ, 2548) ดินและน้ำจึงเป็นแหล่งรองรับผลตกค้างของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยตรง โอกาสที่สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชจะสะสมในดินและน้ำจึงมีมากยิ่งขึ้น สำหรับสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในดิน อาจมีการเปลี่ยนแปลงไปในหลายลักษณะ ได้แก่การสลายตัวโดยปฏิกิริยาทางเคมี การสลายตัวโดยแสง การสลายตัวโดยถูกจุลินทรีย์ย่อยสลาย การระเหยจากดินสู่บรรยากาศ การเคลื่อนย้ายจากดินลงสู่แหล่งน้ำ การเคลื่อนย้ายเข้าสู่สิ่งมีชีวิต (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

2.7 การปล่อยน้ำเสียจากพื้นที่นาข้าวในเขตพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

ปัญหามลพิษทางน้ำจากการเพาะปลูกที่ก่อให้เกิดผลกระทบต่อแหล่งน้ำมากที่สุดเกิดจากการทำนา ทั้งนี้การแพร่กระจายของสารมลพิษจะเกิดมากในช่วงที่ต้องมีการระบายน้ำออกจากแปลงนาภายหลังการปลูกข้าวและก่อนการเก็บเกี่ยว หรือจากการที่น้ำฝนชะพื้นที่ โดยในช่วงที่ผ่านมามีการติดตามสถานการณ์ปัญหาน้ำเสียจากนาข้าวอย่างต่อเนื่อง เช่น กรมควบคุมมลพิษ (2542) ***ได้ศึกษาน้ำเสียในนาข้าวในเขตอำเภอบางปลาม้า สองพี่น้อง และบางเลน ซึ่งเป็นพื้นที่ทำนาในลุ่มน้ำท่าจีนตอนกลาง*** มีการทำนาตลอดปี พื้นที่ทำนาปรังมากกว่านาปีเพราะเป็นพื้นที่ลุ่มต่ำโดยมีพื้นที่นาปีทั้งหมด 348,410 ไร่ และพื้นที่นาปรัง 488,220 ไร่ พบว่าปริมาณน้ำเสียจากนาข้าวโดยเฉลี่ยประมาณ 2.67 ลูกบาศก์เมตร/ไร่/วัน โดยในเขตอำเภอบางปลาม้า สองพี่น้องและบางเลนจะมีน้ำเสียจากนาข้าวในช่วงฤดูฝนซึ่งมีการทำนาปีเฉลี่ยประมาณ 930,255 ลูกบาศก์เมตร/วัน นาข้าวบริเวณนี้ใช้ปุ๋ยเคมีมากกว่าปกติโดยใช้ในอัตรา 50-100 กิโลกรัม/ไร่ จากการตรวจวัดปริมาณธาตุอาหารพืชจากน้ำในนาข้าวพบว่า มีปริมาณไนเตรทเฉลี่ยประมาณ 0.8-1.2 มิลลิกรัม/ลิตร และปริมาณฟอสเฟตเฉลี่ยประมาณ 6.8-9.6 มิลลิกรัม/ลิตร ดังนั้น ในช่วงฤดูฝนจะมีฟอสเฟตจากนาข้าวลงสู่แหล่งน้ำประมาณ 6,326-8,931 กิโลกรัม/วัน (18.16-25.63 กรัม/ไร่/วัน) และมีไนเตรทลงสู่แหล่งน้ำประมาณ 1,043-1,564 กิโลกรัม/วัน (2.14-3.20 กรัม/ไร่/วัน) ส่วนปริมาณสารอินทรีย์ใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้าวเกิดจากการเน่าเสียของฟางข้าวประมาณ 480,805-651,526 ตัน (น้ำหนักแห้ง หรือคิดจาก 1.38-1.87 ตัน น้ำหนักแห้ง/ไร่)

นอกจากนี้ ข้อมูลล่าสุดของกรมควบคุมมลพิษ (2552) ที่เก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณน้ำเสียที่เกิดขึ้นจากนาข้าวทั้ง ข้าวนาปรัง และนาปี รวมทั้งปริมาณความสกปรกที่เกิดขึ้นในรอบ 10 ปี (พ.ศ. 2540-2550) ในพื้นที่จังหวัดชัยนาท (ตารางที่ 7) สุพรรณบุรี (ตารางที่ 8) นครปฐม (ตารางที่ 9) และสมุทรสาคร (ตารางที่ 10) พบว่า ปริมาณความสกปรกจากนาข้าวในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี มีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยในปี 2540 มีปริมาณความสกปรกจากนาข้าวรวม 2,632 ตันบีโอดี/ปี และเพิ่มขึ้นเป็น 3,319 ตันบีโอดี/ปี ในปี 2550

ตารางที่ 7 ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขต จังหวัดชัยนาท ลงสู่แม่น้ำท่าจีน

ปี พ.ศ.	นาข้าว (ไร่)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ไร่/รอบการปลูก)	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง
2540	936,533	501,894	449,535,840	240,909,120
2541	887,435	463,592	425,968,800	222,524,160
2542	831,979	369,459	399,349,920	177,340,320
2543	866,591	392,796	415,963,680	188,542,080
2544	906,599	470,669	435,167,520	225,921,120
2545	905,314	589,055	434,550,720	282,746,400
2546	899,591	619,937	431,803,680	297,569,760
2547	904,178	592,597	434,005,440	284,446,560
2548	897,595	555,658	430,845,600	266,715,840
2549	899,672	613,265	431,842,560	294,367,200
2550	862,903	603,321	414,193,440	289,738,080

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 8 ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขต จังหวัดสุพรรณบุรีลงสู่แม่น้ำท่าจีน

ปี พ.ศ.	นาข้าว (ไร่)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ไร่/รอบการปลูก)	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง
2540	893,863	819,898	429,054,240	393,551,040
2541	1,001,681	857,271	480,806,880	411,490,080
2542	978,112	913,235	469,493,760	438,352,800
2543	1,076,423	902,910	516,683,040	433,396,800
2544	1,020,434	928,500	489,808,320	445,680,000
2545	1,042,668	969,829	500,480,640	465,517,920
2546	1,063,905	1,016,178	510,674,400	487,765,440
2547	1,065,926	1,121,183	511,644,480	538,167,840
2548	1,068,914	1,151,990	513,078,720	552,955,200
2549	1,073,679	1,172,252	515,365,920	562,680,960
2550	1,060,252	1,100,375	508,920,960	528,180,000

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 9 ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขต จังหวัดนครปฐม ลงสู่แม่น้ำท่าจีน

ปี พ.ศ.	นาข้าว (ไร่)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ไร่/รอบการปลูก)	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง
2540	310,519	279,251	149,049,120	134,040,480
2541	305,845	287,919	146,805,600	138,201,120
2542	381,230	307,946	182,990,400	147,814,080
2543	319,964	295,018	153,582,720	141,608,640
2544	363,036	293,259	174,257,280	140,764,320
2545	352,998	293,832	169,439,040	141,039,360
2546	349,795	292,728	167,901,600	140,509,440
2547	357,334	372,261	171,520,320	178,685,280
2548	359,355	352,130	172,490,400	169,022,400
2549	361,212	379,413	173,381,760	182,118,240
2550	355,058	354,906	170,427,840	170,354,880

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 10 ปริมาณน้ำทิ้งจากกิจกรรมการปลูกข้าวในพื้นที่เขตจังหวัดสมุทรสาครลงสู่แม่น้ำท่าจีน

ปี พ.ศ.	นาข้าว (ไร่)		ปริมาณน้ำเสีย (ลบ.ม./ไร่/รอบการปลูก)	
	นาปี	นาปรัง	นาปี	นาปรัง
2540	36,013	13,870	17,286,240	6,657,600
2541	43,399	10,650	20,831,520	5,112,000
2542	38,635	11,300	18,544,800	5,424,000
2543	33,310	11,633	15,988,800	5,583,840
2544	26,767	10,973	12,848,160	5,267,040
2545	15,742	10,883	7,556,160	5,223,840
2546	16,297	11,087	7,822,560	5,321,760
2547	19,507	12,180	9,363,360	5,846,400
2548	19,308	8,804	9,267,840	4,225,920
2549	20,281	10,895	9,734,880	5,229,600
2550	18,083	7,075	8,679,840	3,396,000

ที่มา: กรมควบคุมมลพิษ (2552)

3. แหล่งกำเนิดสารมลพิษที่ระบายลงสู่แม่น้ำท่าจีน

1) พื้นที่ตอนบน ตั้งแต่ประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 202) ถึงต้นแม่น้ำที่อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท (กิโลเมตรที่ 325) ปัญหามลพิษเกิดขึ้นน้อย มีแหล่งกำเนิดสารมลพิษมากจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่เข้าแม่น้ำท่าจีนโดยตรง โดยมีการปนเปื้อนของสารมลพิษจากพื้นที่การเกษตรของลุ่มน้ำเจ้าพระยาตอนบนส่วนแหล่งกำเนิดสารมลพิษโดยรอบแม่น้ำท่าจีน ส่วนใหญ่มาจากน้ำทิ้งของชุมชนริมสองฝั่งแม่น้ำและโรงงานน้ำตาลบางแห่ง นอกจากนี้พื้นที่ตอนบนมีการระบายน้ำจากพื้นที่การเกษตร ผ่านคลองชลประทาน ผ่านประตูระบายน้ำ และระบายน้ำผ่านคลองธรรมชาติไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีนตอนกลางต่อไป (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

2) พื้นที่ตอนกลาง ตั้งแต่หน้าที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม (กิโลเมตรที่ 82) ถึงประตูระบายน้ำโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี (กิโลเมตรที่ 202) มีคลองจำนวนมากที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำท่าจีนทั้งสองฝั่งของแม่น้ำ และมีประตูปิดกั้น คลองเหล่านี้จะรับน้ำที่ระบายออกจากพื้นที่การเกษตรจากตอนบนและตอนกลาง ตลอดจนรับน้ำทิ้งจากบ่อเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ฟาร์มสุกร ดังนั้นทำให้ในคลองจะมีปริมาณ BOD เพิ่มขึ้น และมีค่า DO ลดลง มีการสะสมของสารพิษจากสารอินทรีย์และอนินทรีย์ทางการเกษตร นอกจากนี้ยังพบสารเคมีที่ใช้ในการกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นปัญหามลพิษในแม่น้ำท่าจีนของพื้นที่ลุ่มน้ำตอนกลางจึงมีแหล่งกำเนิดจากพื้นที่การเกษตร โรงงานอุตสาหกรรม และชุมชนริมน้ำเป็นหลัก

3) พื้นที่ตอนล่าง ตั้งแต่อำเภอเมืองจังหวัดสมุทรสาคร (กิโลเมตรที่ 0) ถึงที่ว่าการอำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม (กิโลเมตรที่ 82) เป็นแหล่งรองรับน้ำจากพื้นที่ทำการเกษตรและสารพิษต่างๆจากพื้นที่ตอนบนและตอนกลางของแม่น้ำ โดยเฉพาะน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมที่มีอยู่ริมแม่น้ำประกอบกับลำน้ำในช่วงตอนล่างนี้อยู่ใต้อิทธิพลการขึ้นลงของน้ำทะเลจึงทำให้ปริมาณสารพิษตกค้างอยู่มาก และทำให้คุณภาพน้ำโดยรวมของบริเวณนี้มีค่าต่ำ (กรมควบคุมมลพิษ, 2548)

4. สารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศสิ่งแวดล้อม

4. 1 ปัจจัยที่มีผลต่อการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในตะกอนดินและน้ำ

การใช้สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชส่วนใหญ่มักจะเกิดการตกค้างในสิ่งแวดล้อม โดยมักเกิดจากปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1) ลักษณะการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำ การไหลบ่าของน้ำฝนบริเวณหน้าดินเป็นปัจจัยสำคัญของการแพร่กระจายของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ลงสู่ดินตะกอน และแหล่งน้ำ

2) คุณสมบัติทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืช คุณสมบัติทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่ทำให้สารกำจัดศัตรูพืชคงสภาพอยู่ในแหล่งน้ำ เช่น ความ สามารถในการละลายน้ำของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ความสามารถในการระเหย การคงสภาพทางเคมีของสารกำจัดศัตรูพืชในดิน รวมทั้งความเข้มข้นและสูตรเคมี (เปี่ยมศักดิ์, 2536) การละลายน้ำก็

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จัดเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอย่างหนึ่งของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช ถ้าละลายน้ำได้ดีก็จะสะสมในสิ่งแวดล้อมน้อยและจะสลายตัวได้เร็วกว่า (Edward, 1973)

3) องค์ประกอบของดิน ประกอบด้วยอนุภาคของทราย (Sand) ทรายแป้ง (Silt) และดินเหนียว (Clay) ในปริมาณที่แตกต่างกันออกไปแล้วแต่แหล่งกำเนิดของดินนั้น ๆ นอกจากนี้ยังประกอบไปด้วย อนุภาคอินทรีย์สาร (Organic Matters) ตะกอนดินที่มีอนุภาคดินเหนียวและอินทรีย์สารในปริมาณสูงจะมีการดูดซับสารอื่นๆได้ดี เพราะอนุภาคทั้งสองเล็กและละเอียดจะมีพื้นที่ผิวมากและมีประจุไฟฟ้า ซึ่งจะเป็นประจุลบมากกว่าประจุบวก แต่ในบางโอกาสก็แสดงประจุบวกมากกว่าประจุลบความที่มีประจุไฟฟ้านี้เองเป็นเหตุให้อนุภาคดินเหนียว และอินทรีย์สารแสดงการดูดซับสารอื่น ๆ ได้ดี

4.2 การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอน

ตะกอนดินแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ตะกอนลอย (Suspended Sediment) ซึ่งเป็นตะกอนที่มีขนาดเล็กมีทั้งเป็นสารอินทรีย์และสารอนินทรีย์โดยแขวนลอยอยู่ในน้ำและถูกพัดพาไปได้ไกลและตะกอนก้นลำธาร (Bed load Sediment) ซึ่งเป็นตะกอนที่มีขนาดใหญ่ มีน้ำหนักมาก จะถูกพัดพาไปตามท้องน้ำตามการพัดพาของน้ำ (มลิวรรณ, 2552)

อนุภาคของดินที่มีสารพิษตกค้างไปกับกระแสน้ำจะสามารถตกตะกอนลงสู่ท้องน้ำได้โดยรวมตัวเป็นอนุภาคดินขนาดใหญ่ขึ้น และจะตกลงสู่พื้นท้องน้ำได้ดีเมื่อน้ำนิ่ง ดังนั้นสารพิษส่วนใหญ่ที่ปนเปื้อนในแหล่งน้ำจะตกค้างสะสมอยู่ในตะกอนหรือโคลนในท้องน้ำ ซึ่งสามารถตรวจพบสารพิษตกค้างได้ในปริมาณที่สูงกว่าในตัวอย่างน้ำ 10-100 เท่า หรืออาจมากกว่านั้น สารพิษตกค้างที่สะสมในตะกอนนี้ บางส่วนจะสลายตัวได้โดยจุลินทรีย์ย่อยสลายไปในสภาวะไร้ออกซิเจน (Anaerobic Bacteria) บางส่วนจะสะสมในพืชและสัตว์ที่ดำรงชีวิตอยู่ในท้องน้ำ (Benthos) แต่ส่วนใหญ่ยังคงตกค้างสะสมในตะกอนท้องน้ำของแหล่งน้ำต่อไปเป็นเวลานานจนกว่าสารพิษนั้นจะสลายตัวไปหมด โดยอาจจะกินเวลาตั้งแต่ 3 เดือน จนถึง 30 ปี ขึ้นอยู่กับชนิดของสารพิษเป็นสำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบสิ่งแวดล้อม ที่มีการใส่ลงไปในดิน หรือใส่ให้แก่พืช ย่อมมีกระบวนการต่างๆเกิดขึ้นทั้งนี้ปฏิกิริยาของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในกระบวนการแพร่กระจายในสิ่งแวดล้อมอธิบายโดยสรุปได้ดังนี้

1) กระบวนการดูดซับ (Adsorption) ในดินการดูดซับสารกำจัดศัตรูพืชโดยอนุภาคดินขึ้นอยู่กับสมบัติหลายประการ ประการแรกขึ้นกับลักษณะของตัวถูกดูดซับตัวอย่างเช่น สารเคมีที่มีกลุ่มฟังก์ชัน: -OH,-NH_2, -NHR, -$CONH_2$, -COOR, -NR_3 เหล่านี้จะถูกดูดซับได้ดีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสารเคมีที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ ประการที่สอง ขึ้นกับตัวดูดซับอันได้แก่อินทรียวัตถุในดิน ดินที่มีอินทรียวัตถุในปริมาณมากจะดูดซับสารเหล่านี้ได้ดี และขึ้นกับชนิดและปริมาณแร่ดินเหนียว (ศุภมาศ, 2540)

2) การสลายตัวโดยแสง (Photolysis) สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชหลายชนิดสามารถสลายตัวโดยปฏิกิริยาจากแสงแต่ปริมาณที่สลายตัวอาจไม่มากเนื่องจากเกิดขึ้นได้เฉพาะส่วนที่อยู่ผิวดินและส่วนที่เคลื่อนขึ้นสู่ผิวดิน เช่น ดีดีที ไดควอต ไตรอะซีน 2,4-ดี 2,4,5 ที่มีการเสื่อมสลายโดยแสงได้ (ศุภมาศ, 2540)

3) การย่อยสลายโดยกิจกรรมของจุลินทรีย์ดิน (Microbial Decomposition) ปัจจัยที่มีผลต่อกิจกรรมในการย่อยสลายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ได้แก่ ความเหมาะสมของอุณหภูมิ สภาพความชื้นและปริมาณอินทรียวัตถุในดินซึ่งการย่อยสลายของสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยทั่วไปจะเกิดขึ้นได้ดีในสภาพมีอากาศ (ศุภมาศ, 2540) จุลินทรีย์ในดินที่ทำให้เกิดการย่อยสลายโมเลกุลของสารป้องกันกำจัดวัชพืชได้แก่ พวก Bacillus, Fungi และ Actimomycetes ซึ่งจุลินทรีย์จะใช้พลังงานจากโมเลกุลของสารเพื่อนำไปใช้ ในกระบวนของการหายใจ การสร้างโปรตีน และการขยายพันธุ์ หลังจากนั้นจึงปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา การสลายตัวของสารป้องกันกำจัดวัชพืชในดินโดยจุลินทรีย์ เกิดจากกระบวนการที่เรียกว่า “ การสลายตัวร่วม (Cometabolism)” กล่าวคือ จะมีจุลินทรีย์มากกว่าหนึ่งชนิดทำการย่อยสลายสารเช่น พวกราย่อยสลายโดยกระบวนการ Dealkylation ส่วนพวกแบคทีเรียย่อยสลายโดยกระบวนการ Hydrolysis และ Dehalogenation (Devine *et al*., 1993)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) การชะละลาย (Leaching) ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการชะละลายสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชมีหลายประการได้แก่ ศักยภาพและพลวัตของการดูดซับสภาพละลายได้ของสาร การไหลของน้ำในช่องดิน การฟุ้งกระจายของอนุภาคดินเหนียวและปริมาณน้ำที่เคลื่อนผ่านดิน ซึ่งก็คือปริมาณน้ำที่มากเกินไปกว่าน้ำที่ดินดูดยึดไว้ได้กับการคายระเหยของดิน ดินสามารถดูดซับโมเลกุลของสารเคมีต่างชนิดกันด้วยแรงที่ต่างกัน สารใดที่ถูกดินดูดซับได้มากย่อมจะเกิดการชะละลายได้น้อย อย่างไรก็ตามสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชที่ถูกดูดซับได้มากก็อาจมีการเคลื่อนที่สู่น้ำใต้ดินได้โดยเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วกับอนุภาคดินตามรอยแตกระแหงหรือรูไส้เดือนหรือช่องว่างซึ่งเกิดในลักษณะดังกล่าว (ศุภมาศ, 2540) ปัจจัยที่มีผลต่อการชะล้าง คือ โครงสร้างดิน (Soil Texture) ปริมาณที่สามารถซึมเข้าไปในดิน (Soil Permeability) ปริมาณน้ำที่ไหลผ่าน (Volume of Water Flow) การดูดซับระหว่างสารกับอนุภาคดิน (Adsorption of Herbicide to Soil Particle) และความสามารถในการละลายน้ำของสาร (Water Solubility)

5) การดูดซึมโดยพืช การใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ในพืชที่ปลูกทั่ว ๆ ไปจะมี 2 ลักษณะคือ การใส่ลงไปในดิน (ทางราก) และการใช้บริเวณเหนือพื้นดิน (ทางลำต้นและใบ) โดยปกติการฉีดพ่นสารทางใบพืชมีโอกาสได้รับสารระหว่าง 6-68 เปอร์เซ็นต์ แต่การใช้ทางดินพืชมีโอกาสได้รับสารมากกว่าโดยจะได้รับ 14-76 เปอร์เซ็นต์ (รัชนี, 2541) เมื่อสารถูกดูดซึมเข้าไปในพืช ทั้งการดูดซับของราก และการแพร่กระจายทางใบแล้วอาจมีการคงรูป หรือสลายตัวเปลี่ยนรูปที่อาจจะเป็นพิษหรือไม่เป็นพิษต่อมนุษย์หรือสัตว์ก็ได้

4.3 ความคงทนและผลตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอน

ความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลง (Persistence) หมายถึง ระยะเวลาที่สารป้องกันกำจัดแมลงสามารถสลายตัวอย่างสมบูรณ์ในสภาวะแวดล้อมปกติได้ในอัตราส่วนต่ำสุดร้อยละ 95 ต้องสืบเนื่องมาจากการใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในอัตราปกติ (Stoker and Seager, 1976) ระดับความคงทนของสารป้องกันกำจัดแมลงมี 4 ระดับ (มโนชัย, 2528) คือ

ระดับไม่คงทน (Non-Persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อม 1 - 2 สัปดาห์

ระดับปานกลาง (Moderate Persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อม 1 - 18 เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระดับที่มีความคงทน (Persistence) มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมได้นาน 2 ปีขึ้นไป

ระดับไม่สลายตัว (Permanent Insecticides) ซึ่งส่วนใหญ่เป็นสารป้องกันกำจัดแมลงที่มีโลหะหนักผสมอยู่ 081-4242423

ความคงทนในสิ่งแวดล้อม หมายถึง ช่วงเวลาที่สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์คงอยู่ในสิ่งแวดล้อม มักมีการแสดงด้วยค่าครึ่งชีวิต (Half-Life) โดยช่วงค่าครึ่งชีวิตของแต่ละสารแตกต่างกันบางชนิดอาจคงทนได้เป็นชั่วโมง วัน ปี หรือหลายปี (Helfrich *et al*., 1996)

โดยทั่วไปค่าของครึ่งชีวิตมีสองรูป คือ เมื่อสารอยู่ในสิ่งแวดล้อมหรือเมื่ออยู่ในสิ่งมีชีวิต โดยมีปัจจัยภายนอกที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เช่น อุณหภูมิ แสง ค่าความเป็นกรดและด่างของดิน ความชื้น รวมถึงความสามารถของจุลินทรีย์บางชนิดที่สามารถย่อยสลายสารแต่ละชนิด ส่วนปัจจัยภายใน ได้แก่ ความสามารถของสิ่งมีชีวิตในการกำจัดสารนั้นออกนอกร่างกาย ความคงทนและความเป็นพิษของแต่ละสารจึงมีความแตกต่างกันไป (ตารางที่ 11) ขึ้นกับองค์ประกอบหลักของสาร (Parent Compound) ด้วย เช่น ดีดีที มีความคงทนในดินได้ 2-30 ปี แอทราซีนมีความคงทนในดินได้ 1-2 ปี (ศุภมาศ, 2545)

ตารางที่ 11 ความคงทนของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชบางชนิดในดิน

กลุ่มของสารกำจัดศัตรูพืช	ความคงทน
ธาตุพิษ (เช่น สารหนู ตะกั่ว ปรอท)	ตลอดไป
คลอรีนอินทรีย์ฆ่าแมลง (เช่น ดีดีที บีเอชซี ดีลดริน)	2-30 ปี
ไตรอะซีนฆ่าวัชพืช (เช่น แอทราซีน ไซมาซีน)	1-2 ปี
กรดเบนโซอิกฆ่าวัชพืช (เช่น อะมีเบน ไดแคมบา)	2-12 เดือน
ยูเรียฆ่าวัชพืช (เช่น โมนูรอน ไดยูรอน)	2-10 เดือน
ฟีน็อกซีฆ่าวัชพืช (เช่น 2 ,4 - ดี 2, 4, 5 - ที)	1-5 เดือน
ฟอสเฟตอินทรีย์ฆ่าแมลง (เช่น มาลาไทออน ไดอะซีนอน)	1-12 สัปดาห์

ที่มา: ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี (ศุภมาศ, 2545)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4.4 รายงานการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในดิน

การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอนซึ่งสารส่วนใหญ่จะไม่ละลายน้ำหรือจะละลายน้ำได้น้อยมาก แต่จะดูดซับไว้กับผิวและอนุภาคของดินที่แขวนลอยอยู่ในน้ำแล้วตกตะกอนสู่พื้นท้องน้ำสารกำจัดแมลงที่ตกค้างในดินตะกอนในแหล่งน้ำภาคตะวันออกภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือเป็นสารกำจัดศัตรูพืชที่อยู่ในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนเป็นส่วนใหญ่ (นวลศรี, 2523) ส่วนในกลุ่มอื่นจะพบในปริมาณน้อย และจากการศึกษาของ มุกดา และคณะ (2531) พบ ดีลดริน ในดินตะกอนของแม่น้ำป่าสักมีค่าเท่ากับ 0.23 ppb และพบในแม่น้ำเจ้าพระยาเฉลี่ย 2.03 ppb ซึ่งจากรายงานของ Brown (1978) ได้กล่าวไว้ว่าสารกำจัดแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความคงทนมากเมื่ออยู่ในดินโดยเฉพาะดินที่ประกอบไปด้วยเปอร์เซ็นต์ของอนุภาคดินเหนียวสูงและมีอินทรียวัตถุมาก

สมยศและคณะ (2535) รายงานว่า การวิเคราะห์ปริมาณสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัสในน้ำและดินภายหลังการใช้ที่ดินบริเวณลุ่มน้ำย่อยแม่กาง ต้นน้ำยม พบสารกลุ่มนี้ในน้ำ 2 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส และไดเมธโทเอท ในปริมาณน้อยไม่เกินค่ามาตรฐานน้ำดื่ม (คืออยู่ระหว่าง 0.001-0.008 และ 0.001- 0.004 ppb ตามลำดับ) ที่พบในดินมี 4 ชนิด คือโมโนโครโตฟอส เมทธิล-พาราไธออน ไดอะซีนอล และไดเมธโทเอท โดยมีค่าน้อยกว่า 0.03 ppm โดยจะมีความเข้มข้นมากกว่ามากกว่าในน้ำประมาณ 10-18 เท่า

ศุภมาศ (2540) กล่าวว่า การตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในดิน อาจเกิดจากละอองสารบางส่วนตกลงสู่พื้นดินโดยตรง เมื่อมีการพ่นสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช หรืออาจเกิดจากการชะล้างสารที่ตกค้างบนใบพืชจากการให้น้ำหรือฝนตกลงสู่พื้นดิน การตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในดินขึ้นอยู่กับชนิดของสารและชนิดของดิน ซึ่งการตกค้างดังกล่าวจะพบมากที่ระดับความลึกของดินจากผิวดินตั้งแต่ 0-10 เซนติเมตร และปริมาณที่พบตกค้างจะลดลงเมื่อระดับความลึกเพิ่มขึ้น (อุดมลักษณ์, 2531) จากการศึกษาสารพิษตกค้างในดินของ ศิวาภรณ์ และคณะ (2540) พบการสะสมของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในดินสวนองุ่น คือ โมโนโครโตฟอส ปริมาณตั้งแต่ 0.0240-0.101 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และไดเมทโธเอท ปริมาณตั้งแต่ 0.002-0.154 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และจากการศึกษาของ ศิวาภรณ์ และคณะ (2538) พบการตกค้างของไดเมทโธเอทและเมทธิลพาราไธออน ในดินจากสวนส้มโอ ปริมาณตั้งแต่ 0.001-0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม วิภาและอารี (2539) ซึ่งศึกษาการตกค้างของวัตถุมีพิษในสวนองุ่น อำเภอดำเนินสะดวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดราชบุรีพบการตกค้างของไดเมทโธเอทและเมทธิลพาราไธออนในดินจากสวนองุ่น ในปริมาณตั้งแต่ 0.002-0.007 และ 0.001-0.002 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ

นอกจากนี้ กรมควบคุมมลพิษได้ดำเนินการติดตามตรวจสอบการตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อมในดิน ในปี พ.ศ. 2542 จากตัวอย่างดิน 107 ตัวอย่าง ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 1 ตัวอย่าง เป็นสารเมทธิลพาราไธออน ในปริมาณ 0.46 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543) และสำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร ได้นำตัวอย่างดิน 98 ตัวอย่าง จากแหล่งการเกษตรบริเวณพื้นที่สูงภาคเหนือมาวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างพบสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตประกอบด้วยเมวินฟอส และเมทธิลพาราไธออน (พงศ์พันธุ์ และคณะ, 2540)

4.5 รายงานการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ

สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชสามารถแพร่กระจายลงสู่แหล่งน้ำได้หลายทาง เช่น จากการใช้เพื่อกำจัดศัตรูพืชในแหล่งน้ำโดยตรง จากการแพร่กระจายของละอองสารเคมีที่เกษตรกรพ่น หรือจากการถูกชะล้างสารส่วนที่ตกค้างอยู่ตามส่วนต่าง ๆ ของพืชและพื้นดินลงสู่แหล่งน้ำ ทำให้พบการตกค้างของสารดังกล่าวในน้ำเสมอ (ศุภมาศ, 2540) วิภา และอารี (2539) ศึกษาการตกค้างของสารพิษในสวนองุ่น พบไดเมทโธเอท เมทธามิโดฟอส เมวินฟอส และโมโนโครโตฟอสตกค้างในน้ำปริมาณ 0.28-2.36 0.11-0.25 0.99-8.44 และ 1.28 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ นอกจากนี้ ศิวาภรณ์ และคณะ (2540) ศึกษาสารพิษตกค้างในน้ำจากสวนองุ่น พบการตกค้างของไดเมทโธเอทปริมาณตั้งแต่ 0.12-59.23 ไมโครกรัมต่อลิตร และพบโมโนโครโตฟอสปริมาณตั้งแต่ 2.16-10.72 ไมโครกรัมต่อลิตร และการศึกษาสารพิษตกค้างในน้ำจากสวนส้มโอของศิวาภรณ์ และคณะ (2538) พบการตกค้างของไดเมทโธเอทและเมทธิลพาราไธออน ปริมาณตั้งแต่ 1.34-579.60 และ 0.34-98.00 ไมโครกรัมต่อลิตร ตามลำดับ

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่มีการใช้ในพื้นที่เกษตรกรรมสามารถแพร่กระจายสู่แหล่งน้ำที่ติดต่อหรือรับน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรม เช่น แม่น้ำ ลำคลอง จากการศึกษาของ ภิญญา และคณะ(2539) ซึ่งศึกษาการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในแม่น้ำท่าจีนและคลองแยกซึ่งรับน้ำจากพื้นที่เกษตรกรรมต่าง ๆ หลายประเภท พบการตกค้างของสารป้องกันและกำจัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ศัตรูพืชในน้ำ 7ชนิด ได้แก่ โมโนโครโตฟอส ไดโครโตฟอส ไดอะซินอน ไดเมทโธเอท เมทธิลพาราไธออนมาลาไธออน และเฟนิโตรไธออน ปริมาณตั้งแต่ 10-570 ไมโครกรัมต่อลิตร และพบสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช 3 ชนิด คือ ไดอะซินอน เมทธิลพาราไธออน และเฟนนิโธไธออน ตกค้างในดินตะกอน

ภิญญา และคณะ (2542) ได้ทำการศึกษาการปนเปื้อนของสารกำจัดแมลงในแม่น้ำแม่กลองและคลองแยกตลอดทั้งสาย ตรวจพบสารพิษในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำและดินตะกอนส่วนใหญ่ (มากกว่าร้อยละ 95) ในน้ำ 7 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส เมทธามิโดฟอส ไดอะซินอน ไดเมทโธเอท เมทธิลพาราไธออน มาลาไธออน และคลอโรไพริฟอสเอทธิล ปริมาณระหว่างน้อยกว่า 0.01-1.65 ไมโครกรัมต่อลิตร ในดินตะกอน 6 ชนิด คือ โมโนโครโตฟอส ไดโครโตฟอส ไดเมทโธเอท เมทธิลพาราไธออน เฟนิโตรไธออน และไพริมิฟอสเมทธิล ปริมาณระหว่าง น้อยกว่า 0.01-4.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ภิญญา (2539) และดำรง (2537) กล่าวว่า สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้างอยู่ในสิ่งแวดล้อม เช่น ดิน น้ำ จะมีการสลายตัวตามธรรมชาติเนื่องจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น การย่อยสลายของจุลินทรีย์และสิ่งมีชีวิต การดูดซับของพืชและสิ่งมีชีวิต ทำให้สิ่งแวดล้อมดังกล่าวมีโอกาสที่จะฟื้นฟูตัวเองหรือกลับสู่สมดุลธรรมชาติได้ แต่การที่มีการปนเปื้อนของสารดังกล่าวจากแหล่งกำเนิดต่างๆ อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานาน ย่อมทำให้เกิดการสะสมจนมีปริมาณการปนเปื้อนสูงขึ้น จนสิ่งแวดล้อมไม่สามารถฟื้นฟูตัวเองได้และเสื่อมโทรมลง Laskowski (1992) กล่าวว่า คุณภาพของสิ่งแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในทางเสื่อมลง จะก่อให้เกิดผลกระทบทั้งในระยะสั้นและระยะยาวต่อระบบนิเวศและการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ตลอดจนทำให้ความเสี่ยงด้านสุขภาพอนามัยของประชาชนเพิ่มมากขึ้น

กรมควบคุมมลพิษได้ติดตามตรวจสอบการตกค้างของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อมในน้ำ ในปี พ.ศ. 2542 จากตัวอย่างน้ำ 97 ตัวอย่าง ตรวจพบการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 1 ตัวอย่าง เป็นสารเมทธิลพาราไธออน ในปริมาณ 6.656 ไมโครกรัมต่อลิตร (สำนักงานนโยบายและแผนสิ่งแวดล้อม, 2543) นอกจากนี้ สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรเขตที่ 1 กรมวิชาการเกษตร ได้นำตัวอย่างน้ำ 136 ตัวอย่าง จากพื้นที่เกษตรกรรมบนที่สูงมาตรวจวิเคราะห์หาปริมาณสารพิษตกค้าง พบสารในกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประกอบด้วย ไดเมทโธเอทเมทธิลพาราไธออน เมวินฟอส และโมโนโครโตฟอส (พงศ์พันธุ์ และคณะ, 2540)

ธิรารัตน์ (2542) ศึกษาการตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในตัวอย่างน้ำจากร่องสวนองุ่น อำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี เพื่อวิเคราะห์ปริมาณการตกค้างของโมโนโคร-โตฟอสและไดเมทโธเอท รวม 60 ตัวอย่าง พบสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตตกค้างในน้ำจากสวนองุ่น 19 ตัวอย่าง โดยพบการตกค้างของโมโนโครโตฟอส ปริมาณตั้งแต่ 1.19-13.37 ไมโครกรัมต่อลิตร และพบการตกค้างของไดเมทโธเอทปริมาณตั้งแต่ 0.54-11.63 ไมโครกรัมต่อลิตร

5. ความเป็นพิษของสารกำจัดศัตรูพืช

อันตรายที่เกิดขึ้นแก่สิ่งมีชีวิตในระยะยาวเนื่องจากได้รับสารมีพิษเข้าสู่ร่างกายทีละน้อยและสะสมสารนั้นไว้ ในเนื้อเยื่อของร่างกาย พบว่าจะทำให้ระบบและวงจรต่าง ๆ ผิดปกติ และอาจเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคมะเร็งได้ บางครั้งอาจทำให้เกิดการกลายพันธุ์ (Mutagenic) หรือเกิดความผิดปกติในรุ่นลูกหลาน อันตรายที่เกิดจากการสะสมของสารมีพิษในห่วงโซ่อาหาร (Food Chain) ซึ่งมักจะเกิดจากสารมีพิษจำพวกที่สลายตัวช้าสะสมในสิ่งมีชีวิต ซึ่งอยู่ในระดับต่ำของห่วงโซ่อาหาร(Trophic Level) ซึ่งจะเป็นอาหารของสัตว์อื่น ๆ ต่อไปเป็นลำดับ สารมีพิษที่จะสะสมอยู่จะค่อยถูกสะสมเพิ่มทวีขึ้นเรื่อย ๆ โดยวิถีทางเช่นนี้ สารมีพิษจะถูกถ่ายทอดออกสู่สิ่งมีชีวิตต่าง ๆ สะสมโดยเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตเหล่านั้น และเกิดอันตรายในที่สุด (นวลศรี, 2533)

1) การเกาะติดกับผิวภายนอก (Adsorption) โดยสัมผัสสารพิษตกค้างในน้ำทางผิวหนังโดยตรง ทำให้เกิดอาการเป็นพิษและสะสมที่บริเวณผิวหนัง

2) การซึมผ่านเนื้อเยื่อชั้นนอกเข้าไป (Absorption) เช่น การซึมเข้าทางเนื้อเยื่อของเหงือกได้รับเข้าสู่ร่างกายในระหว่างการหายใจผ่านทางเหงือก

3) การกินอาหารที่มีสารปนเปื้อนติดอยู่ (Ingestion of Contaminated Food) ได้รับจากการกินน้ำที่มีสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช และสัตว์หรือเกิดจากการกินเหยื่อที่ได้รับสารพิษสะสมในร่างกาย เช่น การที่ปลากินแมลงที่ตายด้วยสารป้องกันกำจัดแมลง ถ้าปลากินเข้าไปในปริมาณที่มาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พอที่จะทำให้เกิดพิษและอาจตายในที่สุด การเกิดพิษจากการกินสิ่งมีชีวิตอื่นที่ได้รับสารพิษมา เรียกว่า Secondary Poisoning

การที่สิ่งมีชีวิตรับเอาสารพิษเข้าไปโดย Passive Transport ทำให้ความเข้มข้นของสารมลพิษในสิ่งมีชีวิต มีระดับสูงกว่าความเข้มข้นของสารมลพิษในน้ำ เรียกว่า Bioconcentration เป็นการบอกถึงการสะสมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิต หรือเนื้อเยื่อของสิ่งมีชีวิตต่อความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมที่เป็นตัวกลาง (ปกติเป็นน้ำ) ค่านี้จะเป็นประโยชน์ต่อการประเมินผลกระทบของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งแวดล้อมที่เป็นแหล่งน้ำ กระบวนการที่สะสมสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชตามระยะเวลาในสิ่งมีชีวิตหรืออวัยวะของสิ่งมีชีวิตนั้น เรียกว่า Bioaccumulation สำหรับความเข้มข้นของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ที่อยู่ระบบนิเวศ ซึ่งจะสูงขึ้นตามระดับของห่วง โซ่อาหารที่สูงกว่า (High Trophic Level) เรียกว่า Biomagnification (กัณฑรีย์, 2540)

ส่วนการเปลี่ยนแปลงทางเมตาบอลิซึมที่เกิดขึ้นในสิ่งมีชีวิต เรียกว่า กระบวนการเปลี่ยนแปลงทางชีวภาพ (Biotransformation) มีความหมายเหมือนกับ Metabolic Conversion หรือ Metabolic Transformation โดยสารแปลกปลอมในร่างกายมักถูกเปลี่ยนรูปไปเป็นสารอนุพันธ์ที่ละลายน้ำได้ดีขึ้น เพื่อการขับถ่ายออกจากร่างกายได้อย่างรวดเร็ว (กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม, 2541)

สำหรับสารกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอรัส ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ฟอสฟอรัสมีพิษเฉียบพลันสูง (Acute Poisoning) สามารถยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholinesterase (ACh) มีความเป็นพิษรุนแรงต่อสิ่งมีชีวิตหลายชนิด มีผลกระทบต่อแมลงจนถึงสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนม ความเป็นพิษ (Toxicity) แตกต่างกันไปแต่ละชนิดของสาร เช่น Methamidophos, Phorate, Demeton และ Disulfoton เป็นกลุ่มที่มีความเป็นพิษสูงสุด ส่วนสาร Malathion, Ronnel และสาร Tokuthion มีความเป็นพิษน้อยกว่า (Patnaik, 1997 ; Connell, 1997)

Leng *et al*. (1995) กล่าวว่า เมื่อสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชอยู่ในดินที่มีน้ำอยู่ปริมาณสูงและหรืออัตราการ Desorption สูง สารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชมักจะมีอัตราการย่อยสลายสูงตามไปด้วย โดยถ้ามีค่าความชื้นในดิน (Soil Moisture Content) สูง สามารถเพิ่มอัตราการระเหยของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืชด้วย ส่วนอัตราการระเหย (Volatilization Rates) และกิจกรรมต่างๆ ของ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สิ่งมีชีวิต (Biological Activity) รวมทั้งในปฏิกิริยาเคมีของสารชนิดต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับอุณหภูมิ (Thermal Reaction) ขององค์ประกอบในดินล้วนขึ้นกับอุณหภูมิทั้งสิ้น โดยที่ช่วงอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการสลายตัวของสารอยู่ในช่วง 18-30 องศาเซลเซียส (± 1 องศาเซลเซียส) ดังนั้น ความชื้นในดิน และความชื้นในอากาศ อุณหภูมิ และแสงแดด มีผลต่อการย่อยสลายตัวของสารป้องกันและกำจัดศัตรูพืช

6. การใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย

นับตั้งแต่มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชมากขึ้นนั้น ทำให้มีปริมาณการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชเข้ามาจำหน่ายในประเทศไทยเพิ่มขึ้น โดยจะเห็นได้จากปริมาณการนำเข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชนั้นเพิ่มสูงขึ้นนับตั้งแต่ปี 2527 มีปริมาณ 19,594,000 ตัน และเพิ่มขึ้นเป็น 42,605, 000 ตันใน พ.ศ. 2540 ส่วนมูลค่าการนำเข้าใน พ.ศ. 2527 จาก 1,634.5 ล้านบาท เพิ่มเป็น 5,102.4 ล้านบาทใน พ.ศ. 2540 (กรมศุลกากร, 2541)

6.1 กลุ่มสำคัญของสารกำจัดศัตรูพืชแบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี

สารกำจัดแมลง และศัตรูพืช ที่มีการใช้ในการเกษตรในปัจจุบันนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 กลุ่ม ดังนี้

6.1.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน (Organochlorine)

สารกำจัดศัตรูพืช กลุ่มออร์กาโนคลอรีน เป็นสารอินทรีย์สังเคราะห์ที่มีโมเลกุลประกอบไปด้วยคาร์บอน (C) คลอรีน (Cl) ไฮโดรเจน (H) และออกซิเจน (O) โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อยได้อีก 3 กลุ่มดังนี้กลุ่มอนุพันธ์ของคลอริเนตอีเทนส์ (Chlorinated Ethanes Derivatives) อาจเรียกว่ากลุ่ม ดีดีที อนาลอกซ์ (DDT Analog) สารในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดีได้แก่ ดีดีที (DDT) ไดโคฟอล (Dicofol) กลุ่มไซโคลไดอีนส์ (Cyclodienes) ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ ออลดริน (Aldrin) เฮปตาคลอร์ (Heptachlor) คลอร์เดน (Chlordane) กลุ่มเฮกซาคลอโรไซโคลเฮกเซน (Hexachlorocyclohexanes) ชนิดของสารกำจัดศัตรูพืชกลุ่มนี้ที่สำคัญ ได้แก่ บีเอช ซี (BHC) ลินเดน (Lindane)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนมีความคงทน ไม่สลายตัว ไม่ละลายน้ำ แต่สามารถละลายได้ในน้ำมัน อีกทั้งยังเป็นสารกลุ่มที่มีการสลายตัวช้า และพบว่ามีการสะสมอยู่ตามดิน ตามแหล่งน้ำ ดังนั้นจึงพบว่ามี่กลุ่มนี้เข้าไปสะสมอยู่ในพืชผักผลไม้ได้ หากพืชผักผลไม้ดังกล่าวเพราะปลูกอยู่ในดินที่มีสารชนิดนี้สะสมอยู่

6.1.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (Organophosphate)

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นสารเอสเทอร์ (Ester) ของกรดฟอสฟอริค (phosphoric acid) สารกลุ่มนี้นับเป็นยาปราบศัตรูพืชที่ใช้กันมากในปัจจุบัน สำหรับชนิดที่เป็นที่รู้จักกันดีทั่วไปนั้นได้แก่ โมโนโครโตรฟอส (Monocrotophos) เมวินฟอส (Mevinphos) คลอร์ไพริฟอส (Chlorpyrifos) ไดเมทโธเอต (Dimethoate) ไดโครโตรฟอส (Dicrotophos) พาราไธออน-เมทธิล (Parathion-methy) และพาราไธออน (Parathion)

6.1.3 กลุ่มคาร์บาเมต (Carbamate)

สารกลุ่มคาร์บาเมตเป็นสารสังเคราะห์จากสารอนุพันธ์ของสาร Physostigmine เป็นสารอัลคาลอยด์ที่สกัดได้จากพืช Calabar bean (*Physostigma venenosum*) ต่อมาการสังเคราะห์สาร Prostigmine ซึ่งเป็นสาร analogue ของ Physostigmine สารในกลุ่มนี้ที่รู้จักกันดีได้แก่ เมทโธมิล (Methomyl) คาร์โบฟูราน (Carbofuran) คาร์บาริล (Carbaryl) เมทธิโอคาร์บ (Methiocarb) สารกลุ่มคาร์บาเมตโดยทั่วไปมีการตกค้างสั้น และสลายตัวได้อย่างรวดเร็ว

6.1.4 กลุ่มไพรีทรอยด์ (Pyerthroides)

ไพรีทรอยด์หรือไพรีทรอยด์สังเคราะห์เป็นสารเลียนแบบโครงสร้างโมเลกุลจากสาร Pyrethrins ที่สกัดได้จากดอกไม้พวกดอกเบญจมาศ ซึ่งมีองค์ประกอบของสารเคมี 6 ชนิดด้วยกันคือ Cinerin I Cinerin II Pyrithrin I Pyrethrin II Jasmolin I และ Jasmolin II สารกลุ่มนี้ที่รู้จักและใช้กันในขณะนี้ ได้แก่ ไซเปอร์เมธริน (Cypermethin) เดลตาเมธริน (Deltamethrin) เฟนวาเลอเรต (Fenvalerate) และเปอร์เมธริน (Permethrin)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.2 สารกำจัดศัตรูพืชแบ่งตามวัตถุประสงค์การใช้ประโยชน์

6.2.1 สารกำจัดวัชพืช (Herbicides)

เป็นสารเคมีที่ใช้กำจัดทำลายพืชที่แย่งอาหารจากพืชที่เพาะปลูกปัจจุบันมีการนำมาใช้กันมากทางการเกษตรสารกำจัดวัชพืชที่ทำให้เกิดปัญหาที่พบบ่อย ได้แก่ พาราควอท (Paraquat) สารกลุ่มนี้ดูดซึมทางผิวหนังได้ดีโดยเฉพาะถ้ามีบาดแผล พิษเฉียบพลันมักมีผลต่อตับ ปอดอาจมีเลือดออกในทางเดินอาหาร พิษเรื้อรัง มีอาการเป็นพังผืดที่ปอด นอกจากนั้น สารกำจัดวัชพืชที่มีแนวโน้มถูกนำมาใช้มากขึ้นในปัจจุบัน อีกชนิดหนึ่งที่มีรายงาน คือ สารไกลโฟเสท (Glyphosate Poisoning) ซึ่งสารกลุ่มนี้ทำให้เกิดอาการคลื่นไส้ อาเจียน แน่นหน้าอก อาการรุนแรงอาจมีอาเจียนปนเลือด ปัสสาวะออกน้อย ไตวาย ปอดบวม อาการทางผิวหนัง ผื่นคัน ผิวหนังไหม้ตาอักเสบได้

6.2.2 สารกำจัดหนูและสัตว์แทะ (Rodenticides)

สารกำจัดหนูและสัตว์แทะที่นิยมใช้กัน ส่วนใหญ่เป็นสารกลุ่มที่มีฤทธิ์ต้านการแข็งตัวของเลือด ตัวอย่าง เช่น Warfarin หยุดยั้งการสร้างวิตามิน เค ทำให้เลือดออกตามผิวหนังและส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย เม็ดเลือดขาวต่ำ ลมพิษ ผมร่วง

6.2.3 สารกำจัดเชื้อรา (Fungicides)

สารกำจัดเชื้อรามีใช้กันอยู่มากมายบางชนิดมีพิษน้อยบางชนิดมีพิษมาก จำแนกเป็นกลุ่ม ได้แก่ กลุ่ม Dimethey dithiocarbamates (Ziram, Ferbam, Thiram) มีฤทธิ์ยับยั้งเอนไซม์ Acetaldehyde dehydrogenase เกิด Antabuse effect ในคนที่ดื่มสุราร่วมด้วย กลุ่ม Ethylenebisdithiocarbamates (maneb, mancozeb, zineb) กลุ่มนี้จะถูก Metabolize เป็น Ethylene thiourea ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ กลุ่ม Methyl mercury ดูดซึมได้ดีทางผิวหนังและมีพิษต่อระบบประสาท กลุ่ม Hexachlorobenzene ยับยั้งเอนไซม์ Uroporphyrinogen decarboxylase มีพิษต่อตับ ผิวหนังข้อกระดูกอักเสบกลุ่ม Pentachlorophenol สัมผัสมากๆทำให้ไข้สูงเหงื่อออกมาก หัวใจเต้นเร็ว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

6.3 ความเป็นพิษของสารกำจัดแมลงและศัตรูพืชในมนุษย์

6.3.1 กลุ่มออร์กาโนคลอรีน

ร่างกายมนุษย์จะได้รับ หรือดูดซึมสารกลุ่มนี้เข้าสู่ร่างกายได้โดยการกินและหายใจ และเมื่อเข้าสู่ร่างกายแล้วจะไปสะสมอยู่ในไขมันตามส่วนต่าง ๆ ของร่างการสารกลุ่มออร์กาโนคลอรีนทำให้เกิดอาการพิษทั้งแบบเรื้อรังและแบบเฉียบพลัน อาการพิษแบบเรื้อรังผู้ป่วยจะแสดงอาการผิดปกติต่อระบบทางเดินอาหารมีอาการเบื่ออาหาร คลื่นไส้ อาเจียน น้ำหนักลด เหน็ดเหนื่อย และเมื่อยล้าตามร่างกาย นอกจากนี้ยังพบว่าฤทธิ์สะสมระยะยาวที่ร้ายแรงของ DDT คือ ทำให้เกิด มะเร็ง มีผู้รายงานว่า DDT เป็นสารก่อมะเร็งตับ มะเร็งเม็ดเลือดขาว และทำให้เกิดโลหิตจางด้วย ผลในการศึกษาทางระบาดวิทยาของการเกิดมะเร็งเต้านมในสตรีกับสาร DDT

กลไกของการทำให้เกิดมะเร็งของสารกำจัดแมลง DDT นั้นโดยทั่วไปยังไม่ทราบแน่นอน แต่เข้าใจว่าอาจเกิดเนื่องจาก DDT ไปกระตุ้นเอ็นไซม์ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการเมตาบอลิสซึม ของสารก่อมะเร็งหลาย ๆ ตัวสำหรับสาร DDT จะทำให้เกิดอาการผิดปกติของระบบทางเดินอาหาร คือ คลื่นไส้ อาเจียน ท้องเสีย เกิดอาการพิษต่อระบบประสาทโดยเฉพาะส่วนปลายประสาท ผู้ป่วยที่ได้รับสารพิษจะแสดงอาการไวต่อสิ่งเร้ามาก กระวนกระวาย เวียนศีรษะ เสียการทรงตัว อาจพบอาการหลงลืมและอาจมีอาการชักแบบเกร็งและกระตุก ชักและโคม่า (เนื่องจากเกิดการกดการหายใจ) สารนี้อาจทำให้เกิดการตายของเซลล์ตับและมีฤทธิ์กระตุ้นการทำงานของเอนไซม์ตับ การสำลักสารกำจัดแมลงจะทำให้เกิดปอดอักเสบ

6.3.2 กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

สารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเข้าสู่ร่างกายได้โดยการกิน หายใจ และซึมเข้าทางผิวหนัง ความเป็นพิษจะขึ้นกับอัตราการเปลี่ยนแปลงสารพิษในร่างกายโดยวิธีไฮโดรไลซิสในตับโดยทั่วไปสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต มีพิษเฉียบพลันต่อมนุษย์และสัตว์มีกระดูกสันหลังอาการพิษเฉียบพลัน จะทำให้มีอาการทางสมองเนื่องจากความผิดปกติของระบบประสาทส่วนกลาง อาการที่พบได้แก่ มึนศีรษะ ปวดศีรษะงง ซึม กระสับกระส่าย ถ้าอาการมากอาจชักและหมดสติได้ ผู้ป่วยที่มีอาการมากอาจตายได้เนื่องจากกระบวนการหายใจล้มเหลวซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากหลอดลมตีบตัน กล้ามเนื้อของระบบการหายใจเป็นอัมพาต และศูนย์ควบคุมการหายใจ ในสมองหยุดทำงาน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในรายที่มีอาการไม่รุนแรงอาการจะดีขึ้นใน 2-3 วัน แต่จะอ่อนเพลียไม่มีแรงเป็นเวลานาน ชนิดที่มีพิษร้ายแรงได้แก่ โมโนโครโตฟอส พาราไธออนเมทธิล เมธามิโดฟอส และไดโครโตฟอส ส่วนชนิดที่มีพิษในระดับปานกลาง ได้แก่ คลอร์ไพริฟอส และไดเมทโธเอท

6.4 อาการพิษระยะยาว

กลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดอาจก่อให้เกิดอาการพิษทางระบบประสาท ซึ่งเกิดขึ้นหลังจากช่วงเวลาหนึ่ง อาการพิษดังกล่าวเริ่มเกิดขึ้นที่ส่วนปลายประสาทของขาก่อนต่อมาจะมีอาการเดินโซเซ สูญเสียความรู้สึก กล้ามเนื้ออ่อนเพลียต่อมาจะเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น อ่อนเพลียมากขึ้น และเริ่มเป็นตามแขน

กลุ่มคาร์บาเมต มีผลต่อระบบประสาทในระยะสั้น โดยกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholinesterase เช่นเดียวกับออร์กาโนฟอสเฟต แต่มีระยะเวลาออกฤทธิ์ที่สั้น และสลายตัวรวดเร็ว จึงมีฤทธิ์อ่อน พิษที่เกิดขึ้นจึงไม่รุนแรง

กลุ่มไพรีทรอยด์ สารกำจัดแมลงกลุ่มไพรีทรอยด์มีกลไกออกฤทธิ์เช่นเดียวกับสารพวกออร์กาโนคลอรีนแต่ฤทธิ์น้อยกว่า สารกำจัดแมลงกลุ่มนี้ใช้เพื่อกำจัดแมลงในบ้านเรือน เพราะออกฤทธิ์ให้เกิดอัมพาตในแมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนใหญ่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างต่ำอาการพิษ จะทำให้คลื่นไส้ อาเจียน เป็นตะคริวที่ท้อง เบื่ออาหาร อ่อนเพลีย มีอาการล้า ปวดศีรษะ มึนงง การได้รับสารนี้ในปริมาณสูง (200-500 มิลลิลิตร) ทำให้เกิดอาการโคม่าภายใน 20 นาที กล้ามเนื้อกระตุกไม่พร้อมกันและชัก

7. สารกำจัดศัตรูพืชสำคัญที่มีการใช้ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

7.1 สารไดยูรอน (Diuron)

ไดยูรอนเป็นสารกำจัดวัชพืชที่อยู่กลุ่ม Urea สารในกลุ่มนี้มีการเลือกทำลายปานกลางถึงค่อนข้างต่ำ ออกฤทธิ์แบบไม่เลือกทำลายและเข้าสู่พืชโดยการดูดซึม มีการเคลื่อนที่แบบ Applast โดยผ่านทางท่อน้ำ เป็นการเคลื่อนที่ขึ้น(Upward) สามารถควบคุมวัชพืชใบแคบและใบกว้างอายุปีเดียวและข้ามปี เมื่อพืชได้รับสารในเวลา 2-3 วันจะแสดงอาการใบซีดเหลืองและแห้งตายในที่สุด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คงอยู่ในสภาพดินยาวประมาณ 4-12 เดือน ในอัตราที่สูงมากอาจมีความคงทนในดินได้ถึง 2 ปี นั้นขึ้นอยู่กับสภาพดินและการย่อยสลายของจุลินทรีย์ กลไกการทำงานของสารไดยูรอนมีผลต่อการยับยั้งการสังเคราะห์แสง โดยไปยับยั้ง Hill reaction และไปหยุดกระบวนการขนส่งอิเล็คตรอนของ photosystem II ในพืชทำให้พืชไม่สามารถสร้าง ATP และNADP (Wessels and Van der Veen, 1956) มีการแนะนำใช้ควบคุมวัชพืชทั่วไปในพื้นที่ที่ไม่มีการปลูกพืช ต่อเฮกตาร์ ใช้ที่อัตรา 5 ถึง 30 กิโลกรัม ส่วนวัชพืชฤดูเดียวใช้ในอัตรา 5 ถึง 10 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ไดยูรอนเป็นสารประกอบที่ไม่มีสีมีสภาพการละลายน้ำที่ 42 มิลลิกรัมต่อลิตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส มีจุดเดือดที่ 158-159 องศาเซลเซียส มีค่า LD50 เท่ากับ 3,400 มิลลิกรัม สารออกลิตรต่อกิโลกรัมของน้ำหนักสัตว์ทดลอง มีค่า Henry's Law Constant 0.000051 Pa m^3 mol^{-1} ไดยูรอนสามารถละลายน้ำได้ในสภาพ pH ปกติ แต่จะสามารถละลายได้มากขึ้นในสภาพที่เป็นกรดจัดและสภาพที่เป็นด่าง (Spencer, 1982; Salvestrini, 2002)

การนำเข้าสารไดยูรอนในประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรได้รวบรวมข้อมูลการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรไว้ พบว่า ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2545-2552 ประเทศไทยมีการนำเข้าสารไดยูรอนเป็นจำนวนมากถึง 0.3-2.03 ล้านต่อปี ซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 12 จากข้อมูลการนำเข้ายังพบว่ามีการนำเข้าสารไดยูรอนติดอยู่ในอันดับ 10 อันดับแรก ของการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชในประเทศไทยปี พ.ศ. 2548-2552 (ตารางที่ 13)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 12 การนำเข้าสารไดยูรอนในประเทศไทยปี พ.ศ. 2545-2552

ปี พ.ศ.	สารเคมี	ปริมาณ (ตัน)	มูลค่า (ล้านบาท)
2545	สารไดยูรอน	300	56.08
2456	สารไดยูรอน	620	122.04
2547	สารไดยูรอน	850	132.68
2548	สารไดยูรอน	1,020	155.10
2549	สารไดยูรอน	810	119.32
2550	สารไดยูรอน	1,790	258.75
2551	สารไดยูรอน	2,030	321.57
2552	สารไดยูรอน	1,200	188.09

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2552)

ตารางที่ 13 ปริมาณการนำเข้าสารกำจัดวัชพืชในประเทศไทยปี พ.ศ. 2548-2552

ชื่อสาร	ปริมาณ (ตัน)				
	2548	2549	2550	2551	2552
Glyphosate isopropylammoni	20,680	27,770	34,980	19,180	39,810
Paraquat dichloride	9,450	14,020	16,860	19,740	21,690
2,4-D sodium salt	5,020	6,210	4,040	4,270	3,570
Atrazine	2,400	2,840	3,680	3,770	2,800
Ametryn	1,560	2,030	3,960	4,060	1,600
Propanil	1,230	1,100	1,010	1,800	890
Butachlor	1,030	1,680	2,010	2,600	2,030
Diuron	1,020	810	1,790	2,030	1,200
Sulfur	0.89	1.15	1.04	0.83	0.71

ที่มา: กรมวิชาการเกษตร (2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไดยูรอนจะปนเปื้อนปนอยู่ในสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน โดยจะตกค้างอยู่ในดินตะกอน และในน้ำตั้งแต่ 1 เดือนจนถึงหลายปี (Okamura, 2003) และยังสามารถยับยั้งกระบวนการตรึงไนโตรเจนในดินของจุลินทรีย์บางชนิดได้ ปริมาณของไดยูรอนที่ถูกดูดซับในดินจะสัมพันธ์โดยตรงกับปริมาณของอินทรียวัตถุในดิน โดยดินชั้นบนที่ความลึก 25 เซนติเมตร ที่มีปริมาณอินทรียวัตถุสูงจะมีการชะล้างของไดยูรอนที่ต่ำ (0.08 ไมโครกรัมต่อกรัม) ส่วนในดินชั้นล่าง มีการชะล้างของไดยูรอนมาก (0.45 ไมโครกรัมต่อกรัม) จึงมีการปนเปื้อนลงสู่แม่น้ำได้ง่าย (Alva and Singh, 1990) ในตัวอย่างดินที่บริเวณที่มีประวัติการใช้ไดยูรอนมาเป็นเวลา 13 ปี พบว่า มีการสะสมของไดยูรอน 4.5 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ต่อปี (Tworkoshi, 2000) อย่างไรก็ตามปริมาณของการดูดซับไดยูรอนจะขึ้นอยู่กับเนื้อดินและโครงสร้างของดินด้วยในดิน Calcareous ไดยูรอนจะถูกดูดซับอยู่ในช่องว่างภายใน 8 วัน ก่อนจะถูกชะล้างไปที่อื่น (Gooddy, 2002) ไดยูรอนจะมีครึ่งชีวิต 128 วัน ในดินที่มีเนื้อดินเป็นดินร่วน แต่สามารถบำบัดดินปนเปื้อนได้โดยวิธีทางชีวภาพ (Rouchaud, 2000) ไดยูรอนเป็นแหล่งมลพิษของสิ่งมีชีวิตในน้ำ จากการศึกษาตัวอย่างน้ำทั้งหมดในประเทศญี่ปุ่น พบว่า 86 เปอร์เซ็นต์ ของตัวอย่างมีการปนเปื้อนไดยูรอน 3.5 ไมโครกรัมต่อกรัม (Okamura, 2003) ประเทศเนเธอร์แลนด์อนุญาตให้บริเวณชายฝั่งทะเล แม่น้ำ มีความเข้มข้นของไดยูรอนไม่เกิน 430 นาโนกรัม/ลิตร (Lamoree et al., 2002)

ได้มีการศึกษาผลกระทบของสารไดยูรอนต่อลักษณะทางนิเวศวิทยาในสิ่งมีชีวิตหลายชนิด เช่น หนอน หอย กบและปลาทอง สำหรับหนอน (*Lumbriculus variegates*) และ หอย (*Physa gyrina*) มีค่า LC50 คือ 2.91 มิลลิกรัมต่อลิตร และ 15.3 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ (Nebeker and Schuytema, 1998) ในกบไดยูรอนมีผลกระทบต่อการอยู่รอดและการเจริญเติบโตจนผิดรูป (Schuytema and Nebeker, 1998) ไดยูรอนเพียงเล็กน้อยจะเป็นพิษต่อนก ในนกกระทามีค่า LC50 คือ 1,730 มิลลิกรัมต่อลิตร ในนกกระทาญี่ปุ่นและไก่ฟ้ามีค่า LC50 คือ 500 มิลลิกรัมต่อลิตร ในปลามีค่า LC50 คือ 48 ชั่วโมงอยู่ในช่วง 4.3 ถึง 42 มิลลิกรัมต่อลิตร ปลาเทราต์สายรุ้ง มีค่า LC50 96 ชั่วโมง คือ 3.5 มิลลิกรัมต่อลิตร และในสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลังมีค่า LC50 48 ชั่วโมง อยู่ในช่วง 1 ถึง 2.5 มิลลิกรัมต่อลิตรไดยูรอนจึงเป็นพิษต่อปลาปานกลางและเป็นพิษเล็กน้อยต่อสัตว์น้ำที่ไม่มีกระดูกสันหลัง ความเป็นพิษของไดยูรอน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่พบในน้ำโดยทั่วไปจะพบในปริมาณที่ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่ความเข้มข้นที่ต่ำของ 3,4-DCA จะมีผลกระทบต่อสัตว์ในสกุล Crutaceae (Saglio and Trijasse, 1998) แม้มีข้อมูลยังไม่เพียงพอแต่สามรถสรุปได้ว่าถ้าในดินและน้ำมีความเข้มข้นของ 3,4-DCA เกิน 0.5 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมหรือ 5.0 มิลลิกรัมต่อลิตร จะก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม (Gooddy, 2002)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

7.2 สารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan)

เอ็นโดซัลแฟนเป็นสารพิษที่ใช้ป้องกันกำจัดแมลงจัดอยู่ในกลุ่มออร์กาโนคลอรีนอยู่ในกลุ่มย่อย Terpene Compound ซึ่งสารเคมีกลุ่มสารประกอบเทอร์ฟีน ที่มีออกซิเจนและกำมะถันเป็นองค์ประกอบมีฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย จัดอยู่ในกลุ่มวัตถุมีพิษทางการเกษตรชนิดร้ายแรงมากและใช้ป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด ผลิตภัณฑ์ที่จำหน่ายมีชื่อทางการค้าได้แก่ ทอร์ดาน ธีโอดาน น็อตไดน์ 35 บาดาลทอง ธีโอดาน 20 เมโทดาน อะกริดาน 35 เอนโดซัลแฟน 35 เอ็นโดดาน และอื่น ๆ

เอ็นโดซัลแฟนมีคุณลักษณะและการใช้ประโยชน์ เป็นสารกำจัดแมลงและไรประเภทไม่ดูดซึม ออกฤทธิ์ในทางสัมผัสและกินตาย มีพิษฉับพลันทางปาก 80 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ทางผิวหนัง 360 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยทั่วไปนิยมใช้มากในพืชไร่ ไม้ผล และผักต่าง ๆ เช่น ส้ม ฝ้าย หอม ถั่ว แตง มันฝรั่ง มะเขือเทศ ยาสูบ ข้าว ข้าวโพด กะหล่ำปลี กะหล่ำดอก มะเขือ คะน้า ฟักทอง ทานตะวัน อ้อย ชาและไม้ดอกไม้ประดับทั่วไป แมลงศัตรูพืชที่กำจัดได้ คือ เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยอ่อน เพลี้ยไฟ หนอนดอกส้ม หนอนแก้วส้ม หนอนกระทู้ฝักข้าวโพด หนอนใยผัก หนอนคืบ หนอนเจาะสมอชนิดต่าง ๆ แมลงดำหนาม มวนเขียว มวนแดง แมลงหวี่ขาว และอื่น ๆ สูตรผสม 35% EC 4% และ 5% G และ 25% ULV และใช้ครั้งสุดท้าย 7-14 วันก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต (ปรีชา,2542)

เอ็นโดซัลแฟนมีผลต่อสิ่งมีชีวิตในสิ่งแวดล้อม เช่น สิ่งมีชีวิตในน้ำ (Aquatic) ซึ่ง เอ็นโดซัลแฟนมีความเป็นพิษเฉียบพลันในสัตว์น้ำสูงมาก มีค่า LC50 อยู่ ในช่วงไมโครกรัมต่อลิตร โดย ปลา Catfish มีความไวต่อ เอ็นโดซัลแฟนมากที่สุด สิ่งมีชีวิตบนบก (Terrestrial) ซึ่ง เอ็นโดซัลแฟนมีความเป็นพิษเฉียบพลันในสัตว์ปีกระดับปานกลาง โดยอาการพิษ ก็คือ การเคลื่อนไหวอย่างเชื่องช้า หายใจลำบาก กระตุก สั่น เดินโซเซ และล้มลง สำหรับมนุษย์นั้น อาการจะแสดงภายใน 30 นาทีหลังจากได้รับสาร อาการพิษที่สำคัญ คือ อาเจียน ความดันเลือดต่ำ ชักเกร็ง มีไข้ เจ็บปลายลิ้น ในรายที่มีอาการรุนแรง จะมีอาการชัก บางทีอาจหมดสติ และถึงตายได้ เพราะระบบหายใจล้มเหลว

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากรายงานของโครงการศึกษาผลกระทบที่เกิดจากการใช้เอ็นโดซัลแฟน ในจังหวัดปทุมธานี สุพรรณบุรี นครปฐม และฉะเชิงเทราพบว่ามีเกษตรกรที่ใช้สารเคมีในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าวหว่านตมถึงร้อยละ 94 ของเกษตรกร สารเคมีที่ใช้ส่วนมากคือ เอ็นโดซัลแฟน และมีการใช้มาแล้วเป็นระยะเวลาหลายปี เช่น จังหวัดปทุมธานี และจังหวัดสุพรรณบุรีมีการใช้มาแล้วเป็นระยะเวลา 5 ปี เหตุผลที่เกษตรกรใช้เอ็นโดซัลแฟนในการกำจัดหอยเชอรี่ร้อยละ 64 ของเกษตรกรให้เหตุผลว่า เอ็นโดซัลแฟนกำจัดหอยเชอรี่ได้ผลดี ส่วนมากร้อยละ 41 ใช้สารเอ็นโดซัลแฟน 50-100 ซีซี ต่อไร่ต่อครั้ง เกษตรกรบางรายในจังหวัดสุพรรณบุรีมีการใช้สารเอ็นโดซัลแฟน 4-7 ครั้งต่อฤดูกาลปลูก โดยประมาณร้อยละ 50 ของเกษตรกรในจังหวัดสุพรรณบุรีจะมีการระบายน้ำออกจากแปลงนาข้าวหลังจากการใช้ประมาณ 1-3 วัน ซึ่งอาจส่งผลให้เอ็นโดซัลแฟนแพร่กระจายไปสู่แหล่งน้ำได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2542)

8. แนวทางการสร้างแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำ

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับการแพร่กระจายของสารในสิ่งแวดล้อม ได้แก่ กระบวนการเคลื่อนย้าย (Transport Process) กระบวนการเปลี่ยนรูปของสาร (Transformation Process) และสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร (Physicochemical Properties of Pollution) (มลิวรรณ, 2552) โดยในแต่ละกระบวนการจะมีรายละเอียดดังนี้

8.1 กระบวนการเคลื่อนย้ายของสาร

สารต่าง ๆ ที่เข้าสู่สิ่งแวดล้อมสามารถเคลื่อนย้ายโดยอาศัยกระบวนการต่าง ๆ เช่น ในอากาศ อาศัยสภาพทางอุตุนิยมวิทยา (Metrological Transport) ซึ่งได้แก่ อุณหภูมิและความดันของบรรยากาศรวมทั้งความเร็วลมทำให้เกิดการแพร่และการกระจาย (Diffusion and Dispersion) ของสารในบรรยากาศส่วนน้ำหนักของสารรวมทั้งการเกาะกับอนุภาคต่าง ๆ ในอากาศ เช่น ฝุ่น และฝนจะทำให้สารตก (Precipitation/Fallout) ลงสู่พื้นดินหรือแหล่งน้ำ ในแหล่งน้ำ การเคลื่อนที่ของสารจะขึ้นอยู่กับรูปของสาร สารอาจอยู่ในรูปสารละลายหรือเกาะติดกับอนุภาคของต่าง ๆ ถ้าสารละลายน้ำได้ก็จะเคลื่อนที่ไปพร้อมกับน้ำไหล ในขณะที่สารบางชนิดเกาะติดกับอนุภาคของตะกอนดินโดยกระบวนการ (Sorption) ทำให้เกิดการสะสมในแหล่งน้ำ นอกจากนั้นกระบวนการระเหย (Valorization) ของสาร และการดูดซึมสารของสารของสิ่งมีชีวิต (Bio-uptake) ก็มีส่วนช่วยในการเคลื่อนที่ของสารในแหล่งน้ำด้วย สำหรับดินกระบวนการที่ควบคุมการเคลื่อนย้ายของสารที่สำคัญ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คือกระบวรการซับ (Sorption) การไหลบ่าหน้าดิน (Runoff) และการซะ (Leaching) ที่เกิดขึ้นเมื่อฝนตก สารที่ถูกดูดซับได้ดีโดยอนุภาคของดินจะเกิดการไหลบ่าหน้าดินและการชะน้อย

การแพร่กระจายของสารในแหล่งน้ำเมื่อสารถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ ลักษณะของแหล่งน้ำมีความสำคัญต่อการแพร่กระจายของสารเป็นอย่างยิ่ง เช่น แม่น้ำลำคลองทำให้สารแพร่กระจายไปตามทิศทางการไหลของแม่น้ำ โดยขอบเขตการแพร่กระจายขึ้นกับอัตราเร็วของน้ำในแม่น้ำที่น้ำไหลเร็วสารอาจแพร่ออกไปได้ไกล แต่ถ้าแม่น้ำไหลคดเคี้ยวหรือมีเกาะแก่งมาก สารก็อาจสะสมอยู่ในบริเวณใดบริเวณหนึ่งหรือมีการกระจายช้าลงเนื่องจากน้ำไหลช้าและเมื่อเทียบกับสารที่ถูกปล่อยในทะเลและมหาสมุทร สภาพของทะเลหรือมหาสมุทรที่มีความลึกและไม่ได้ไหลเหมือนแม่น้ำลำคลอง อาจทำให้เกิดมลภาวะเฉพาะบริเวณนั้นเท่านั้น และปัญหามลพิษก็อาจไม่รุนแรงเท่าที่เกิดในแม่น้ำเพราะมวลของน้ำมีมากกว่าทำให้มลพิษเจือจางลงและไม่ได้แพร่กระจายออกไปไกล มลพิษในน้ำสามารถแพร่ไปสู่สภาวะแวดล้อมอื่น ๆ ได้ เช่น อากาศและดินตะกอน จากสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสาร เช่น การละลายน้ำ และความดันไอ เป็นต้น สารที่ละลายน้ำได้น้อยมีแนวโน้มที่จะตกสะสมในดินตะกอน ขณะที่สารที่มีความดันไอสูงจะระเหยไปอยู่ในอากาศ

การดูดซับสารในดินตะกอนหรือตะกอนแขวนลอย ดินตะกอนเป็นแหล่งสะสมสารต่างๆของสิ่งแวดล้อม สารสามารถเกาะติดกับอนุภาคของดินตะกอนโดยกระบวนการดูดซับ ซึ่งกระบวนการดูดซับสารในดินตะกอนจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆได้แก่ องค์ประกอบของดิน ขนาดอนุภาคของดิน การแลกเปลี่ยนประจุระหว่างาธาตุในดินกับมลพิษในดิน (Ion Exchange) รวมทั้งความเป็นกรดด่างของดิน และอุณหภูมิ สารที่เกาะติดกับอนุภาคดินได้ดีมักไม่เคลื่อนที่ไปกับน้ำที่ไหลบ่าหน้าดินหรือถูกชะล้างลงสู่น้ำใต้ดินเมื่อฝนตก แต่การเคลื่อนย้ายของสารที่เกาะติดกับอนุภาคดินอาจเกิดได้บ้างจากการพังทลายของดิน (Soil Erosion) เป็นต้น

สารพิษหรือมลพิษในดินมีการเคลื่อนย้ายไปอยู่ในสภาวะอื่นๆได้เช่นกัน กระบวนการแลกเปลี่ยนประจุของสาร (Ion Exchanged) และการละลายของสารทำให้สารบางตัวหลุดจากดินและถูกชะไปอยู่ในน้ำใน ขณะที่สารที่มีค่าความดันไอสูงจะระเหยจากดินไปอยู่ในอากาศ สารที่หลุดจากอนุภาคของดินจะถูกดูดซึมโดยสิ่งมีชีวิตได้ง่ายขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การดูดซึมสารโดยสิ่งมีชีวิต มลพิษจากอากาศ ดิน และน้ำ เข้าสู่สิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์ได้หลายทาง สำหรับพืชสามารถรับสารได้ทางใบโดยผ่านรูใบ หรือ ที่เรียกว่า Stomata และ เข้าทางรากโดยการดูดซึมพร้อมอาหารและน้ำหรือบ้างครั้งสามารถซึมผ่านเมมเบรนของรากได้โดยตรง สารที่พืชได้รับทางใบหรือรากสามารถเคลื่อนที่ไปยังส่วนอื่นๆของลำต้น (Translocation) โดยผ่านระบบลำเลียงอาหารและน้ำของพืช (Xylem และ Phloem) และอาศัยกระบวนการคายน้ำของพืช (Transpiration) เป็นตัวช่วย นอกจากนี้มลพิษจากอากาศสามารถถูกดูดซับไว้ได้โดยผิวลำต้น ใบ และส่วนอื่นๆของพืชโดยการดูดซับจะขึ้นกับคุณลักษณะของลำต้นหรือใบพืชว่าเอื้อต่อการดูดซับหรือไม่ สารบางชนิดถูกพืชดูดซับและเคลื่อนย้ายไปสะสมในพืช ในขณะที่สารบางชนิดถูกดูดซับไว้ที่ผิวใบเท่านั้น สำหรับสัตว์โดยเฉพาะสัตว์น้ำสามารถรับสารเข้าได้ทั้งทางปาก เหงือก และผิวหนัง ในขณะที่สัตว์บกจะรับสารเข้าทางจมูก ปากและผิวหนัง

เมื่อสารถูกดูดซึมเข้าไปในสิ่งมีชีวิตไม่ว่าจะเป็นพืชหรือสัตว์ กระบวนการเมตาโบลิซึมในสิ่งมีชีวิตจะช่วยเปลี่ยนรูปสารหรือย่อยสลายสารให้มีความเป็นพิษน้อยลง อย่างไรดีแม้บางครั้งพืชและสัตว์เพียงเก็บสะสมสารเอาไว้ แต่ก็มีผลให้ปริมาณสารในสิ่งแวดล้อมภายนอกลดลงได้เช่นกัน

8.2 การเปลี่ยนรูปของสารเนื่องจากสภาพแวดล้อม

สภาพแวดล้อมมีปัจจัยหลายประการที่สามารถทำให้สารเปลี่ยนรูปเช่น ในอากาศปฏิกิริยาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนรูปของสารคือ ปฏิกิริยาสลายตัวโดยแสง (Photolysis) และปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ส่วนในน้ำปฏิกิริยาที่สำคัญคือ ปฏิกิริยาสลายตัวโดยแสง ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น และการย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (Micro Degradation) สำหรับในดินจุลินทรีย์จะมีบทบาทมากในการเปลี่ยนรูปของสารต่างๆ

1) ปฏิกิริยาสลายตัวโดยแสง (Photolysis) การสลายตัวโดยแสงเป็นปฏิกิริยาที่สารดูดซับพลังงานในรูปโฟตอน (Photon) จากแสงซึ่งอาจเป็นแสงในช่วงคลื่นยูวี (UV) ช่วงคลื่นที่ตามองเห็น (Visible) หรือ ช่วงคลื่นอินฟราเรด (Infrared) ทำให้เกิดการแตกตัว เมื่อโมเลกุลของสารดูดซับพลังงานจากแสงจะทำให้โมเลกุลของสารถูกกระตุ้นไปอยู่ในสภาพ Excited state แต่สภาพนี้เกิดอย่างรวดเร็วเพียงเสี้ยววินาทีเดียวสารจะกลับมาอยู่ในสภาพ Ground state อีก พร้อมกับการปล่อยพลังงานออกมาในรูปความร้อน หรือปล่อยพลังงานออกมาให้กับโมเลกุลที่อยู่ข้างเคียง ทำให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โมเลกุลของสารที่อยู่รอบๆเคลื่อนที่ชนกันจนเกิดปฏิกิริยาเคมีขึ้น จากกระบวนการนี้จึงทำให้สารสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปก็ได้

2) ปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเป็นกระบวนการที่โมเลกุลของสารสูญเสียอิเลคตรอน หืออาจกล่าวว่าเป็นการเพิ่มอะตอมของออกซิเจนเข้าไปในโมเลกุลของสาร เช่น เหล็กซึ่งเป็นสนิมจาก Fe^0 เปลี่ยนเป็น Fe_2O เป็นต้น ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นเกี่ยวข้องกับการเกิดสารใหม่ในอากาศ เช่น การเกิดหมอกพิษ (Photochemical) เป็นต้น

3) ปฏิกิริยารีดักชั่น (Reduction) ปฏิกิริยารีดักชั่นเป็นกระบวนการที่โมเลกุลของสารได้รับอิเลคตรอน เช่น การที่ไอออนของเหล็กเปลี่ยนจาก Fe^{3+} เป็น Fe^{2+} ปฏิกิริยารีดักชั่นมีบทบาทสำคัญสำหรับการสลายตัวของสารในที่ที่มีอากาศน้อยหรือไรอากาศ เช่น เมื่อสารอยู่ในดินลึกที่มีความชื้นแต่ไร้อากาศ การสลายตัวของสารจะขึ้นกับปฏิกิริยารีดักชั่นเป็นส่วนใหญ่

4) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสเป็นปฏิกิริยาที่สารทำกับน้ำ โดยน้ำแตกตัวเป็นประจุหรือไอออนของไฮดรอกไซด์ (Hydroxide ion, OH^-) ของน้ำจะเข้าจับกับขั้วบวกของมลสารในน้ำเกิดเป็นสารใหม่ ในขณะที่ H^+ ของน้ำทำให้ปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสที่เกิดขึ้นนั้นขึ้นกับสภาวะความเป็นกรดด่าง (pH) ของน้ำด้วย การที่สารแต่ละชนิดสามารถละลาน้ำได้ต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมในขณะนั้น

5) การย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (Microbial Degradation) จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตที่ทำให้เกิดการย่อยสลายสารต่างๆในสิ่งแวดล้อม โดยจุลินทรีย์ที่ใช้ออกซิเจนใช้ปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในกาย่อยสาร เช่น แบคทีเรียพวก *Pseudomanas putida* ช่วยย่อยสลายเบนซีนส่วนพวกที่ไม่ใช้ออกซิเจน (Anaerobe) ใช้ปฏิกิริยารีดักชั่นในการย่อยสาร เช่น ยีสและราย่อยสลายสารกลุ่มโพลีอะโรมาติคไฮโดรคาร์บอน (Polyaromatic Hydrocarbon) เป็นต้น

การเปลี่ยนรูปของสารในสภาวะต่างๆจะเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาซึ่งอาจแตกต่างกันไปตามสภาพแวดล้อมมลพิษเกิดขึ้นเมื่อเข้าสู่สิ่งแวดล้อมอาจถูกปัจจัยต่างๆทำให้เกิดการเปลี่ยนรูป บางครั้งสารอาจสลายตัวไป ในขณะที่บางครั้งปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นอาจทำให้เกิดมลพิษตัวใหม่ (Secondary Pollutant) ที่เป็นพิษมากขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.3 สมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร

การกระจายของสารพิษในสิ่งแวดล้อมขึ้นกับสมบัติทางกายภาพและทางเคมีของสารที่สำคัญได้แก่ ค่าการละลายน้ำ ค่าการละลายในไขมัน ค่าความดันไอ ค่าคงที่ของเฮนรี (Henry's law constant) และน้ำหนักโมเลกุลของสาร

1) การละลายของสารในน้ำ (Water Solubility: S) ค่าการละลายของสารในน้ำหมายถึง ปริมาณสารที่อิ่มตัวน้ำ สารพวกที่ไม่มีขั้ว (Nonionic หรือ Nonpolar Compound) เป็นสารที่ละลายน้ำน้อย บางครั้งเรียกว่า Hydrophobic Compound เมื่อสารมีมวลโมเลกุลสูงขึ้น การละลายน้ำจะน้อยลง ในแหล่งน้ำทั่วไปหากสารพิษที่มีค่าการละลายน้ำสูงเมื่อถูกปล่อยลงสู่แหล่งน้ำ พฤติกรรมของสารคือ สารจะละลายในน้ำ แต่จะไม่ดูดซับหรือถูกดูดซับ (Absorption) ไว้ในดินหรือตะกอนดินได้น้อยมาก การแพร่กระจายของสารจึงขึ้นอยู่กับความแรงและทิศทางของกระแสน้ำ ดังนั้นจากคุณสมบัติของสารข้อนี้จึงทำให้สรุปว่า สารที่มีค่าการละลายน้ำสูงจะมีการเคลื่อนที่ (Mobility) สูงด้วย นอกจากนั้นสารที่ละลายในน้ำได้ดียังมีแนวโน้มที่ทำปฏิกิริยากับน้ำได้ทำให้สารเปลี่ยนรูปได้จากปฏิกิริยาไฮโดรไลซีส หรืออาจถูกย่อยสลายโดยจุลินทรีย์ (Biodegradation) เมื่อสารเปลี่ยนรูปเร็วจึงกล่าวว่าสารนั้นมีความคงตัว (Persistence) ต่ำ และไม่สะสม (Accumulation) ในสิ่งมีชีวิตหรือสิ่งแวดล้อมรวมทั้งมีการถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหาร (Food Chain Contamination) น้อยด้วยส่วนสารที่ละลายน้ำได้น้อยจะมีพฤติกรรมตรงข้ามกับสารที่ละลายน้ำได้ดี

หน่วยของการละลายน้ำของสารเป็น มิลลิกรัมต่อลิตร (mg/l) หรือ โมลต่อลิตร (mol/l) สารที่มีค่าการละลายน้ำสูงกว่า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร แสดงว่าละลายน้ำได้ดี

2) สัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในชั้นออคตานอลกับน้ำ (Octanol/Water Partition Coefficial; K_{ow}) ออคตานอลเป็นแอลกอฮอล์ตัวหนึ่งที่มีโครงสร้างโมเลกุลคล้ายโมเลกุลของไขมันของสัตว์ มีสมบัติที่ละลายน้ำได้น้อยมาก และสามารถทำให้บริสุทธิ์ได้ง่าย ออคตานอลถูกใช้เพื่อทำการศึกษาการแพร่กระจายของสารที่ละลายน้ำได้น้อย หรือ Hydrophobic Compound เนื่องจากสารที่ละลายน้ำได้น้อยส่วนใหญ่จะถูกสะสมในชั้นไขมันของสิ่งมีชีวิต ดังนั้นถ้าสารสามารถละลายได้ดีในออคทานอลแสดงว่าสารนั้นมีโอกาสที่จะสะสมในไขมันได้มาก (มลิวรรณ, 2552)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การหาค่า K_{ow} ของสารใดๆทำได้โดยวิธีซึ่งเรียกว่า “Shake Flask Technique” คือ ใส่สารที่ต้องการทราบค่า K_{ow} ลงในขวดที่มีออคตานอลและน้ำอยู่ จากนั้นทำการเขย่าขวดที่อุณหภูมิคงที่ค่าหนึ่ง จนแพร่ไปมาและอยู่ในแต่ละชั้นถึงจุดสมดุล จึงวิเคราะห์หาปริมาณสารที่อยู่ในชั้นออคตานอลและน้ำนำค่าความเข้มข้นของสารในออคตานอล (C_o) หารด้วยค่าความเข้มข้นของสารในน้ำ (C_w) จะได้ค่า K_{ow}

$$K_{ow} = C_o/C_w$$ ที่จุดสมดุลและอุณหภูมิคงที่

เมื่อ C_o = ความเข้มข้นของสารในออคตานอล

C_w = ความเข้มข้นของสารในน้ำ

เนื่องจากค่า K_{ow} หาได้จากการทดลองและใช้กระบวนการไม่ยุ่งยาก เมื่อเทียบกับการหาค่าของสมบัติทางกายภาพและเคมีอื่น ๆ ค่า K_{ow} จึงเป็นที่นิยมใช้เพื่อชี้ว่าสารนั้นสะสมในไขมันได้ดีเพียงใดนอกจากนั้นค่า K_{ow} ยังใช้เพื่อเปรียบเทียบการสะสมในไขมันของสารแต่ละชนิดได้ด้วย เนื่องจากที่อุณหภูมิหนึ่ง สารแต่ละชนิดมีค่า K_{ow} สูงแสดงว่าสารนั้นสามารถสะสมในไขมันได้ดีกว่า

ค่า K_{ow} จะแปรผกผันกับค่าการสละลายน้ำของสาร (S) คือ

$$K_{ow} = 1/S$$

ถ้าสารละลายในไขมันได้มากจะลายน้ำได้น้อย โดยทั่วไปมลพิษมักเป็นสารในกลุ่มที่ไม่มีขั้ว จึงละลายน้ำได้น้อยแต่ละลายในไขมันได้ดี จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่า สารมีค่า K_{ow} สูงจะถูกดูดซับได้ดีในดินและในไขมัน จึงทำให้สารเหล่านี้มีความคงทนในธรรมชาติสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิต (Bioaccumulation) และถ่ายถอดผ่านห่วงโซอาหารได้ การที่สารสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิตทำให้ความเป็นพิษของสาร (Toxicity) ในสิ่งมีชีวิตสูงขึ้นด้วย ($K_{ow} \alpha K_b \alpha$ toxicity) ในทางตรงกันข้ามสารที่มีค่า K_{ow} ต่ำ สารจะถูกดูดซับได้น้อย ทำให้ถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิต (Biodegradation) ได้ง่าย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สารที่มีค่า K_{ow} หรือ สัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในชั้นออคตานอลกับน้ำ (Octanol/Water partition coeffiemt) สูงกว่า 1000 แสดงว่าสารนั้นละลายในไขมันได้ดีมีการสะสมในสิ่งมีชีวิตได้ง่าย (มลิวรรณ, 2552)

3) ค่าคงที่เฮนรี (Henry's law constant หรือ H) ค่า H เป็นอัตราส่วนระหว่างความดันไอของสารบริสุทธิ์ (Vapor pressure หรือ VP) กับค่าการละลายน้ำที่จุดอิ่มตัวของสาร (S) ค่า H สัมพันธ์กับความดันไอของสารและเป็นค่าคงที่ของสารแต่ละตัว ถ้าสารมีค่า H สูง ความดันไอก็มีแนวโน้มที่จะสูงด้วย ทำให้สารสามารถระเหยและแพร่กระจายในอากาศได้ง่าย แต่สำหรับการศึกษามลพิษที่เป็นประกอบอินทรีย์มีข้อสังเกตว่าสารบางตัวมีค่าความดันไอต่ำแต่มีค่า H สูง และเมื่อศึกษาการแพร่ของสารระหว่างอากาศกับน้ำจะพบว่าพวกสารที่มีค่า VP ต่ำแต่ค่า H สูงนี้จะระเหยได้ดีและไปสะสมในอากาศเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการศึกษาพฤติกรรมของสารที่แพร่ระหว่างอากาศกับน้ำจืดและไปสะสมในอากาศเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นในการศึกษาพฤติกรรมของสารที่แพร่ระหว่างอากาศกับน้ำจืดใช้ค่า H อธิบายการระเหย (Volatilization) มากกว่าการใช้ค่าความดันไอของสารเพียงอย่างเดียว

4) ขนาดโมเลกุลของสาร ขนาดโมเลกุลของสารแสดงโดยค่าน้ำหนักของโมเลกุลสาร (Molecular weight หรือ MW) พื้นที่ผิวทั้งหมด (Total Surface Area) หรือ ปริมาณของโมเลกุล (Molar Volume) สารขนาดใหญ่ขึ้นจะมีค่าการละลายน้ำลดลง การสะสมของสารในสิ่งแวดล้อมหรือในสิ่งมีชีวิต (Accumulation) จะเพิ่มขึ้นตามขนาดที่ใหญ่ขึ้นจนถึงเมื่อสารมีน้ำหนักโมเลกุลมากกว่า 350 การสะสมของสารจะไม่สูงเท่าที่ควร ทั้งนี้อาจเป็นเพราะขนาดของสารที่ทำให้สารใช้พลังงานมากในการแทรกตัว ผ่านเซลเมมเบรนของสิ่งมีชีวิตหรือการเกาะติดจึงน้อยกว่า

5) การซับ (Sorption Spectrum) การซับสารในดินขึ้นกับชนิดของสารและปัจจัยต่างๆในดิน สารพาหรือมลพิษที่เป็นสารประกอบ อนินทรีย์ (Inorganic Compound) เป็นสารที่มีขั้วซึ่งสามารถจับกับอนุภาคดินเหนียว (Clay Particle) และแตกตัวเป็นประจุต่างๆตามสภาพความเป็นกรดด่างของดิน สารกลุ่มนี้อาจทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนประจุกับธาตุอาหารที่สำคัญในดิน เช่น โซเดียม และ โปตัสเซียม เป็นต้น ส่วนพวกสารประกอบอินทรีย์ ที่เป็นพวกไม่มีขั้วการถูกดูดซับจะขึ้นกับปริมาณอินทรีย์คาร์บอน (Organic Carbon) ของดินเป็นส่วนใหญ่ ค่าคงที่แสดงการดูดซับสารในดิน คือค่าสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารระหว่างดินและน้ำ (Soil/Water Partition Coefficient หรือ Soil Sorption Capacity, K_{sw} หรือ K_d) สารที่มีค่า K_d ต่ำแสดงว่าสารจะไปอยู่ในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในดิน (soil water) และ ถ้าฝนตกลงมาหรือมีน้ำไหลบ่ามาในบริเวณที่สารสะสมอยู่ สารจะถูกชะออกไปได้ง่าย

สำหรับ K_d ของสารนั้นจะเปลี่ยนไปตามชนิดของดิน จากการศึกษาที่ผ่านมาพบว่าอินทรียวัตถุในดินจะเป็นตัวดูดซับสารเอาไว้ (มลิวรรณ, 2552) ดังนั้นเพื่อให้ค่าการดูดซับสารในดินมีค่าไม่เปลี่ยนแปลงตามชนิดของดินจึงแสดงค่าการดูดซับสารในดินในรูปของค่าสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารระหว่างอินทรีย์คาร์บอนในดินกับการ (Soil Organic Carbon/Water Partition Coefficient, K_{oc}) แทน โดยค่า K_{oc} มีความสัมพันธ์กับค่า K_d ดังนี้

$$K_{sw} = K_d = K_{oc} \times f_{oc}$$

เมื่อ f_{oc} คือ เปอร์เซ็นต์ของอินทรีย์คาร์บอนในดิน

นอกจากค่า K_{oc} ของสารที่จุดสมดุลและที่อุณหภูมิคงที่ จะบอกความสามารถในการดูดซับสารของดินแล้วค่า Soil TLC-R_f เป็นอีกค่าหนึ่งที่สามารถชี้ว่าสารสามารถเคลื่อนที่บนอนุภาคของดินได้เพียงใด หรือมีแนวโน้มที่จะถูกชะ (Leaching Potential) ได้หรือไม่

ค่า Soil TLC-R_f ได้จากการทดลองโดยการเคลือบแผ่นแก้วด้วยดินที่ต้องการศึกษา (เรียก soil TLC) จากนั้นจึงหยดสารทดลองที่ต้องการทราบค่าลงบนแผ่น Soil TLC แล้ววางแผนบนตัวทำละลาย (หรือน้ำ) ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวพาสารให้เคลื่อนที่ ค่า TLC-Rf ของสารบนดินนั้นจะคำนวณจากระยะทางที่สารทดลองเคลื่อนที่เทียบกับระยะทางที่เทียบกับระยะทางที่ตัวทำละลายเคลื่อนที่ เทคนิคนี้เป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ของทินแลร์ โครมาโตกราฟี (Thin Layer Chromatography) เรียกว่า Soil Thin Layer Chromatography Technique สำหรับการทดลองการเคลื่อนที่ของสารในดิน ถ้าพบว่า ค่า TLC-R_f ในดินมีนั้นมีค่าสูง (>0.75) แสดงว่าสารจะเคลื่อนที่ได้ดีและไม่ถูกดูดซับไว้ในดิน เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.4 กระบวนการรับสารเข้าสู่ร่างกาย (Uptake Process)

การรับสารพิษเข้าสู่ร่างกายเกี่ยวข้องกับกระบวนการเคลื่อนย้าย (Transport) ต่างๆ โดยสารพิษจะต้องเคลื่อนที่ผ่านเซลล์เมมเบรนก่อนเข้าสู่ช่องว่างระหว่างเซล โดยเซลล์เมมเบรนประกอบด้วยโมเลกุลของไขมัน 2 ชั้น (Bilayer Lipid Molecule) วางตัวเรียงกันโดยมีส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic: ละลายได้ดีในน้ำ) ชี้ออกและส่วนที่ไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic: ละลายได้ดีในไขมัน) ชี้เข้าการเรียงตัวในลักษณะนี้ทำให้สารที่ละลายไขมันได้ดีสามารถเคลื่อนที่ผ่านเมมเบรนได้ด้วยความเร็วประมาณ 10^{-8} ตารางเซนติเมตร/วินาที ส่วนการเคลื่อนที่ของสารที่ละลายในน้ำได้ดีจะผ่านชั้นไขมันของเซลล์เมมเบรนโดยทางช่อง (Channel) หรือรู (Pore) ที่ฝังตัวอยู่ในเซลล์เมมเบรน และบางครั้งอาศัยโปรตีนที่มีอยู่ในเซลเมมเบรนเป็นตัวพา ด้วยเหตุนี้การเคลื่อนย้ายของสารผ่านเซลล์เมมเบรนจึงมี 3 เส้นทางคือ เส้นทางที่สารผ่านไขมันของเซลเมมเบรน (Lipid Route) เส้นทางที่ผ่านส่วนที่ละลายน้ำของเซลล์เมมเบรน (Aqueous Route) และเส้นทางที่เซลล์ใช้ในการกำจัดสิ่งแปลกปลอม (Endocytotic Route)

เส้นทางที่ผ่านไขมันของเซลล์เมมเบรน (lipid route) สารที่มีสมบัติละลายได้ดีในไขมันจะเข้าสู่เซลล์โดยผ่านทางไขมันของเซลล์เมมเบรน แต่การเคลื่อนที่ของสารผ่านเซลล์เมมเบรน แต่ละแห่งนั้นจะไม่เท่ากันขึ้นกับองค์ประกอบของเซลล์เมมเบรน สำหรับองค์ประกอบของเซลล์เมมเบรนอาจแตกต่างกันขึ้นกับไขมันที่ร่างกายได้รับ และไขมันเหล่านั้นจะทำให้ไขมันไซโตพลาสซึมไม่เหมือนกัน เป็นผลให้ผิวด้านในของเซลล์เมมเบรนมีส่วนประกอบต่างกันไป นอกจากนั้นไขมันที่ผิวนี้เองอาจเกิดเป็นเอนไซม์ชนิดที่มีสมบัติ สามรถพลิกกลับไปมาระหว่างภายในภายนอกของเซลล์เมมเบรน หรือที่เรียกว่า Flip Flop Enzyme เมื่อสารมาเกาะกับเอนไซม์ชนิดนี้จะสามารถเคลื่อนที่เข้าออกเซลล์เมมเบรนได้เมื่อเอนไซม์พลิกไปมา เช่น เอนไซม์โซเดียมโพตัสเซียมปั๊ม (Na-K pump) ที่ควบคุมการเคลื่อนที่เข้าออกของโซเดียมและโพตัสเซียมของเซลล์ประสาท เป็นต้น

เส้นทางที่ผ่านส่วนที่ละลายน้ำของเซลล์เมมเบรน (aqueous route) โดยทั่วไปช่องที่อยู่ในเซลล์เมมเบรน (Membrane Channel) ประกอบด้วยโปรตีนทรงกระบอกที่วางตัวอยู่ข้างในและข้างนอกของเซลล์เมมเบรน โปรตีนเหล่านี้มีทั้งส่วนที่ชอบน้ำ (Hydrophilic) และไม่ชอบน้ำ (Hydrophobic) เช่นเดียวกับผนังของเซลล์เมมเบรน โดยส่วนที่ไม่ชอบน้ำของโปรตีนจะหันเข้าหาส่วนที่ไม่ชอบน้ำของเซลล์เมมเบรน ในขณะที่ส่วนของโปรตีนที่ชอบน้ำจะทำตัวเป็นช่อง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Aqueous pore) และปล่อยให้สารที่ละลายน้ำสามารถเคลื่อนที่ผ่านไปได้ ขนาดของโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็น Aqueous Pore จะมีส่วนควบคุมอัตราเร็วที่สารเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ผ่านเส้นทางนี้มีข้อจำกัดอยู่บ้าง เช่น รูปร่างของช่องที่เกิดขึ้นอาจเป็นข้อจำกัดการเคลื่อนที่ของสารขนาดต่าง ๆ รวมทั้งสมบัติของตัวกรองซึ่งก็คือโปรตีนที่ทำให้เกิดช่องในเมมเบรน โปรตีนที่เป็นตัวกรองนั้นมีประจุลบ (Negative Charge Filter) จึงเลือกให้เฉพาะสารบางชนิดผ่านได้ สำหรับสารที่มีประจุ 2^+ ต้องการเคลื่อนที่ผ่านจะต้องปลดปล่อยโมเลกุลของน้ำออกมา (Dehydration) และเมื่อผ่านช่องในเมมเบรนไปแล้วจึงดึงน้ำกลับมาใหม่ (Rehydration) ส่วนสารที่มีประจุ 1^+ เช่น Na^+ จะถูกสารที่มีประจุ 2^+ ผลักออกมา นอกจากนี้โปรตีนยังทำหน้าที่เป็นตัวตรวจรับ (Sensor) คอยปิดเปิดช่องหรือประตู (Gate) ในเมมเบรนให้สารผ่านไปได้

บางครั้งการเคลื่อนที่ของสารที่มีประจุต่างๆจะถูกจำกัดโดยจำนวนชนิดของสารที่ต้องการผ่านไปในเวลาเดียวกัน การเคลื่อนที่ของสารหลายชนิดที่มีประจุต่างกันจะทำให้เกิดการแข่งขันหรือเกิดการยับยั้งการเคลื่อนที่ของสารอื่น ในขณะที่สารที่มีประจุอย่างเดียวกัน เช่น มีประจุบวกเหมือนกัน จะเกิดการผลักกันไปในทิศทางตรงข้ามทำให้การเคลื่อนที่ช้าลง

เส้นทางที่สารถูกดึงเข้าภายในเซลล์โดยระบบทำลายสารพิษของสิ่งมีชีวิต (Endocytotic route) สารแปลกปลอมจะถูกห่อหุ้มแล้วนำเข้าไปในเซล เมื่ออยู่ภายในเซลล์สารจะถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ที่ปล่อยออกจากไลโซโซม (Lysosome) กระบวนการนี้เป็นการย่อยสลายสารอาหารแบบภายในเซล (Intracellular digestion) หรือ เป็นการนำสารบางชนิดเข้าสู่ภายในเซลล์ เช่น ธาตุเหล็ก เป็นต้น สำหรับสารที่ไม่ถูกย่อยอาจถูกขับออกมา หรือ ฝังตัวอยู่ภายในไลโซโซม รวมทั้งอาจถูกเก็บไว้ในไซโตพลาสซึมก็ได้ การศึกษาในเรื่องนี้ยังมาข้อมูลค่อนข้างน้อย

จากเส้นทางที่สารเคลื่อนเข้าสู่เซลโดยส่วนหนึ่งจะถูกควบคุมโดยสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารคือการละลายในไขมันและการละลายน้ำของสารแล้ว ความเข้มข้นของสารระหว่างผนังเซลล์ทั้งสองข้างก็มีความสำคัญต่อการเคลื่อนย้ายสารด้วยเช่นกัน สำหรับกระบวนการต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเคลื่อนย้ายสารผ่านเซลล์เมมเบรน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

8.5 กระบวนการสะสมสารในสิ่งมีชีวิต (Bioaccumulation Process)

การที่สิ่งมีชีวิตรับเอาสารพิษเข้าไปและระยะเวลาที่สารพิษอยู่ในสิ่งมีชีวิตนั้นจะทำให้ความเข้มข้นของสารพิษเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดกลายเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตนั้นๆ การสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิตจะเกิดขึ้นเมื่อปริมาณสารที่ได้รับเข้าไปมากกว่าปริมาณที่ขับออกมา การสะสมของสารตั้งแต่การรับสารจากสิ่งแวดล้อมโดยตรง หรือจากห่วงโซ่อาหาร

ในธรรมชาติสารสามารถเคลื่อนย้ายจากสิ่งมีชีวิตหนึ่งไปยังสิ่งมีชีวิตอื่นในห่วงโซ่อาหาร ดังนั้นระยะเวลาที่สารอยู่ในสิ่งมีชีวิตหรือ ค่าครึ่งชีวิต (Biological Half-Life) จึงมีความสำคัญ สารจะต้องสามารถทนต่อกระบวนการย่อยสลายที่เกิดขึ้นภายในสิ่งมีชีวิต (Biological Break Down หรือ Excretion) เพื่อให้สามารถสะสมอยู่และมีปริมาณสูงขึ้น การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตมี 3 ลักษณะคือ การสะสมสารจากแหล่งที่ไม่ทราบชัดเจนเรียกว่า Bioaccumulation เช่น สิ่งมีชีวิตสามารถรับสารได้หลายทาง คือ จากอาหารและน้ำที่บริโภค หรือจากอากาศ หรือจากการสะสมสารจากแหล่งที่มาที่แน่นอน เรียกว่า Bioconcentration เช่น การทดลองทำให้สัตว์น้ำสะสมสารพิษจากน้ำ เป็นต้น บางครั้งสารมีการสะสมให้มีปริมาณสูงขึ้นตามลำดับชั้น (Trophic Level) ในห่วงโซอาหารที่สูงขึ้นเรียกว่า Biomagnification

ค่าการสะสมสารพิษในสิ่งมีชีวิต (Bioconcentration; BCF) เป็นดัชนีที่ใช้แสดงการสะสมสารเคมีในสิ่งมีชีวิตในน้ำ การสะสมของสารเคมีในสิ่งมีชีวิตเป็นการกระจายตัวแบ่งส่วน (partition) ระหว่างสิ่งมีชีวิตและน้ำที่สิ่งมีชีวิตนั้นอาศัยอยู่ ส่วนใหญ่สารเคมีในสิ่งมีชีวิตจะสะสมอยู่ในส่วนที่เป็นไขมัน และบางส่วนรวมตัวกับชีวโมเลกุลภายในเซลล์เช่น โปรตีน จึงทำให้ความเข้มข้นของสารเคมีภายในสิ่งมีชีวิตนั้นสูงกว่าความเข้มข้นในน้ำมาก BCF คำนวณได้จากสมการ

$$BCF = C_B/C_W$$

เมื่อ C_B = ความเข้มข้นของสารในสิ่งมีชีวิต

C_W = ความเข้มข้นของสารในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

9. การประเมินการสะสมของสารจากสมบัติทางกายภาพและเคมีของสาร

สมบัติทางกายภาพและเคมีของสารเป็นส่วนหนึ่งที่ควบคุมความเป็นไปของสารตั้งแต่ปล่อยออกจากแหล่งกำเนิด การเคลื่อนที่ไปถึงเมื่อสะสมในเฟสต่างๆของสิ่งแวดล้อม (มลิวรรณ, 2552) โดยจากการศึกษาที่ผ่านมา พบว่าคุณสมบัติทางกายภาพและเคมีของสารบางค่าสามารถนำมาใช้ประเมินหรือคาดการณ์แพร่และการสะสมของสารพิษในสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้

9.1 การประเมินจากค่าการละลายน้ำ

การประเมินความเป็นไปและการสะสมของสารในสิ่งแวดล้อมจากค่าการละลายน้ำของสาร (S) ทำโดยการแบ่งกลุ่มสารออกเป็น 3 กลุ่มตามค่าการละลายน้ำ คือ กลุ่มแรกเป็นกุล่มที่ละลายน้ำได้ดี มีค่า S >1000 มิลลิกรัมต่อลิตร กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่ที่ละลายน้ำได้ปานกลาง มีค่า S ของสารอยู่ระหว่าง 10-1000 มิลลิกรัมต่อลิตร และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มที่ละลายน้ำได้น้อย S<10 มิลลิกรัมต่อลิตร (Ney, 1990) จากตาราง 14 จะประเมินได้ว่า สารประกอบอินทรีย์ที่มีค่าการละลายน้ำสูง คือ มากกว่า 1000 มิลลิกรัมต่อลิตร มักเคลื่อนที่ได้ดี ถูกย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิตได้ง่ายจึงมีความคงทนต่ำ และสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้ง่ายจึงมีความคงทนต่ำและสลายตัวในสิ่งแวดล้อมได้เร็ว การสลายตัวได้ง่ายทำให้สะสมในสิ่งมีชีวิตได้น้อยและไม่ถ่ายทอดผ่านห่วงโซ่อาหาร ส่วนกลุ่มที่มีค่าการละลายน้ำต่ำกว่า 10 มิลลิกรัมต่อลิตรกลุ่มนี้จะมีพฤติกรรมตรงข้ามกับกลุ่มที่มีค่าการละลายน้ำสูง ส่วนกลุ่มที่มีค่าการละลายน้ำอยู่ปานกลาง พฤติกรรมของสารอาจเหมือนกับของสารที่ละลายน้ำได้น้อยหรือสารที่ละลายน้ำได้มากอย่างใดยอย่างหนึ่ง ดังนั้นต้องใช้ปัจจัยอื่นมาช่วยประเมินความเป็นไปของสาร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 14 การประเมินความเป็นไปของสารโดยใช้ค่าการละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)

ความเป็นไปในสิ่งแวดล้อม	ค่าการละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
	<10	10-1000	>1000
การเคลื่อนที่	ไม่-น้อยมาก	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การดูดซับ	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่มี
การย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิต	บางครั้ง	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การเกิดเมตาบอลิซึม	บางครั้ง	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การสะสมในสิ่งแวดล้อม	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่
การสะสมในสิ่งมีชีวิต	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่
ความคงทน	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่
การแยกย้ายไปในสิ่งแวดล้อม	ไม่-ช้ามาก	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การสะสมในห่วงโซ่อาหาร	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่

ที่มา: ปรับปรุงจาก Ney (1990)

9.2 การประเมินค่าจาก K_{ow}

ค่า K_{ow} ของสารเป็นตัวชี้ว่าสารนั้นจะสะสมในไขมันหรือถูกดูดซับในดินได้ดีเพียงใด ในการประเมินความเป็นไปของสารในสิ่งแวดล้อมทำเช่นเดียวกับการใช้ค่าการละลายน้ำ คือ แบ่งกลุ่มตามค่า K_{ow} ออกเป็น 3 กลุ่ม ได้แก่ สารที่มีค่า K_{ow} สูงคือ สารที่มีค่า $K_{ow} > 1000$ สารที่มีค่า K_{ow} ระหว่าง 500-1000 เป็นพวกที่มีค่า K_{ow} ปานกลาง และ ที่มีค่า $K_{ow} < 500$ เป็นพวกที่มีค่า K_{ow} ต่ำ (ตารางที่ 15) (Ney, 1990) สารที่มีค่า K_{ow} สูง จะถูกสะสมในไขมันได้ดี ถูกย่อยสลายโดยกระบวนการเมตาบอลิซึมหรือจุลินทรีย์ได้น้อยมาก และสามารถสะสมในสิ่งมีชีวิต และเนื่องจากมีความมีความคงทนสูงทำให้สามารถส่งผ่านไปตามห่วงโซ่อาหารได้ ส่วนสารกลุ่มที่มีค่า K_{ow} อยู่ระหว่าง 500-1000 จะไม่ทราบพฤติกรรมที่แน่นอนขณะที่สารมีค่า K_{ow} ต่ำ (ค่า $K_{ow} < 500$) จะลายน้ำได้ดี สารกลุ่มนี้จึงสลายตัวได้ง่ายทำให้ไม่เกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิต

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 15 การประเมินความเป็นไปของสารโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การดูดซับในน้ำ K_{ow}

ความเป็นไปในสิ่งแวดล้อม	ค่าการละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)		
	<500	500-1000	>1000
การดูดซับ	ไม่	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิต	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่-ช้ามาก
การเกิดเมตาบอลิซึม	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่-ช้ามาก
การสะสมในสิ่งแวดล้อม	ไม่	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การสะสมในสิ่งมีชีวิต	ไม่	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
ความคงทน	ไม่	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	มี
การแยกย้ายไปในสิ่งแวดล้อม	มี	ไม่มีหรือมี อย่างใดอย่างหนึ่ง	ไม่

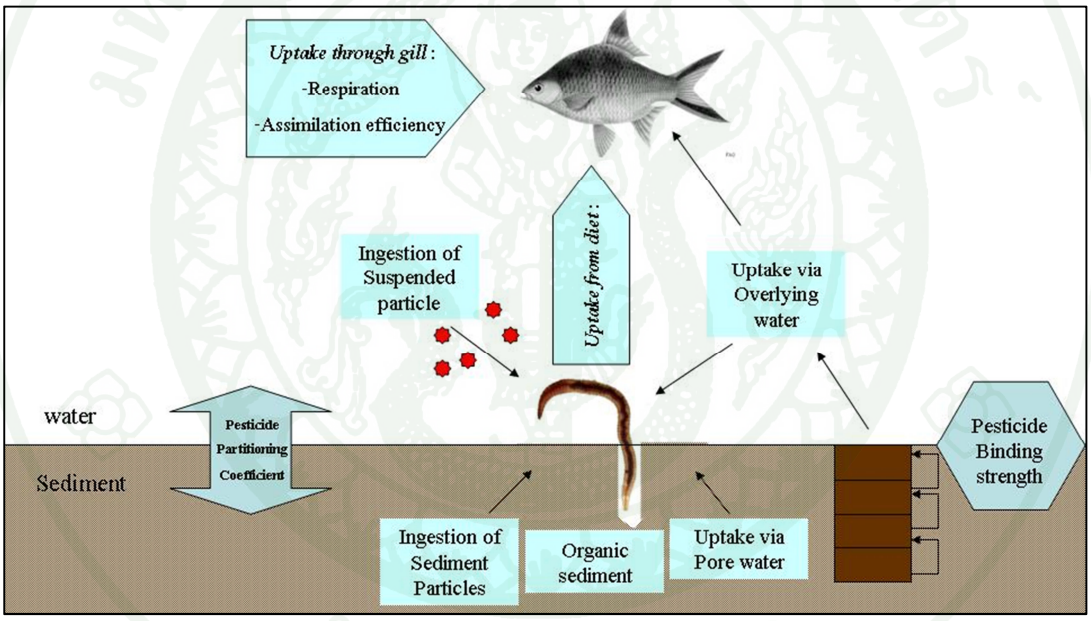
ที่มา: ปรับปรุงจาก Ney (1990)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการศึกษา

กรอบวิจัยและขั้นตอนวิธีวิจัย

ในการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ได้วางแผนการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงและการถ่ายทอดของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบ โดยทำการวิเคราะห์ ในน้ำ ดินตะกอน สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลา ตามกรอบแนวคิดดัง ภาพที่ 7 นอกจากนี้ ยังทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่อาจทำให้เกิดการสะสมของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพของระบบนิเวศ ควบคู่กันไปด้วย



ภาพที่ 7 โครงสร้างของแบบจำลองพลวัตของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน

การศึกษาถึงชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช ในน้ำ และดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนครั้งนี้ ได้ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด ซึ่งประกอบไปด้วย จังหวัดสมุทรสาคร นครปฐม สุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท โดยแบ่งการศึกษาออกเป็น 3 ระยะดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

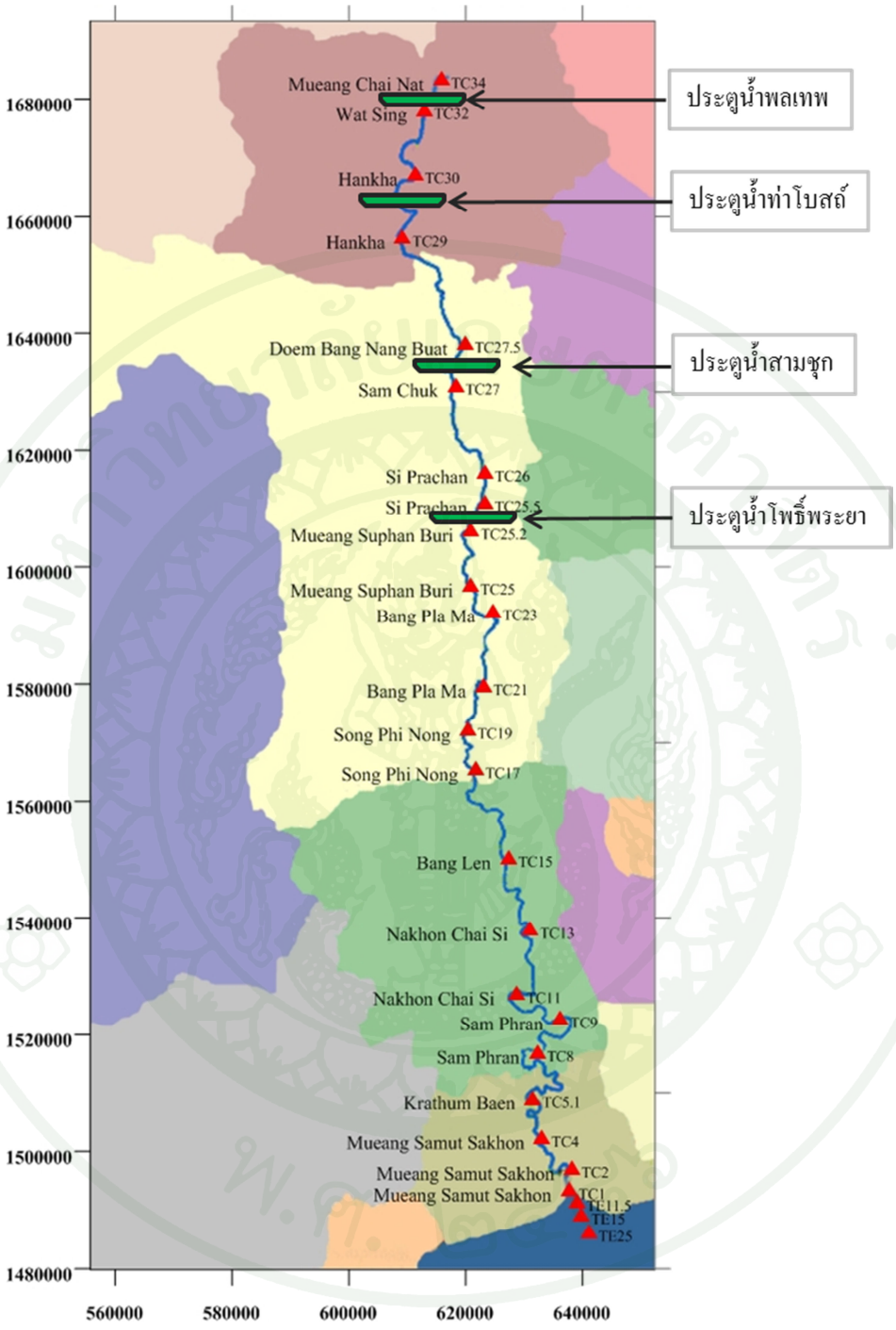
ระยะที่ 1 การรวบรวมข้อมูลพื้นฐานและการออกสำรวจภาคสนาม

ในการสำรวจระยะแรก ได้ทำการเก็บข้อมูลปริมาณสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากหน่วยงานที่ได้ทำการศึกษาไว้ (อาทิ กรมควบคุมมลพิษ และสำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5) ซึ่งมีหน้าที่ดูแลทางด้านสิ่งแวดล้อมทุกด้านของแม่น้ำท่าจีน โดยพื้นที่ที่ทางกรมฯ ได้มีการศึกษาด้านสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชประกอบไปด้วย 4 พื้นที่ ได้แก่ อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม อำเภอเมืองและอำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี และอำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท ซึ่งได้มีการเริ่มเก็บข้อมูลทางด้านสารกำจัดศัตรูพืชในปี พ.ศ. 2548 จนถึงปัจจุบัน

ในการสำรวจภาคสนาม ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท ถึงบริเวณปากแม่น้ำท่าจีน จังหวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 8) รวมระยะทางทั้งสิ้น 325 กิโลเมตร มีสถานีศึกษาทั้งหมด 26 สถานี (ตารางที่16) โดยทำการเก็บตัวอย่างและข้อมูลในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 ซึ่งทำการศึกษาปัจจัยทางด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้แก่ คุณภาพน้ำซึ่งประกอบไปด้วย ความเร็วของกระแสน้ำ พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำ ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ อุณหภูมิ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ พีเอช แร่ธาตุอาหาร คลอโรฟิลล์ และทำการศึกษาคุณภาพดินตะกอน ได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน จากข้อมูลปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ได้นำข้อมูลมาวิเคราะห์เพื่อหาศักย์การบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีนต่อไป

การศึกษาการแพร่กระจาย ของสารกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนอยู่ในระบบสิ่งแวดล้อมของแม่น้ำท่าจีน จะทำการเก็บตัวอย่างน้ำและดินตะกอนในบริเวณเดียวกับที่ทำการศึกษาปัจจัยสิ่งแวดล้อม โดยนำมาวิเคราะห์หาปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช ซึ่งผลการศึกษาจะนำมาใช้ในการกำหนดพื้นที่ศึกษาด้านพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศในระยะที่ 2 ต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 8 แผนที่แสดงสถานีเก็บตัวอย่างน้ำ ดินตะกอนและสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 16 ตำแหน่งพิกัดทางภูมิศาสตร์ของสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

สถานี	UTM		เขตพื้นที่ปกครอง
	E	N	
TC34	615841	1683514	อ.เมืองชัยนาท
TC32	614804	1681693	อ.วัดสิงห์
TC30	611345	1667356	อ.หันคา
TC29	609223	1656510	อ.หันคา
TC27.5	619864	1638306	อ.เดิมบางนางบวช
TC27	618282	1631231	อ.สามชุก
TC26	623352	1616337	อ.ศรีประจันต์
TC25.5	621143	1607632	อ.เมืองสุพรรณบุรี
TC25.2	620904	1606309	อ.เมืองสุพรรณบุรี
TC25	620632	1601008	อ.เมือสุพรรณบุรี
TC23	624680	1592507	อ.บางปลาม้า
TC21	623071	1579775	อ.บางปลาม้า
TC19	622021	1569461	อ.สองพี่น้อง
TC17	621688	1565563	อ.สองพี่น้อง
TC15	627328	1550354	อ.บางเลน
TC13	631049	1538081	อ.นครชัยศรี
TC11	628760	1527090	อ.นครชัยศรี
TC9	636263	1522792	อ.สามพราน
TC8	632242	1517012	อ.สามพราน
TC5.1	631476	1509259	อ.กระทุมเบน
TC4	633056	1502393	อ.เมืองสมุทรสาคร
TC2	638186	1497201	อ.เมืองสมุทรสาคร
TC1	637188	1495096	อ.เมืองสมุทรสาคร
TE11	638999	1491563	ปากแม่น้ำท่าจีน
TE15	639558	1490743	ปากแม่น้ำท่าจีน
TE25	640526	1487880	ปากแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ระยะที่ 2 การศึกษาพลวัตของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช

จากผลการศึกษาในระยะที่ 1 จะได้ข้อมูลการปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในเชิงพื้นที่ เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาประเมินลักษณะการถ่ายทอดสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศพื้นท้องน้ำ ซึ่งจะทำการจัดกลุ่มพื้นที่ออกมาอย่างน้อย 3 พื้นที่เพื่อทำการศึกษาการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในองค์ประกอบนิเวศทางน้ำ ซึ่งประกอบด้วย น้ำ ดินตะกอน สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลา ซึ่งในการศึกษาระยะที่ 2 นี้จะเป็นการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชทั้งในน้ำและดินตะกอน

ระยะที่ 3 การพัฒนาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศน้ำแม่น้ำท่าจีน

นำข้อมูลในระยะที่ 1 และ ระยะที่ 2 มาใช้ในการสร้างแบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน รวมถึงการนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนบริหารจัดการเชิงพื้นที่ สำหรับพื้นที่ที่เกิดภาวะปนเปื้อนของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยในการพัฒนาแบบจำลองจะใช้วิธีการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาสัดส่วนการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในองค์ประกอบนิเวศทางน้ำทั้งระบบ ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้จากข้อมูล ปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ศักย์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ การสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในแพลงก์ตอนพืช การสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในสัตว์พื้นท้องน้ำและปลา รวมถึงการถ่ายทอดของสารกำจัดศัตรูพืชจากที่หนึ่งไปยังอีกทีหนึ่งผ่านกระบวนการเคลื่อนตัวของน้ำ ซึ่งแบบจำลองนี้จะสามารถทำนายถึงสัดส่วน และโอกาสการสะสมของสารกำจัดศัตรูในองค์ประกอบทางนิเวศต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อุปกรณ์ในการศึกษา

1) เครื่องวัดคุณภาพน้ำหลายตัวแปร (Multiparameter Water Quality Monitor รุ่น 6600)
2) เครื่องวัดระดับความลึก (Depth Meter Portable Sounder และ Fish Finder 250)
3) อุปกรณ์ตรวจวัดกระแสน้ำ (Current Meter; Acoustic Doppler Current Profiler and EM-type current meter)
4) อุปกรณ์ในการกรองน้ำ (Filter set)
5) กระดาษกรอง (Grass Fiber Filter: GF/F) ขนาดตา 0.7 ไมโครเมตร
6) หลอดเก็บตัวอย่างน้ำ
7) กระบอกเก็บน้ำ (Water Sampler)
8) ถุงเก็บตัวอย่างน้ำ (Polyethylene Bag)
9) เครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารแบบอัตโนมัติ Skalar รุ่น The SANplus Segmented Flow Analyzers
10) Sonicator
11) เครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge ALC 4236)
12) Spectrophotometer (CECIL CE 1020s Scanning)
13) เครื่องทำแห้งด้วยสูญญากาศ (Freeze Dryer) รุ่น Flexi-DryTM Microproceddor Control)
14) Gravity Core Sampler ประกอบด้วย Acrylic Tube ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร
15) แผนตัดดิน (Cut Plate)
16) ถุงซิป
17) เครื่องชั่งความละเอียดสูง ยี่ห้อ Sartorius รุ่น BL210S
18) โกร่ง
19) Crucible
20) เตาอบ (Oven) ยี่ห้อ Contherm รุ่น Digital series oven
21) เตาเผา (Furnace) ยี่ห้อ Carbolite รุ่น Control 201
22) โถดูดความชื้น (Desiccator)
23) เครื่อง High-performance liquid chromatography; HPLC (TSP HPLC System with P1500 Pump, UV 2000 Detector, SN 4000 Controller)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

24) Column Hypersil Gold 150x4.6 mm

25) น้ำกลั่น (Distilled Water)

26) Solvent (Pesticide Residue Grade) Methylene Chloride, Methanol, Acetonitrile)

27) Sodium sulfate anhydrous

28) Rotary Evaporator

29) Boiling flask 500 ml

30) Separator funnel 1000, 500, 250 ml

31) Graduate test tube 15 ml

32) Fixed Needle Syringe Hamiton (model 702 HPLC 25 µl)

การเก็บตัวอย่างและการวิเคราะห์

1) ทำการเก็บข้อมูลคุณสมบัติทางกายภาพของน้ำเบื้องต้น ได้แก่ อุณหภูมิ และกระแสน้ำ ส่วนคุณสมบัติทางเคมีของน้ำ ได้แก่ ความเค็ม ปริมาณออกซิเจนละลาย ความเป็นกรดเป็นด่าง รวมถึงตรวจวัดระดับความลึกของน้ำตามสถานี และพื้นที่หน้าตัดที่ (ภาพที่ 8) นอกจากนี้การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อนำไปวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหาร (แอมโมเนียม-ไนโตรเจน ไนไตร์ท ไนเตรท-ไนโตรเจน ซิลิเกต-ซิลิคอน และออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส) โดยกรองน้ำผ่านชุดกรอง (Filter set) ที่บรรจุกระดาษกรอง GF/F และทำการวิเคราะห์ด้วยเครื่องวิเคราะห์ธาตุอาหารแบบอัตโนมัติ (Autoanalyzer SKALAR) และเก็บตัวอย่างน้ำด้วยกระบอกเก็บน้ำ ณ บริเวณผิวน้ำ (30 เซนติเมตรจากผิวน้ำ) เพื่อนำตัวอย่างน้ำที่ได้ไปวิเคราะห์หาปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* ด้วยวิธี Spectrophotometric Method และวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ด้วยวิธีการทำให้แห้งโดยระบบสุญญากาศ (Freeze Dryer)

การวิเคราะห์คลอโรฟิลล์ เอ นำตัวอย่างที่เก็บไว้ในถุงเก็บตัวอย่างน้ำ ขนาด 6 ลิตร มากรองผ่านอุปกรณ์ชุดกรองเครื่องแก้วกรองน้ำ ที่มีกระดาษกรอง GF/F ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มิลลิเมตร บรรจุอยู่ ทำการกรองจนกระดาษกรองไม่สามารถให้น้ำตัวอย่างได้ บันทึกปริมาตรน้ำที่กรองได้ คีบกระดาษกรองออกจากแท่นกรองและพับครึ่ง เก็บไว้ในหลอดเก็บน้ำตัวอย่างขนาด 10 มิลลิลิตร ที่มี Acetone เข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์ บรรจุอยู่ในปริมาตร 5 มิลลิลิตรเขย่าให้ทั่ว ห่อหลอดเก็บน้ำตัวอย่างด้วย Aluminum Foil ให้มิดชิดและเก็บตัวอย่างไว้ในที่เย็น -20 องศาเซลเซียส อย่างน้อย 24 ชั่วโมง จากนั้น นำหลอดเก็บตัวอย่างน้ำผ่าน Ultrasonic เป็นเวลา 10 นาที

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เสร็จแล้วนำไปทำให้ตกตะกอน ด้วยเครื่องเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifuge) ที่ความเร็ว 2500 รอบ/นาที เป็นเวลา 10 นาที เพื่อตกตะกอนสารแขวนลอยที่เกิดจากกระดาษกรอง นำไปวิเคราะห์หาคลอโรฟิลล์ เอ โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร ดูดน้ำใสที่อยู่ส่วนบนใสลงในเซลล์ (Cuvette) ขนาดกว้าง 1 เซนติเมตรในปริมาตร 3 มิลลิลิตร ทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 นาโนเมตร ก่อนหยดกรดทันที และวัด Extinction ที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร ก่อนหยดกรด ทำการบันทึกค่าที่อ่านได้ เติมกรด HCl ลงไป 0.1 มิลลิลิตร เขย่าเบาๆ และทำการวัดค่า Extinction ที่ความยาวคลื่น 665 และ 750 นาโนเมตร อีกครั้งและนำค่าที่ได้ไปคำนวณ

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

โดยที่

665o = ค่า Extinction ที่ 665 nm ก่อนทำการเติมกรด

665a = ค่า Extinction ที่ 665 nm หลังจากเติมกรดแล้ว

750o = ค่า Extinction ที่ 750 nm ก่อนทำการเติมกรด

750a = ค่า Extinction ที่ 750 nm หลังจากเติมกรดแล้ว

v = Volume of acetone extract (ml)

V = Volume of water filtered (liters)

l = Path length of cuvette (cm)

การวิเคราะห์ปริมาณของแข็งแขวนลอยในน้ำ นำกระดาษกรอง GF/C ไปเผา ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น ชั่งน้ำหนักกระดาษกรองที่ผ่านการอบแล้ว เก็บรักษากระดาษกรองไว้ในซอง Aluminum Foil ที่มิดชิด ต่อชุดเครื่องมือสำหรับการกรอง ใช้ปากคีบนำกระดาษกรอง GF/C วางบนกรวยบุคเนอร์ เปิดเครื่องดูดสุญญากาศ พิจารณาลักษณะของน้ำ เพื่อประเมินปริมาตรของน้ำที่จะใช้ หากน้ำขุ่นมีของแข็งแขวนลอยมาก ควรใช้น้ำในปริมาณน้อย แต่ถ้าตัวอย่างน้ำมีลักษณะใสควรใช้น้ำในปริมาณมากเท่าที่สามารถทำได้ เขย่าน้ำตัวอย่างให้เข้ากัน เทตัวอย่างน้ำที่ทราบปริมาตร โดยค่อย ๆ เททีละน้อยอย่างต่อเนื่องจนหมด ใช้น้ำกลั่นฉีดล้างภาชนะที่ใช้ตวงตัวอย่าง เทลงกรอง และฉีดน้ำกลั่นบริเวณด้านข้างของกรวยบุคเนอร์ รวมทั้งบนกระดาษกรอง ปล่อยให้เครื่องดูดสุญญากาศดูดจนน้ำแห้ง ปิดเครื่อง ใช้ปากคีบขอบกระดาษกรองพับเป็น 4 ส่วน เก็บรักษากระดาษกรองในซอง Aluminum Foil แล้วนำไปทำให้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แห้งด้วยเครื่อง Freeze dryer เป็นเวลาอย่างน้อย 1 วัน เสร็จแล้วนำไปใส่ในโถดูดความชื้น ก่อนชั่งน้ำหนักกระดาษกรอง คำนวณโดยใช้สูตร

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

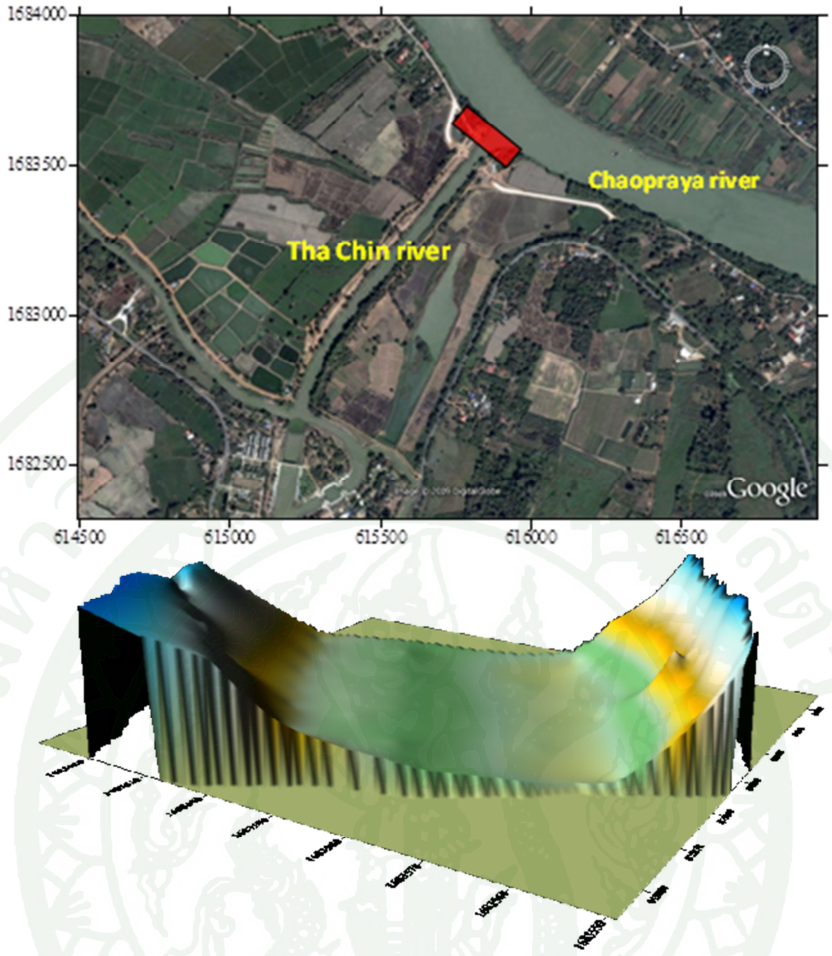
โดยที่ A = น้ำหนักกระดาษก่อนกรอง หน่วย กรัม

B = น้ำหนักกระดาษหลังกรอง หน่วย กรัม

C = ปริมาตรตัวอย่างน้ำ หน่วย มิลลิลิตร

การศึกษารูปแบบการถ่ายเทมวลสารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ทำการประเมินโดยการจัดแบ่งพื้นที่ (Zoning) โดยใช้ตัวแทนของแต่ละสถานีที่ทำการศึกษาเป็นตัวแทนภายในพื้นที่ของแต่ละจังหวัดประกอบด้วย จังหวัดชัยนาท (TC29-TC34) จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) จังหวัดนครปฐม (TC8-TC15) และ จังหวัดสมุทรสาคร (TE25-TC5.1) ซึ่งในการใช้เขตพื้นที่จังหวัดเป็นตัวช่วยในการแบ่งเขตนั้นเพื่อที่จะให้ง่ายต่อการบริหารจัดการ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาทำโดยการแบ่งพื้นที่หน้าตัด Cross-Sectioned Site (ภาพที่ 9) ครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 9 การศึกษาพื้นที่ภาคตัดขวางของลำน้ำในส่วนต่างๆในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เพื่อการประเมินปริมาณน้ำที่ไหลผ่านในแต่ละเขตพื้นที่

โดยในแต่ละสถานีจะวิเคราะห์หา ขนาดพื้นที่หน้าตัด ปริมาตรมวลน้ำ ที่ใช้ในการศึกษารูปแบบการถ่ายเทของสาร โดยทั้งนี้ สารที่นำมาใช้ในการประเมิน คือ ธาตุอาหารที่ละลายในน้ำ ประกอบด้วย ไนโตรเจนละลายน้ำ (Dissolved Inorganic Nitrogen : DIN) และออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (PO_4^{-3}-P) และสารกำจัดศัตรูพืชที่ตรวจพบ

2) การเก็บตัวอย่างดินตะกอน บริเวณที่มีการตกตะกอนในพื้นที่ เพื่อวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณสมบัติทางเคมี โดยทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนด้วย Gravity Core Sampler ซึ่งประกอบด้วย Acrylic Core Tube ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร โดยทำการศึกษาลักษณะภายนอกของดินตะกอน ได้แก่ ลักษณะตะกอน สี องค์ประกอบ และกลิ่น จากนั้นตัดขอบของดินตะกอนที่สัมผัส Corer ด้านในออกให้เป็น 8 เหลี่ยม เพื่อป้องกันการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปนเปื้อนของแต่ละชั้นดิน แล้วตัดดินตามระดับความลึกชั้นละ 1 เซนติเมตร จำนวน 5-10 ชั้น เก็บดินที่ได้ในแต่ละชั้นใส่ถุง Polyethylene ไล่อากาศออกให้หมดและปิดปากถุงให้สนิท แล้วเก็บรักษาตัวอย่างที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิดกระบวนการต่าง ๆ จนกว่าจะนำไปวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมีที่ห้องปฏิบัติการ โดยนำมาศึกษาปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM)

การวิเคราะห์ปริมาณสารอินทรีย์รวม (Total Organic Matter: TOM) นำตัวอย่างดินตะกอนมาทำให้เป็นเนื้อเดียวกันที่อุณหภูมิห้อง และทำให้แห้ง โดยนำตัวอย่างดินไปอบที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง เลือกเศษเปลือกหอยหรือหินที่มีอยู่ในตัวอย่างดินตะกอนออก (ยกเว้น กรณีที่มีเปลือกหอยหรือหินเป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของเนื้อดินเกิน 80 % ไม่ต้องคัดเลือกออก) จากนั้นนำดินตัวอย่างไปบดให้ละเอียดจนเป็นเนื้อเดียวกัน นำ Crucible ที่ผ่านการเผาที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เสร็จแล้วนำไปพักไว้ในโถดูดความชื้นเพื่อรอให้ Crucible เย็นลง ทำการชั่งน้ำหนัก Crucible และจดบันทึก นำตัวอย่างดินตะกอนมาชั่งลงใน Crucible ที่ทราบน้ำหนัก บันทึกน้ำหนักดินแห้งที่ใช้ จากนั้นนำตัวอย่างดินที่ชั่งได้ไปเผาที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 ชั่วโมง เสร็จแล้วทิ้งไว้ให้เย็นในโถดูดความชื้น นำ Crucible ไปชั่ง เพื่อหาน้ำหนักดินหลังเผา แล้วคำนวณหาน้ำหนักที่หายไป และคำนวณหาค่า Total Organic Matter Content (เปอร์เซ็นต์) โดยใช้สูตร

$$\text{Total organic matter content (\%)} = \frac{(B \times 100)}{A}$$

โดยที่ A = น้ำหนักดินแห้งก่อนเผา หน่วยเป็น กรัม

B = น้ำหนักดินแห้งที่หายไป หน่วยเป็น กรัม

3) การเก็บตัวอย่างน้ำเพื่อวิเคราะห์ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช ใช้กระบอกเก็บน้ำ (Water Sampler) เก็บน้ำในแต่ละสถานี 1000 มิลลิลิตร ที่ระดับความลึก 10-30 เซนติเมตร ใส่ลงในขวดที่ผ่านการทำความสะอาดและชะด้วย อะซิโตน และเฮกเซน เก็บรักษาตัวอย่างน้ำที่ได้ที่ด้วยความเย็นต่ำกว่า 4 องศาเซลเซียส และนำมาทำการสกัดและวิเคราะห์ที่ห้องปฏิบัติการต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

4) การเก็บตัวอย่างดินตะกอนสำหรับนำมาวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช จะใช้ Gravity core เก็บตัวอย่างดินตะกอนบริเวณพื้นท้องน้ำ โดยจะทำการเก็บตัวอย่างดินตะกอนทุกๆ 1 เซนติเมตร ใสถุงพลาสติกรักษาตัวอย่างไว้ที่ 4 องศาเซลเซียส นำกลับมาสกัดและวิเคราะห์หาสารกำจัดศัตรูพืชในห้องปฏิบัติการต่อไป

5) การเก็บตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำ ใช้เครื่องมือเก็บดิน (Ekman Grab) เก็บตัวอย่างดินหลังจากนั้นร่อนดินผ่านตะแกรงขนาดตา 250 ไมโครเมตร เก็บตัวอย่างของสัตว์พื้นท้องน้ำที่ได้ใส่ถุงพลาสติกและเก็บรักษาไว้ในความเย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อนำมาวิเคราะห์ชนิด (Day, 1967) และระดับการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในห้องปฏิบัติการต่อไป

6) การเก็บตัวอย่างปลาเพื่อนำมาวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชในแม่น้ำท่าจีน ใช้ตาข่ายเอ็น แบบข่ายจม ขนาดตา 3, 4, และ 7 เซนติเมตร ความยาว 30 เมตร ทำการวางข่ายบริเวณชายฝั่งของแม่น้ำ ใช้ระยะเวลาประมาณ 24 ชั่วโมง หลังจากนั้นทำการเก็บข่ายเพื่อนำปลาที่ได้มาวิเคราะห์โดยการรักษาปลาที่ 4 องศาเซลเซียส ก่อนจะนำมาแยกชนิด ชั่ง/วัดขนาด และนำไปวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืชต่อไป

สำหรับการวิเคราะห์สารกำจัดศัตรูพืช ใช้วิธีวิเคราะห์แบบ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) (ภาพผนวกที่ 1) (Michael, 2006) ซึ่งเป็นเทคนิคการแยกสารประกอบ (Substances) โดยอาศัยหลักการความแตกต่างของอัตราการเคลื่อนที่ของสารประกอบใน Stationary phase ของคอลัมน์โดยมี Mobile Phase เป็นตัวพาไป เมื่อต่อเข้ากับ Detector จะสามารถตรวจวัดสารที่ออกมาจากคอลัมน์ (Analysts or Solutes) ได้อย่างต่อเนื่องสามารถตรวจวัดทั้งเชิงคุณภาพ (Qualitative Analysis) และเชิงปริมาณ (Quantitative Analysis) ส่วนใหญ่นิยมใช้วิเคราะห์สารประกอบที่ระเหยยาก (Low Volatile Substation) หรือน้ำหนักโมเลกุลสูง(High Molecular Weight Compounds) โดยการสกัดและการวิเคราะห์จะให้วิธีมาตรฐานของ CALIFORNIA DEPT. OF FOOD & AGRICULTURE 1998 ในการวิเคราะห์จะใช้ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm) (ภาพผนวกที่ 2) โดยข้อมูลที่วัดได้จากเครื่อง HPLC จะเปรียบเทียบกับวิธีการมาตรฐาน ดังภาพผนวกที่ 3 และภาพผนวกที่ 4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ดำเนินการโดยการคัดเลือกปัจจัยแวดสิ่งแวดล้อม ทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ โดยทำการเปรียบเทียบระดับของการสะสมสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ ดินตะกอน สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลา นอกจากนี้ยังใช้ข้อมูลทางสิ่งแวดล้อมทั่วไปที่อาจส่งผลต่อการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช โดยใช้โปรแกรมทางสถิติเข้ามาวิเคราะห์ข้อมูล ตามพื้นที่และระยะเวลา โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ย ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุดต่ำสุด และวิเคราะห์ความสัมพันธ์และอิทธิพลของปัจจัยทางอุทกวิทยาต่อการเปลี่ยนแปลงและการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ของกลุ่มตัวอย่างมาประมวลผล เพื่อนำเสนอข้อมูลด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำแบบสถิติเชิงพรรณนา (Descriptive Statistics) เช่น ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่ามัธยฐาน ค่าสูงสุด ต่ำสุดของชุดข้อมูลตัวอย่าง ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาและระหว่างเขตพื้นที่

ในส่วนของการทดสอบทางสถิติในเชิงอนุมาน ดำเนินการทดสอบข้อมูลว่ามีการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) หรือไม่ หากข้อมูลมีการแจกแจงแบบปกตกจะ ทำการเลือกใช้สถิติทดสอบแบบใช้พาราเมทริก (Parametric Test) อาทิ One-Way Analysis of Variance (ANOVA) โดยใช้สถิติทดสอบแบบ Post Hoc test (Least Significant Differences; LSD หรือ Tamhane's ในการเปรียบเทียบตัวแปรด้านสิ่งแวดล้อม ในกรณีข้อมูลมีการแจกแจงแบบไม่ปกติ ทำการเลือกใช้สถิติทดสอบแบบไม่ใช้พาราเมทริก (Non-Parametric Test) ของ Mann-Whitney test โดยวิธีการทางสถิติเหล่านี้จะใช้ในการวิเคราะห์ความแตกต่างของข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบระหว่างพื้นที่ที่ศึกษา (จังหวัด) และความแตกต่างระหว่างฤดูกาล (ต้นฤดูฝนและปลายฤดูแล้ง)

ข้อมูลที่ได้จากการทดสอบ จะถูกนำมาใช้คำนวณหาค่าความน่าจะเป็นที่เรียกว่า p-value ณ ระดับความเชื่อมั่น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 95 % ($P<0.05$) เพื่อใช้ในการสรุปการทดสอบสมมติฐานในกรณีที่เลือกสถิติทดสอบแบบใช้พารามิเตอร์ ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐาน จะแสดงในรูปของ P-value หรือ Significance หรือ Sig. ส่วนในกรณีที่เลือกสถิติทดสอบแบบไม่ใช้พารามิเตอร์ ค่าความน่าจะเป็นในการยอมรับสมมติฐาน จะแสดงในรูปของ Asymptotic Significance (Asymp. Sig.) ในกรณีการหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของสเปียร์แมน จะแสดงในรูป Approximate Significance (Approx. Sig.)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

อนึ่ง การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร ใช้การหาสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ โดยมีเกณฑ์ในการแปลผลระดับความสัมพันธ์ (สำนักงานสถิติแห่งชาติ, 2547) ดังนี้

ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0-0.20 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำมาก
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.21-0.40 มีความสัมพันธ์ในระดับต่ำ
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.41-0.60 มีความสัมพันธ์ในระดับปานกลาง
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ตั้งแต่ 0.61-0.80 มีความสัมพันธ์ในระดับสูง
ค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ มากกว่า 0.80 มีความสัมพันธ์ในระดับสูงมาก

โดยในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางสถิตินั้น จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ กับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เพื่อทราบถึงอิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำและดินตะกอนของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลและวิจารณ์

ลักษณะทางนิเวศวิทยาของพื้นที่ศึกษา

แม่น้ำท่าจีน เป็นแม่น้ำที่แยกตัวออกจากแม่น้ำเจ้าพระยาที่ตำบลท่าซุง อำเภอเมือง จังหวัดอุทัยธานี กับ ฝั่งตะวันตกที่อำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ไหลผ่านจังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม จังหวัดสมุทรสาคร ก่อนจะไหลออกสู่อ่าวไทยที่ตำบลบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร มีความยาวทั้งสิ้นประมาณ 325 กิโลเมตร

ภาพที่ 10 สถานีที่ทำการสำรวจและศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับ ระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แม่น้ำท่าจีนมีชื่อเรียกหลายชื่อ ดังนี้ ตอนที่ไหลผ่านจังหวัดชัยนาทเรียกว่า "แม่น้ำมะขามเฒ่า" ตอนที่ผ่านจังหวัดสุพรรณบุรี เรียกว่า "แม่น้ำสุพรรณบุรี" ตอนที่ผ่านจังหวัดนครปฐมเรียกว่า "แม่น้ำนครชัยศรี" ส่วนตอนที่ไหลผ่านจังหวัดสมุทรสาครและไหลลงสู่อ่าวไทยเรียกว่า "แม่น้ำท่าจีน" (ภาพที่ 10) ซึ่งในแต่ละสถานที่ทำการศึกษาแม่น้ำท่าจีนจะไหลผ่านเขตอำเภอ และจังหวัด ดังตารางที่ 17

ตารางที่ 17 พิกัดและเขตพื้นที่ปกครองของสถานีเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

สถานี	พิกัด (UTM)		พื้นที่
	E	N	
TC34	615841	1683514	จุดเชื่อมต่อแม่น้ำเจ้าพระยา ต.หาดท่าเสา อ.เมืองชัยนาท จ.ชัยนาท
TC32	614804	1681693	ก่อนถึงประตูน้ำพลเทพ ต.มะขามเฒ่า อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท
TC30	611345	1667356	หน้าประตูน้ำท่าโบสถ์ ต.ห้วยงู อ.หันคา จ.ชัยนาท
TC29	609223	1656510	ที่ว่าการ อ.หันคา จ.ชัยนาท
TC27.5	619864	1638306	หน้าประตูน้ำสามชุก ต.นางบวช อ.เดิมบางนางบวช จ.สุพรรณบุรี
TC27	618282	1631231	ตรงข้ามตลาดร้อยปี อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี
TC26	623352	1616337	ที่ว่าการ อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี
TC25.5	623269	1611145	เหนือเขื่อนโพธิ์พระยา ต.วังยาง อ.ศรีประจันต์ จ.สุพรรณบุรี
TC25.2	620904	1606309	ท้ายเขื่อนโพธิ์พระยา อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี
TC25	620846	1596910	วัดประสพสุข ต.ทับตีเหล็ก อ.เมืองสุพรรณบุรี จ.สุพรรณบุรี
TC23	624680	1592507	วัดสวนหงส์ ต.บางปลาม้า อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี
TC21	623071	1579775	หน้าวัดท่าเจริญ ต.บางใหญ่ อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี
TC19	622021	1569461	หน้าวัดบางซอ ต.บางตะเคียน อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี
TC17	621688	1565563	หน้าวัดท่าเจดีย์ ต.บางตาเถร อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี
TC15	627328	1550354	หน้าวัดบางเลน ต.บางเลน อ.บางเลน จ.นครปฐม
TC13	631049	1538081	ตลาดน้ำวัดบางพระ ต.บางแก้วฟ้า อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม
TC11	628760	1527090	หน้าวัดสัมปทวน ต.วัดแค อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม
TC9	636263	1522792	หน้าวัดทรงคะนอง ต.ทรงคะนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม
TC8	632242	1517012	ที่ว่าการอำเภอสามพราน ต.สามพราน อ.สามพราน จ.นครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 17 (ต่อ)

	UTM		พื้นที่
	E	N	
TC5.1	631476	1509259	เหนือคลองดำเนินสะดวก ต.บางยาง อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร
TC4	633056	1502393	สะพานข้ามแม่น้ำ ต.บ้านเกาะ อ.เมืองสมุทรสาคร จ. สมุทรสาคร
TC2	638186	1497201	หน้าศาลเจ้าไดซีกง ต.มหาชัย อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร
TC1	637188	1495096	หน้าวัดบางหญ้าแพรก ต.บางหญ้าแพรก อ.เมือง จ.สมุทรสาคร
TE11.5	638999	1491563	พื้นที่ปากแม่น้ำ ห่างจากสถานี TC1 3.3 กิโลเมตร
TE15	639558	1490743	พื้นที่ปากแม่น้ำ ห่างจากสถานี TC1 4.2 กิโลเมตร
TE25	640526	1487880	พื้นที่ปากแม่น้ำ ห่างจากสถานี TC1 7.2 กิโลเมตร

ในการสำรวจและเก็บข้อมูลภาคสนามนั้น ทำการเก็บตัวอย่างด้วยวิธีการล่องเรือตามลำน้ำ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ใกล้เคียงกับสภาพความเป็นจริงมากที่สุด ซึ่งจากการสำรวจลักษณะของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในแต่สถานีพบลักษณะเฉพาะของพื้นที่ ในแต่ละเขตจังหวัดดังต่อไปนี้

จังหวัดชัยนาท ในการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในเขตบริเวณจังหวัดชัยนาท สถานีที่ทำการศึกษาในจังหวัดชัยนาท ประกอบด้วยสถานี TC34 TC32 TC30 และ TC29 โดยจังหวัดชัยนาทเป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งในสมัยก่อนมีจุดเชื่อมต่อตามธรรมชาติและรับน้ำมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาบริเวณคลองมะขามเฒ่า แต่ปัจจุบันทางการได้ทำการสร้างคลองขุดลัดขึ้นเพื่อเชื่อมต่อแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำท่าจีน โดยมีประตูน้ำพลเทพเป็นประตูควบคุมปริมาณน้ำ ในเขตตำบลหาดท่าเสา อำเมือง จังหวัดชัยนาท และไหลผ่านต่อลงมายังอำเภอวัดสิงห์ และอำเภอหันคาตามลำดับ ลักษณะทั่วไปของพื้นที่เป็นดังภาพที่ 11 12 13 และ 14 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 11 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC34 เชื่อมต่อแม่น้ำเจ้าพระยา ตำบลหาดท่าเสา อำเภอเมือง จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 12 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC32 ก่อนถึงประตูน้ำพลเทพ ตำบลมะขามเฒ่าอำเภอวัดสิงห์ จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 13 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC30 หน้าประตูน้ำท่าโบสถ์ ต.ห้วยงู อ.หันคา จ.ชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 14 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC29 ที่ว่าการ อำเภอหันคา จังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพรวมการศึกษาลักษณะทั่วไปของพื้นที่ชัยนาท พบว่าเป็นพื้นที่มีการสะสมของมลพิษน้อยที่สุด มวลน้ำทั้งหมดถูกควบคุมโดยประตูระบายน้ำพลเทพ ซึ่งจะเป็นประตูน้ำที่คอยควบคุมปริมาณน้ำที่จะเข้ามายังพื้นที่แม่น้ำท่าจีนทั้งระบบ นอกจากนี้ยังมีประตูน้ำท่าโบสถ์ ซึ่งจะคอยควบคุมน้ำที่ไหลลงไปยังจังหวัดสุพรรณบุรีอีกด้วย ระบบการควบคุมน้ำของประตูน้ำในพื้นที่จังหวัดชัยนาทนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยที่สำคัญ 2 ประการ ได้แก่ การควบคุมปริมาณน้ำจากผลกระทบการเกิดอุทกภัย ซึ่งถือว่าเป็นปัจจัยทางธรรมชาติที่ควบคุมได้ยาก และอีกปัจจัยหนึ่งได้แก่ การควบคุมน้ำเพื่อการเกษตรกรรมหรือการชลประทาน ซึ่งปัจจัยนี้จะมีความสัมพันธ์กับฤดูกาลทำการเกษตรของเกษตรกร โดยเฉพาะอย่างยิ่งการทำนา โดยในเขตพื้นที่ชลประทานสามารถทำนาได้ถึงปีละ 2-3 ครั้งติดต่อกัน

ลักษณะเด่นของมวลน้ำในบริเวณพื้นที่จังหวัดชัยนาทนั้น จะมีลักษณะที่ค่อนข้างขุ่น มีตะกอนแขวนลอยมาก ซึ่งตะกอนดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างชัดเจนตามการเปลี่ยนแปลงของฤดูกาล (ฤดูแล้ง/ฤดูน้ำหลาก) นอกจากนี้ จังหวัดชัยนาทยังเป็นจังหวัดเดียวที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านและสามารถทำการเลี้ยงปลาในกระชังได้ เนื่องจากมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำที่สูงกว่าจังหวัดอื่นรวมทั้งกระแสน้ำที่ไหลค่อนข้างแรงตลอดทั้งปี จึงเป็นที่นิยมในการเลี้ยงปลาในกระชัง

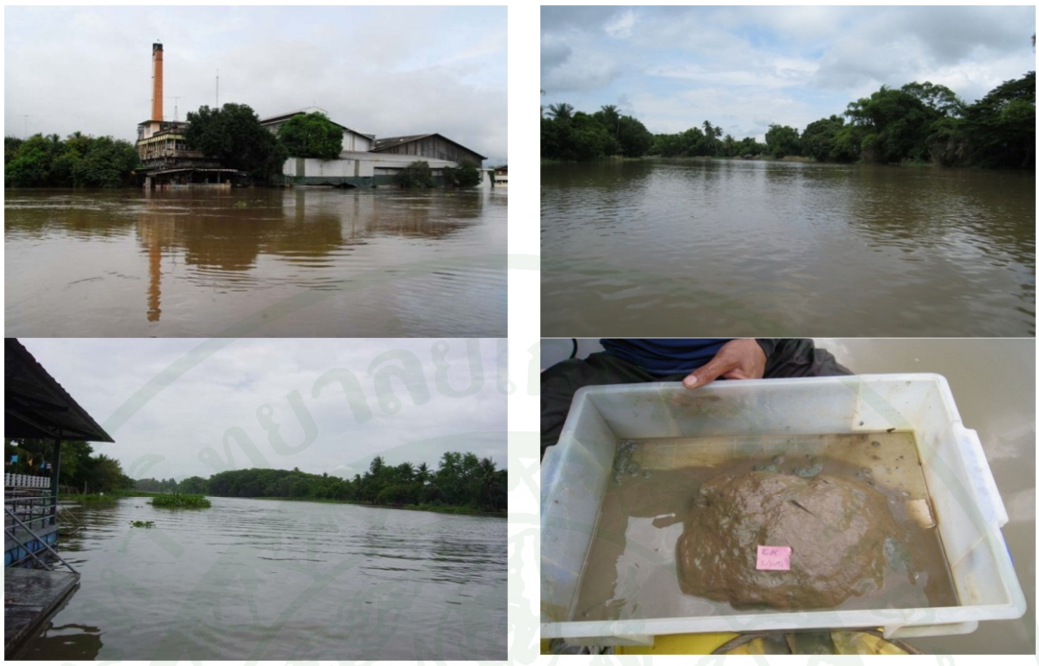
จังหวัดสุพรรณบุรี ในการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในเขตบริเวณจังหวัดสุพรรณบุรี มีสถานีศึกษา ประกอบด้วยสถานี TC27.5 TC27 TC26 TC25.5 TC25.2 TC25 TC23 TC21 TC19 และ TC17 แม่น้ำท่าจีนในเขตนี้ ไหลผ่านเขตอำเภอสองพี่น้อง อำเภอบางปลาม้า อำเภอเมืองสุพรรณบุรี อำเภอสามชุก และอำเภอเดิมบางนางบวช ซึ่งลักษณะของพื้นที่แสดงในภาพที่ 15 ถึงภาพที่ 24

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 15 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC27.5 ประตูน้ำสามชุก อำเภอเดิมบางนางบวช จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 16 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC27 ตรงข้ามตลาดร้อยปี อำเภอสามชุก จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 17 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC26 ที่ว่าการอำเภอศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 18 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25.5 เหนือเขื่อนโพธิ์พระ อำเภอ ศรีประจันต์ จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 255 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 19 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25.2 ท้ายเขื่อนโพธิ์พระยา อำเภอเมือง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 20 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC25 วัดประสพสุข ตำบลทับตีเหล็ก อำเภอเมืองสุพรรณบุรี จังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 21 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC23 วัดสวนหงส์ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 22 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC21 หน้าวัดท่าเจริญ อำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 23 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC19 หน้าวัดบางซอ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 24 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC17 หน้าวัดท่าเจดีย์ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพรวมของการสำรวจแม่น้ำท่าจีนในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีพบว่า เนื่องจากจังหวัดสุพรรณบุรีเป็นจังหวัดที่มีลักษณะยาวที่สุด ซึ่งด้วยเหตุนี้เองทำให้มวลน้ำที่จะไหลเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน มีความหลากหลายของแหล่งที่มามากมาย ไม่ว่าจะจากเกษตรกรรม การเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ อุตสาหกรรม และบ้านเรือนชุมชนต่างๆในบางช่วงของแม่น้ำท่าจีน จะมีลำคลองและประตูน้ำเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำท่าจีนกับแม่น้ำเจ้าพระยา และแม่น้ำแม่กลอง ด้วยเหตุนี้เองปริมาณของน้ำเสียที่ไหลลงมาจึงมาจากหลายๆ แหล่ง นอกจากนี้ ยังขึ้นอยู่กับระบบการเปิด และปิดประตูน้ำ รวมถึงฤดูกาลที่เปลี่ยนแปลงไป

สภาพโดยทั่วไปของแม่น้ำท่าจีนในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีพบว่า ค่อนข้างดี เมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาครทางตอนล่าง ด้วยปัจจัยหลักคือ การไหลของน้ำที่ค่อนข้างแรงกว่า รวมถึงสภาพของลำน้ำที่มีโค้งน้ำไม่มาก และค่อนข้างแคบทำให้น้ำไหลแรง ซึ่งทำให้โอกาสการตกค้างของของเสีย และสารอินทรีย์ต่างๆ เกิดได้น้อย นอกจากนี้จากการศึกษาเพิ่มเติมด้านลักษณะของดินตะกอนพบว่า สารอินทรีย์ส่วนใหญ่เป็นสารอินทรีย์ที่เกิดจากการทับถมของแกลบ (เป็นส่วนที่ปล่อยมาจากโรงสีข้าวในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี) ซึ่งถึงแม้ว่าปริมาณสารอินทรีย์รวมที่พบจะมีค่าสูง แต่เนื่องจากสารอินทรีย์ดังกล่าวเป็นสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยาก ทำให้ไม่มีประโยชน์ต่อสัตว์พื้นท้องน้ำ รวมถึงโอกาสที่จุลินทรีย์จะย่อยสลายเกิดขึ้นช้ามาก ทำให้ออกซิเจนที่ถูกใช้ไปกับการย่อยสลายถูกใช้ไปเพียงเล็กน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับบริเวณที่มีการสะสมของสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายง่ายและจุลินทรีย์จะทำงานได้อย่างดี ซึ่งออกซิเจนที่ถูกใช้ไปในกระบวนการย่อยสลายจะลดลงได้อย่างรวดเร็ว

จังหวัดนครปฐม ในการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในเขตจังหวัดนครปฐม (สถานี TC15 TC13 TC11 TC9 และ TC8) โดย แม่น้ำท่าจีนจะไหลผ่านพื้นที่ของอำเภอสามพราน อำเภอนครชัยศรี และและอำเภอบางเลน ซึ่งลักษณะทั่วไปของพื้นที่ แสดงดังภาพที่ 25 ถึงภาพที่ 29 ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 25 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC15 หน้าวัดบางเลน ตำบลบางเลน อำเภอบางเลน จังหวัดนครปฐมในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 26 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC13 ตลาดน้ำวัดบางพระ ตำบลบางแก้วฟ้า อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 27 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC11 หน้าวัดสัปทวน ตำบลวัดแค อำเภอนครชัยศรี จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 28 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC9 หน้าวัดทรงคะนอง ตำบลทรงคะนอง อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 29 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC8 หน้าที่ว่าการอำเภอสามพราน อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จากสภาพโดยทั่วไปของพื้นที่จังหวัดนครปฐมในบริเวณที่ติดกับแม่น้ำท่าจีน พบการใช้ประโยชน์หลากหลายรูปแบบโดยเฉพาะกิจกรรมที่ส่งผลรุนแรงต่อสภาพของแม่น้ำบริเวณพื้นที่จังหวัดนครปฐมได้แก่ การทำปศุสัตว์ ซึ่งพบอย่างหนาแน่นในบริเวณสถานี TC8 และ TC9 ซึ่งมีการปล่อยน้ำทิ้งจากการเลี้ยงสุกรลงสู่แม่น้ำท่าจีนโดยตรง ไม่มีการบำบัดก่อนปล่อย น้ำทิ้งเหล่านี้ส่งผลให้ออกซิเจนบริเวณดังกล่าวมีค่าต่ำลงจนบางครั้งต่ำกว่า 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของน้ำทิ้งดังกล่าวประกอบด้วยปริมาณของธาตุอาหารที่มากมาย จนส่งผลให้เกิดการเพิ่มจำนวนของพรรณไม้น้ำอย่างมากโดยเฉพาะผักตบชวา ดินพื้นท้องน้ำในบริเวณดังกล่าว มีสีดำ และมีกลิ่นที่เหม็นของซัลไฟด์ (แก๊สไข่เน่า) ซึ่งคาดว่าหน้าดินบริเวณดังกล่าวจะขาดออกซิเจนโดยสิ้นเชิง (Anoxic)

อนึ่ง ในบริเวณพื้นที่สถานี TC15 เป็นสถานีที่เชื่อมต่อระหว่างพื้นที่จังหวัดนครปฐม และพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (สถานี TC17) บริเวณนี้เริ่มมีการปลูกผักบุ้งในบริเวณลำน้ำค่อนข้างหนาแน่น ซึ่งกิจกรรมการเกษตรดังกล่าวนี้เอง ที่ทำให้มีการใช้ปุ๋ย และยาฆ่าแมลงฉีดลงไปโดยตรงในน้ำเพื่อเร่งการเจริญเติบโตของผักบุ้ง รวมถึงกำจัดแมลง ซึ่งผลจากกิจกรรมดังกล่าวทำให้มีแร่ธาตุอาหารรวมถึงสารฆ่าแมลงลงปนเปื้อนลงสู่แหล่งน้ำได้โดยตรง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดสมุทรสาคร ในการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งแบ่งออกเป็นสองบริเวณย่อย ได้แก่ บริเวณพื้นที่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1 TC4 TC2 และ TC1) และบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำอ่าวมหาชัยในเขตติดทะเล (TE25 TE15 และ TE11.5) มีลักษณะทั่วไปของพื้นที่ แสดงดังภาพที่ 30 ถึงภาพที่ 34 ตามลำดับ

ภาพที่ 30 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC5.1 เหนือคลองดำเนินสะดวก ตำบลบางยาง อำเภอกระทุ่มแบน จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 31 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC4 สะพานข้ามแม่น้ำ อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 32 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC2 ตำบลมหาชัย อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 33 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TC1 หน้าวัดบางหญ้าแพรก อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ภาพที่ 34 ลักษณะพื้นที่สำรวจสถานี TE25, TE15 และ TE11.5 พื้นที่ปากแม่น้ำ (อ่าวมหาชัย) จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากภาพการใช้ประโยชน์ของพื้นที่บริเวณจังหวัดสมุทรสาคร และบริเวณพื้นที่อ่าวมหาชัย จะเห็นได้ว่ามีการใช้ประโยชน์ค่อนข้างสูงทั้งจากการประมง อุตสาหกรรม พื้นที่ตั้งชุมชนที่หนาแน่น รวมทั้งการเกษตร ส่งผลให้สภาพแวดล้อมล้อมโดยทั่วไปค่อนข้างเสื่อมโทรม สังเกตเบื้องต้นได้อย่างจากลักษณะของดินและน้ำที่มีสีค่อนข้างดำและมีกลิ่นเหม็น แม่น้ำในบางช่วงจะเชื่อมต่อกับแม่น้ำสายสำคัญอื่น เช่น แม่น้ำแม่กลอง (ซึ่งถูกเชื่อมโยงด้วยคลองดำเนินสะดวก) นอกจากนี้ยังพบพรรณไม้น้ำโดยเฉพาะผักตบชวาที่เกิดขึ้นในบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร รวมทั้งที่ถูกพัดพามาจากบริเวณด้านพื้นที่ตอนบนในช่วงเวลาน้ำลง มีความหนาแน่นสูงมาก

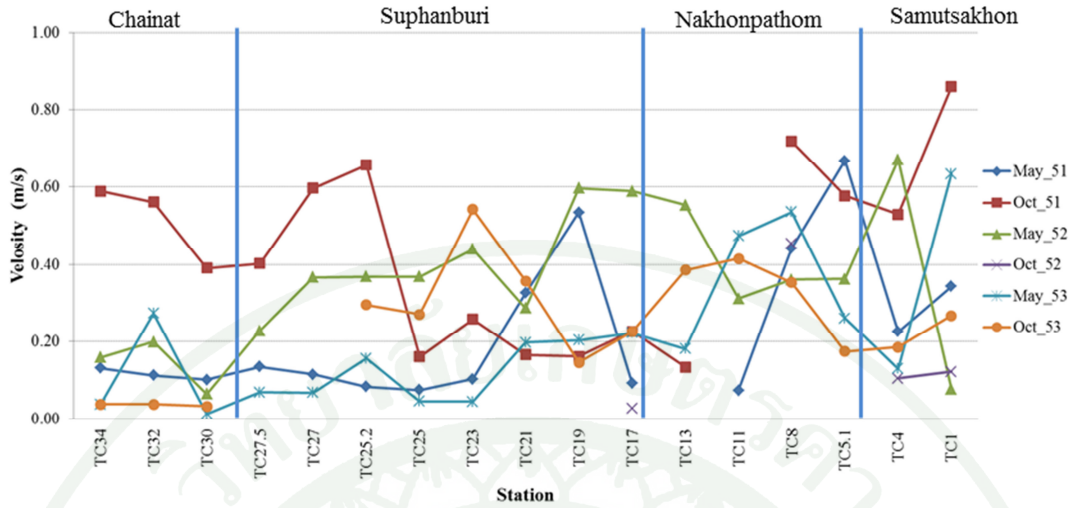
พื้นที่เขตนี้ มีลักษณะดินเป็นเลนหรือโคลนที่ค่อนข้างมีดำ ซึ่งคาดว่าเป็นแหล่งสะสมของสารอินทรีย์ (Organic Matter) นอกจากนี้ภายในดินตะกอนบริเวณดังกล่าว ยังพบสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของไส้เดือนน้ำอย่างหนาแน่น โดยเฉพาะในสถานี TC4 โดยชนิดที่พบมากและมีความสำคัญทางเศรษฐกิจในบริเวณดังกล่าวได้แก่ *Branchiura* sp. และ *Chironomus* sp. โดยไส้เดือนน้ำดังกล่าวเป็นสินค้าเศรษฐกิจของชาวบ้านในบริเวณละแวกใกล้เคียง โดยมีการนำมาส่งขายเป็นอาหารสัตว์น้ำในหลายจังหวัด เช่น กรุงเทพมหานคร ราชบุรี เป็นต้น แต่ยังไม่มีการยืนยันทางด้านความสะอาดหรือความปลอดภัยของไส้เดือนทั้งสองชนิดนี้ ที่มีการทำมาใช้เป็นอาหารสัตว์น้ำ เนื่องจากไส้เดือนเหล่านี้อยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีมลพิษ อาจเกิดการสะสมของสารอันตรายและส่งต่อไปยังสัตว์อื่นที่กินไส้เดือนนี้ต่อไปได้

คุณภาพน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity)

การศึกษาความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท ถึงจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2553 (ตารางผนวกที่ 1) โดยใช้เครื่องมือ Current Meter ซึ่งจากการศึกษาพบความแตกต่างของกระแสน้ำตามพื้นที่และช่วงเวลาดังภาพที่ 35

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 35 ความเร็วของกระแสน้ำ (Velocity; m/s) แม่น้ำน้ำท่าจีนตั้งแต่ จังหวัดชัยนาท ถึงจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จากการศึกษาความเร็วของน้ำในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ตุลาคม พ.ศ. 2551 พฤษภาคม พ.ศ. 2552 ตุลาคม พ.ศ. 2552 พฤษภาคม พ.ศ. 2553 และ ตุลาคม พ.ศ. 2553 พบว่าความเร็วของน้ำอยู่ในช่วง 0.07-0.82 013-0.96 0.07-0.67 0.03-0.52 0.01-0.63 และ 0.03-0.54 เมตรต่อวินาที ตามลำดับ และเมื่อพิจารณาตามพื้นที่พบว่า ความเร็วของน้ำในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท มีความเร็วของน้ำอยู่ในช่วง 0.08-0.96 0.07-0.84 0.03-0.66 และ 0.01-0.56 เมตรต่อวินาที เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงของกระแสน้ำตามเขตพื้นที่จังหวัด พบลักษณะเด่น ดังนี้

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC30) มีค่ามัธยฐานของความเร็วกระแสน้ำ ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.11 เมตรต่อวินาที โดยมีค่าความเร็วกระแสน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.01 เมตรต่อวินาที (สถานี TC30) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีความเร็วกระแสน้ำสูงสุดเท่ากับ0.59 เมตรต่อวินาที (สถานี TC34) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของความเร็วกระแสน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.23 เมตรต่อวินาที โดยมีค่าความเร็วของกระแสน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.03 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC17 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และมีความเร็วกระแสน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.66 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC25.2 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC13-TC8) มีค่ามัธยฐานของความเร็วกระแสน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.40 เมตรต่อวินาที โดยมีค่าความเร็วของกระแสน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.07 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC11 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีความเร็วกระแสน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.72 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC8 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC1-TC5.1) มีค่ามัธยฐานของความเร็วกระแสน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.27 เมตรต่อวินาที โดยมีค่าความเร็วของกระแสน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.08 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC1 ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีความเร็วกระแสน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.86 เมตรต่อวินาที ที่สถานี TC1 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของความเร็วกระแสน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า มีความเร็วของกระแสน้ำแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; P < 0.01) แสดงถึงความเร็วกระแสน้ำในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน ส่วนการวิเคราะห์ความแตกต่างของความเร็วกระแสน้ำระหว่างต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (เดือนพฤศจิกายน) พบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

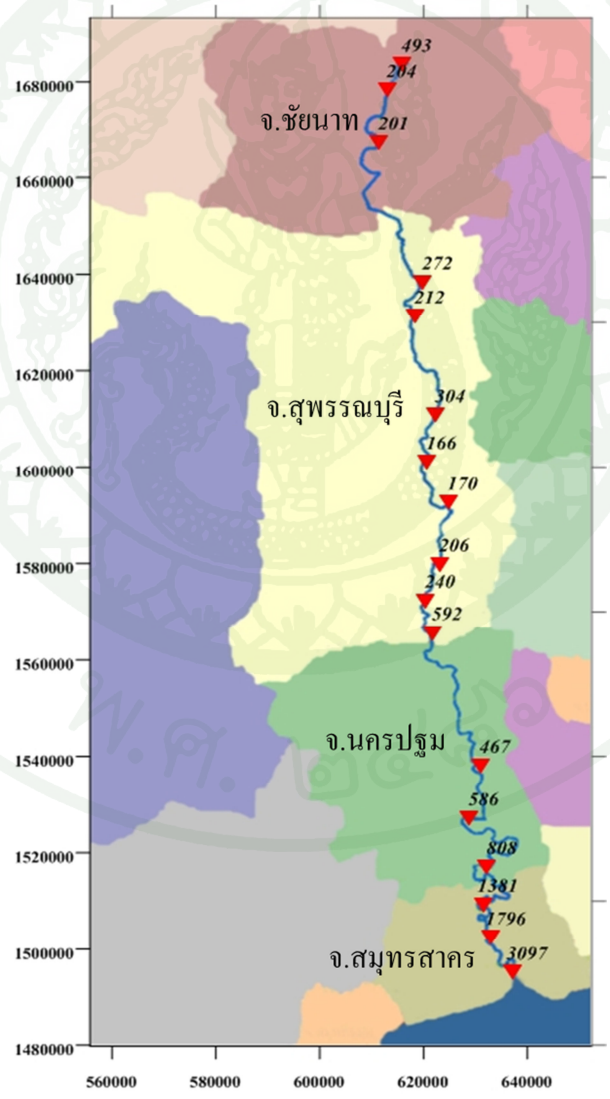
พื้นที่หน้าตัดของแม่น้ำและอัตราไหลของน้ำ (Cross Section Area and Flow Rate)

การศึกษาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำและอัตราไหลของน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด จะทำการแบ่งพื้นที่ทั้งหมดเป็น 17 สถานี ครอบคลุมพื้นที่ทั้ง 4 จังหวัด โดยในแต่ละสถานีจะทำการคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดของลำน้ำ และในช่วงเวลาของการเก็บตัวอย่างตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 จะเก็บข้อมูลความเร็วของน้ำด้วย Current Meter จากนั้นนำมาคำนวณกับพื้นที่หน้าตัดจะได้เป็นค่ามวลน้ำไหลพื้นที่หน้าตัดในแต่ละช่วงเวลา การศึกษาพื้นที่ภาคตัดขวางของแม่น้ำท่าจีนพบว่า มีขนาดของพื้นที่ภาคตัดขวางที่ต่างกันในแต่หละจังหวัด (ภาพที่ 36) ตามรายละเอียด ดังนี้

ในจังหวัดชัยนาท ลำน้ำมีพื้นที่ภาคตัดขวางประมาณ 200 ตารางเมตร โดยพื้นที่ที่ติดกับแม่น้ำเจ้าพระยา (สถานี TC34) มีพื้นที่ภาคตัดขวางประมาณ 400 ตารางเมตร ถัดลงมาในพื้นที่ของจังหวัดสุพรรณบุรีมีความกว้างของพื้นที่ภาคตัดขวางอยู่ในช่วงประมาณ 166-192 ตารางเมตร โดย

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พื้นที่ที่มีภาคตัดขวางของแม่น้ำต่ำสุดในบริเวณอำเภอเมืองสุพรรณบุรี และอำเภอบางปลาม้า จังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจากบริเวณดังกล่าวอยู่ติดกับเมืองมีการสร้างกำแพงกันน้ำตลอดแนว จึงไม่มีการขยายตัวของพื้นที่ภาคตัดขวางเหมือนกับบริเวณอื่นๆ ถัดลงถึงจังหวัดนครปฐมมีภาคตัดขวางของลำน้ำอยู่ในช่วง 467-808 ตารางเมตร ซึ่งลักษณะเด่นของภาคตัดขวางบริเวณจังหวัดนครปฐมจะมีการเปลี่ยนแปลงของภาคตัดขวางเนื่องจากความโค้ง และคดของลำน้ำทำให้ตัวของลำน้ำมีโอกาสเปลี่ยนแปลงได้ พื้นที่สุดท้ายของแม่น้ำท่าจีนได้แก่พื้นที่ในจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งมีพื้นที่ภาคตัดขวางอยู่ในช่วง 1,381-3,097 ตารางเมตร ซึ่งบริเวณนี้เป็นพื้นที่ปากแม่น้ำทำให้มีพื้นที่ภาคตัดขวางมากที่สุด มวลน้ำทั้งหมดจะไหลผ่านหน้าตัดบริเวณนี้ และไหลออกสู่ทะเล



ภาพที่ 36 พื้นที่หน้าตัดลำน้ำของแม่น้ำท่าจีน (ตารางเมตร) ที่แม่น้ำไหลผ่านรวมทั้งสิ้น 17 สถานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาปริมาณการไหลของน้ำผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางของลำน้ำในแต่ละสถานี พบว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางในแต่ละสถานีมีการเปลี่ยนแปลงตลอดทั้งลำน้ำ (ตารางที่ 18)

ตารางที่ 18 ปริมาณการไหลของน้ำผ่านพื้นที่ภาคตัดขวาง (ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที) แต่ละสถานี ในช่วงเวลาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

สถานี	พื้นที่ศึกษา	ปริมาณการไหลของน้ำ					
		พ.ศ. 2551		พ.ศ. 2552		พ.ศ. 2553	
		พ.ค.	ต.ค.	พ.ค.	ต.ค.	พ.ค.	ต.ค.
TC34	อ.เมือง จ.ชัยนาท	64.7	290.4	78.4	-	18.6	19.2
TC32	อ.วัดสิงห์ จ.ชัยนาท	23.0	114.9	40.7	-	56.0	8.0
TC30	อ.หันคา จ.ชัยนาท	20.5	78.8	13.2	-	2.8	6.9
TC27.5	อ.เดิมบางนาง จ.สุพรรณบุรี	36.7	109.7	62.2	-	18.8	-
TC27	อ.สามชุก จ.สุพรรณบุรี	24.5	126.9	78.0	-	14.5	-
TC25.2	อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	25.6	199.6	112.0	-	47.4	89.9
TC25	อ.เมือง จ.สุพรรณบุรี	12.6	26.8	61.4	-	7.7	45.2
TC23	อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	17.7	44.1	75.2	-	7.8	92.8
TC21	อ.บางปลาม้า จ.สุพรรณบุรี	67.2	34.2	59.1	-	40.7	73.6
TC19	อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	128.4	38.8	143.3	-	48.7	35.1
TC17	อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี	55.2	133.8	348.9	16.4	131.2	133.5
TC13	อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม	-	62.9	258.9	-	84.8	180.3
TC11	อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม	43.7	-	183.0	-	278.2	244.0
TC8	อ.สามพราน จ.นครปฐม	357.9	581.0	291.8	367.0	433.4	285.4
TC5.1	อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	922.2	797.0	501.4		359.1	240.2
TC4	อ.เมือง จ. สมุทรสาคร	405.5	951.1	1204.2	188.3	233.6	332.7
TC1	อ.เมือง จ.สมุทรสาคร	1062.5	2662.4	241.6	377.9	1963	827.4

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

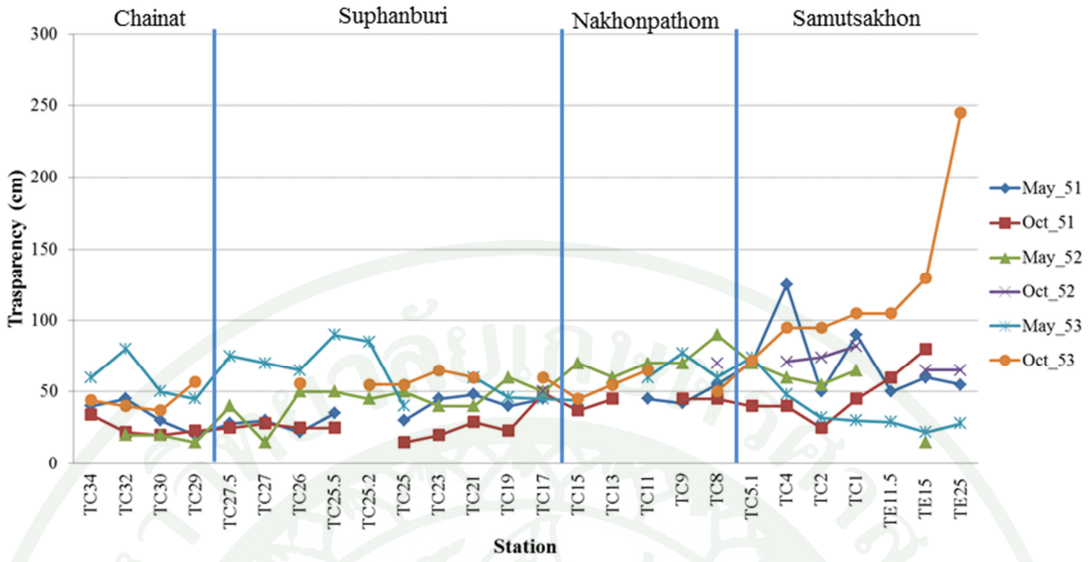
เมื่อสังเกตการไหลระหว่างสถานี จะเห็นได้ว่าปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ภาคตัดขวางมีการเพิ่มขึ้นและลดลงในระหว่างสถานี ทั้งนี้ มีสาเหตุเนื่องมาจากสภาพพื้นที่ของแม่น้ำท่าจีนเป็นแม่น้ำที่มีลำคลองอยู่อย่างมากมายในแต่ละจังหวัด ซึ่งลำคลองเหล่านี้เองจะเป็นตัวควบคลุมและผลักดันน้ำ นอกจากนี้ กิจกรรมทางด้านการเกษตร ก็ยังคงเป็นปัจจัยหลักในการเปลี่ยนแปลงมวลน้ำ ยกตัวอย่างเช่น ปริมาณไหลของน้ำในจังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงฤดูแล้ง (พฤษภาคม พ.ศ. 2551) และฤดูน้ำหลาก (ตุลาคม พ.ศ. 2551) มีความแตกต่างของปริมาณน้ำที่ไหลผ่านพื้นที่ภาคตัดขวาง โดยในช่วงฤดูแล้งจะมีปริมาณน้ำไหลผ่านน้อยกว่าในช่วงฤดูน้ำหลาก อีกสาเหตุที่ทำให้ปริมาณน้ำค่อนข้างต่ำในช่วงฤดูแล้งเนื่องจาก มีการกักน้ำ และดึงน้ำไปใช้เพื่อการเตรียมทำนาในพื้นที่ ส่วนในช่วงฤดูน้ำหลาก จะอยู่ในช่วงของการเริ่มเก็บเกี่ยวผลผลิตข้าวจึงไม่จำเป็นต้องใช้น้ำในการทำการเกษตร (ทำนา) ในช่วงเวลาดังกล่าว ประกอบกับในช่วงเวลาดังกล่าวเป็นช่วงของฤดูน้ำหลาก มวลน้ำมากมายจากแม่น้ำเจ้าพระยาจะไหลเข้ามาในแม่น้ำท่าจีนค่อนข้างมากน้ำที่เข้ามาในพื้นที่จะถูกปล่อยลงสู่แม่น้ำเป็นส่วนใหญ่ และในบางครั้งทำให้เกิดสภาวะน้ำท่วมขึ้นเป็นประจำทุกปี

สำหรับการศึกษาเพื่อประเมินสถานภาพและโอกาสการสะสมของมลพิษทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน จะทำการศึกษาวิเคราะห์จากสถานการณ์ทางด้านคุณภาพน้ำประกอบกับลักษณะการใช้ประโยชน์ในพื้นที่ ซึ่งมีรายละเอียดตามปัจจัยต่างๆ ดังนี้

ความโปร่งแสง (Transparency)

การศึกษาความโปร่งแสงของน้ำ (Transparency) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปี ปีละ 2 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงระยะเวลาดัง ภาพที่ 37

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 37 การเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสง (Transparency; cm) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึง จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานความโปร่งแสงของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 37 เซนติเมตร โดยมีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 15 เซนติเมตร (สถานี TC29) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีค่าความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดเท่ากับ 80 เซนติเมตร (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานความโปร่งแสงของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 45 เซนติเมตร โดยมีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 15 เซนติเมตร (สถานี TC25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีค่าความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดเท่ากับ 90 เซนติเมตร (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานความโปร่งแสงของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 55 เซนติเมตร โดยมีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 37 เซนติเมตร (สถานี TC15) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีค่าความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดเท่ากับ 90 เซนติเมตร (สถานี TC8) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานความโปร่งแสงของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 65 เซนติเมตร โดยมีค่าความโปร่งแสงของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 15 เซนติเมตร (สถานี TE15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีค่าความโปร่งแสงของน้ำสูงสุดเท่ากับ 245 เซนติเมตร (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติของค่าความโปร่งแสงของน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำมีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงความโปร่งแสงในแต่ละพื้นที่มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน

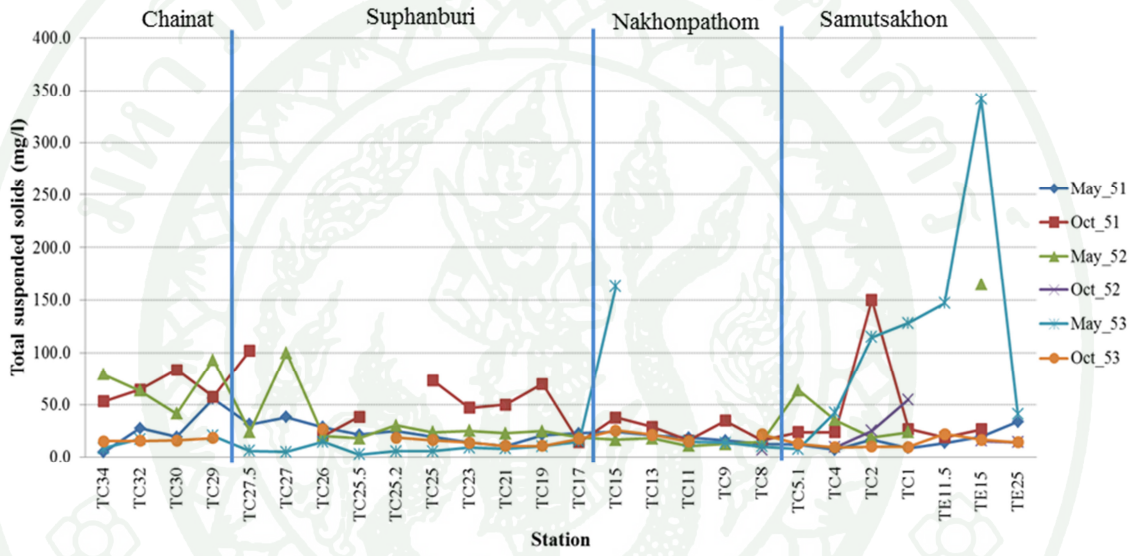
การศึกษาความแตกต่างของความโปร่งแสงระหว่างช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ค่าความโปร่งแสงของน้ำไม่แตกต่างตามฤดูกาลทางสถิติ โดยค่าความโปร่งแสงของทั้งสองฤดูกาลค่อนข้างจะใกล้เคียงกัน ซึ่งในช่วงปลายฤดูต้นฤดูฝนจะมีค่าความโปร่งแสงต่ำกว่าช่วงปลายฤดูน้ำหลากเพียงเล็กน้อย เนื่องจากฝนที่เริ่มตกมาในช่วงต้นของฤดูจะเป็นตัวนำพาตะกอนซึ่งเป็นสาเหตุของความขุ่นของน้ำลงมาในพื้นที่

จากภาพรวมของการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความโปร่งแสงของน้ำ (ตารางผนวกที่ 2) พบว่า ความโปร่งแสงจะมีค่าใกล้เคียงกันในแต่ละพื้นที่ นอกจากนี้ยังพบว่า มีความแตกต่างกันระหว่างสถานีสำรวจในแต่ละครั้งเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าความโปร่งแสงจะมีค่าที่ต่างกันตามฤดูกาล มากกกว่า โดยพื้นที่มีความโปร่งแสงสูงสุดได้แก่ บริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ (TE25) ซึ่งเป็นพื้นที่เชื่อมต่อกับเขตทะเล ทำให้พบความขุ่นเพียงเล็กน้อยซึ่งตะกอนที่เกิดขึ้นในบริเวณนี้ส่วนมากจะเกิดจากแพลงก์ตอนซึ่งจะมีลักษณะที่ใส ต่างจากตะกอนที่เกิดขึ้นในบริเวณเหนือขึ้นไป โดยเฉพาะพื้นที่ที่เชื่อมต่อกับแม่น้ำเจ้าพระยา จังหวัดชัยนาท (TC34) จะเป็นตะกอนดินที่เกิดจากการชะล้างพังทลายและถูกพัดพาเข้าสู่ลำน้ำ ซึ่งตะกอนเหล่านี้เองที่ทำให้ความโปร่งแสงของน้ำมีค่าลดลง นอกจากนี้ตะกอนที่เกิดขึ้นดังกล่าวจะพบว่ามีค่าลดลง หลังจากที่มวลน้ำได้ไหลผ่านประตูน้ำซึ่งบางส่วนจะถูกดักอยู่บริเวณหน้าเขื่อน ทำให้น้ำที่ปล่อยออกมามีความใส และมีค่าความโปร่งแสงสูงขึ้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solids)

ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solids) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปี ปีละ 2 ครั้งในช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 38) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 38 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (Total Suspended Solids; mg/l) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 27.4 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดเท่ากับ 4.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุดเท่ากับ 93.00 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC27.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 19.97 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดเท่ากับ 2.4 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุดเท่ากับ 101.87 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC27.5) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 16.46 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.84 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC8) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุดเท่ากับ 162.5 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

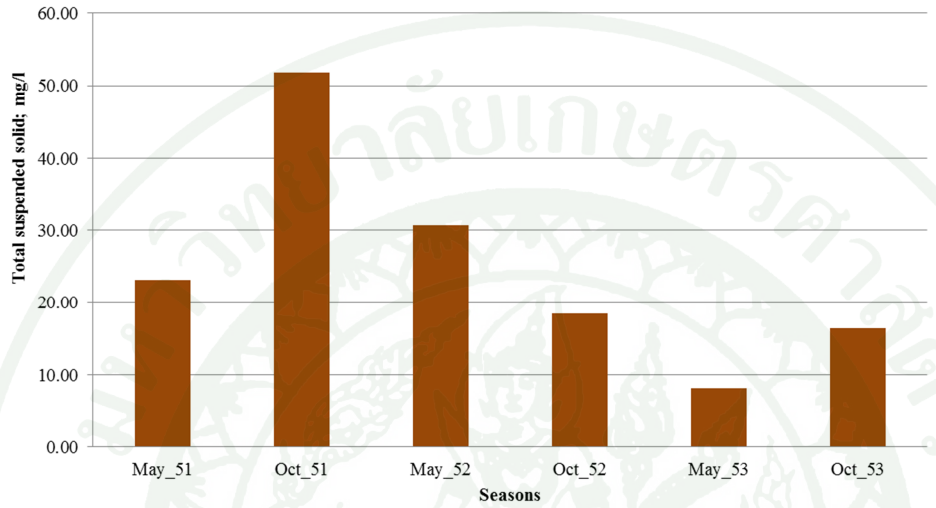
เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 22.15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำต่ำสุดเท่ากับ 7.13 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC4) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำสูงสุดเท่ากับ 342 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TE15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำไม่มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ แสดงถึงการกระจายของปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำที่ไม่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำระหว่างช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) (ตารางผนวกที่ 3) พบว่า ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีมีความแตกต่างตามฤดูกาลทางสถิติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ โดยปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ ของทั้งสองฤดูกาลแตกต่างกันค่อนข้างชัดเจน ดังภาพที่ 39 โดยในช่วงปลายฤดูฝนจะมีปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมสูงกว่าในช่วงต้นฤดูฝน ทั้งนี้ เนื่องจากพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีเป็นพื้นที่ทำนาเป็นส่วนทำให้ในช่วงปลายฤดูฝนหรือน้ำหลาก จะพัดพาตะกอนลงมายังแม่น้ำท่าจีนประกอบกับแม่น้ำในช่วงที่ไหลผ่าน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จังหวัดสุพรรณบุรียาวที่สุด ทำให้ตะกอนมีโอกาสตกลงสู่พื้นท้องน้ำก่อนจะถ่ายเทไปยังจังหวัดด้านล่าง (จังหวัดนครปฐม) ทำให้ปริมาณของแข็งแขวนลอยในจังหวัดอื่นไม่แตกต่างกันตามฤดูกาล



ภาพที่ 39 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำ (Total Suspended Solids; mg/l) ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารแขวนลอยในน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน พบว่าปริมาณสารแขวนลอยในน้ำมีค่าค่อนข้างคงที่โดยจะมีค่าสูงบริเวณพื้นที่ตอนบนโดยเฉพาะพื้นที่ที่รับน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยา (TC34) และบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำและพื้นที่ใกล้เคียง (TC1-TE25) ซึ่งทั้งสองพื้นที่จะได้รับอิทธิพลจากมวลน้ำต่างกัน โดยพื้นที่ตอนบนจะได้รับอิทธิพลจากตะกอนที่มากับมวลน้ำที่พัดพา และชะล้างมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูฝนซึ่งเป็นช่วงเวลาของน้ำหลาก ที่เข้ามายังแม่น้ำท่าจีนแต่ปริมาณดังกล่าวจะลดระดับลงเนื่องจากผ่านประตูระบายน้ำทำให้น้ำไหลช้าลงและเกิดการตกตะกอน ทำให้ในพื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนพบปริมาณสารแขวนลอยที่ต่ำ

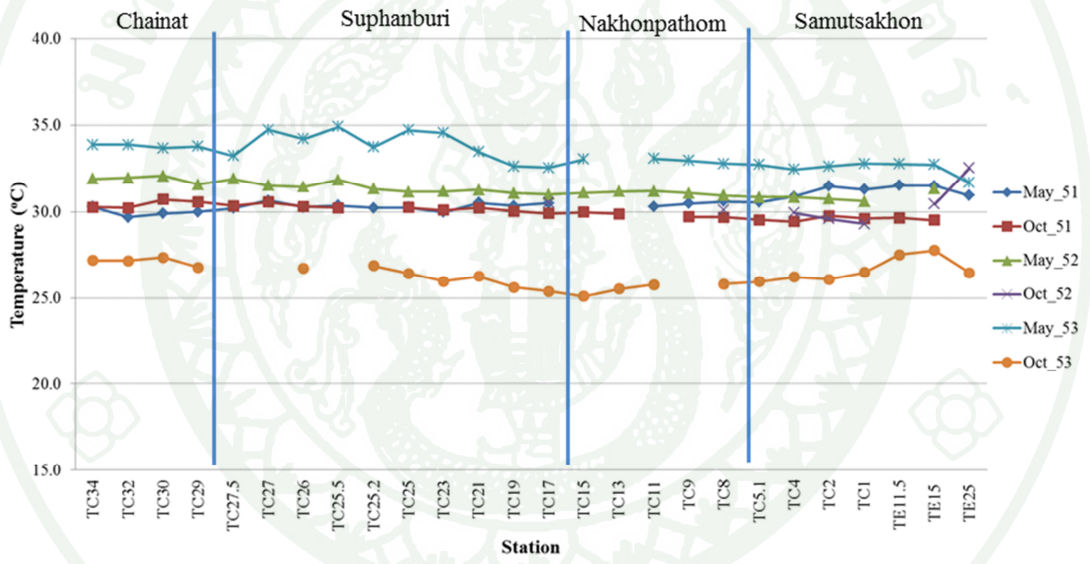
พื้นที่ตอนล่าง (ปากแม่น้ำ) จะได้รับอิทธิพลจากน้ำขึ้น น้ำลง รวมถึงพื้นที่ที่เป็นดอนบริเวณปากอ่าว นอกจากนี้ยังมีปัจจัยจากคลื่นและลม ทำให้ดินตะกอนในพื้นที่บริเวณนี้เกิดการฟุ้งกระจายของตะกอน (resuspension) ทำให้มีปริมาณสารแขวนลอยเพิ่มสูงขึ้นแต่ก็จะเข้ามาในพื้นที่ตอนใน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เพียงช่วงที่เกิดน้ำขึ้นเท่านั้น ซึ่งจะขึ้นไปได้ไกลแค่ไหนขึ้นอยู่กับน้ำขึ้น-น้ำลง รวมถึงปริมาณน้ำท่าที่มีอยู่ในแม่น้ำซึ่งจะเป็นตัวผลักดันและควบคุมการรุกเข้ามาของน้ำเค็มในช่วงเวลาต่างๆ

อุณหภูมิ (Temperature)

การศึกษาอุณหภูมิของน้ำ (Temperature) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 40) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 40 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ (Temperature; °C) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึง จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 30.43 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 26.78 องศาเซลเซียส (สถานี TC29) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงสุดเท่ากับ 33.87 องศาเซลเซียส (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 30.51 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 25.38 องศาเซลเซียส (สถานี TC17) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงสุดเท่ากับ 33.08 องศาเซลเซียส (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 30.47 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 25.09 องศาเซลเซียส (สถานี TC15) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงสุดเท่ากับ 33.08 องศาเซลเซียส (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) มีค่ามัธยฐานของอุณหภูมิน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 30.61 องศาเซลเซียส โดยมีค่าอุณหภูมิของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 25.95 องศาเซลเซียส (สถานี TC5.1) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงสุดเท่ากับ 32.78 องศาเซลเซียส (สถานี TC1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าอุณหภูมิของน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า อุณหภูมิของน้ำตามพื้นที่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงถึงเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของน้ำในแต่ละพื้นที่มีความคล้ายคลึงกันเมื่อเปรียบเทียบแต่ละจังหวัด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า อุณหภูมิของน้ำ ในเขตพื้นที่ จังหวัดชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$)

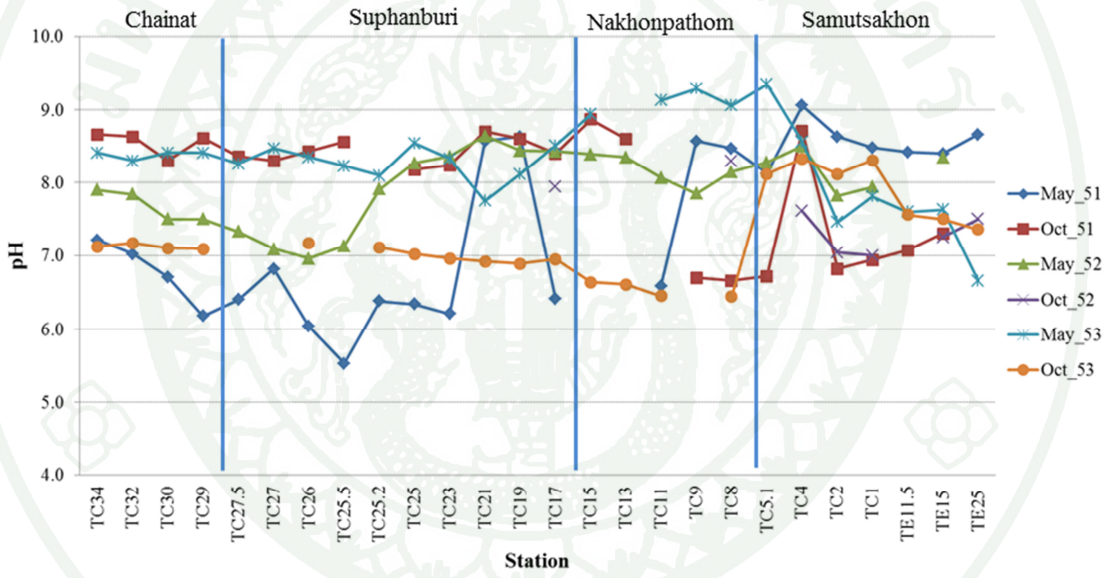
จากภาพที่ พบลักษณะการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิน้ำซึ่งจากภาพรวม (ตารางผนวกที่ 4) พบว่าอุณหภูมิของน้ำจะมีการเปลี่ยนแปลงระหว่างสถานีค่อยข้างน้อย โดยมีความต่างระหว่างสถานีเพียง 1-2 องศาเซลเซียสเท่านั้น ยกเว้นสถานีที่อยู่ในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ (TE25) ในเขตจังหวัดสมุทรสาครซึ่งมีการผันแปรของสภาพสิ่งแวดล้อมสูงทำให้มีความแตกต่างของอุณหภูมิน้ำมาก และเมื่อพิจารณาความแตกต่างระหว่างฤดูกาลจะพบว่าในช่วงต้นของฤดูน้ำหลาก (เดือน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

พฤษภาคม) มีค่าอุณหภูมิของน้ำสูงกว่าในช่วงของฤดูน้ำหลาก (เดือนตุลาคม) ซึ่งอาจจะมีความต่างของอุณหภูมิในแต่ละฤดูกาลประมาณ 2-3 องศาเซลเซียส

พีเอช (pH)

การศึกษาพีเอช (pH) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 41) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 41 การเปลี่ยนแปลงพีเอช (pH) ของน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่ จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานพีเอชของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 7.67 โดยมีค่าพีเอช ของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.18 (สถานี TC29) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีค่าพีเอชของน้ำสูงสุดเท่ากับ 8.66 (สถานี TC34) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานพีเอชของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 8.12 โดยมีค่าพีเอชของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 5.53 (สถานี TC25.5) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าพีเอชของน้ำสูงสุดเท่ากับ 8.7 (สถานี TC21) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานพีเอชของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 8.3 โดยมีค่าพีเอชของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.44 (สถานี TC8) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าพีเอชของน้ำสูงสุดเท่ากับ 9.29 (สถานี TC9) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานค่าพีเอชของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 7.82 โดยมีค่าพีเอชของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 6.66 (สถานี TE25) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าพีเอชของน้ำสูงสุดเท่ากับ 9.35 (สถานี TC5.1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าพีเอชของน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า พีเอชของน้ำไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของพีเอชของน้ำในแต่ละพื้นที่มีความคล้ายคลึงกันไม่มีความแต่ต่างกันในแต่ละจังหวัด

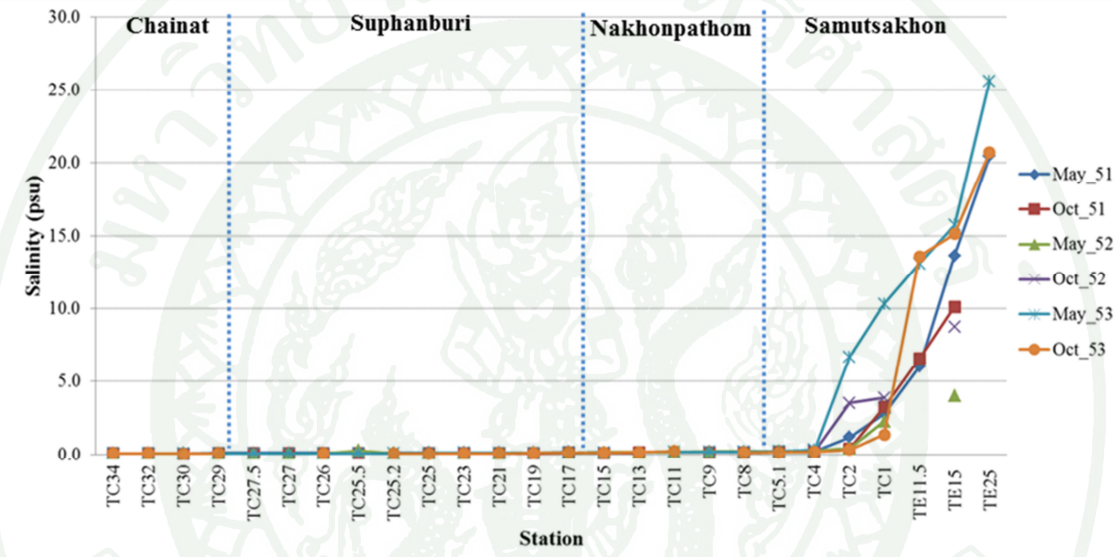
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า พีเอชของน้ำ ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐมและจังหวัดสมุทรสาคร มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$)

จากภาพการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (ตารางผนวกที่ 5) พบว่า การเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชของน้ำค่อนข้างมีความแปรผันสูงโดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูน้ำหลาก ซึ่งอาจเป็นสาเหตุมาจากปริมาณน้ำใหม่ที่เพิ่มเติมเข้ามาในระบบแม่น้ำท่าจีน ทั้งจากปริมาณน้ำหลาก และน้ำฝนที่เพิ่งตกลงมาไม่นาน ส่งผลให้ค่าพีเอชของน้ำในแม่น้ำท่าจีนมีการเปลี่ยนแปลงที่กว้าง ต่างจากในช่วงน้ำหลากซึ่งมวลน้ำเกิดการผสมผสานกันทำให้ค่าพีเอชของแต่ละพื้นที่ค่อนข้างใกล้เคียงกัน ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าพีเอชตามพื้นที่ที่ศึกษานั้นพบว่า มีการรูปแบบการเปลี่ยนแปลงที่ไม่แน่นอนและแตกต่างกันตามพื้นที่ค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะในช่วงตั้งแต่พื้นที่จังหวัดสมุทรสาครจนถึงจังหวัดนครปฐม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเค็ม (Salinity)

การศึกษาค่าความเค็มของน้ำ (Salinity) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) พบว่า มีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 42) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 42 การเปลี่ยนแปลงความความเค็ม (Salinity; psu) ของน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึง ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC34) มีค่ามัธยฐานความเค็มของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.08 psu โดยมีค่าความเค็มของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.06 psu (สถานี TC30) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าความเค็มของน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.1 psu (สถานี TC29) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานความเค็มของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.10 psu โดยมีค่าความเค็มของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.06 psu (สถานี TC25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีค่าความเค็มของน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.29 psu (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานความเค็มของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.17 psu โดยมีค่าความเค็มของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.10 psu (สถานี TC15) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551และมีค่าความเค็มของน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.24 psu (สถานี TC11) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) มีค่ามัธยฐานความเค็มของน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 2.81 psu โดยมีค่าความเค็มของน้ำต่ำสุดเท่ากับ 0.13 psu (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 และมีค่าความเค็มของน้ำสูงสุดเท่ากับ 25.62 psu (สถานี TE25) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างของค่าความเค็มของน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ความเค็มของน้ำมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงความแตกต่างความเค็มของน้ำในแต่ละพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากพื้นที่โดยเฉพาะความใกล้ และไกลจากทะเล รวมถึงมวลน้ำที่ไหลลงในแต่ละจังหวัด

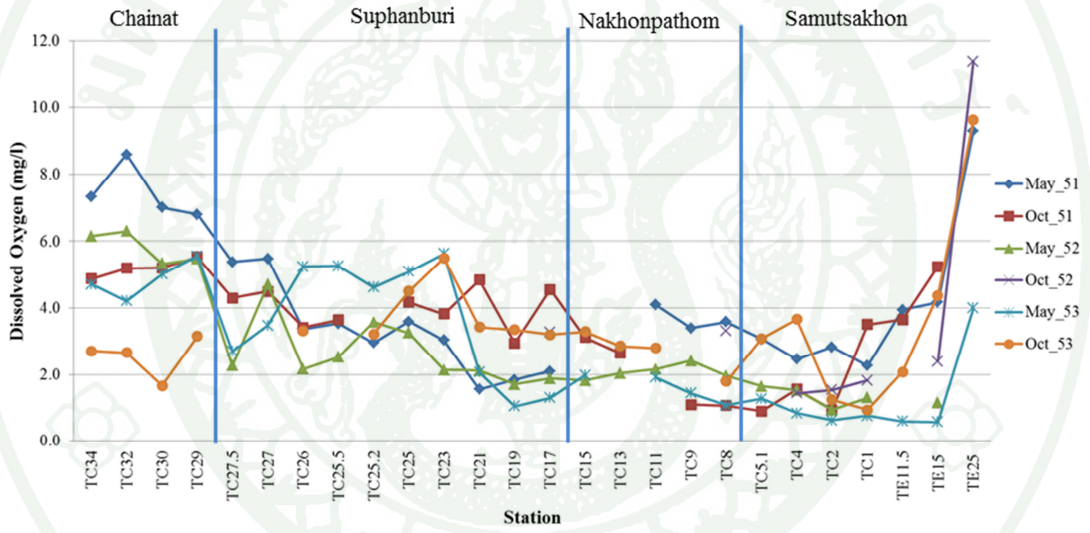
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเค็มในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) (ตารางผนวกที่ 6) พบว่า ความเค็มของน้ำ ระหว่างช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ สาเหตุเนื่องมาจากความเค็มของน้ำจากทะเลจะเข้ามาในพื้นที่ได้เฉพาะในเขตจังหวัดสมุทรสาคร และบริเวณตอนล่างของจังหวัดนครปฐมทั้งในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน โดยปริมาณน้ำในช่วงปลายฤดูฝนหรือน้ำหลากนั้นไม่สามารถผลักดันทำให้ความเค็มของน้ำมีการเปลี่ยนแปลงจนสามารถทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างสองฤดูได้

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงความเค็มตามพื้นที่ตั้งแต่พื้นที่ปากแม่น้ำเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) จนถึงพื้นที่บริเวณตอนบนของแม่น้ำท่าจีนเขตจังหวัดชัยนาท (TC34) โดยพบว่า มีการเคลื่อนตัวของความเค็มของน้ำจากพื้นที่ปากแม่น้ำส่วนนอกสุด (TE25) เข้ามาในพื้นที่แม่น้ำได้สูงสุดถึงสถานี (TC4) ซึ่งเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างเขตจังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม หลังจากนั้นความเค็มของน้ำก็มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ซึ่งถือเป็นเขตพื้นที่น้ำจืด นอกจากนี้ยังพบว่า ความเค็มของน้ำมีความแตกต่างระหว่างฤดูกาลเพียงเล็กน้อยโดยจะมีค่าที่ต่ำในช่วงของฤดูน้ำหลาก (เดือนตุลาคม)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen)

การศึกษาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen) ในแม่น้ำท่าจีน ทำการศึกษารวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 7) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 43) ซึ่งโดยภาพรวมของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำพบว่า ปริมาณออกซิเจนจะมีค่าสูงในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำที่ติดกับทะเล และจะมีค่าต่ำสุดในบริเวณเป็นรอยต่อระหว่างแม่น้ำกับปากแม่น้ำ มีรายละเอียดในแต่ละเขตจังหวัด ดังนี้



ภาพที่ 43 การเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิจนที่ละลายน้ำ (Dissolved Oxygen; mg/l) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC29-TC34) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่ามัธยฐานตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 5.27 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุดที่พบเท่ากับ 1.66 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC30) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุดเท่ากับ 8.59 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่ามัธยฐานตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 3.37 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสุดที่พบได้เท่ากับ 1.04 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC19) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุดเท่ากับ 5.63 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC23) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่ามัธยฐานตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 2.15 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำต่ำสุดที่พบเท่ากับ 1.06 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC8) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุดเท่ากับ 4.09 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีค่ามัธยฐานตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 1.82 มิลลิกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำต่ำสุดท่ากับ 0.57 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TE15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำสูงสุดเท่ากับ 11.39 มิลลิกรัมต่อลิตร (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

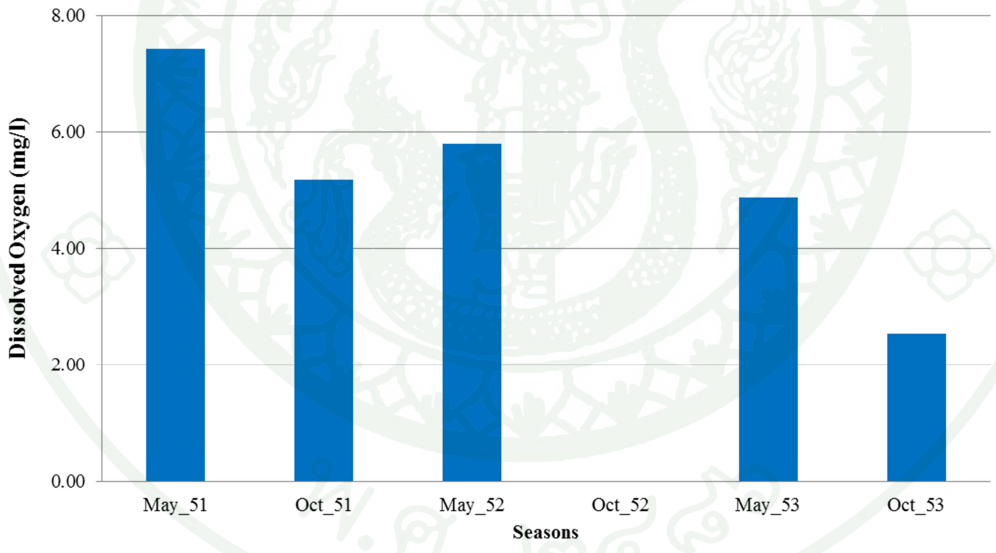
จากการทดสอบความแตกต่างทางสถิติระหว่างปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในแต่ละพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่ทำการสำรวจและศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำของจังหวัดชัยนาทมีความแตกต่างทางสถิติ กับจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสุพรรณบุรี อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงความแตกต่างของปริมาณออกซิเจนละลายในน้ำในจังหวัดชัยนาทมีความแตกต่างกับจังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสุพรรณบุรี

จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงปริมาณของออกซิเจนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือน ตุลาคม พ.ศ. 2553 (ภาพที่ 43) พบว่า ลักษณะการเปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะทางจากปากแม่น้ำ (จังหวัดสมุทรสาคร) ขึ้นไปจนถึงพื้นที่ต้นน้ำ (จังหวัดชัยนาท) โดยที่ในพื้นที่บริเวณปากแม่น้ำนั้น (TE25-TE11.5) ซึ่งเป็นเขตของพื้นที่ปากแม่น้ำจะได้รับอิทธิพลของทะเล ทำให้ในบริเวณดังกล่าวมีการ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เปลี่ยนแปลงของปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำสูง ซึ่งในช่วงเวลาที่เกิดปรากฏการณ์สะพรั่งของแพลงก์ตอนโดยเฉพาะในพื้นที่ด้านนอก (TE25) อาจมีปริมาณออกซิเจนในรอบวันสูงในช่วงระหว่าง 10-12 มิลลิกรัมต่อลิตร ในเวลาช่วงน้ำขึ้น และอาจลดต่ำลงเหลือเพียง 1 มิลลิกรัมต่อลิตร ในช่วงเวลาน้ำลง ปรากฏการณ์ดังกล่าวนี้เองส่งผลให้บริเวณปากแม่น้ำท่าจีนมีการเปลี่ยนแปลงในช่วงกว้างซึ่งจะส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่บริเวณดังกล่าว

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำในเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) ซึ่งจากการศึกษาเปรียบเทียบปริมาณออกซิเจนละลายน้ำในพื้นที่จังหวัดชัยนาท พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝนปริมาณออกซิเจนจะมีค่าค่อนข้างสูงกว่าในช่วงปลายฤดูฝน (ภาพที่ 44)



ภาพที่ 44 ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ (Dissolve Oxygen; mg/l) ในแม่น้ำท่าจีนเขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท ช่วงเวลาระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

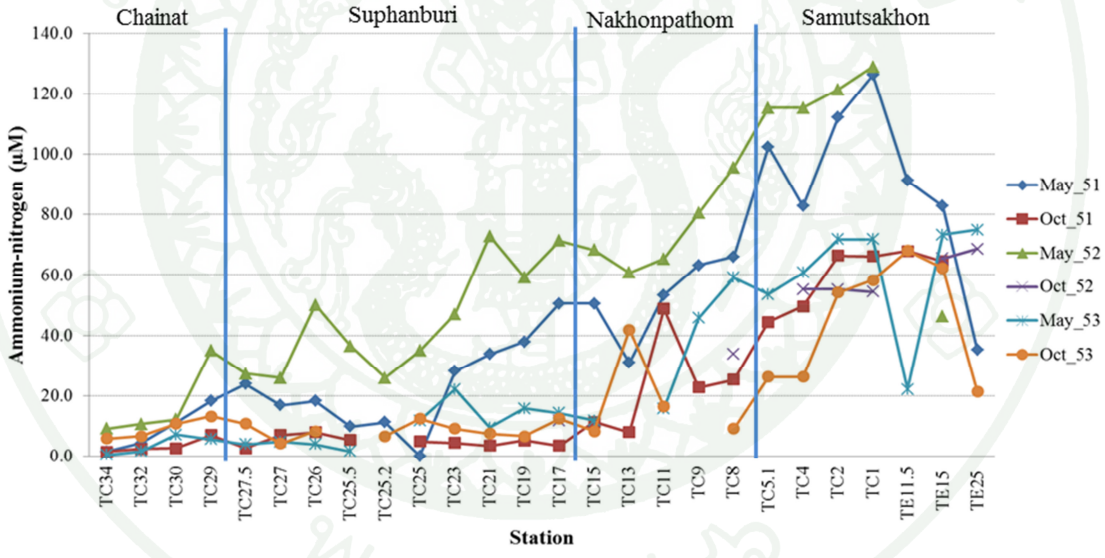
ปริมาณออกซิเจนในช่วงต้นฤดูฝนมีค่าค่อนข้างสูง อาจมีสาเหตุมาจากน้ำฝนที่ตกลงมาในช่วงเวลาดังกล่าวซึ่งจะมีโอกาสัมผัสกับอากาศ เป็นการเพิ่มออกซิเจนให้กับน้ำ นอกจานี้ยังพบว่ามวลน้ำใหม่ที่มาจากเจ้าพระยา จะไหลเข้าสู่ตอนต้นของแม่น้ำท่าจีน (จังหวัดชัยนาท) ซึ่งในบริเวณนี้เป็นจุดเริ่มต้นของแม่น้ำท่าจีนทำให้ปริมาณออกซิเจนยังคงมีค่าสูง อีกทั้งในบริเวณพื้นที่จังหวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชัยนาทยังเป็นเขตที่มีโรงงานอุตสาหกรรมและชุมชนตั้งอยู่ค่อนข้างน้อยทำให้ของเสียที่เกิดจากกิจกรรมต่าง ๆ เหล่านี้มีน้อยกว่าพื้นที่ทางตอนล่าง โดยบริเวณพื้นที่ตอนล่างปริมาณออกซิเจนที่ละลายในน้ำจะมีค่าต่ำลงเนื่องจากออกซิเจนถูกนำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลายสารอินทรีย์

แอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen)

การศึกษาปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551, 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) (ตารงผนวกที่ 8) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 45) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 45 การเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29)) มีค่ามัธยฐานของปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 6.76 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 0.39 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 34.91 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC29) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 11.82 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 1.57 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 72.86 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC21) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

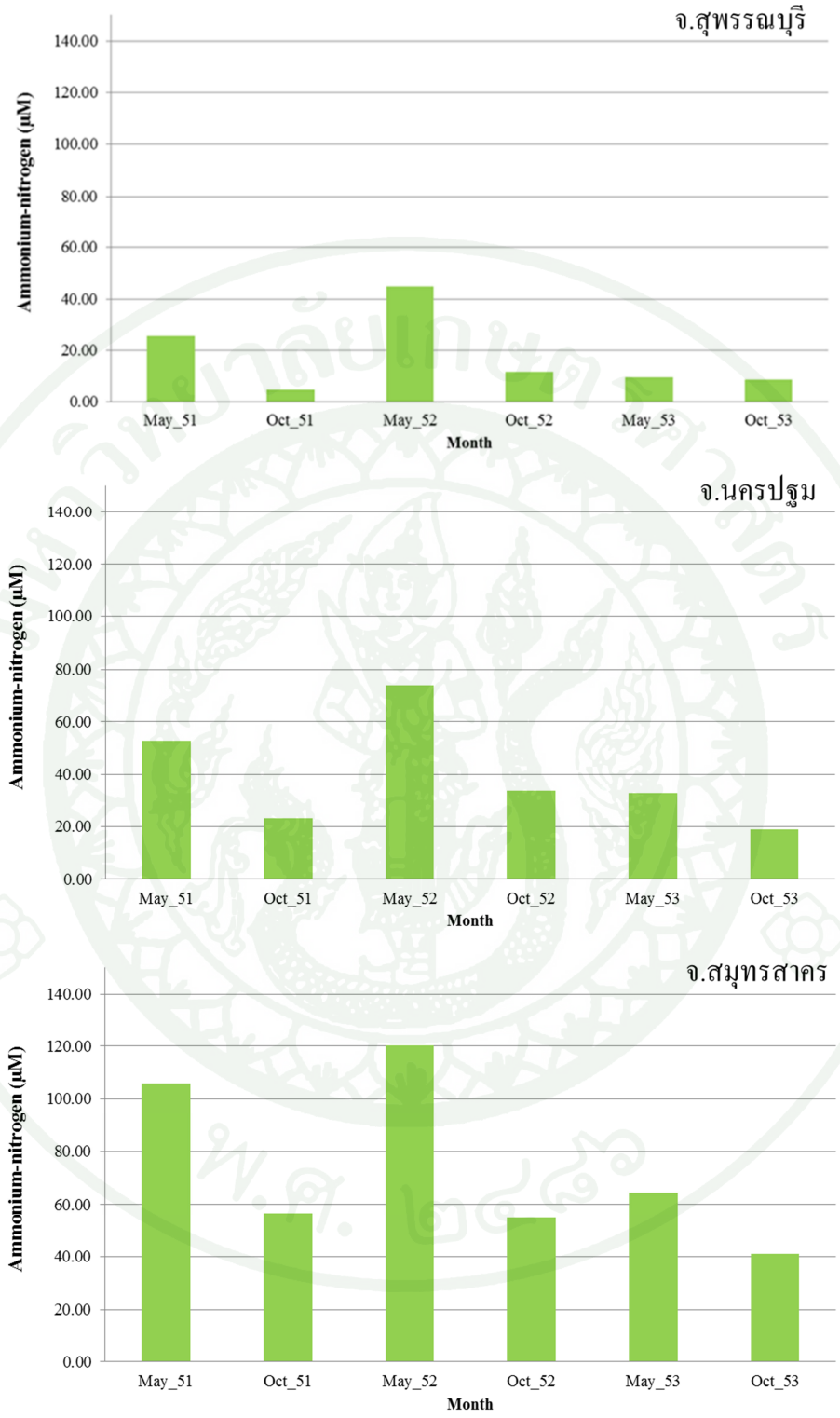
เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 43.78 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 7.84 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC13) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 95.63 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC8) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 66.18 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 21.32 ไมโครโมลาร์ (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 129.02 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

จากการทดสอบความแตกต่างปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนมีความแตกต่างกันตามพื้นที่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงความแตกต่างปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนในแต่ละพื้นที่ที่ได้รับอิทธิพลจากกิจกรรมต่างๆที่เกิดขึ้นในพื้นที่ โดยเฉพาะกิจกรรมด้านการเกษตร

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ของแต่ละพื้นที่ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน มาทำการเปรียบเทียบกันพบว่า ในช่วงต้นฤดูฝนมีปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงกว่าในช่วงปลายฤดูฝน (ภาพที่ 46)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 46 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen; µM) ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

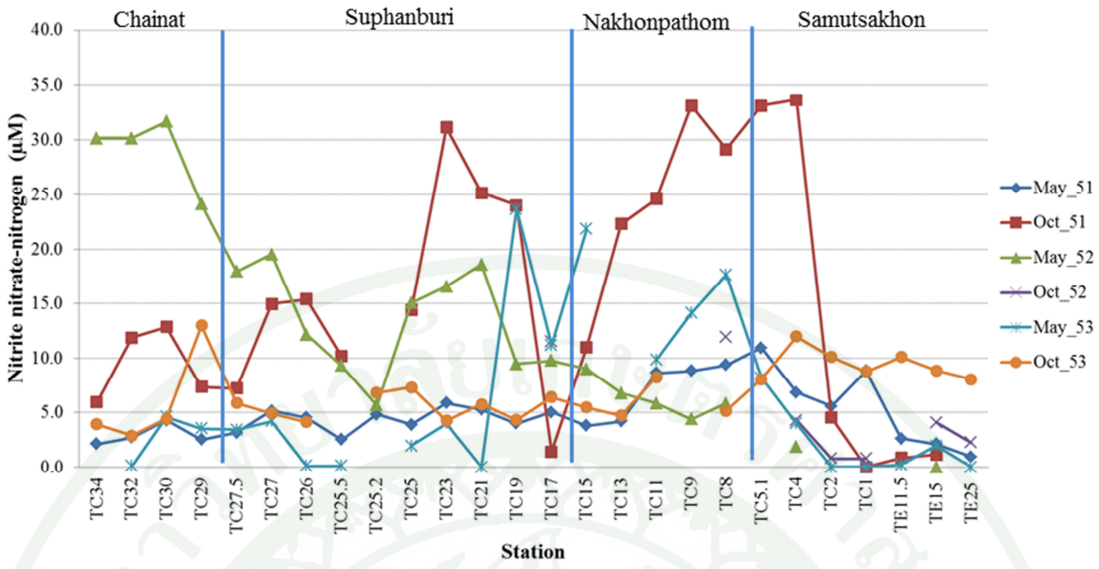
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน ของ แม่น้ำท่าจีนพบว่า มีความแตกต่างตามพื้นที่ค่อนข้างชัดเจนโดยบริเวณพื้นที่ตอนบนจะมีค่าต่ำกว่า และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นในบริเวณพื้นที่ตอนล่าง โดยจะมีค่าสูงอยู่ในบริเวณเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร (TC1-TC13) โดยเฉพาะบริเวณที่เป็นเขตรอยต่อระหว่างแม่น้ำกับพื้นที่ทะเล (TC1-TE11.5) โดยพื้นที่บริเวณดังกล่าวเป็นแหล่งชุมชน เพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ และเกษตรกรรมค่อนข้างหนาแน่น นอกจากนี้จากลักษณะของพื้นที่และโครงสร้างของลำน้ำที่มีความคดเคี้ยวทำให้แอมโมเนียม ไนโตรเจน มีโอกาสสะสมในบริเวณดังกล่าว ซึ่งเป็นผลจากการเคลื่อนตัวของน้ำที่ช้าลง นอกจากนี้ยังพบความแตกต่างระหว่างช่วงต้นฤดูฝนและช่วงฤดูน้ำหลาก โดยพบว่าในช่วงของต้นฤดูฝนจะมีค่าแอมโมเนียม ไนโตรเจนสูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลากเนื่องจากฝนที่ตกลงมาใหม่ๆจะชะล้างธาตุอาหารลงสู่แม่น้ำโดยตรง ต่างจากในช่วงฤดูน้ำหลากซึ่งแร่ธาตุต่างๆจะถูกพัดพามาด้วยมวลของน้ำในลำน้ำทำให้ปริมาณที่พบมีค่าค่อนข้างต่ำ และปัจจัยที่เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมปริมาณของแอมโมเนียม ไนโตรเจน ได้แก่ แหล่งทำการเกษตรโดยเฉพาะน้ำที่ถูกปล่อยมาจากพื้นที่เพาะปลูกข้าว ซึ่งจะนำพาไนโตรเจนที่เกิดจากการใส่ปุ๋ยลงมาเป็นจำนวนมากในช่วงต้นฤดูฝน

ไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrite- Nitrate Nitrogen)

การศึกษาปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrate Nitrogen) ใน แม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 9) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 47) ตามรายละเอียด ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 47 การเปลี่ยนแปลงปริมาณของไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน (Nitrite-Nitrate Nitrogen; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 4.59 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 0.10 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 31.65 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC30) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 5.89 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 0.10 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 31.09 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC23) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 8.91 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 3.79 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 33.07 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC9) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 4.41 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนต่ำสุดเท่ากับ 0.20 ไมโครโมลาร์ (สถานี TE11.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนสูงสุดเท่ากับ 33.64 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC4) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

จากการทดสอบความแตกต่างปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามพื้นที่ แสดงถึงการกระจายของปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน ที่คล้ายคลึงกันในแต่ละจังหวัด

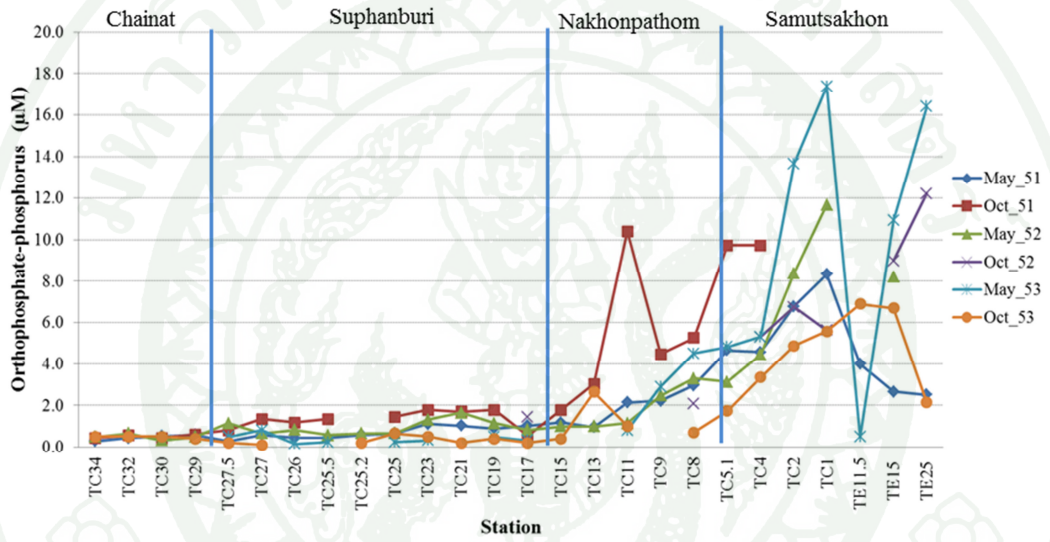
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนในน้ำแต่ละเขตพื้นที่จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามช่วงฤดูกาล

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงบริเวณปากแม่น้ำในเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) พบว่า การเปลี่ยนแปลงปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจนมีรูปแบบไม่แน่นอนตามพื้นที่ ซึ่งโดยภาพรวมแล้วปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจนจะมีค่าสูงขึ้นจากตอนล่างขึ้นไปสู่ตอนบนของแม่น้ำท่าจีน โดยกระบวนการเกิดไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน จะเกิดขึ้นได้ต้องอาศัยกระบวนการของจุลินทรีย์ช่วย โดยเฉพาะจุลินทรีย์ที่จำเป็นต้องใช้ออกซิเจน นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้ประโยชน์ของพื้นที่ เช่น พื้นที่ที่ปล่อยไนโตรเจนจะเป็นพื้นที่เกษตรกรรมเป็นหลัก โดยเฉพาะในเขตพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ซึ่งถือว่าเป็นแหล่งปลูกข้าวขนาดใหญ่ในพื้นที่ลาบลุ่มภาคกลาง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus)

การศึกษาปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 10) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 48) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 48 การเปลี่ยนแปลงออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus; µM) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.50 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ต่ำสุดเท่ากับ 0.30 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส สูงสุดเท่ากับ 0.66 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC17-TC27.5) มีค่ามัธยฐานของปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 0.66 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ต่ำสุดเท่ากับ 0.10 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC27) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส สูงสุดเท่ากับ 1.79 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC19) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 2.14 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ต่ำสุดเท่ากับ 0.41 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC15) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส สูงสุดเท่ากับ 10.40 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC11) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 5.63 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ต่ำสุดเท่ากับ 0.48 ไมโครโมลาร์ (สถานี TE11.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส สูงสุดเท่ากับ 17.36 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

จากการทดสอบความแตกต่างปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงการกระจายของปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัดเนื่องจากกิจกรรมด้านการใช้ประโยชน์ของแต่ละพื้นที่

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจนในน้ำแต่ละเขตพื้นที่จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ตามช่วงฤดูกาลซึ่งแสดงให้เห็นว่า ช่วงเวลาที่ทำการศึกษารวมทั้งฤดูกาลไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส อาจเนื่องมาจากฟอสฟอรัสที่มีอยู่ในแม่น้ำท่าจีนนั้นมีค่าค่อนข้างสูงอยู่ตลอด ประกอบ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

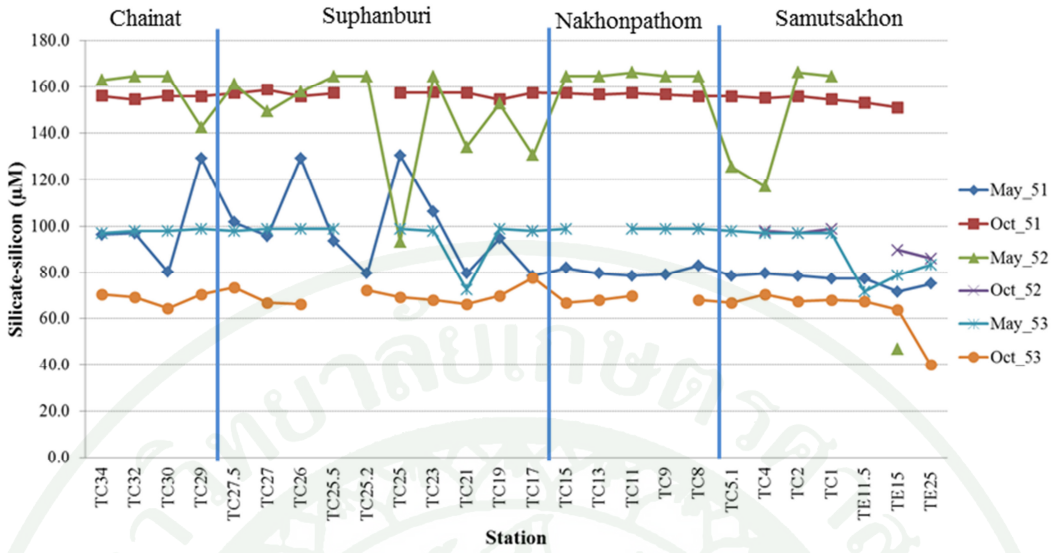
กับกิจกรรมที่ก่อให้เกิดการสะสมของฟอสฟอรัสนั้นเกิดจากชุมชนเป็นหลักซึ่งไม่ว่าจะเป็นฤดูกาลในช่วงใดการปล่อยฟอสฟอรัสลงสู่แหล่งน้ำจึงค่อนข้างคงที่

การเปลี่ยนแปลงปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ในน้ำตามพื้นที่ของแม่น้ำ ท่าจีน พบว่า มีรูปแบบการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงของแอมโมเนียม ไนโตรเจนคือ มีปริมาณน้อยในพื้นที่บริเวณตอนบนของพื้นที่ (TC34) และจะเพิ่มขึ้นมากเรื่อยๆในบริเวณด้านล่างจนถึงบริเวณปากแม่น้ำ (TC1) โดยพบปริมาณมากที่สุดในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC4-TE25) เนื่องจากบริเวณดังกล่าวเป็นพื้นที่รับน้ำในตอนล่าง และเป็นพื้นที่ที่ติดกับทะเล (ปากแม่น้ำ) นอกจากนี้พื้นที่ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐมยังเป็นพื้นที่มีการใช้ประโยชน์สูงในด้านการเป็นแหล่งชุมชน โรงงานแปรรูปอาหารสัตว์น้ำ ปศุสัตว์ (ฟาร์มสุกร) และการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ จากสาเหตุดังกล่าวทำให้พื้นที่บริเวณนี้มีปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ที่มาจากการทิ้งของเสียลงสู่แม่น้ำสูงกว่าบริเวณอื่น และเมื่อพิจารณาด้านช่วงเวลาพบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) จะมีปริมาณสูงกว่าในช่วงฤดูน้ำหลากเล็กน้อย

ซิลิเกต ซิลิคอน (Silicate Silicon)

การศึกษาปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน (Silicate Silicon) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 11) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 49) ตามรายละเอียด ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 49 การเปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน (Silicate Silicon; µM)ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 98.37 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ต่ำสุดเท่ากับ 64.40 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC30) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน สูงสุดเท่ากับ 164.58 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 98.82 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ต่ำสุดเท่ากับ 66.20 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC21) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน สูงสุดเท่ากับ 164.58 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC23) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 98.82 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ต่ำสุดเท่ากับ 66.81 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC11) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน สูงสุดเท่ากับ 166.28 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 86.13 ไมโครโมลาร์ โดยมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ต่ำสุดเท่ากับ 39.72 ไมโครโมลาร์ (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน สูงสุด เท่ากับ 166.28 ไมโครโมลาร์ (สถานี TC2) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

จากการทดสอบความแตกต่างของปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษา ได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณซิลิเกต ซิลิคอนไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามพื้นที่ แสดงถึงการกระจายของปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน ที่คล้ายคลึงกันในแต่ละจังหวัด

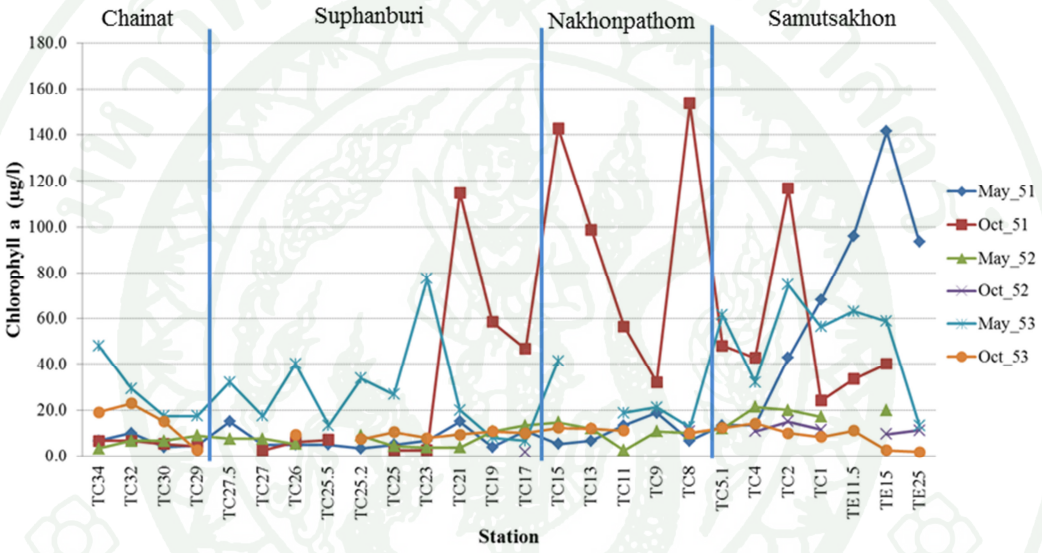
การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณซิลิเกต ซิลิคอนในน้ำแต่ละเขตพื้นที่จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามช่วงฤดูกาล

การเปลี่ยนแปลงปริมาณซิลิเกต ซิลิคอนตามพื้นที่ของแม่น้ำท่าจีน พบว่า รูปแบบการเปลี่ยนปริมาณซิลิเกต ซิลิคอนของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนจะมีรูปแบบที่ค่อนข้างชัดเจนโดยจะมีความแตกต่างกันระหว่างพื้นที่ศึกษาค่อนข้างน้อยยกเว้นในช่วงต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) และจะมีค่าใกล้เคียงกันทั้งพื้นที่ตั้งแต่ตอนบนถึงตอนล่างในช่วงน้ำหลาก (เดือนตุลาคม) ซึ่งในช่วงน้ำหลากจะมีค่าปริมาณซิลิเกต ซิลิคอนที่สูงและค่อนข้างคงที่ระหว่างพื้นที่ที่ทำการศึกษา เนื่องจากมวลน้ำที่เข้ามาในช่วงฤดูน้ำหลากจะเป็นมวลน้ำที่หลากมาจากพื้นที่ตอนบน (จังหวัดชัยนาท) ซึ่งภายในมวลน้ำจะมีปริมาณซิลิเกตที่ค่อนข้างคงที่และยังไม่ถูกใช้ไปในระบบ ส่วนในช่วงต้นฤดูฝนจะเป็นปริมาณซิลิเกต ซิลิคอน ที่เกิดจากการชะล้างของฝนที่ตกลงมาในแต่ละพื้นที่ซึ่งจะมีค่าไม่เท่ากัน จะสังเกตได้จากลักษณะของกราฟที่มีการขึ้นลงไม่คงที่ในแต่ละสถานี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll *a*)

การศึกษาปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chlorophyll *a*) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้ง ในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551, 2552 และ 2553 ตามลำดับ) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 50) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 50 การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (chlorophyll *a*; µg/l) ในน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ.2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) มีค่ามัธยฐานของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 6.68 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดเท่ากับ 2.67 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC29) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเท่ากับ 48.06 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC21) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) มีค่ามัธยฐานของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 8.01 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดเท่ากับ 1.91 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC17) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเท่ากับ 114.81 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC21) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

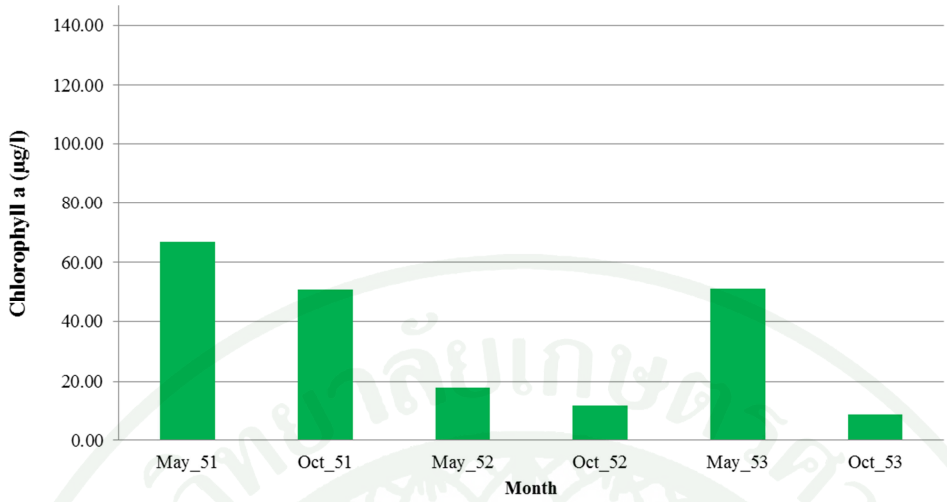
เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) มีค่ามัธยฐานของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 12.40 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดเท่ากับ 2.67 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเท่ากับ 153.52 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC8) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) มีค่ามัธยฐานของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตลอดระยะเวลาการศึกษาเท่ากับ 20.02 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ต่ำสุดเท่ากับ 1.87 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TE25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงสุดเท่ากับ 141.51 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TE15) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

จากการทดสอบความแตกต่างปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในแต่ละพื้นที่ที่ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ มีความแตกต่างกันตามพื้นที่ อย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 99 เปอร์เซ็นต์ (Asymp. Sig. = 0.000; $P < 0.01$) แสดงถึงการกระจายของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ที่แตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร มีความแตกต่างกันตามฤดูกาล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ณ ระดับความเชื่อมั่นที่ 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ของแต่ละพื้นที่ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน มาทำการเปรียบเทียบกัน พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝนมีปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ สูงกว่าในช่วงปลายฤดูฝน (ภาพที่ 51)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 51 ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (Chloropyll *a*; µg/l) ในเขตพื้นที่ จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ ตามพื้นที่ของแม่น้ำท่าจีน พบว่า (ตารางผนวกที่ 12) ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอมี การเปลี่ยนแปลงค่อนข้างชัดเจนยกเว้นในช่วงเดือนตุลาคม 2551 โดยแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ จะมีเพิ่มขึ้นจากด้านบน (จังหวัดชัยนาท) มาถึงตอนล่าง (จังหวัดสมุทรสาคร โดยจะมีค่ามากในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำ (TE11.5-TE25) เนื่องจากคลอโรฟิลล์ เอ ในน้ำจะเกิดจากแพลงก์ตอนพืช ซึ่งจำเป็นต้องมีแร่ธาตุอาหารที่มากพอที่จะทำให้เกิดการเจริญเติบโต และแบ่งเซลล์ ซึ่งเป็นไปตามลักษณะของพื้นที่บริเวณตอนล่างซึ่งเราจะพบว่ามีปริมาณแร่ธาตุอาหารอยู่สูงเกือบตลอดทั้งปี โดยเฉพาะในบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำจะมีสะพรั่งของแพลงก์ตอนพืชอยู่บ่อยครั้งที่พบบ่อยได้แก่ แพลงก์ตอนในสกุล *Noctiluca sp.* *Ceratium sp.* เป็นต้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การวิเคราะห์ศักยภาพเชิงพื้นที่ของแม่น้ำท่าจีน

การเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารผ่านพื้นที่ที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน

การศึกษาปริมาณแร่ธาตุอาหารที่ไหลผ่านในแต่ละพื้นที่ที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านซึ่งจะคำนวณปริมาณแร่ธาตุอาหารผ่านพื้นที่ในแต่ละเขตที่ทำการศึกษาในแต่ละวัน โดยจะทำการศึกษาปริมาณไนโตรเจนรวม ปริมาณซิลิเกต-ซิลิคอน และปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส โดยจะทำการแบ่งการศึกษาเป็นช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก

การเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 (ฤดูแล้ง) โดยไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) จากข้อมูล (ตารางที่ 19) พบว่า ปริมาณของไนโตรเจนซึ่งเป็นผลรวมระหว่าง แอมโมเนียม ไนโตรเจนกับไนไตรท์ ไนเตรทไนโตรเจน และฟอสฟอรัส บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยากับแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าต่ำกว่าในสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณซิลิเกตจะมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจาก ซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากตะกอนที่ถูกพัดพาเข้ามาในแม่น้ำซึ่ง โดยปกติแล้วแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณซิลิเกตที่สูงกว่าแม่น้ำท่าจีน เมื่อมวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ด้วยกระแสน้ำที่ช้าลงจึงทำให้ตะกอนบางส่วนตกลงสู่พื้นท้องน้ำทำให้ค่าปริมาณของซิลิเกตมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งแตกต่างจากปริมาณไนโตรเจน และฟอสฟอรัส ปริมาณฟอสฟอรัส และไนโตรเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก แหล่งที่มาของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา นอกจากนี้แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญยังมาจากชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำ และลำคลองสาขาที่ปล่อยลงมาสู่แม่น้ำท่าจีนในแต่ละเขตพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 19 ปริมาณแร่ธาตุอาหารไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	0.27	15.09	0.05
	TC32	2	0.19	5.38	0.03
	TC30	24	0.39	3.98	0.03
Suphanburi	TC27.5	73	1.20	9.01	0.03
	TC27	84	0.65	5.66	0.04
	TC25.2	119	0.50	4.94	0.04
	TC25	128	-	3.94	0.02
	TC23	142	0.72	4.52	0.05
	TC21	161	3.16	12.94	0.19
	TC19	175	6.50	29.38	0.30
	TC17	181	3.71	10.48	0.15
Nakhonpathom	TC13	220	-	-	-
	TC11	238	3.27	8.28	0.25
	TC8	268	32.58	71.89	2.83
Samutsakhon	TC5.1	295	126.48	175.10	11.48
	TC4	308	43.95	78.10	4.96
	TC1	323	173.67	198.76	-

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟต ดังต่อไปนี้

ในจังหวัดชัยนาทจากสถานีเริ่มต้น (TC34) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี (TC30) มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 0.12 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 11.11 ตันต่อวัน และ ปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.02 ตันต่อวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีสถานีเริ่มต้น (TC27.5) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดนครปฐม (TC17) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 2.51 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 1.47 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 0.12 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดนครปฐมสถานีเริ่มต้น (TC13) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC8) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 29.31 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 63.61 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 2.58 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สถานีเริ่มต้น (TC5) ถึงสถานีก่อนเข้าปากแม่น้ำบริเวณอ่าวมหาชัย (TC1) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 71.19 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 23.66 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 6.52 ตันต่อวัน

การศึกษาการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนตุลาคม 2551 (ฤดูน้ำหลาก) โดยมวลน้ำไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) จากข้อมูล (ตารางที่ 20) พบว่า ปริมาณของ ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าต่ำกว่าในสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณซิลิเกตจะมีค่าค่อนข้างสูง เช่นเดียวกับการศึกษาในช่วงฤดูแล้งของปี 2551 (พฤษภาคม 2551) เนื่องจาก ซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากตะกอนที่ถูกพัดพาเข้ามาในแม่น้ำโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูน้ำหลาก โดยปกติแล้วแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณซิลิเกตที่สูงกว่าแม่น้ำท่าจีน เมื่อมวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่แม่น้ำท่าจีนด้วยกระแสน้ำที่ช้าลงจึงทำให้ตะกอนบางส่วนตกลงสู่พื้นท้องน้ำทำให้ค่าปริมาณของซิลิเกตมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งแตกต่างจากปริมาณไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ปริมาณออร์โธฟอสเฟต และไนโตรเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก แหล่งที่มาของไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต มาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา นอกจากนี้แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญยังมาจากชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำ และลำคลองสาขาที่ปล่อยลงมาสู่แม่น้ำท่าจีนในแต่ละเขตพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 20 ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	2.57	109.59	0.35
	TC32	2	1.97	42.79	0.17
	TC30	24	1.47	29.66	0.09
Suphanburi	TC27.5	73	1.30	41.68	0.24
	TC27	84	3.36	48.58	0.45
	TC25.2	119	-	-	-
	TC25	128	0.62	10.18	0.10
	TC23	142	1.88	16.72	0.21
	TC21	161	1.18	13.01	0.16
	TC19	175	1.37	14.48	0.19
	TC17	181	0.79	50.95	0.20
Nakhonpathom	TC13	220	2.29	23.79	0.51
	TC11	238	-	-	-
	TC8	268	38.17	218.86	8.17
Samutsakhon	TC5.1	295	74.68	300.47	20.77
	TC4	308	95.76	356.86	24.78
	TC1	323	-	994.68	-

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟต ดังต่อไปนี้

ในจังหวัดชัยนาทจากสถานีเริ่มต้น (TC34) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี (TC30) มีการเปลี่ยนแปลง ปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนลดลง 1.1 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 79.93 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.26 ตันต่อวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีสถานีเริ่มต้น (TC27.5) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดนครปฐม (TC17) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนลดลง 0.51 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 9.27 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.04 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดนครปฐมสถานีเริ่มต้น (TC13) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC8) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 35.88 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 195.07 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 7.66 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สถานีเริ่มต้น (TC5) ถึงสถานีก่อนเข้าปากแม่น้ำบริเวณอ่าวมหาชัย (TC1) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 21.08 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 694.21 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 4.01 ตันต่อวัน

การศึกษาการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 (ฤดูแล้ง) โดยไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) จากข้อมูล (ตารางที่ 21) พบว่า ปริมาณของไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าต่ำกว่าในสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณซิลิเกตจะมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจาก ซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากตะกอนที่ถูกพัดพาเข้ามาในแม่น้ำ ซึ่งโดยปกติแล้วแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณซิลิเกตที่สูงกว่าแม่น้ำท่าจีน เมื่อมวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ด้วยกระแสน้ำที่ช้าลงจึงทำให้ตะกอนบางส่วนตกลงสู่พื้นท้องน้ำทำให้ค่าปริมาณของซิลิเกตมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งแตกต่างจากปริมาณไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต โดยปริมาณออร์โธฟอสเฟต และไนโตรเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก แหล่งที่มาของไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟตมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา นอกจากนี้แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญยังมาจากชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำ และลำคลองสาขาที่ปล่อยลงมาสู่แม่น้ำท่าจีนในแต่ละเขตพื้นที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 21 ปริมาณแร่ธาตุอาหารไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	3.72	30.89	0.10
	TC32	2	2.00	16.16	0.07
	TC30	24	0.70	5.23	0.01
Suphanburi	TC27.5	73	3.40	24.20	0.19
	TC27	84	4.27	28.09	0.14
	TC25.2	119	4.26	44.60	0.20
	TC25	128	-	13.80	0.11
	TC23	142	5.76	29.80	0.26
	TC21	161	6.54	19.17	0.26
	TC19	175	11.90	52.93	0.44
	TC17	181	34.22	110.23	0.77
Nakhonpathom	TC13	220	-	102.90	0.68
	TC11	238	15.71	73.50	0.56
	TC8	268	35.77	116.06	2.57
Samutsakhon	TC5.1	295	-	152.27	4.20
	TC4	308	170.70	340.90	14.32
	TC1	323	-	96.18	3.64

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟต ดังต่อไปนี้

ในจังหวัดชัยนาทจากสถานีเริ่มต้น (TC34) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี (TC30) มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนลดลง 3.02 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 25.66 ตันต่อวัน และ ปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.09 ตันต่อวัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีสถานีเริ่มต้น (TC27.5) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดนครปฐม (TC17) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 30.82 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 86.03 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 0.58 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดนครปฐมสถานีเริ่มต้น (TC13) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC8) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 20.06 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 13.16 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 1.89 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สถานีเริ่มต้น (TC5) ถึงสถานีก่อนเข้าปากแม่น้ำบริเวณอ่าวมหาชัย (TC1) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนก่อนออกเข้าสู่ปากแม่น้ำ 170.7 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 56.09 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.56 ตันต่อวัน

การศึกษาการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนตุลาคม 2552 (ฤดูน้ำหลาก) โดยไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) ในช่วงการศึกษาครั้งนี้จะแบ่งทำการศึกษาเป็นสถานีเพื่อทำการยืนยันข้อมูลโดยจะทำการศึกษาเฉพาะในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร (ตารางที่ 22) ซึ่งแนวโน้มการเพิ่มขึ้นของปริมาณแร่ธาตุอาหารจะมีความคล้ายคลึงกับการศึกษาในช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 โดยมีปริมาณของแร่ธาตุอาหารเพิ่มขึ้นตามระยะทางที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน จากต้นน้ำถึงปากแม่น้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 22 ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	-	-	-
	TC32	2	-	-	-
	TC30	24	-	-	-
Suphanburi	TC27.5	73	-	-	-
	TC27	84	-	-	-
	TC25.2	119	-	-	-
	TC25	128	-	-	-
	TC23	142	-	-	-
	TC21	161	-	-	-
	TC19	175	-	-	-
	TC17	181	0.46	3.88	0.06
Nakhonpathom	TC13	220	-	-	-
	TC11	238	-	-	-
	TC8	268	20.31	87.65	2.05
Samutsakhon	TC5.1	295	-	-	-
	TC4	308	13.54	44.59	2.67
	TC1	323	25.22	90.33	17.57

การศึกษาการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 (ฤดูแล้ง) โดยไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) จากข้อมูล (ตารางที่ 23) พบว่า ปริมาณของ ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนมีค่าต่ำกว่าในสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณซิลิเกตจะมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากตะกอนที่ถูกพัดพาเข้ามาในแม่น้ำซึ่ง ซึ่งแตกต่างจากปริมาณไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต ปริมาณออร์โธฟอสเฟต และไนโตรเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก แหล่งที่มาของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์ด้านการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา นอกจากนี้แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญยังมาจากชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำ และลำคลองสาขาที่ปล่อยลงมาสู่แม่น้ำท่าจีนในแต่ละเขตพื้นที่

ตารางที่ 23 ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	0.01	4.36	-
	TC32	2	0.11	13.21	-
	TC30	24	0.04	0.65	-
Suphanburi	TC27.5	73	0.17	4.46	0.02
	TC27	84	0.16	3.46	0.03
	TC25.2	119	-	-	-
	TC25	128	-	1.84	-
	TC23	142	0.25	1.84	0.01
	TC21	161	0.47	7.14	
	TC19	175	2.33	11.65	0.06
	TC17	181	4.03	31.08	0.11
Nakhonpathom	TC13	220	-	-	-
	TC11	238	8.60	66.41	0.60
	TC8	268	40.20	103.51	5.22
Samutsakhon	TC5.1	295	269.55	854.15	46.58
	TC4	308	179.77	539.10	32.64
	TC1	323	170.33	460.69	29.32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟต ดังต่อไปนี้

ในจังหวัดชัยนาทจากสถานีเริ่มต้น (TC34) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี (TC30) มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 0.03 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 3.71 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีสถานีเริ่มต้น (TC27.5) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดนครปฐม (TC17) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 3.86 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 26.62 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 0.09 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดนครปฐมสถานีเริ่มต้น (TC13) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC8) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 31.6 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 37.1 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 4.62 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สถานีเริ่มต้น (TC5) ถึงสถานีก่อนเข้าปากแม่น้ำบริเวณอ่าวมหาชัย (TC1) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 99.2 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 393.5 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 17.3 ตันต่อวัน

การศึกษาการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในช่วงเดือนตุลาคม 2553 (ฤดูน้ำหลาก) โดยไหลผ่านพื้นที่เขตต่างๆที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน ซึ่งสถานีเริ่มต้นอยู่ในบริเวณ อ.เมืองชัยนาท (TC34) และไหลออกทะเลในบริเวณ อ.เมืองสมุทรสาคร (TC1) จากข้อมูล (ตารางที่ 24) พบว่า ปริมาณของ ไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต บริเวณจุดเชื่อมต่อระหว่างแม่น้ำเจ้าพระยาและแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าต่ำกว่าในสถานีอื่นๆ ส่วนปริมาณซิลิเกตจะมีค่าค่อนข้างสูงเนื่องจาก ซิลิเกตมีแหล่งที่มาจากตะกอนที่ถูกพัดพาเข้ามาในแม่น้ำซึ่ง โดยปกติแล้วแม่น้ำเจ้าพระยาจะมีปริมาณซิลิเกตที่สูงกว่าแม่น้ำท่าจีน เมื่อมวลน้ำจากแม่น้ำเจ้าพระยาเข้าสู่แม่น้ำท่าจีน ด้วยกระแสน้ำที่ช้าลงจึงทำให้ตะกอนบางส่วนตกลงสู่พื้นท้องน้ำทำให้ค่าปริมาณของซิลิเกตมีแนวโน้มที่ลดลง ซึ่งแตกต่างจากปริมาณไนโตรเจน และออร์โธฟอสเฟต โดยปริมาณออร์โธฟอสเฟต และไนโตรเจนมีแนวโน้มที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจาก แหล่งที่มาของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสมาจากกิจกรรมการใช้ประโยชน์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ด้านการเกษตรกรรมโดยเฉพาะการทำนา นอกจากนี้แหล่งฟอสฟอรัสที่สำคัญยังมาจากชุมชนที่อยู่อาศัยบริเวณริมสองฝั่งแม่น้ำ และลำคลองสาขาที่ปล่อยลงมาสู่แม่น้ำท่าจีนในแต่ละเขตพื้นที่

ตารางที่ 24 ปริมาณแร่ธาตุอาหาร ไนโตรเจนรวม (DIN) ซิลิเกต (Slicate) และออร์โธฟอสเฟต (Orthophosphate) ที่ไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดในเขตพื้นจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่าน ช่วงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

Province	Station	Distance (km)	DIN (ton/day)	Silicate (ton/day)	Orthophosphate (ton/day)
Chainat	TC34	0	0.01	4.36	-
	TC32	2	0.11	13.21	-
	TC30	24	0.04	0.65	-
Suphanburi	TC27.5	73	0.17	4.46	0.02
	TC27	84	0.16	3.46	0.03
	TC25.2	119	-	-	-
	TC25	128	-	1.84	-
	TC23	142	0.25	1.84	0.01
	TC21	161	0.47	7.14	-
	TC19	175	2.33	11.65	0.06
	TC17	181	4.03	31.08	0.11
Nakhonpathom	TC13	220	-	-	-
	TC11	238	8.60	66.41	0.60
	TC8	268	40.20	103.51	5.22
Samutsakhon	TC5.1	295	269.55	854.15	46.58
	TC4	308	179.77	539.10	32.64
	TC1	323	170.33	460.69	29.32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงในแต่ละจังหวัดพบว่า มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณไนโตรเจนรวม ซิลิเกต และออร์โธฟอสเฟตดังต่อไปนี้

ในจังหวัดชัยนาทจากสถานีเริ่มต้น (TC34) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสุพรรณบุรี (TC30) มีการเปลี่ยนแปลง ดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนลดลง 0.13 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 2.22 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.02 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรีสถานีเริ่มต้น (TC27.5) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดนครปฐม (TC17) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 1.23 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 9.37 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตเพิ่มขึ้น 0.02 ตันต่อวัน

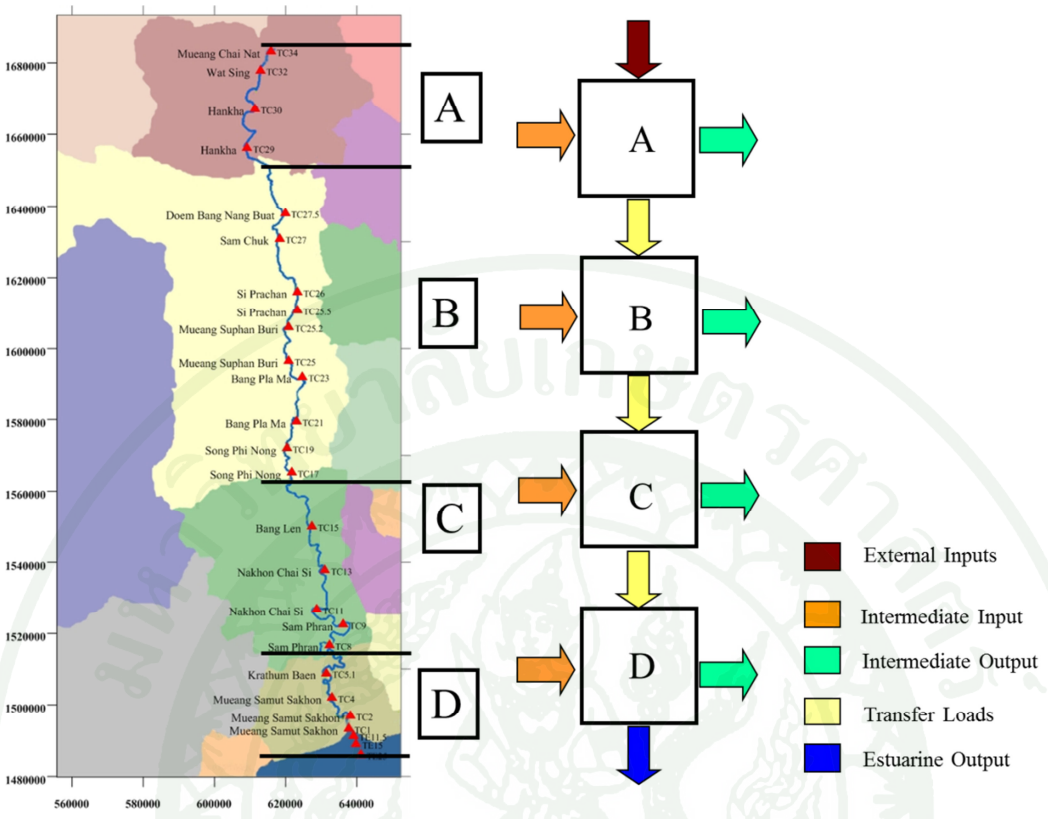
ในเขตจังหวัดนครปฐมสถานีเริ่มต้น (TC13) ถึงสถานีก่อนเข้าเขตจังหวัดสมุทรสาคร (TC8) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนเพิ่มขึ้น 19.37 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น 5.77 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 0.12 ตันต่อวัน

ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร สถานีเริ่มต้น (TC5) ถึงสถานีก่อนเข้าปากแม่น้ำบริเวณอ่าวมหาชัย (TC1) มีการเปลี่ยนแปลงปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำดังนี้ ปริมาณไนโตรเจนลดลง 1.43 ตันต่อวัน ปริมาณซิลิเกตลดลง 97.3 ตันต่อวัน และปริมาณออร์โธฟอสเฟตลดลง 1.87 ตันต่อวัน

การบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีน

การบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติด้วยตัวเองของแม่น้ำท่าจีน โดยในการทำการศึกษาจะแบ่งออกเป็น 4 เขต (จังหวัดชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร) และแยกออกเป็นสองช่วงเวลา (ต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน) การศึกษาการบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติด้วยตัวเองของแม่น้ำท่าจีน ประกอบไปด้วยการศึกษา ไนโตรเจน และฟอสฟอรัส จากข้อมูลของการศึกษาด้านแร่ธาตุอาหารประกอบกับข้อมูลการการเคลื่อนที่ของมวลน้ำ (ปริมาตรน้ำ) ทำให้เราทราบลักษณะรูปแบบของการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารรวมทั้งการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน โดยจะวิเคราะห์ศักยภาพการบำบัดตัวตามธรรมชาติในแต่ละเขตและในภาพรวมตามแผนภาพที่แสดงใน ภาพที่ 52

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 52 แบบจำลองการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหารผ่านจังหวัดและการบำบัดแร่ธาตุอาหารตามธรรมชาติด้วยตัวเองของแม่น้ำท่าจีน

แบบจำลองการเคลื่อนตัวของแร่ธาตุอาหาร (N และ P) เริ่มจากธาตุอาหารจากภายนอก (External input) ผ่านเข้ามาในระบบ Block A ภายใน Block A มีการเติมเข้ามาของแร่ธาตุอาหารอีก (Intermediate Input) ซึ่งในส่วนนี้จะมีแร่ธาตุที่หายออกไปจากภายในระบบ (Intermediate Output) จากนั้นจะมีแร่ธาตุอาหารออกจาก Block A เข้าสู่ Block B (Transfer Load) ต่อไป ซึ่งผลต่างของแร่ธาตุที่เข้าและออกจากพื้นที่ (Block) จะเป็นค่าศักยภาพการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของพื้นที่ (Self-remediation)

การศึกษาการเคลื่อนตัวของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในแม่น้ำท่าจีนที่ไหลผ่านในแต่ละเขตจังหวัด พบว่า ไนโตรเจนมีจะมีการ Load เข้ามาสูงในช่วงของต้นฤดูฝน ส่วนฟอสฟอรัสจะมีปริมาณสูงในช่วงของปลายฤดูฝน (ตารางที่ 25) ซึ่งแหล่งที่มาของไนโตรเจนส่วนใหญ่มากจากกิจกรรมทางด้านการเกษตร รวมถึงของเสียจากการเพาะเลี้ยงสัตว์น้ำ ส่วนฟอสฟอรัสจะมากจากแหล่งชุมชน และปศุสัตว์เป็นหลัก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 25 การเคลื่อนตัวและการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของไนโตรเจน และฟอสฟอรัสในช่วงฤดูแล้งและฤดูน้ำหลาก ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

Nitrogen Budget

	Area	Velocity	Input N loads	Out put N loads	Self-remediation N loads	
	(Zone)	(m/s)	(ton/day)	(ton/day)	(ton/day)	(%)
Early Rainy Season	Chainat	1.20	2.75	2.15	0.59	21.45
	Suphanburi	0.68	15.46	5.38	10.08	65.20
	Nakhonpathom	0.59	58.74	39.51	19.23	32.73
	Samutsakhon	0.36	145.54	89.44	56.10	39.27
Late Rainy Season	Chainat	0.58	2.57	1.98	0.60	23.34
	Suphanburi	1.16	19.61	13.72	5.89	30.03
	Nakhonpathom	1.02	56.97	38.22	18.75	32.91
	Samutsakhon	0.70	124.04	109.78	14.26	11.49

Phosphorus Budget

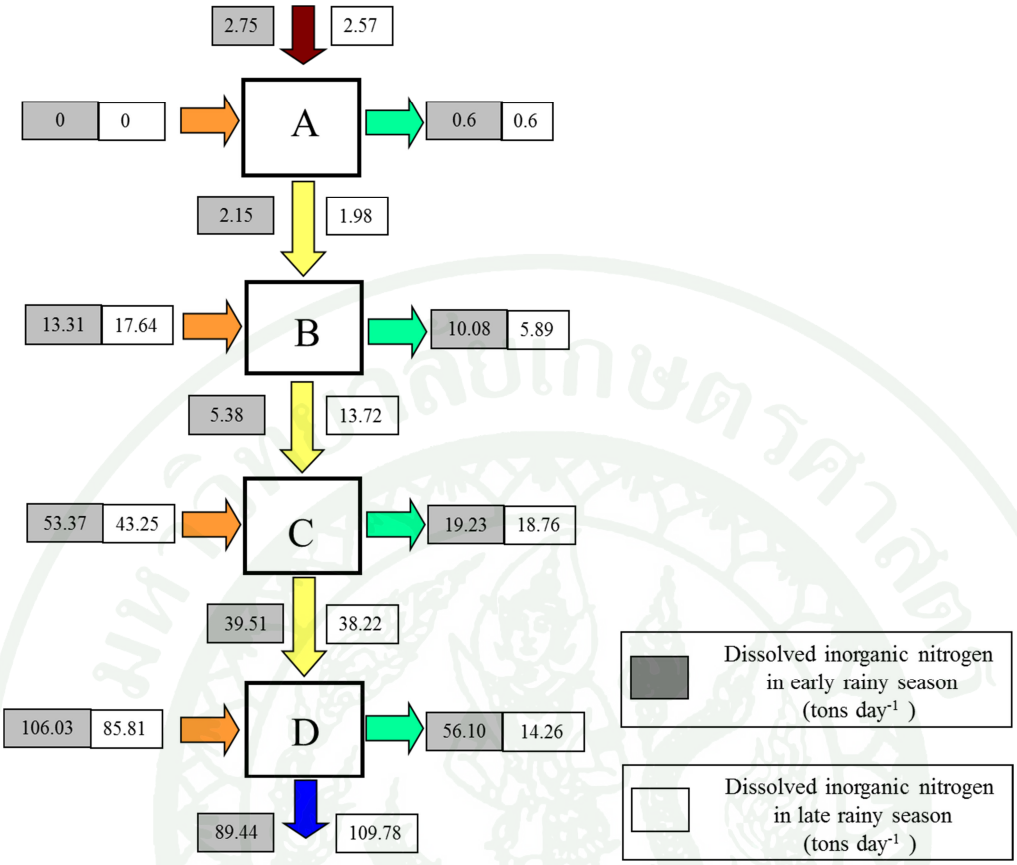
	Area	Velocity	Input P loads	Out put P loads	Self-remediation P loads	
	(Zone)	(m/s)	(ton/day)	(ton/day)	(ton/day)	(%)
Early Rainy Season	Chainat	1.20	0.51	0.26	0.25	49.01
	Suphanburi	0.68	0.64	0.24	0.40	62.50
	Nakhonpathom	0.59	4.88	4.11	0.78	15.98
	Samutsakhon	0.36	17.24	12.21	5.03	29.17
Late Rainy Season	Chainat	0.58	0.35	0.17	0.18	51.42
	Suphanburi	1.16	2.48	1.84	0.64	25.80
	Nakhonpathom	1.02	17.64	8.16	9.48	53.74
	Samutsakhon	0.70	36.14	31.79	4.35	12.03

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในด้านการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติ จังหวัดสุพรรณบุรีจะมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติมากที่สุดโดยเฉพาะในช่วงต้นฤดูฝน ส่วนพื้นที่ที่ศักยภาพในการบำบัดต่ำที่สุดได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งสาเหตุที่ทำให้พื้นที่ดังกล่าวเป็นพื้นที่ที่มีศักยภาพการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติที่ต่ำเนื่องมากจาก ลักษณะของพื้นที่ที่เป็นเป็นปากแม่น้ำ ซึ่งได้รับอิทธิพลจากการขึ้นลงของน้ำ ทำให้แร่ธาตุอาหารไม่สามารถไหลออกสูงพื้นที่ที่ต่ำกว่าได้ทั้งหมด (บางส่วนกลับมาในช่วงน้ำขึ้น) ทำให้พื้นที่จังหวัดสมุทรสาครมีโอกาสการสะสมของมลพิษด้านแร่ธาตุอาหารได้สูง โดยเฉพาะในช่วงปลายฤดูฝน ซึ่งเป็นเวลาที่มวลน้ำทั้งหมดไหลลงมาสู่บริเวณปากแม่น้ำ

จากการศึกษาการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของไนโตรเจนของแม่น้ำท่าจีนในช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 53) พบว่า ในพื้นที่จังหวัดชัยนาทมีการปริมาณของไนโตรเจนที่เข้ามาใกล้เคียงกันโดยในพื้นที่จังหวัดชัยนาทสามารถบำบัดได้ประมาณ 20 เปอร์เซ็นต์ ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี ทั้งในช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน มีปริมาณการเข้ามาของไนโตรเจนอยู่ในช่วง 15.46-19.61 ตันต่อวัน แต่ในช่วงต้นฤดูฝนมีการบำบัดได้มากกว่าในช่วงปลายฤดูฝนถึงประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในเขตจังหวัดนครปฐมในช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน มีปริมาณของไนโตรเจนที่ไหลผ่านพื้นที่อยู่ระหว่าง 56.97-58.74 ตันต่อวัน ซึ่ง Nitrogen Source ในช่วงปลายฤดูฝนมีการเติมเข้ามา 13.72 ตันต่อวัน ซึ่งมากกว่าในช่วงต้นฤดูฝน แต่พื้นที่จังหวัดนครปฐมสามารถบำบัดไนโตรเจนได้ใกล้เคียงกัน และในเขตของจังหวัดสมุทรสาครซึ่งเป็นพื้นที่สุดท้ายก่อนออกสู่ทะเล พบว่า ในช่วงของปลายฤดูฝนมีพื้นที่สมุทรสาครมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติต่ำที่สุดคือประมาณ 11 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถึงว่าต่ำกว่าในทุกๆพื้นที่

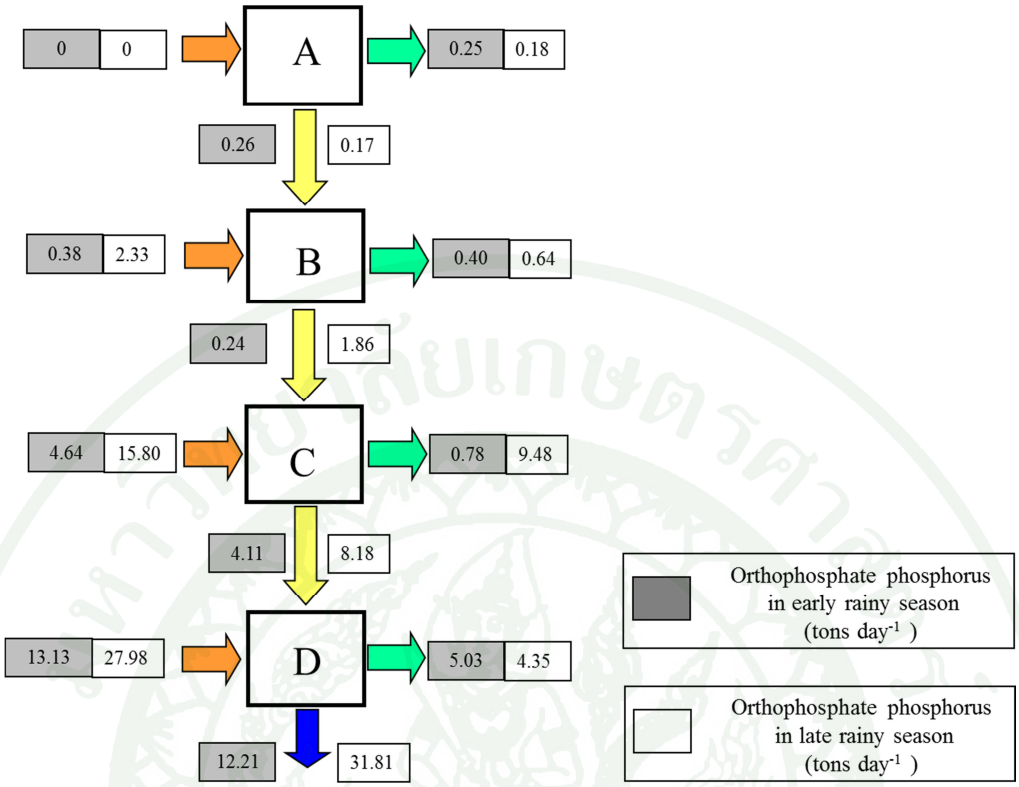
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 53 แบบจำลองการบำบัดไนโตรเจน (Dissolved Inorganic Nitrogen) ตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีน ในช่วงต้นฤดูฝน (Early Rainy Season) และปลายฤดูฝน (Late Rainy Season)

การเคลื่อนตัวของฟอสฟอรัส ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนทั้งในช่วงต้นฤดูฝน และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 54) มีความแตกต่างกันตามแต่ละพื้นที่อย่างชัดเจนโดยในพื้นที่จังหวัดชัยนาทมีปริมาณของฟอสฟอรัสค่อนข้างใกล้เคียงกันระหว่างสองฤดู และมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ในเขตจังหวัดสุพรรณบุรี ช่วงปลายฤดูฝนจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสเข้ามาในระบบแม่น้ำมากกว่าในช่วงต้นฤดูฝนประมาณ 6 เท่า แต่ในช่วงต้นฤดูฝนสามารถลดปริมาณของฟอสฟอรัสได้ประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ ในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐม ช่วงปลายฤดูฝนจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสสูงประมาณ 15 ตันต่อวัน แต่ระบบก็สามารถบำบัดได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร ช่วงปลายฤดูฝนจะมีปริมาณของฟอสฟอรัสสูงมากกว่าในช่วงฤดูแล้งประมาณ 2 เท่า โดยในช่วงฤดูแล้งมีศักยภาพในการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 54 แบบจำลองการบำบัดออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (Orthophosphate Phosphorus) ตามธรรมชาติ ของแม่น้ำท่าจีนในช่วงต้นฤดูฝน (Early Rainy Season) และปลายฤดูฝน (Late Rainy Season)

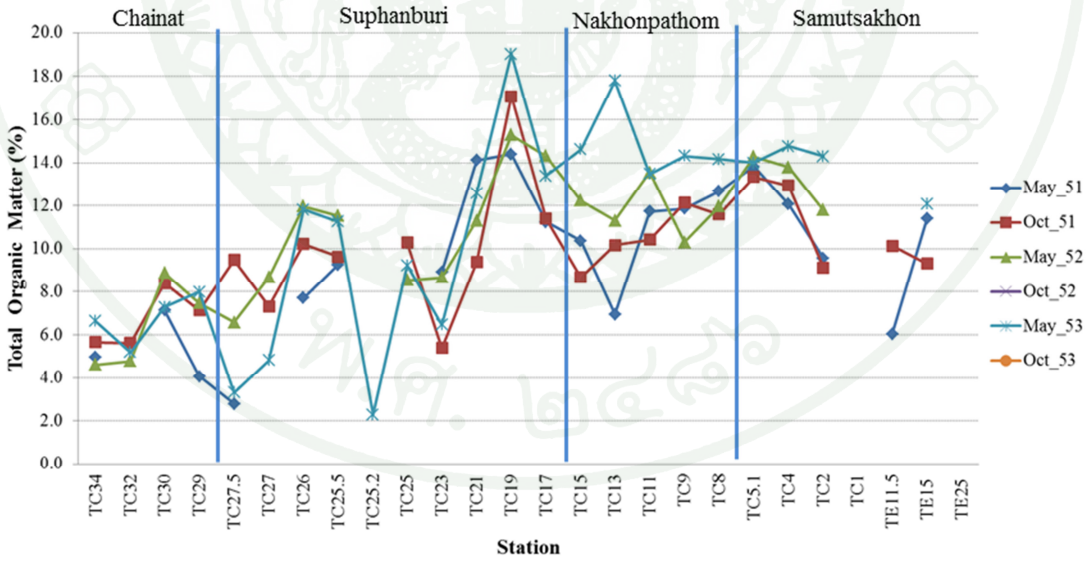
การเคลื่อนย้ายแร่ธาตุอาหารในน้ำพบว่าพื้นที่ที่ได้รับแร่ธาตุอาหารทั้งไนโตรเจนและฟอสฟอรัสจากน้อยไปมากได้แก่ ชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสุพรรณบุรี ตามลำดับ ซึ่งจังหวัดสุพรรณบุรีมีศักยภาพในกากรบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้สูงที่สุดประมาณ 60 เปอร์เซ็นต์ของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสทั้งหมดที่เข้ามาในพื้นที่ ส่วนจังหวัดสมุทรสาครเป็นจังหวัดที่มีศักยภาพในการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติต่ำที่สุดประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในจังหวัดสมุทรสาครมีแหล่งของไนโตรเจนและฟอสฟอรัสในพื้นที่เข้ามาประมาณ 80-100 และ 13-27 ตันต่อวัน ตามลำดับ ซึ่งสูงที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับจังหวัดอื่นๆ โดยภาพรวมของทั้งแม่น้ำท่าจีนพบว่าในช่วงต้นฤดูฝนจะได้รับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 222.49 และ 23.27 ตันต่อวัน และสามารถบำบัดได้ 63 และ 72 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนในช่วงปลายฤดูฝน จะได้รับไนโตรเจนและฟอสฟอรัส 203.19 และ 56.61 ตันต่อวัน และสามารถบำบัดได้ 80.0 และ 74.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

คุณภาพดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter)

ทำการศึกษาและสำรวจปริมาณอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter) ของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ถึงจังหวัดชัยนาท (TC34) โดยทำการศึกษาในรอบปีปีละ 2 ครั้งในช่วงฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และ พ.ศ. 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 13) จากการศึกษาพบว่า ในช่วงเดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 พบปริมาณอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 2.79-14.41 และ 5.39-17.09 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 9.97 และ 9.63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในช่วงเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 พบปริมาณอินทรีย์รวมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 4.62-15.28 และ ND เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 11.32 เปอร์เซ็นต์ และในช่วงเดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 พบปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินอยู่ในช่วง 2.29-19.03 เปอร์เซ็นต์ โดยมีค่ามัธยฐานเท่ากับ 12.07 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนตามพื้นที่ดังภาพที่ 55



ภาพที่ 55 การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (Total Organic Matter; %)ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนตามพื้นที่ของแม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่พื้นที่ตอนบนจังหวัดชัยนาท จนถึงบริเวณพื้นที่ปากแม่น้ำจังหวัดสมุทรสาครพบว่า ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจากด้านบนลงมาสู่ด้านล่างโดยค่าต่ำสุดอยู่บริเวณพื้นที่ตอนบนสุด โดยเฉพาะพื้นที่ที่มีกระแสน้ำที่ไหลค่อนข้างแรงและบริเวณดังกล่าวจะมีพื้นท้องน้ำที่มีลักษณะเป็นทราย จึงไม่มีการตกทับถมของตะกอนสารอินทรีย์ ส่วนในพื้นที่ตอนกลางและตอนล่างของแม่น้ำท่าจีนจะมีค่าปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินสูงขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของลำน้ำมีลักษณะที่คดเคี้ยวทำให้น้ำชะลอตัวตะกอนสารอินทรีย์จึงตกตะกอนในบริเวณนี้

ในบริเวณพื้นที่ตอนกลางของแม่น้ำท่าจีน (จังหวัดสุพรรณบุรี) ยังมีสารอินทรีย์รวมสูงในบางพื้นที่ ซึ่งมีสาเหตุมาจากมีการปล่อยแกลบจากโรงสีในบริเวณดังกล่าว ซึ่งแกลบเหล่านี้จะประกอบด้วยสารอินทรีย์ที่ย่อยสลายได้ยากทำให้เมื่อนำมาวิเคราะห์เราจะพบค่าสารอินทรีย์รวมค่อนข้างสูงกว่าในสถานีที่อยู่บริเวณปากแม่น้ำซึ่งปกติจะเป็นพื้นที่ที่มีค่าสารอินทรีย์รวมในดินสูงที่สุดของแม่น้ำทั่วๆไป และจากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอนตามช่วงเวลาพบว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงปริมาณน้ำท่าจะส่งผลกระทบต่อปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินไม่มากเท่ากับกิจกรรมเดิม และสิ่งที่ถูกปล่อยสู่แม่น้ำในแต่ละเขตพื้นที่

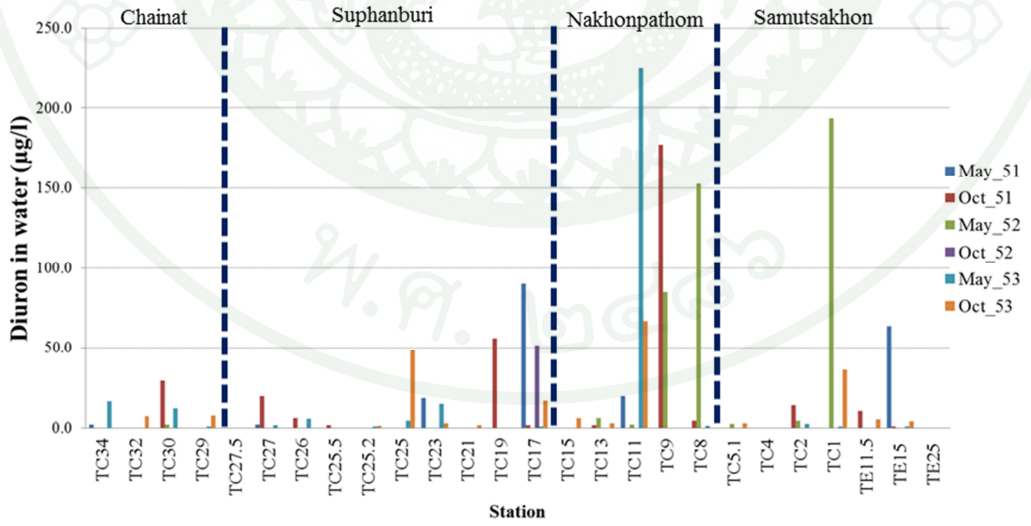
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ชนิด ปริมาณ และการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ ดินตะกอน และสิ่งมีชีวิต

การศึกษาชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน โดยการศึกษาครอบคลุมพื้นที่ 4 จังหวัด (จังหวัดชัยนาท สุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร) รวมทั้งสิ้น 26 สถานี ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2553 พบสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญ 2 ชนิดได้แก่ สารไดยูรอน (Diuron) และสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) โดยรายละเอียดในลักษณะการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชทั้ง 2 ชนิด มีดังต่อไปนี้

ปริมาณสารไดยูรอนตกค้างในน้ำ

การศึกษาปริมาณไดยูรอนที่พบมีการตกค้างในน้ำ (Diuron in water) ในแม่น้ำท่าจีนรวมทั้งหมด 26 สถานี ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) โดยทำการศึกษาในรอบปี ปีละ 2 ครั้งในช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม และเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 2552 และพ.ศ. 2553 ตามลำดับ) (ตารางผนวกที่ 14) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามเขตพื้นที่จังหวัดและช่วงระยะเวลา (ภาพที่ 56) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 56 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไดยูรอน (Diuron) ในน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) ปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 7.48 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.88 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC29) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในน้ำสูงสุดเท่ากับ 29.46 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC30) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) ปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.28 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.71ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในน้ำสูงสุดเท่ากับ 193.57 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) ปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 6.22 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 1.28 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC8) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในน้ำสูงสุดเท่ากับ 225.28 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) ปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 4.96 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.91 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC17) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในน้ำสูงสุดเท่ากับ 90.05 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC17) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

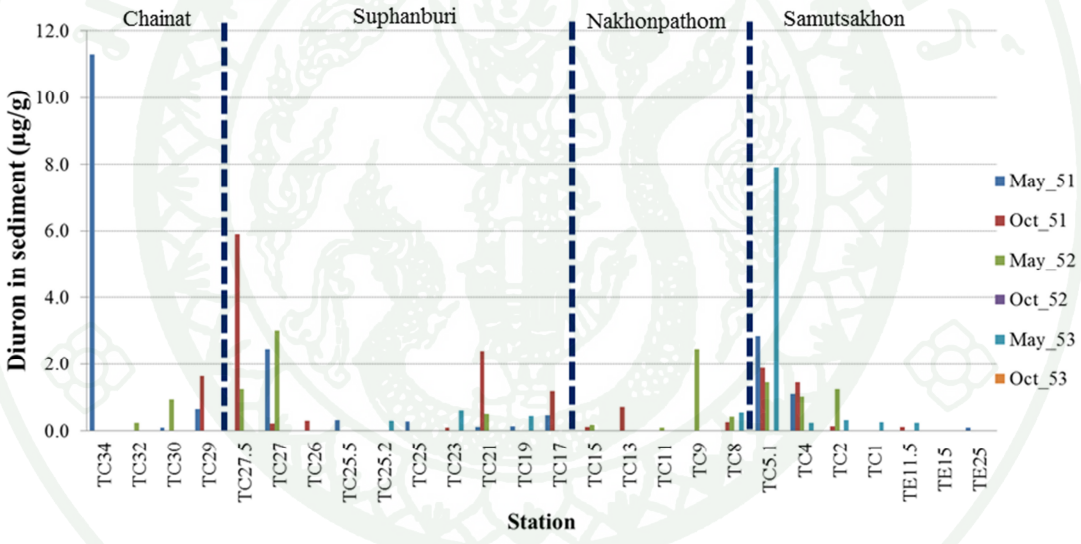
จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำในแต่ละพื้นที่ พบว่าเขตพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพื้นที่ แสดงถึงการแพร่กระจายของไดยูรอนในน้ำไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบไดยูรอนตกค้างในน้ำในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ไดยูรอนตกค้างในน้ำแต่ละเขตพื้นที่จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามช่วงฤดูกาล

ปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอน

การศึกษาปริมาณการไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดสมุทรสาคร จนถึงจังหวัดชัยนาท ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 (ตารางผนวกที่ 15) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 57) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 57 การเปลี่ยนแปลงปริมาณไดยูรอน (Diuron) ในดินตะกอนของพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1-TE25) พบปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 1.02 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนสูงสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.09ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TE25) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 7.91 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC5.1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) พบปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.34 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอน สูงสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.08ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC11) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 2.45 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC9) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) พบปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.46 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอน สูงสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.10 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC23) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 5.90 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC27.5) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) พบปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.79 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอน สูงสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.09ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC30) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณไดยูรอนตกค้าในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 11.29 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

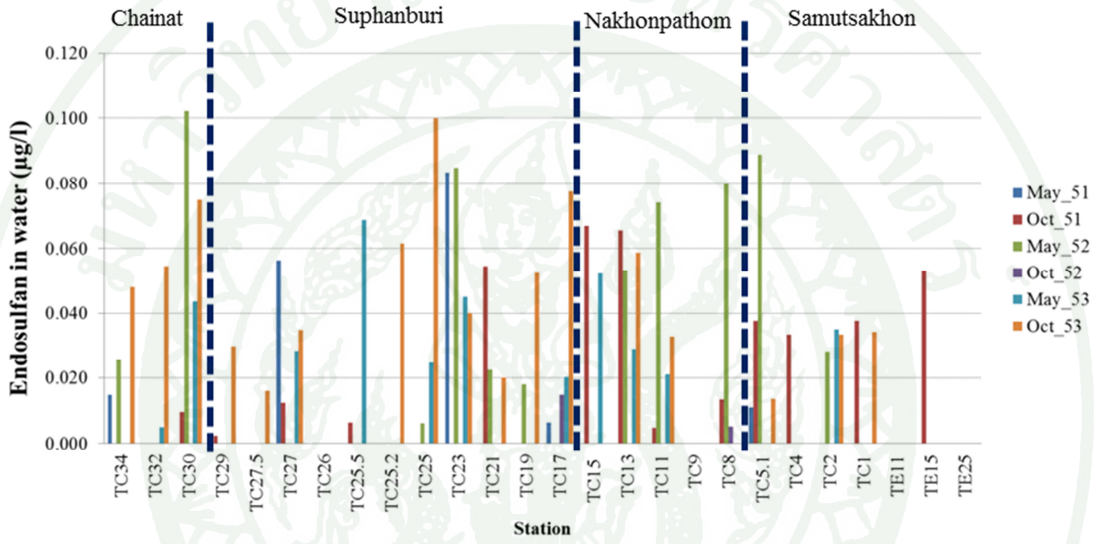
จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนแต่ละพื้นที่ พบว่า เขตพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่ได้ทำการศึกษาได้แก่จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพื้นที่ แสดงถึงการแพร่กระจายของไดยูรอนในดินตะกอนไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนในช่วงต้นฤดูฝน (พฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (ตุลาคม) พบว่า ไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนแต่ละเขตพื้นที่จังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่านไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติตามช่วงฤดูกาล

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำ

การศึกษาปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) จนถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 (ตารางผนวกที่ 16) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 58) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 58 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในน้ำบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) จนถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.028 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.005 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC32) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้าในน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.102 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC30) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.032 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.006 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC25.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.1 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC25) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.043 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณไดยูรอนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.005 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC11) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.080 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC8) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

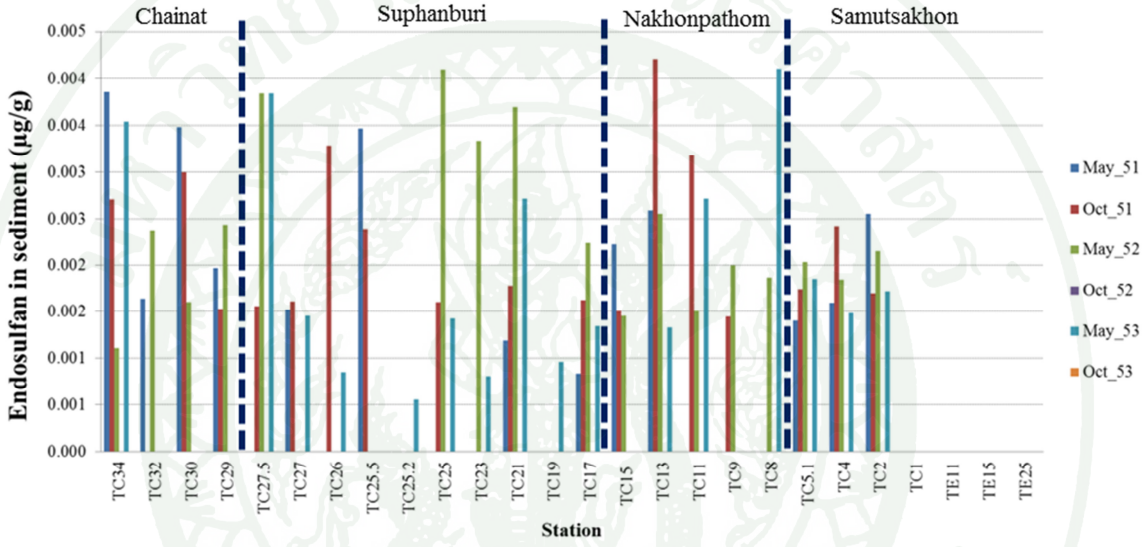
เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) ปริมาณเอ็นโดซัลเฟนตกค้างในน้ำตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.034 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีปริมาณ เอ็นโดซัลแฟนตกค้างในน้ำต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.110 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC5.1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณเอ็นโดซัลเฟนตกค้างในน้ำสูงสุดเท่ากับ 0.089 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC5.1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในน้ำในแต่ละพื้นที่พบว่า เขตพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่ได้ทำการศึกษาได้แก่จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรี และจังหวัดชัยนาท ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพื้นที่ แสดงถึงการแพร่กระจายของเอ็นโดซัลแฟนในน้ำไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอน

การศึกษาปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) จนถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553 (ตารางผนวกที่ 17) พบว่ามีการเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่และช่วงเวลาที่ทำการศึกษา (ภาพที่ 59) ตามรายละเอียด ดังนี้



ภาพที่ 59 การเปลี่ยนแปลงปริมาณเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในดินตะกอนบริเวณพื้นที่แม่น้ำท่าจีนตั้งแต่จังหวัดชัยนาท (TC34) ถึงจังหวัดสมุทรสาคร (TE25) ในช่วงระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดชัยนาท (TC34-TC29) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.002 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณ เอ็นโดซัลแฟนตกค้างดินตะกอนต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 0.004 ไมโครกรัมต่อลิตร (สถานี TC34) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (TC27.5-TC17) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.002 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC17) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 0.004 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC27.5) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2553

เขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม (TC15-TC8) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.002 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม ในสถานี TC9 TC15 TC13 ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2552 และ เดือนพฤษภาคม พ.ศ.2553 ตามลำดับ และมีปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 0.004 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC13) ในเดือนตุลาคม พ.ศ. 2551

เขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (TC5.1- TE25) ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนตลอดระยะเวลาการศึกษามีค่ามัธยฐานเท่ากับ 0.002 ไมโครกรัมต่อกรัม โดยมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนต่ำสุดที่ตรวจพบได้เท่ากับ 0.001 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC5.1) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 และมีปริมาณเอ็นโดซัลแฟนตกค้างในดินตะกอนสูงสุดเท่ากับ 0.003 ไมโครกรัมต่อกรัม (สถานี TC2) ในเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551

จากการทดสอบความแตกต่างระหว่างปริมาณเอนโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินตะกอนในแต่ละพื้นที่ พบว่า เขตพื้นที่ในแต่ละจังหวัดที่ได้ทำการศึกษาได้แก่ จังหวัดสมุทรสาคร จังหวัดนครปฐม จังหวัดสุพรรณบุรีและจังหวัดชัยนาท ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในแต่ละพื้นที่ แสดงถึงการแพร่กระจายของสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำไม่มีความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

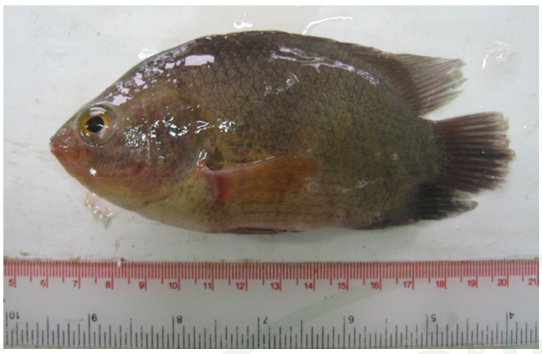
การตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

การศึกษาปริมาณการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ทำการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตได้แก่ ปลา และสัตว์พื้นท้องน้ำ โดยจะทำการศึกษาในพื้นที่ที่คาดว่าจะเป็นแหล่งสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญได้แก่ สถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) ซึ่งจากการศึกษาพบการตะค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในกลุ่มของสารฆ่าแมลงเอนโดซัลแฟน (Endosulfan) และสารกำจัดวัชพืช ไดยูรอน (Diuron) ซึ่งจากการสำรวจและเก็บตัวอย่างพบปลาด้วยวิธีการวางข่าย (ภาพที่ 60)

ภาพที่ 60 การวางข่ายเพื่อทำการจับปลาในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนสถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)

พบปลารวมทั้งสิ้น 8 ชนิดได้แก่ ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) ปลาดุก (*Clarias macrocephalus*) ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) ปลาตะโกก (*Cyclocheilichthys enoplos*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลากะมัง (*Puntioplites proctozysron*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus)* ซึ่งมีแสดงภาพตัวอย่างปลาดังภาพที่ 61 นอกจากนั้นยังทำการศึกษาการตกค้างของสัตว์พื้นท้องน้ำที่สำคัญได้แก่ หนอนแดง (*Branchiura* sp.) พบการตกค้างของสารไดยูรอน และสารเอ็นโดซัลแฟนดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Pristolepis fasciatus

Puntioplites proctozysron

Cyclocheilichthys enoplos

Pangasius hypophthalmus

ภาพที่ 61 ตัวอย่างปลาที่ได้จากการวางข่ายในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนสถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)

นอกจากนั้นยังทำการศึกษาการตกค้างของสัตว์พื้นท้องน้ำที่สำคัญได้แก่ ไสเดือนน้ำ หรือที่ชาวบ้านเรียกว่า หนอนแดง (*Branchiura* sp.) ดังภาพที่ 62 โดยสามารถพบหนอนแดงได้มีปริมาณหนาแน่นในสถานีที่ TC4 ซึ่งในบริเวณนี้เป็นบริเวณที่มีการทำกิจกรรมหาหนอนแดงเพื่อนำไปจำหน่ายให้กับฟาร์มปลาสวยงามและฟาร์มเพาะปลา ซึ่งจะส่งไปขายยังพื้นที่อื่นๆ โดยมีตลาดใหญ่ได้แก่ ตลาดนัดจตุจักร กรุงเทพ และตลาดปลาบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพที่ 62 ตัวอย่างสัตว์พื้นท้องน้ำ หนอนแดง (*Branchiura* sp.) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน สถานี TC4 (อ.เมือง จ.สมุทรสาคร) สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี)

การศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตซึ่งประกอบด้วยปลา และสัตว์พื้นท้องน้ำ โดยจะทำการศึกษาการตกค้างของสารไดยูรอน (Diuron) และสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ซึ่งจะทำการศึกษาการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชภายในเนื้อของสิ่งมีชีวิตดังกล่าว ซึ่งผลของการศึกษาพบการตกการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสิ่งมีชีวิตดังนี้

ช่วงต้นฤดูฝน (Early Rainy Season)

ปริมาณไดยูรอน (Diuron) ตกค้างในปลา

สถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) จากการสำรวจพบปลา 2 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ปลาตะโกก (*Cyclocheilichthys enoplos*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ซึ่งปลาที่พบในบริเวณนี้ไม่พบการตกค้างของไดยูรอนในเนื้อปลาที่นำมาศึกษา

สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) พบการตกค้างของไดยูรอนในปลา 1 ชนิด ได้แก่ ปลาสวาย (*Pangasius hypopht halmus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของไดยูรอนเท่ากับ 0.031 ไมโครกรัมต่อกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) พบการตกค้างของไดยูรอนในปลา 1 ชนิด ได้แก่ ปลาดุก (*Clarias macrocephalus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของสารไดยูรอนเท่ากับ 0.025 ไมโครกรัมต่อกรัม

ปริมาณไดยูรอน (Diuron) ตกค้างในสัตว์พื้นท้องน้ำ

การศึกษาปริมาณการตกค้างของไดยูรอนในสัตว์พื้นท้องน้ำจะทำการศึกษาในพื้นที่สถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) ในบริเวณสถานีนี้มีความหนาแน่นของสัตว์พื้นท้องน้ำในกลุ่มของหนอนแดง (*Branchiur*a sp.) เป็นจำนวนมาก โดยปริมาณไดยูรอนตกค้างในสัตว์พื้นท้องน้ำในสถานีที่ TC4 มีค่าเท่ากับ 0.189 ไมโครกรัมต่อกรัม

ปริมาณเอนโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในปลา

สถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) จากการสำรวจพบปลา 4 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ปลาตะโกก (*Cyclocheilichthys enoplos*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) โดยพบปริมาณการตกค้างของเอนโดซัลแฟนเท่ากับ 0.194 และ ND ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) พบการตกค้างของเอนโดซัลแฟนในปลา 1 ชนิด ได้แก่ ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของเอนโดซัลแฟนเท่ากับ 0.032 ไมโครกรัมต่อกรัม

สถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) พบการตกค้างของเอนโดซัลแฟนในปลา 1 ชนิดได้แก่ ปลาดุก (*Clarias macrocephalus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของเอนโดซัลแฟนตกค้างเท่ากับ 0.711 ไมโครกรัมต่อกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณเอนโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในสัตว์พื้นท้องน้ำ

จากการศึกษาการปริมาณการสะสามของเอนโดซัลแฟนในสัตว์พื้นท้องน้ำได้แก่ หนอนแดง (*Branchiur*a sp.) พบว่า สถานี TC4 มีปริมาณการตกค้างของ เอนโดซัลแฟนเท่ากับ 0.678 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่า ในเขตบริเวณพื้นที่ TC4 เป็นแหล่งที่มีการทำการเก็บหนอนแดงขาย และเป็นแหล่งรวบรวมของหนอนแดงจากแหล่งใกล้เคียงเพื่อส่งออกมายังตลาดขายปลาในกรุงเทพและต่างจังหวัดโดยเฉพาะในจังหวัดราชบุรี ส่วนมากจะนำไปเลี้ยงปลาสวยงามเป็นหลัก

ช่วงปลายฤดูฝน (Late Rainy Season)

ปริมาณสารไดยูรอน (Diuron) ตกค้างในปลา

สถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) จากการสำรวจพบปลา 2 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ปลากะมัง (*Puntioplites proctozysron*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus)* ปลาที่พบในบริเวณนี้ ไม่พบการตกค้างของไดยูรอนในเนื้อปลาที่นำมาทำการศึกษา

สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) พบการตกค้างของไดยูรอนในปลา 1 ชนิด ได้แก่ ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของไดยูรอนเท่ากับ 0.103 ไมโครกรัมต่อกรัม

สถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) พบการตกค้างของไดยูรอนในปลา 3 ชนิดได้แก่ ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) และปลาดุก (*Clarias macrocephalus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของไดยูรอนเท่ากับ 0.189 0.028 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ปริมาณไดยูรอน (Diuron) ตกค้างในสัตว์พื้นท้องน้ำ

การศึกษาปริมาณการตกค้างของไดยูรอนในสัตว์พื้นท้องน้ำจะทำการศึกษาในพื้นที่สถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) สถานี TC8 (เขต อ.สามพราน จ.นครปฐม) และสถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) โดยสัตว์พื้นท้องท้องน้ำที่พบหนาแน่นและมีความสำคัญได้แก่ หนอนแดง (*Branchiur*a sp.) โดยพบการตกค้างเท่ากับ 0.342 1.277 และ 0.68 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ปริมาณเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้างในปลา

สถานี TC17 (อ.สองพี่น้อง จ.สุพรรณบุรี) จากการสำรวจพบปลา 4 ชนิดที่สำคัญ ได้แก่ ปลากะมัง (*Puntioplites proctozysron*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus)* โดยพบปริมาณการตกค้างของเอ็นโดซัลแฟนเท่ากับ 1.748 และ 1.062 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

สถานี TC8 (อ.สามพราน จ.นครปฐม) พบการตกค้างของเอนโดซัลแฟนในปลา 1 ชนิด ได้แก่ ปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของเอนโดซัลแฟนเท่ากับ 0.109 ไมโครกรัมต่อกรัม

สถานี TC4 (อ.เมืองสมุทรสาคร จ.สมุทรสาคร) พบการตกค้างของ เอนโดซัลแฟนในปลา 3 ชนิดได้แก่ ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) และ ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของเอ็นโดซัลแฟนเท่ากับ 0.076 และ 0.169 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ปริมาณเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ตกค้าง ในสัตว์พื้นท้องน้ำ

จากการศึกษาการปริมาณการสะสามของเอ็นโดซัลแฟนในสัตว์พื้นท้องน้ำได้แก่ หนอนแดง (*Branchiur*a sp.) พบว่า สถานี TC4 และ สถานี TC8 มีปริมาณการตกค้างของ เอ็นโดซัลแฟนเท่ากับ 2.261 และ 2.565 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลเชิงพื้นที่พบว่าในเขตบริเวณพื้นที่ TC4 เป็นแหล่งที่มีการทำการเก็บหนอนแดงขาย และเป็นแหล่งรวบรวมของหนอนแดงจากแหล่งใกล้เคียงเพื่อส่งออกมายังตลาดขายปลาในกรุงเทพและต่างจังหวัดโดยเฉพาะในจังหวัดราชบุรี ส่วนมากจะนำไปเลี้ยงปลาสวยงามเป็นหลัก

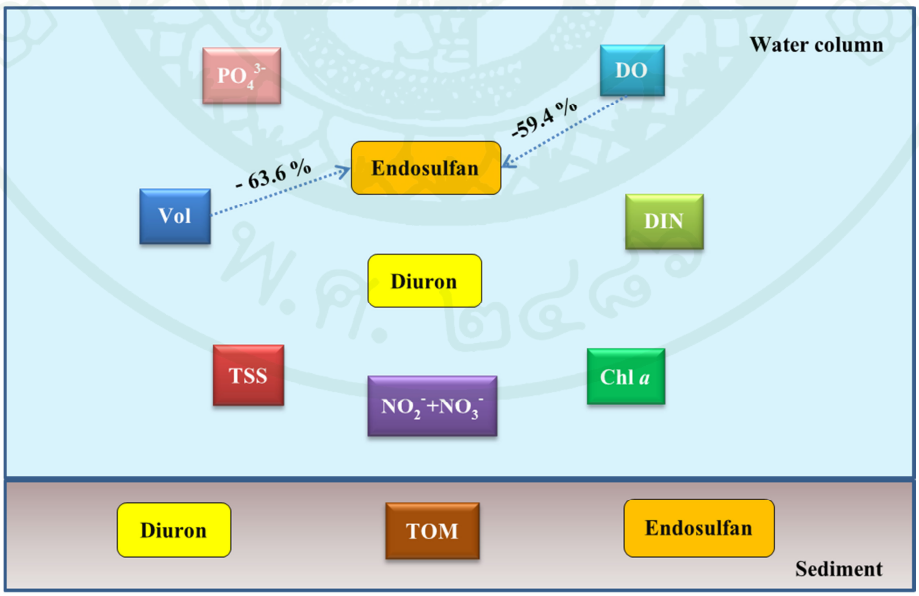
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอน

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำนั้น จะทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เพื่อหาปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในบริเวณพื้นที่ต่างๆของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ ทำโดยแบ่งพื้นที่แต่ละเขตจังหวัดซึ่งประกอบด้วย จังหวัดชัยนาท จังหวัดสุพรรณบุรี จังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผลจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวนี้พบว่า อิทธิพลของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ จะส่งผลต่อปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชแตกต่างกันออกไปดังนี้

จังหวัดชัยนาท

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในจังวัดชัยนาทพบว่า เอ็นโดซัลแฟนในน้ำ มีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงข้ามกับปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ และปริมาณน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด (ภาพที่ 63) โดยมีความสัมพันธ์กันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยเมื่อปริมาณของออกซิเจนละลายน้ำ และปริมาณน้ำลดลงจะส่งผลให้ปริมาณของเอ็นโดซัลแฟนในน้ำมีแนวโน้มสูงขึ้น



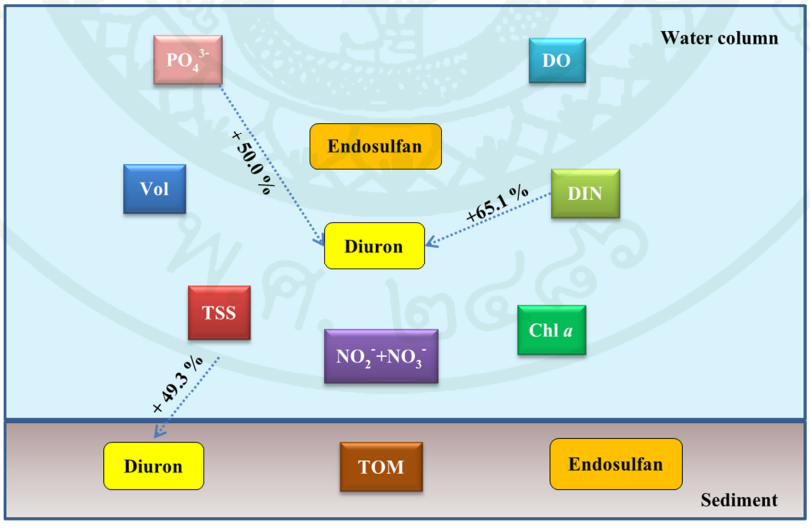
ภาพที่ 63 โมเดลแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดชัยนาท

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนกับ ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ และปริมาณน้ำในพื้นที่จังหวัดชัยนาท แสดงให้เห็นว่าปริมาณน้ำและออกซิเจนมีความสามารถในการลดระดับปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำได้ สาเหตุที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงเนื่องมาจากแม่น้ำท่าจีนในส่วนที่อยู่ในเขตจังหวัดชัยนาทนั้นจะได้รับน้ำมาจากแม่น้ำเจ้าพระยาโดยตรงทำให้มีการเจือจางของสารเอ็นโดซัลแฟนลงไปซึ่งเป็นกระบวนการทางด้านกายภาพและเคมีของระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน นอกจากนี้น้ำที่เข้ามาจากแม่น้ำท่าจีนจะเป็นน้ำที่ค่อนข้ามีปริมาณออกซิเจนสูง ซึ่งออกซิเจนที่ละลายน้ำเหล่านี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการย่อยสลาย ซึ่งอาจมีโอกาสที่สารเอ็นโดซัลแฟนเข้าไปอยู่ในกระบวนการดังกล่าวผ่านทางระบบของสิ่งมีชีวิตได้

จังหวัดสุพรรณบุรี

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในจังวัดสุพรรณบุรี (ภาพที่ 64) พบว่า ไดยูรอนในน้ำมีความสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ กับปริมาณออร์โธฟอตเฟส และปริมาณไนโตรเจนรวมในน้ำในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ ส่วนปริมาณไดยูรอนในดินตะกอน มีความสัมพันธ์ทางสถิติ กับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมในน้ำในทิศทางเดียวกัน ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 64 โมเดลแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดสุพรรณบุรี

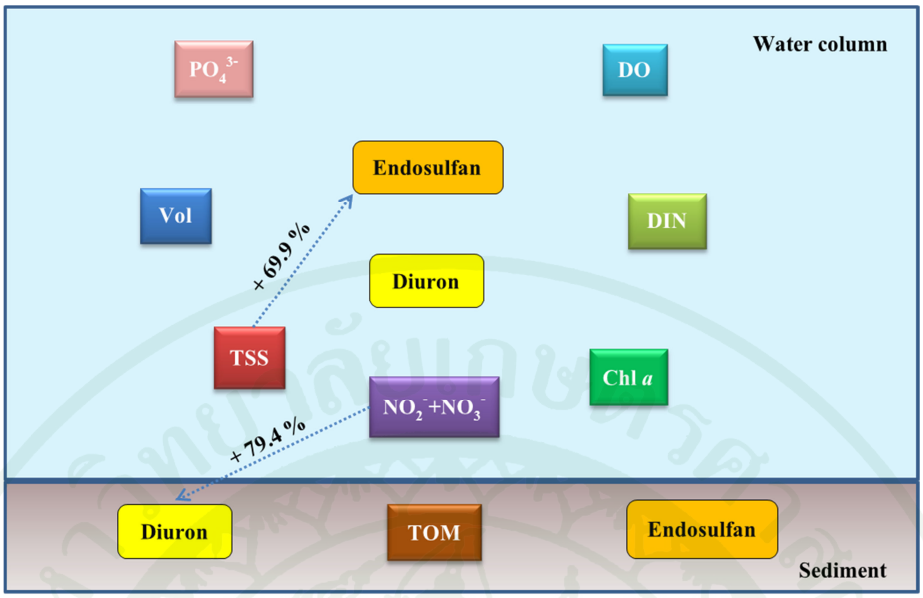
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากความสัมพันธ์ของปริมาณสารไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในแม่น้ำท่าจีนเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี แสดงให้เห็นว่าสารไดยูรอนในน้ำได้รับอิทธิพลจากออร์โธฟอสเฟต และไนโตรเจนในน้ำ ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้เป็นแร่ธาตุอาหารที่สำคัญที่ได้ใช้ในกิจกรรมการเกษตร โดยเฉพาะไนโตรเจนซึ่งแหล่งที่มาส่วนใหญ่จะมาจากปุ๋ย ส่วนฟอสฟอรัสนั้นจะมีแหล่งที่มาจากชุมชนรวมถึงการชะล้างในกิจกรรมทางการเกษตร โดยแร่ธาตุอาหารทั้ง 2 ชนิดนี้สามารถเป็นตัวแทนของกิจกรรมทางการเกษตรได้เป็นอย่างดี สะท้อนให้เห็นว่าการปนเปื้อนของสารไดยูรอนนั้นมาจากแหล่งการเกษตรพร้อมๆกับแร่ธาตุอาหารเหล่านี้ที่ถูกปล่อยเข้าสู่แม่น้ำในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไดยูรอนในดินตะกอนกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมนั้น แสดงให้เห็นถึงการเพิ่มขึ้นของไดยูรอนในดินตะกอนที่ได้รับอิทธิพลจากของแข็งแขวนลอยรวมในบริเวณดังกล่าว ซึ่งอาจเกิดมาจากการพัดพาตะกอนเหล่านี้มาจากพื้นที่การเกษตร โดยสารไดยูรอนสามารถเกาะติดมากับตะกอนแขวนลอยดังกล่าว และเมื่อมาถึงในบริเวณนี้มีน้ำไหลช้าลง หรือพบสิ่งกีดขวางเช่น ประตูน้ำ หรือแนวปลูกผักบุ้ง ผักกะเฉด ตะกอนแขวนลอยเหล่านี้ก็มีโอกาสที่จะตกและสะสมในดินตะกอนต่อไปได้

จังหวัดสมุทรสาคร

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืช (Diuron และ Endosulfan) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในจังวัดสมุทรสาคร (ภาพที่ 65) พบว่า เอ็นโดซัลแฟนในน้ำ และปริมาณสารไดยูรอนในดินตะกอนในแม่น้ำท่าจีนเขตจังหวัดสมุทรสาครมีความสัมพันธ์ทางสถิติกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวมและปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน ตามลำดับ โดยมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันที่ระดับความเชื่อมันที่ 95 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 65 โมเดลแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดสมุทรสาคร

จากความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟนกับปัจจัยของสิ่งแวดล้อมทั้งในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน เขตจังหวัดสุพรรณบุรี พบว่า ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนในน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามวลของตะกอนแขวนลอยที่พัดเข้ามาในจังหวัดสมุทรสาครนั้นมีการปะปนของสารเอ็นโดซัลแฟนเข้ามาในระบบด้วย ส่วนปริมาณไดยูรอนที่พบในตะกอนนั้นมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน ซึ่งไนโตรเจนเป็นแร่ธาตุอาหารที่ถูกนำมาใช้ทางเกษตรจึงสะท้อนให้เห็นถึงบทบาทของน้ำทิ้งทางการเกษตรที่มีการปนเปื้อนของสารไดยูรอนเข้ามาในระบบ นอกจากนี้บริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรสาครเป็นบริเวณที่ติดต่อกับทะเล ทำให้กระแสน้ำในบริเวณนั้นดังกล่าวไหลค่อนข้างช้าในช่วงน้ำตาย ทำให้สารดังกล่าวมีโอกาสสะสมอยู่ในดินตะกอนได้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน เป็นการศึกษาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืช และปัจจัยทางด้านกายภาพ เคมีของน้ำที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน โดยข้อมูลที่ใช้ในการวิเคราะห์จะประกอบได้ด้วย ปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน มวลน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอน

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไดยูรอนในน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชไดยูรอนและปัจจัยแวดล้อมในน้ำโดย พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไดยูรอนในน้ำ (Diuron in Water: C_{DW}; µg/l) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้แก่ ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (Ammonium Nitrogen: NH_4^+-N; µM) มีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการที่ (1)

$$C_{DW} = -11.60 + 1.33\ [NH_4^+\text{-}N] \qquad (1)$$

เมื่อ C_{DW} คือ ปริมาณสารไดยูรอนที่ตกค้างในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)

NH_4^+-N คือ ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (ไมโครโมลาร์)

จากสมการที่ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไดยูรอนที่ตกค้างในน้ำ (C_{DW}) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำซึ่งได้แก่ ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (NH_4^+-N) ซึ่งปริมาณแอมโมเนียม จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับการเพิ่มขึ้น หรือลดลงของปริมาณไดยูรอนที่ตกค้างในน้ำ ของแม่น้ำท่าจีน ในลักษณะของความสัมพันธ์นี้แสดงให้เห็นถึงทิศทางของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชและการใช้ปุ๋ย ซึ่งทั้งสองปัจจัยนี้จะมีแหล่งที่มาจากกิจกรรมคล้ายๆกันคือ กิจกรรมการเกษตร โดยเฉพาะการทำนาข้าวซึ่งโดยปกติทั่วไปแล้วการทำนาข้าวในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนจะมีการใช้ปุ๋ยและยากำจัดวัชพืชอยู่เป็นประจำ ทำให้ปริมาณแอมโมเนียมและสารไดยูรอนมีทิศทางเพิ่มขึ้นคล้ายกัน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไดยูรอนในดินตะกอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารกำจัดวัชพืชไดยูรอนในดินตะกอน (Diuron in Sediment: C_{DS} ;µg/g) และปัจจัยแวดล้อมในดินตะกอนโดยพบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM; %) มีความสัมพันธ์ในรูปแบบสมการที่ (2)

$$C_{DS} = 15.44 - 1.30[TOM] \qquad (2)$$

เมื่อ C_{DS} คือ ปริมาณสารไดยูรอนที่ตกค้างในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม)

TOM คือ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)

จากสมการที่ (2) การเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดวัชพืชไดยูรอน ในดินตะกอนได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน โดยปริมาณสารไดยูรอนที่สะสมในดินตะกอนจะมีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์ เนื่องจากลักษณะของสารไดยูรอนสามารถละลายน้ำได้ดี และไม่สะสมอยู่ในดินตะกอน ซึ่งแตกต่างจากสารพิษชนิดอื่นซึ่งจะเกาะติดกับสารอินทรีย์หรือไขมันเป็นหลัก นอกจากนี้ในตะกอนดินที่มีปริมาณของสารอินทรีย์สูง โดยปกติแล้วจะมีสัตว์พื้นท้องน้ำอยู่ค่อนข้างมาก ทำให้สารไดยูรอนมีโอกาสที่จะสะสมไปยังสิ่งมีชีวิตเหล่านี้

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็นโดซัลแฟนในน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำ (Endosulfan in Water: C_{EW}; µg/l) และปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในแม่น้ำท่าจีน พบความสัมพันธ์ของสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่สำคัญได้แก่ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน (Silicate Silicon: $Si(OH)_4^-$-Si; µM) โดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนดังสมการที่ 3

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$C_{EW} = -51.95 + 0.66\ [Si(OH)_4^-\text{-}Si] \qquad (3)$$

เมื่อ C_{EW} คือ ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนที่ตกค้างในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร)
$Si(OH)_4^-$-Si คือ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน ในน้ำ (ไมโครโมลาร์)

จากสมการที่ 3 พบความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอ็นโดซัลแฟนในน้ำและปัจจัยทางสิ่งแวดล้อมในน้ำได้แก่ ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน โดยรูปแบบของความสัมพันธ์จะมีแนวโน้มและทิศทางไปในทางเดียวกัน โดยเมื่อปริมาณซิลิเกตเพิ่มขึ้น ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนที่ตกค้างในน้ำก็จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเช่นกัน ซึ่งสารเอ็นโดซัลแฟนมีความสามารถในการละลายน้ำค่อนข้างดี สามารถเคลื่อนที่ไปกับมวลน้ำได้ง่าย ทำให้มีความสัมพันธ์กับปริมาณของซิลิเกต ซึ่งซิลิเกต ซิลิกอน จะทำหน้าที่เป็นตัวแทนของการหลากของน้ำในช่วงเวลาต่างๆซึ่งกรณีของแม่น้ำท่าจีนนั้น ซิลิเกตจะเข้ามาในระบบแม่น้ำได้ 2 กรณี คือ มากับมวลน้ำของแม่น้ำเจ้าพระยา และมวลน้ำที่ถูกปล่อยจากกระบวนการทางการเกษตร ทำให้มีความสัมพันธ์กับสารกำจัดศัตรูพืชได้

สถานภาพความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอนและปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในแม่น้ำท่าจีน พบความสัมพันธ์ของสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอน (Endosulfan in Sediment: C_{ES}; µg/g) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่สำคัญได้แก่ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (Total Organic Matter: TOM; %)โดยมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟน ดังสมการที่ 4

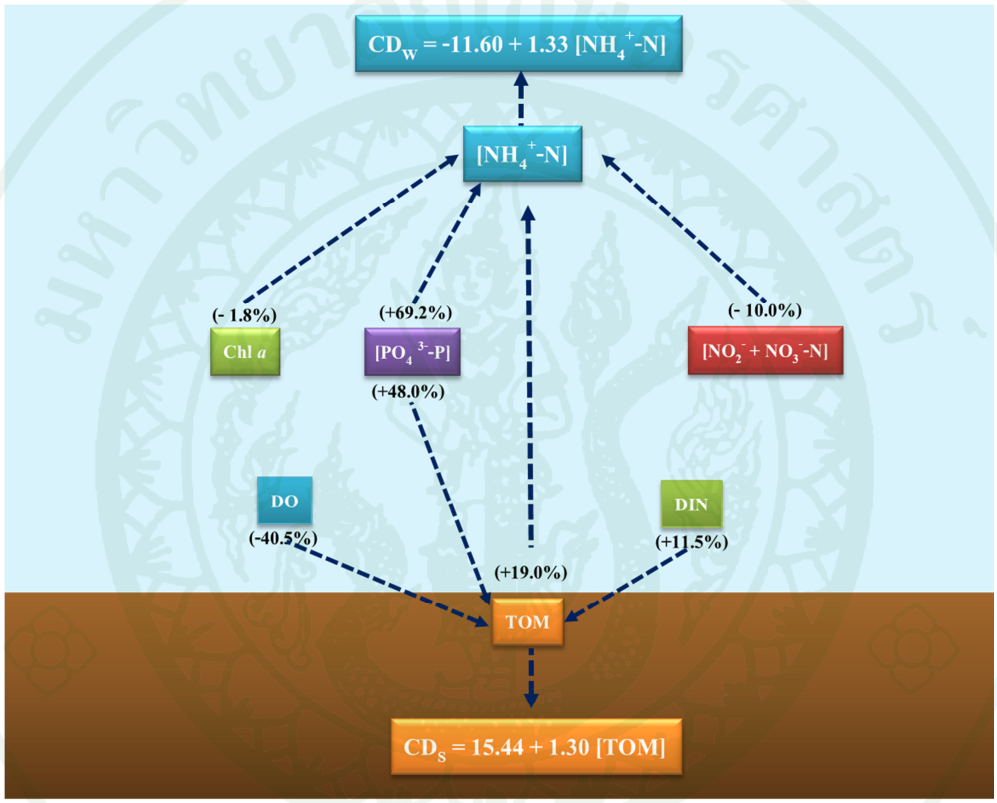
$$C_{ES} = 4.94 - 0.24[TOM] \qquad (4)$$

เมื่อ C_{ES} คือ ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนที่ตกค้างในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อตัน)
TOM คือ ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)

จากสมการที่ (4) ความสัมพันธ์ของปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอนกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนพบว่า ลักษณะความสัมพันธ์มีทิศทางตรงกันข้ามโดยเมื่อปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนเพิ่มขึ้น จะส่งผลให้ปริมาณเอ็นโดซัลแฟนที่มีอยู่ในดินตะกอนลดลง

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างสารไดยูรอน และสารเอ็นโดซัลแฟนที่สะสมอยู่ในน้ำและดินตะกอน กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ซึ่งความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นดังสมการที่ 1 ถึง 4 จากสมการดังกล่าว สามารถสร้างแผนภาพความสัมพันธ์เชื่อมโยงระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เกี่ยวข้องกับปัจจัยสิ่งแวดทางน้ำที่มีความสัมพันธ์กับสารไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟน โดยความสัมพันธ์ที่เกิดขึ้นระหว่างไดยูรอน กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ดังภาพที่ 66



ภาพที่ 66 โมเดลแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน

จากการศึกษาแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างไดยูรอนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่พบว่า แอมโมเนียม ไนโตรเจน เป็นปัจจัยคุณภาพน้ำที่ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณไดยูรอนที่อยู่ในน้ำ ซึ่งแอมโมเนียม ไนโตรเจน จะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่น ได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ไนไตรท์ ไนเตรท ไนโตรเจน คลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับแอมโมเนียม ไนโตรเจน ส่วนไนไตรท์ ไนเตรท

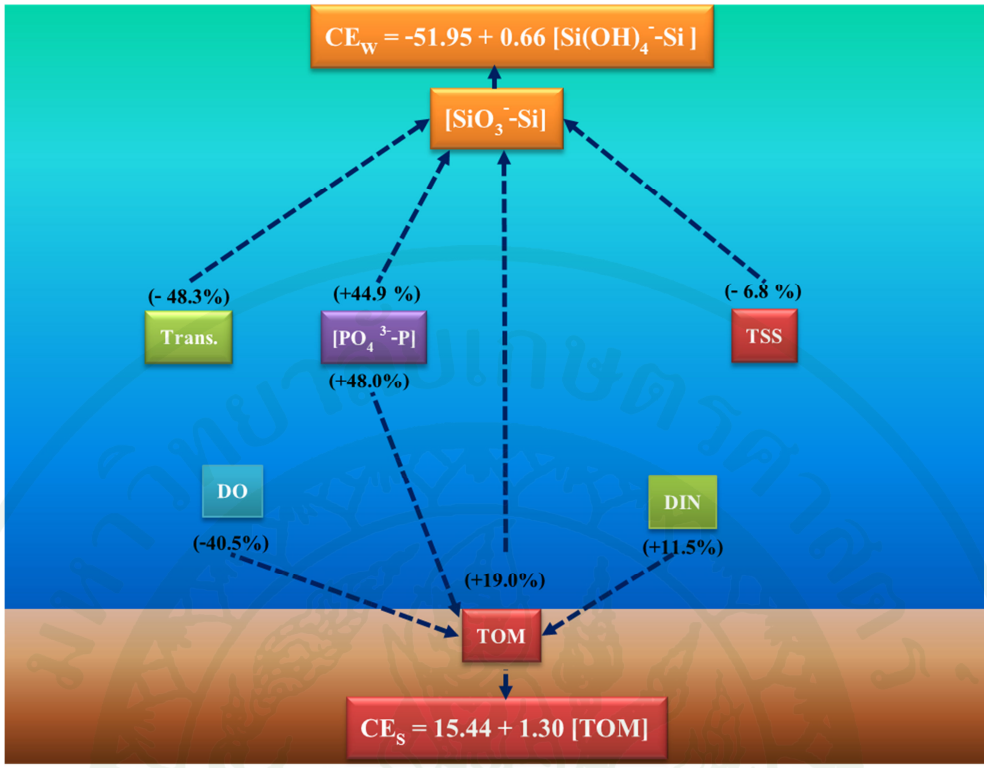
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ไนโตรเจน และคลอโรฟิลล์ จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับแอมโมเนียม ไนโตรเจน ซึ่งจากเปอร์เซ็นต์ความสัมพันธ์พบว่า ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส เป็นปัจจัยหลักที่มีผลต่อปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน โดยมีค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ 62.9 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในดินตะกอนพบความสัมพันธ์ระหว่างไดยูรอนกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน จะมีความสัมพันธ์ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสออกซิเจนละลายน้ำ และปริมาณไนโตรเจนรวม โดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสและออกซิเจนละลายน้ำ อิทธิต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์มากที่สุดโดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ส่วนออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนโดยปัจจัยทั้งสองนี้มีอิทธิพลต่อปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนใกล้เคียงกันประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์

จากการศึกษาแบบจำลองแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโดซัลแฟนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (ภาพที่ 67) พบว่า ซิลิเกต ซิลิกอน เป็นปัจจัยคุณภาพน้ำที่ส่งผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณเอ็นโดซัลแฟนที่อยู่ในน้ำ ซึ่งซิลิเกต ซิลิกอนจะได้รับอิทธิพลจากปัจจัยสิ่งแวดล้อมอื่นได้แก่ ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส ความโปร่งแสง ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันกับซิลิเกต ซิลิกอน ความโปร่งแสง ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม จะมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับซิลิเกต ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน โดยมีค่าความสัมพันธ์อยู่ที่ 42.9 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 67 โมเดลแสดงผลการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างเอ็นโดซัลแฟนกับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝน

ส่วนในดินตะกอนพบความสัมพันธ์ระหว่างไดยูรอนกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน จะมีความสัมพันธ์ออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสออกซิเจนละลายน้ำ และปริมาณไนโตรเจนรวม โดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสและออกซิเจนละลายน้ำ อิทธิต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอินทรีย์มากที่สุดโดยออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัสมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน ส่วนออกซิเจนละลายน้ำมีความสัมพันธ์ในทิศทางตรงกันข้ามกับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนโดยปัจจัยทั้งสองนี้มีอิทธิพลต่อปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนใกล้เคียงกันประมาณ 40 เปอร์เซ็นต์

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองพลวัตของไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟนสำหรับระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน

การพัฒนาแบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน เป็นการศึกษาและพัฒนาแบบจำลองซึ่งเกิดจากกระบวนการทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพที่เกิดขึ้นในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน โดยแบบจำลองจะใช้ข้อมูลซึ่งประกอบด้วย

- พื้นที่การใช้ประโยชน์
- ปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืช
- ปริมาณแร่ธาตุอาหารในน้ำ (ศักย์การบำบัดตามธรรมชาติ)
- ปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน
- มวลน้ำไหลผ่านพื้นที่หน้าตัด
- ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำ
- ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในดินตะกอน
- ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในปลา และ
- ปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชตกค้างในสัตว์พื้นท้องน้ำ

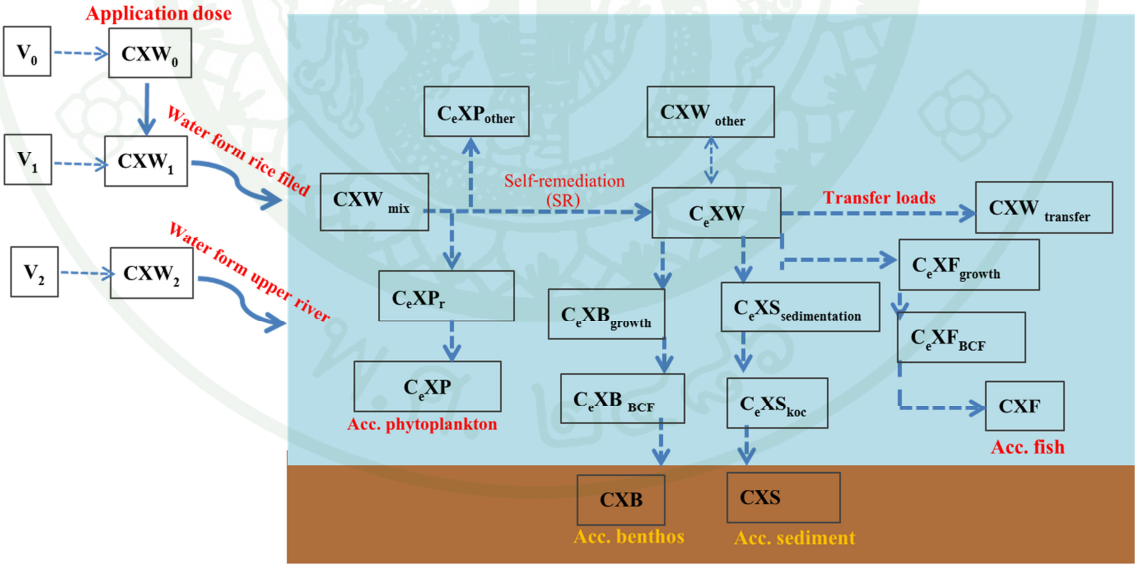
อนึ่ง มวลน้ำที่เกี่ยวข้องในแต่ละพื้นที่จะไหลผ่านลำคลองสาธารณะที่เป็นเครือข่ายเชื่อมโยงภายในพื้นที่ และไหลลงสู่แม่น้ำท่าจีน อย่างไรก็ตาม เนื่องจากไม่ทราบที่มาของน้ำอย่างชัดเจน (Non-Point Source) เพราะฉะนั้นจึงกำหนดเขตการวิเคราะห์ออกเป็นจังหวัดเพื่อให้ง่ายต่อการประยุกต์ใช้ในการบริหารจัดการในอนาคต

ปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชที่ทำการศึกษาแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด ได้แก่ สารกำจัดวัชพืช ไดยูรอน (Diuron) และสารกำจัดแมลง เอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) โดยสารเอ็นโดซัลแฟนเป็นสารที่นำมาใช้ในการกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว โดยปริมาณการใช้สารกำจัดวัชพืชไดยูรอน มีปริมาณที่แนะนำให้ใช้ประมาณ 400 กรัม ผสมน้ำ 20 ลิตร ฉีดพ่นใน 1 ไร่ ส่วนสารเอ็นโดซัลแฟนนั้นเป็นสารที่มีการห้ามไม่ให้ใช้ แต่มีการลักลอบใช้เพื่อกำจัดหอยเชอรี่ในนาข้าว โดยมีการใช้ในปริมาณน้อยประมาณ 3.5 กรัมต่อลิตรต่อไร่ โดยการหยดสารเอ็นโดซัลแฟนลงในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

การพัฒนาแบบจำลองเพื่อการประเมินปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน โดยการวิเคราะห์ความสัมพันธ์เบื้องต้นระหว่างปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ กับปริมาณสารกำจัดศัตรูพืช (เอ็นโดซัลแฟน และไดยูรอน) ซึ่งจากกการวิเคราะห์ข้อมูลทางด้านสิ่งแวดล้อมทางน้ำ ชนิดและปริมาณของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ในช่วงเวลาที่ทำการศึกษาตั้งแต่เดือนพฤษภาคม 2551 ถึงเดือนตุลาคม 2553 พบความสัมพันธ์ของข้อมูลด้านปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำกับการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืช

ในการศึกษาการเคลื่อนตัวของไดยูรอนและสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ซึ่งประกอบด้วยการศึกษาเปรียบเทียบในช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน โดยวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงของสารไดยูรอนและสารเอ็นโดซัลแฟนที่เกิดขึ้น ในน้ำ ในดินตะกอน ปลา และสัตว์พื้นท้องน้ำ ผนวกกับข้อมูลการศึกษาทางด้านคุณภาพน้ำ และการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืช ได้แบ่งการศึกษาในลำน้ำออกเป็น 3 เขตพื้นที่ใหญ่ๆ ประกอบด้วย เขตจังหวัดสุพรรณบุรี (BOX-1) เขตจังหวัดนครปฐม (BOX-2) และเขตจังหวัดสมุทรสาคร (BOX-3) ซึ่งการเคลื่อนของสารต่างๆ จะมีลักษณะดังกรอบแนวคิดในแบบจำลองการเปลี่ยนแปลงทางนิเวศวิทยา ดังแสดงใน ภาพที่ 68



ภาพที่ 68 กรอบแนวคิดในการวิเคราะห์แบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ในการพัฒนาแบบจำลองข้างต้น จะคำนึงถึงการเคลื่อนตัวของสารกำจัดศัตรูพืชในมวลน้ำ ซึ่งเริ่มตั้งแต่การปริมาณการใช้จากเกษตรกร ผ่านกระบวนการผสมผสานจากมวลน้ำจากแม่น้ำเข้ามาในระบบที่ทำการศึกษา จากนั้นจะมีการถ่ายถอดไปยังส่วนต่างๆของระบบนิเวศในแม่น้ำ ทั้งในดินตะกอน ในปลา และในสัตว์พื้นท้องน้ำ ซึ่งสุดท้าย จะมีความเข้มข้นของสารส่วนหนึ่งที่ออกจากระบบ (แต่ละเขต) ไป ในการศึกษาครั้งนี้ได้กำหนดตัวแปรที่จำเป็น ดังแสดงใน ตารางที่ 26

ตารางที่ 26 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษาพัฒนาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำ แม่น้ำท่าจีน

สัญญลักษณ์	ความหมาย
V_0	ปริมาตรน้ำตั้งต้นใช้
V_1	ปริมาณน้ำจากพื้นที่นาข้าว
V_2	ปริมาตรน้ำจากแม่น้ำตอนบน
Acc.	การสะสมของสาร
CXW_0	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ตั้งต้นที่มีการใช้
CXW_1	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ในน้ำจากนาข้าว
CXW_2	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ในน้ำจากแม่น้ำตอนบน
CXW_{mix}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ในน้ำผสมระหว่าง CXW_1 และ CXW_2
C_eXW	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ในน้ำที่ผ่านกระบวนการบำบัดตัวเอง
SR	เปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวเองตามธรรมชาติ
CXW_{trans}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง
CXS	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่พบจริงในดินตะกอน
CXF	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่พบจริงในปลา
CXB	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่พบจริงในสัตว์พื้นท้องน้ำ
C_eXP	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่คาดว่าพบจริงในแพลงก์ตอนพืช

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 26 (ต่อ)

สัญญลักษณ์	ความหมาย
C_eXP_r	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในแพลงก์ตอนพืช
C_eXP_{other}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช
C_eXB_{BCF}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตในสัตว์พื้นท้องน้ำ
C_eXF_{BCF}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตในปลา
C_eXS_{koc}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในสารอินทรีย์คาร์บอนในดินกับน้ำ
C_eXB_{growth}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ
C_eXF_{growth}	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา
$C_eXS_{sedimentation}$	ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช (X) ที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ
C_eD_{other}	ความเข้มข้นของสารศัตรูพืชที่เพิ่มขึ้นหรือลดลงภายในระบบซึ่งไม่สามารถระบุได้
$G_{(B,F)}$	อัตราการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตสัตว์พื้นท้องน้ำ และปลา
SD	อัตราการตกตะกอนของดินตะกอน
TOC	สารอินทรีย์คาร์บอน
k_{oc}	สัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในสารอินทรีย์คาร์บอนในดินกับน้ำ
BCF	ค่าสัมประสิทธิ์การสะสมสารในสิ่งมีชีวิต

จากตัวแปรที่ถูกกำหนดขึ้นเพื่อใช้ในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน เราสามารถเขียนสมการ แสดงการคำนวณความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่เกิดขึ้นในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ดังสมการที่ (1)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CXW_{mix} = \frac{(CXW_1 * V_1) + (CXW_2 * V_2)}{(V_1 + V_2)} \quad (1)$$

โดยที่ CXW_{mix} เป็นความเข้มข้นรวม ของสารกำจัดศัตรูพืชที่อยู่ในส่วนต่างๆขององค์ประกอบในระบบนิเวศ ซึ่งจะประกอบด้วย ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช (C_eXP_r) ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช (C_eXP_{other}) ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ (C_eXB_{growth}) ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา (C_eXF_{growth}) ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ ($C_eXS_{sedimentation}$) ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง(CXW_{trans}) และ ความเข้มข้นของสารศัตรูพืชที่อาจเพิ่มขึ้นหรือลดลงภายในระบบจากปัจจัยนอกเหนืออื่นๆ ซึ่งไม่สามารถระบุได้ (CXW_{other}) โดยสามารถเขียนสมการแสดงองค์ประกอบต่างๆ ได้ดังสมการที่ (2)

$$CXW_{mix} = [C_eXP_r + C_eXP_{other}] + [C_eXB_{growth} + C_eXF_{growth} + C_eXS_{sedimentation} + CXW_{transfer} + CXW_{other}] \quad (2)$$

โดยที่ C_eXP_r และ C_eXP_{other} เป็นค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ได้ผลจากการคำนวณระหว่างความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำผสม (CXW_{mix}) กับความสามารถในการบำบัดตัวตามธรรมชาติของแม่น้ำท่าจีน (SR) ซึ่งแบ่งออกเป็นแพลงก์ตอนพืช (C_eXP_r) และสิ่งมีชีวิตอื่นๆที่ไม่ใช้แพลงก์ตอนพืช (C_eXP_{other})ซึ่งในกระบวนการบำบัดตัวเองตามธรรมชาตินั้น เราจะถือว่าแพลงก์ตอนพืชเป็นส่วนหนึ่งในกระบวนการบำบัด รวมถึงยังมีความสำคัญในลำดับชั้นห่วงโซ่อาหารอีกด้วยซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังสมการที่ (3) และ (4)

$$C_eXP_r = C_eXP \times BCF_{phytoplnkton} \quad (3)$$

$$C_eXP_{other} = [CXW_{mix} * (100\text{-}SR)]\text{-}(C_eXP_r) \quad (4)$$

สำหรับค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ (C_eXB_{growth}) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตของสัตว์พื้นท้องน้ำ (C_eXB_{BCF}) กับอัตราการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ (G_B) ดังสมการที่ (5)

$$C_eXB_{growth} = \frac{C_eXB_{BCF}}{G_B} \quad (5)$$

โดยที่ ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตในสัตว์พื้นท้องน้ำ (C_eXB_{BCF}) คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่พบจริงในสัตว์พื้นท้องน้ำ (CXB) กับ ค่าสัมประสิทธิ์การสะสมสารในสิ่งมีชีวิต (BCF) ดังสมการที่ (6)

$$C_eXB_{BCF} = \frac{CXB}{BCF_B} \quad (6)$$

สำหรับค่าความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของปลา (C_eXF_{growth}) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตของปลา (C_eXF_{BCF}) กับอัตราการเจริญเติบโตของปลา (G_F) ดังสมการที่ (7)

$$C_eXF_{growth} = \frac{C_eXF_{BCF}}{G_F} \quad (7)$$

โดยที่ ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากค่าสัมประสิทธิ์การสะสมของสารในสิ่งมีชีวิตของปลา (C_eXF_{BCF}) คำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่าง ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่พบจริงในปลา(CXF) กับ ค่าสัมประสิทธิ์การสะสมสารในสิ่งมีชีวิต (BCF) ดังสมการที่ (8)

$$C_eXF_{BCF} = \frac{CXF}{BCF_F} \quad (8)$$

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับ ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ ($C_eXS_{sedimentation}$) สามารถคำนวณได้จากสัดส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในสารอินทรีย์คาร์บอนในดินกับน้ำ (C_eXS_{oc}) กับอัตราการตกตะกอนในแม่น้ำ (SD) สามารถเขียนสมการได้ดังสมการที่ (9)

$$C_eXS_{sedimentation} = \frac{C_eXS_{(oc)}}{SD} \quad (9)$$

โดยที่ค่า ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้จากสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในสารอินทรีย์คาร์บอนในดินกับน้ำ (C_eXS_{oc}) สามารถคำนวณได้จากอัตราส่วนระหว่างความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่พบจริงในดินตะกอน (CXS) กับ สารอินทรีย์คาร์บอน (TOC) และสัมประสิทธิ์การแบ่งส่วนของสารในสารอินทรีย์คาร์บอนในดินกับน้ำ (k_{oc}) ซึ่งสามารถเขียนสมการได้ดังสมการที่ (10)

$$C_eXS_{(oc)} = \frac{CXS}{(TOC*k_{oc})} \quad (10)$$

ในการคำนวณเพื่อให้ทราบถึงระบบของการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารในแต่ละส่วนของระบบนิเวศซึ่งประกอบไปด้วยความเข้มข้นในน้ำต้นทาง ความเข้มข้นในน้ำ ดินตะกอน ปลา และสัตว์พื้นท้องน้ำ โดยในการวิเคราะห์และคำนวณค่านั้นจำเป็นต้องใช้ค่าคงที่มาช่วยในการวิเคราะห์ ซึ่งค่าต่างๆที่นำมาจะแสดงดังตารางที่ 27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 27 ปัจจัยและค่าคงที่ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์พลวัตการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ปัจจัยร่วมที่ใช้ในการคำนวณ	ค่าที่พบ	หน่วย/ที่มา
ความเข้มข้นของ Diuron ที่เกษตรกรใช้	400	กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร
ความเข้มข้นของ Endosulfan ที่เกษตรกรใช้	100	ซีซีต่อไร่
พื้นที่นา อ.สองพี่น้อง	142,358	ไร่
พื้นที่นา อ.สามพราน	7416	ไร่
พื้นที่นา อ.กระทุ่มแบนและบ้านแพ้ว	10681	ไร่
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.สองพี่น้อง	1,440,480 (แล้ง)	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.สามพราน	9,391,040 (แล้ง)	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.กระทุมแบนและบ้านแพ้ว	13,812,800 (แล้ง)	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.สองพี่น้อง	1,561,337 (หลาก)	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.สามพราน	9,894,958 (หลาก)	ลูกบาศก์เมตร
ปริมาณน้ำไหลผ่าน อ.กระทุมแบนและบ้านแพ้ว	14,295,952 (หลาก)	ลูกบาศก์เมตร
TOC	TOM = 1.13+1.80TOC	Emeterio (1992)
Partition Coefficient ($\log k_{ow}$) Diuron	2.68	UCDAVIS (2010)
Soil Absorption Coefficient ($\log k_{oc}$) Diuron	2.18	UCDAVIS (2010)
Partition Coefficient ($\log k_{ow}$) Endosulfan	3.55	CCMC (2010)
Soil Absorption Coefficient ($\log k_{oc}$) Endosulfan	4.09	CCMC (2010)
BCF of fish (Diuron)	2	UCDAVIS (2010)
BCF of benthos (Diuron)	18	UCDAVIS (2010)
BCF of phytoplankton (Diuron)	1.49	Arnot (2006)
BCF of fish (Endosulfan)	187	CCMC (2010)
BCF of benthos (Endosulfan)	100	CCMC (2010)
BCF of phytoplankton (Endosulfan)	1.55	Arnot (2006)
Growth rate of fish	$L_t = L_\infty (1-e^{-K(t-to)})$	
Sedimentation rate of river	53.3 mm/yr	Pierre (2005)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ซึ่งในการวิเคราะห์ครั้งนี้ ได้วิเคราะห์ทั้งไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟน ซึ่งจะทำการวิเคราะห์ในพื้นที่ซึ่งเป็นตัวแทนของ 3 จังหวัดได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี นครปฐม และสมุทรสาคร สำหรับทั้งช่วงต้นฤดูฝน และช่วงปลายฤดูฝน ผลการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงตามพื้นที่จังหวัดต่าง ๆ มีรายละเอียดดังนี้

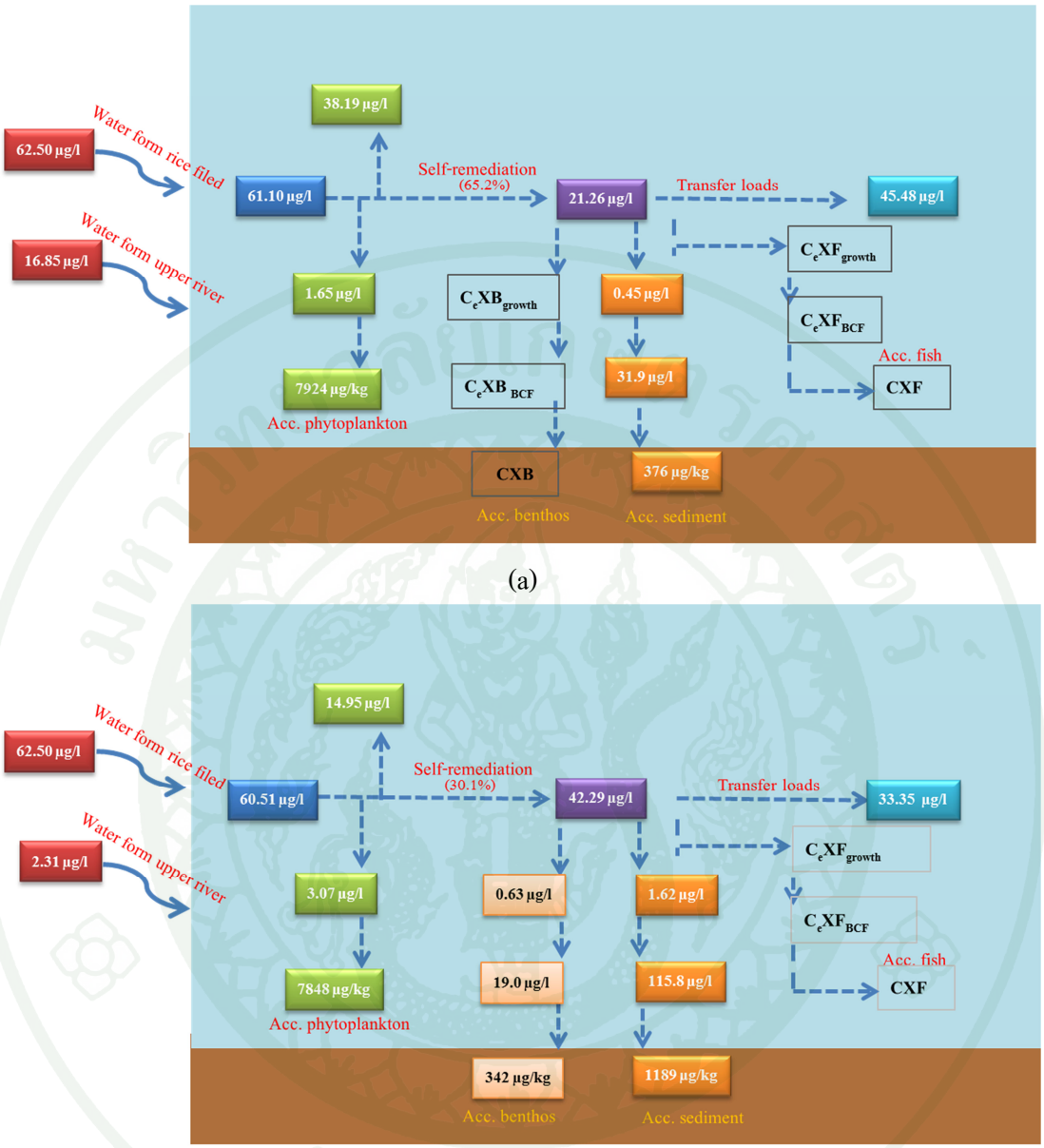
แบบจำลองพลวัตสำหรับพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

แบบจำลองพลวัตของสารไดยูรอน (Diuron) ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

จากผลการศึกษาพบว่า ไดยูรอนที่พบในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (อ.สองพี่น้อง) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่ 69a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 69b) มีการเคลื่อนตัวของไดยูรอนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน มีไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 61.10 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 65.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 1.65 ไมโครกรัมต่อลิตร และบำบัดโดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น 38.19 ไมโครกรัมต่อลิตร เหลือความเข้มข้นที่คาดว่ามีอยู่ 21.26 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 0.45 ไมโครกรัมต่อลิตร และมีการสะสมรวมอยู่ในดินตะกอน 376 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปมีความเข้มข้นมากกว่าไดยูรอนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ 2.14 เท่าหรือประมาณ 45.48 ไมโครกรัมต่อลิตร

ในช่วงปลายฤดูฝน ไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 60.51 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 30.1 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชเท่ากับ 3.07 ไมโครกรัมต่อลิตร และบำบัดโดยสิ่งมีชีวิตชนิดอื่น 14.95 ไมโครกรัมต่อลิตร เหลือความเข้มข้นที่คาดว่ามีอยู่ 42.29 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 0.63 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมอยู่ในดินตะกอนรวมเท่ากับ1189 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม นอกจากนี้ยังพบว่าไดยูรอนเข้าไปสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.63 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมเท่ากับ 342 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปโดยมีความเข้มข้นมากกว่าไดยูรอนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ 0.79 เท่าหรือประมาณ 33.35 ไมโครกรัมต่อลิตร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 69 พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารไดยูรอนที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของไดยูรอนที่คาดว่าจะสะสมในองค์ประกอบต่างๆในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$], ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eDB_{growth}], ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}], ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 70a และ 70b

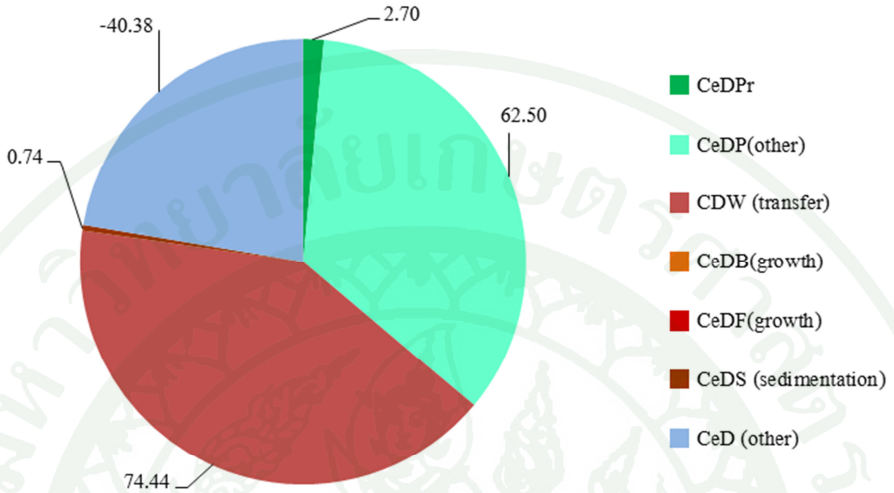
โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 2.70 62.5 65.18 74.4 และ 0.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] เข้าในระบบ 40.4 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$CDW_{mix} \times 10^2 = [2.70\ C_eDP_r + 62.50\ C_eDP_{other}] + [0.7C_eDS_{sedimentation} + 74.4CDW_{transfe} - 40.4CDW_{other}]$$

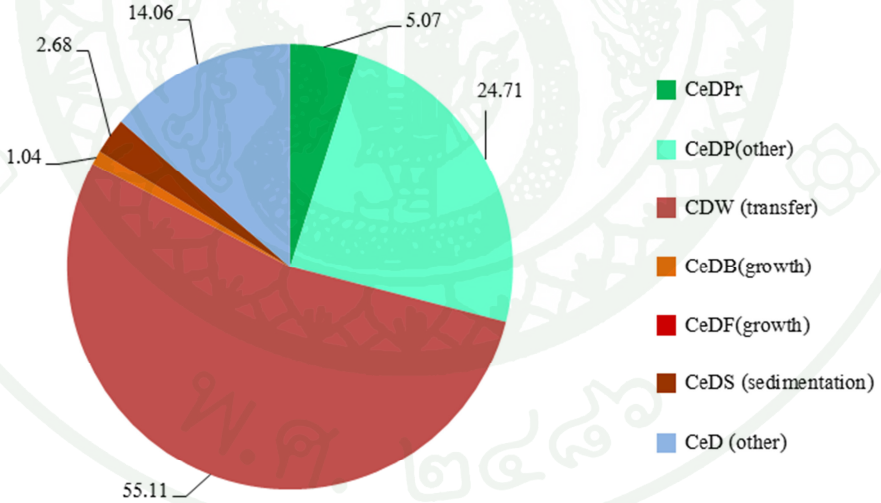
ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 5.07 24.71 55.1 1.0 และ 2.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่ามีการหายไปของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] 14.1 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลสัดส่วนความเข้มข้น สามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CDW_{mix} \times 10^2 = [5.07C_eDP_r + 24.71C_eDP_{other}] + [55.1CDW_{transfer} + 1.0C_eDB_{growth} + 2.7C_eDS_{sedimentation} + 14.1CDW_{other}]$$



(a)



(b)

ภาพที่ 70 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) ไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อ.สองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

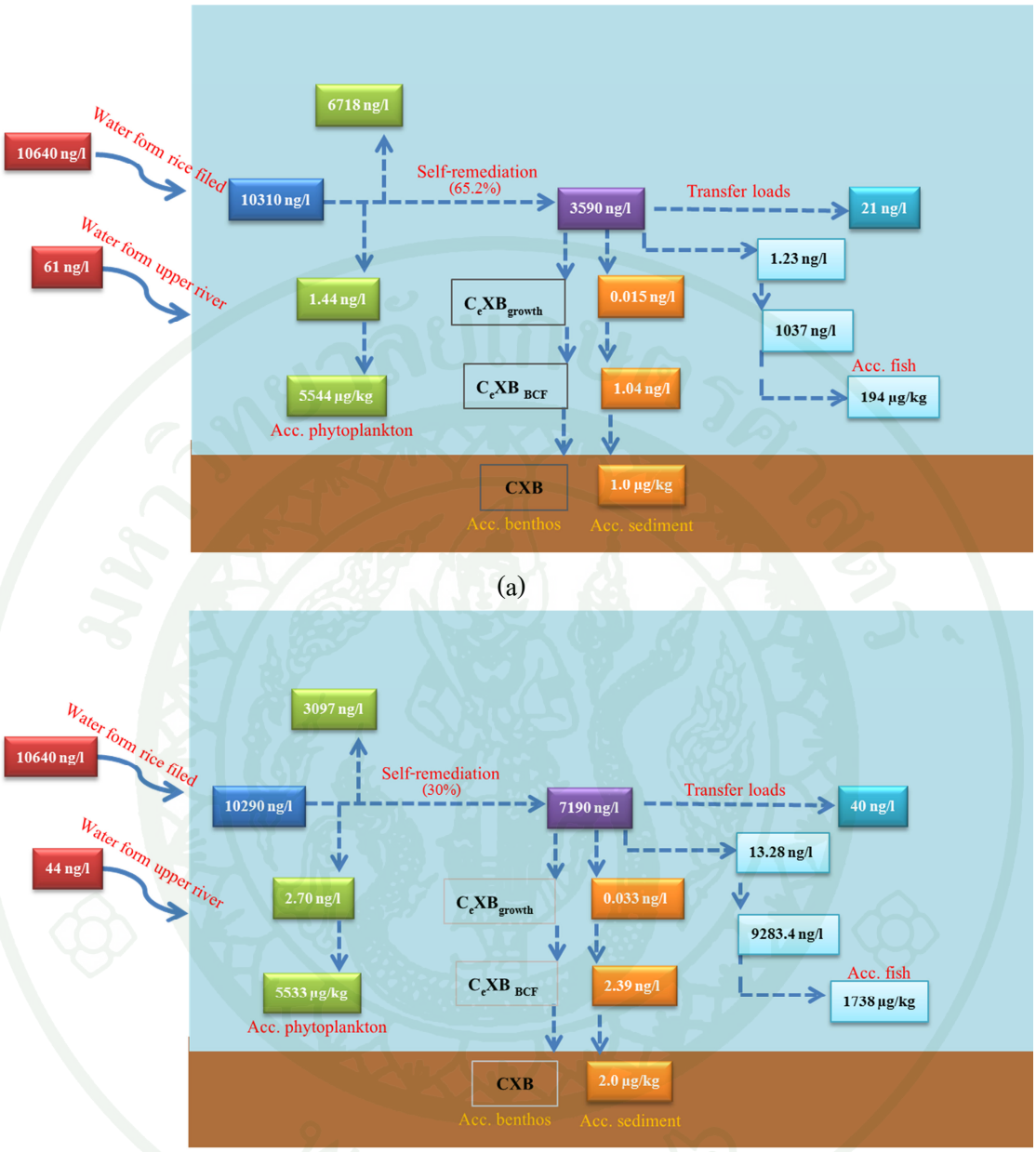
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองพลวัตของเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

จากผลการศึกษาพบว่า เอ็นโดซัลแฟนที่พบในพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี (อ.สองพี่น้อง) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่71a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 71b) มีการเคลื่อนตัวของเอ็นโดซัลแฟนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 10310 นาโนกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้มากประมาณ 65.2 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีอยู่ประมาณ 1.44 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนที่เหลืออยู่จะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอนเพียงเล็กน้อย ประมาณ 0.015 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งพบว่าเอ็นโดซัลแฟนมีการสะสมอยู่ในปลาประมาณ 1.23 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในปลาเท่ากับ 194 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 21 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ

ในช่วงปลายฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 10290 นาโนกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้มากประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีอยู่ประมาณ 2.70 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนที่เหลืออยู่จะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอนประมาณ0.33 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งพบว่าเอ็นโดซัลแฟนมีการสะสมอยู่ในปลาประมาณ 13.28 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในปลาเท่ากับ 1738 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 40 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 71 พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟน ที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eEB_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถหาสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 72a และ 72b

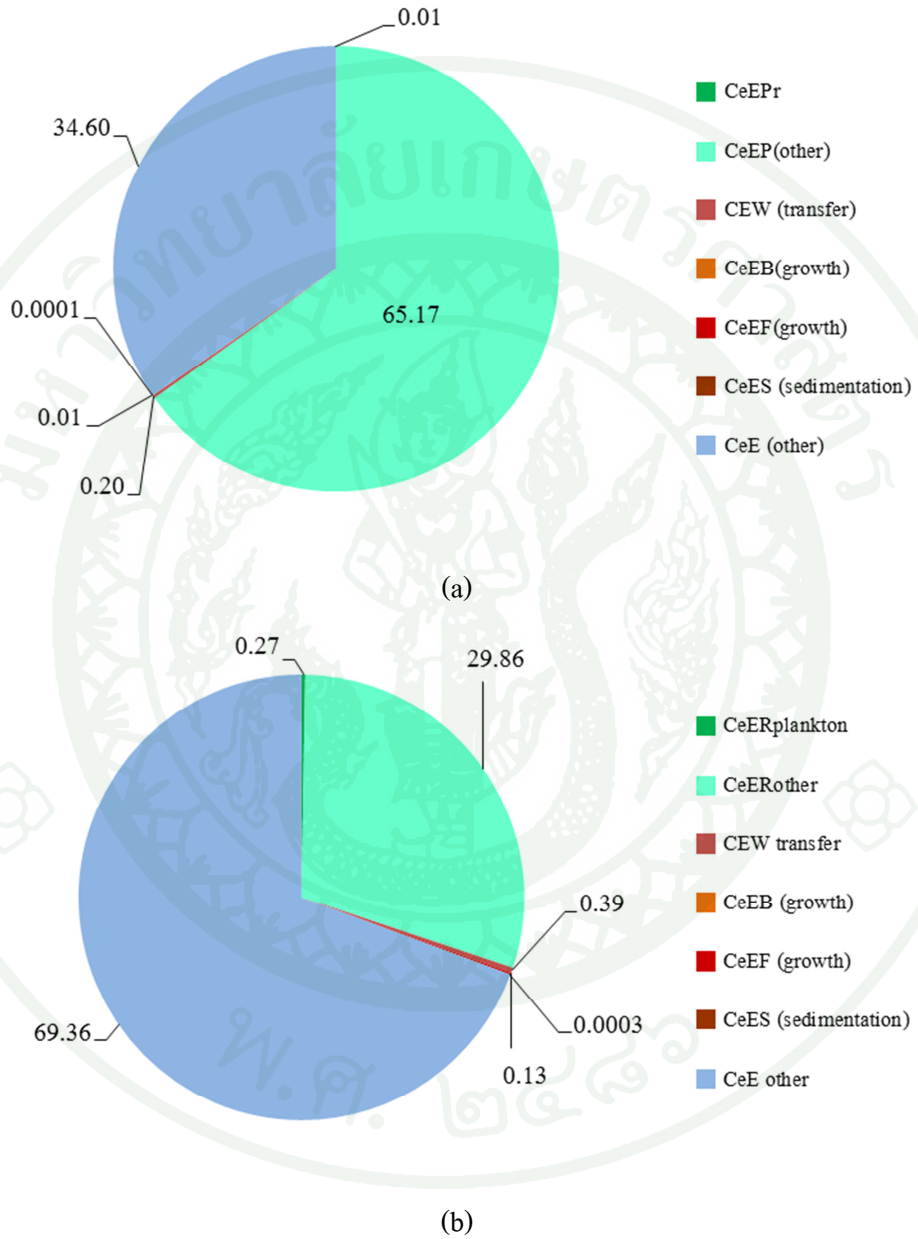
โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.01 65.17 0.204 0.012 และ 0.0001 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เข้าในระบบ 34.61เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$CEW_{mix} \times 10^2 = [0.01C_eEP_r + 65.17C_eEP_{other}] + [0.204CEW_{transfer} + 0.012C_eEF_{growth} + 0.0001C_eES_{sedimentation} + 34.6CEW_{other}]$$

ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$], ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}], ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.27 29.86 0.39 0.13 0.0003 และ 0.0001 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เข้าในระบบ 69.36 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CEW_{mix} \times 10^{2} = [0.27C_eEP_r + 29.86C_eEP_{other}] + [0.39CEW_{transfer} + 0.13C_eEF_{growth} + 0.0003C_eES_{sedimentation} + 69.36CEW_{other}]$$



ภาพที่ 72 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) เอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณ อำเภอสองพี่น้อง จังหวัดสุพรรณบุรี ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

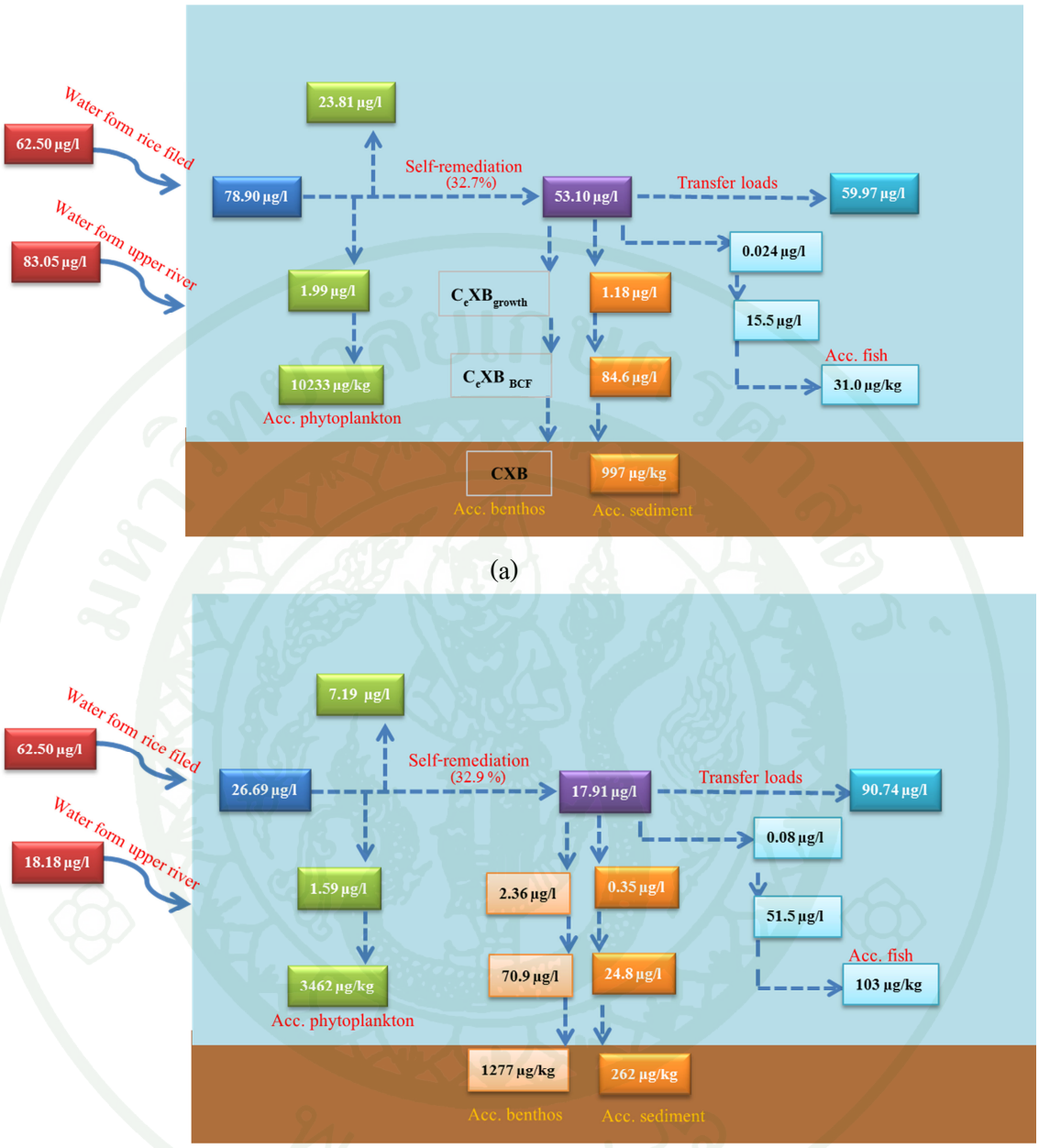
แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

แบบจำลองพลวัตของไดยูรอน (Diuron) ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

จากผลการศึกษาพบว่า ไดยูรอนที่พบในพื้นที่จังหวัดนครปฐม (อ.สามพราน) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่ 73a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 73b) มีการเคลื่อนตัวของไดยูรอนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน มีไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 78.90 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 32.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีอยู่ประมาณ 1.99 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 1.18 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 997 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในปลา 0.024 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมเท่ากับ 31.0 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปมีความเข้มข้นประมาณ 59.97 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นใกล้เคียงกับไดยูรอนที่เหลือจากการบำบัดตามธรรมชาติ

ในช่วงปลายฤดูฝน มีไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 26.69 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 32.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีค่าอยู่ที่ประมาณ 1.59 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 0.35 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 262 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และมีการสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 2.36 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 1277 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งของไดยูรอนจะสะสมอยู่ในปลาประมาณ 51.5 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปมีความเข้มข้นประมาณ 90.74 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นมากกว่าไดยูรอนที่เหลือจากการบำบัดตามธรรมชาติ ประมาณ 5 เท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 73 พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วน ความเข้มข้นของสารไดยูรอนที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของไดยูรอนที่คาดว่าจะสะสมในองค์ประกอบต่างๆในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r]

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ[C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 74a และ 74b

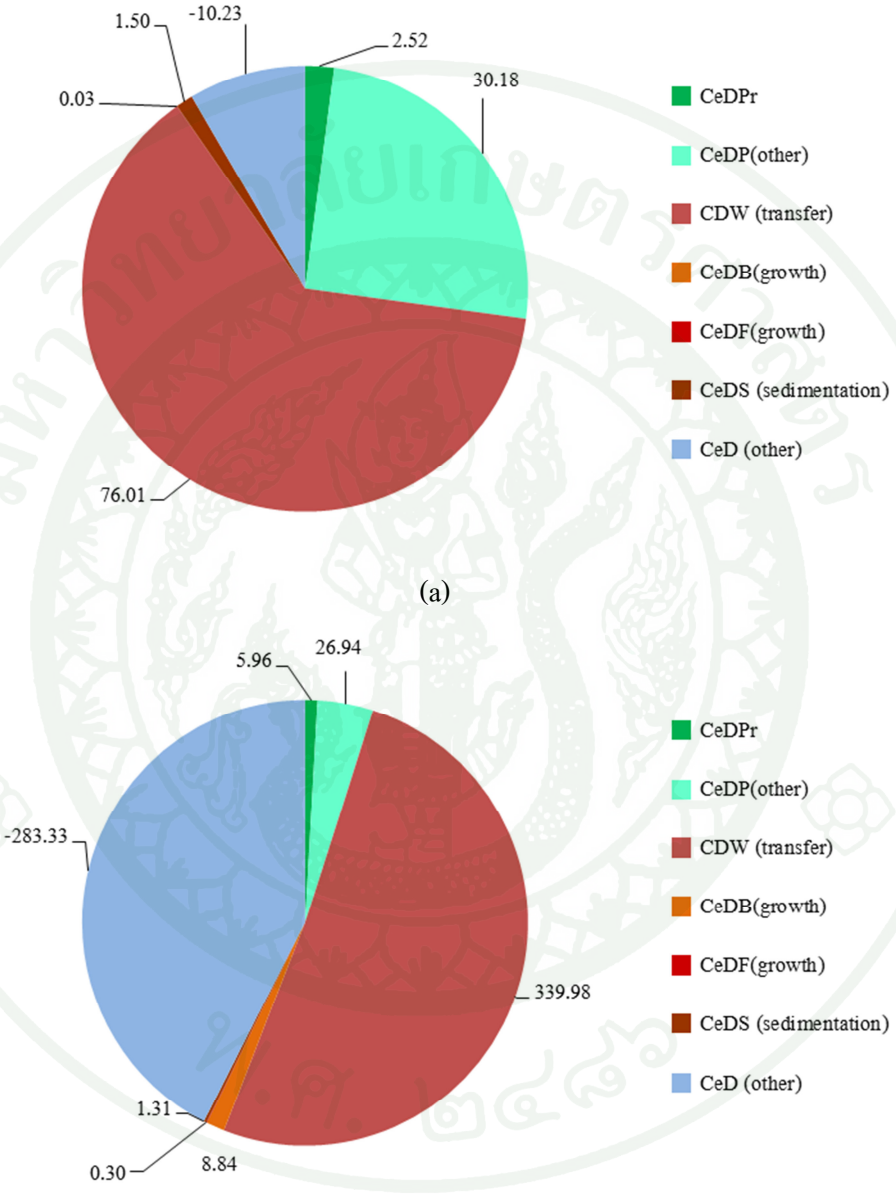
โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 2.52 30.18 76.01 0.03 และ 1.50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] หายไปจากระบบ 10.23 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$CDW_{mix} \times 10^2 = [2.52C_eDP_r + 30.18\ C_eDP_{other}] + [1.50C_eDS_{sedimentation} + 76.01CDW_{transfer} + 0.03CeDF_{growth} - 10.23CDW_{other}]$$

ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 5.96 26.94 339.98 8.84 0.30 และ 1.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการเพิ่มขึ้นของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] 283.33 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลสัดส่วนความเข้มข้น สามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CDW_{mix} \times 10^{2} = [5.96C_eDP_r + 26.94\ C_eDP_{other}] + [339.98CDW_{transfer} + 8.84C_eDB_{growth} + 0.30C_eDF_{growth} + 1.31C_eDS_{sedimentation} - 283.33CDW_{other}]$$



ภาพที่ 74 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) ไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐมในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

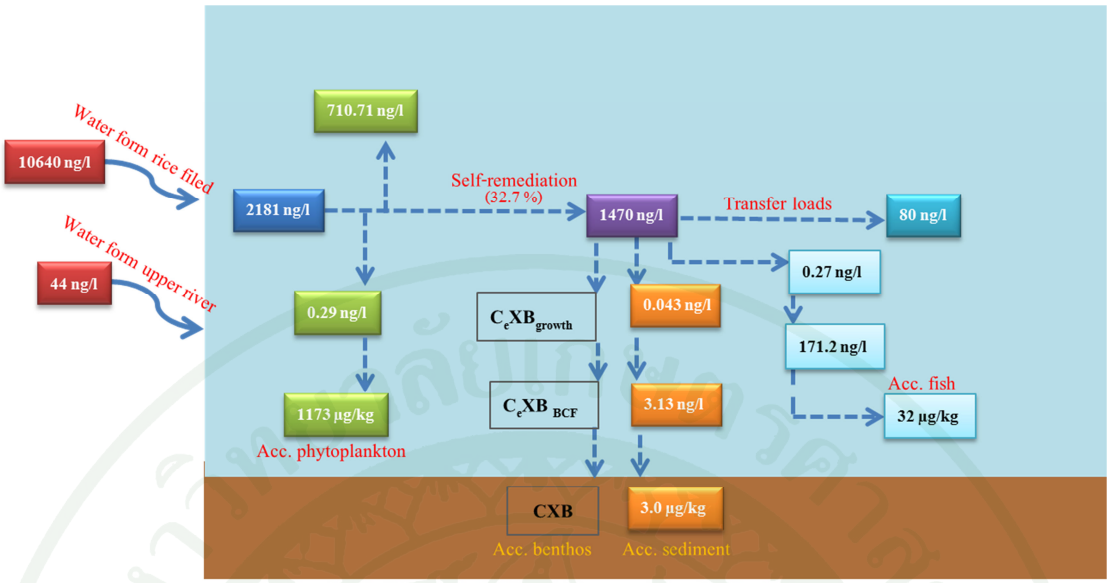
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองพลวัตของเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ในพื้นที่จังหวัดนครปฐม

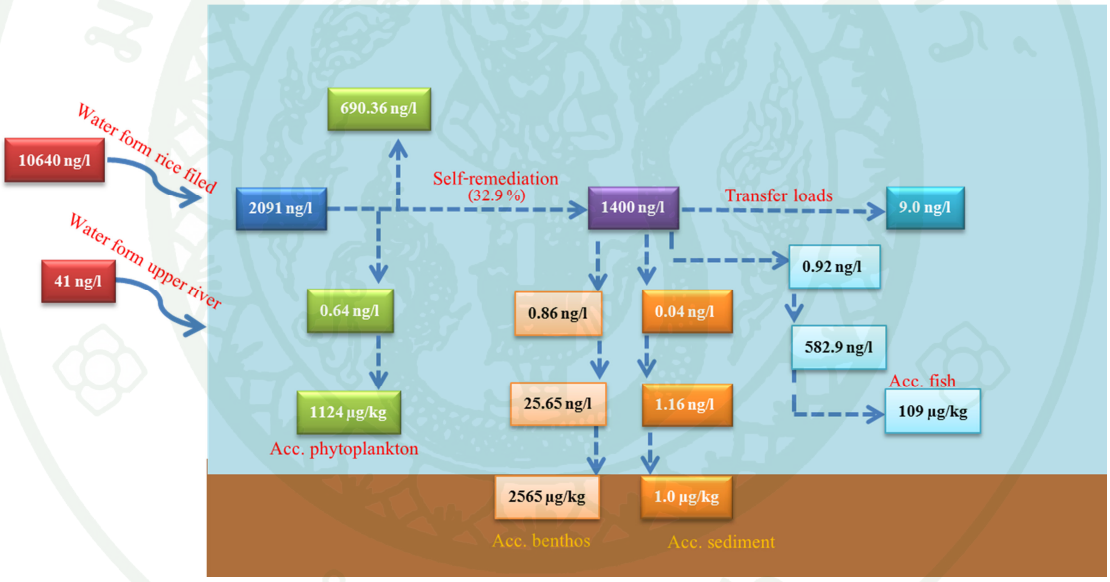
จากผลการศึกษาพบว่า เอ็นโดซัลแฟนที่พบในพื้นที่จังหวัดนครปฐม (อ.สามพราน) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่ 75a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 75b) มีการเคลื่อนตัวของเอ็นโดซัลแฟนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 2181 นาโนกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้ประมาณ 32.7 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืช 0.29 มีค่าประมาณ นาโนกรัมต่อกิโลกรัม เอ็นโดซัลแฟนที่เหลืออยู่จะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอนเพียงเล็กน้อย ประมาณ 0.043 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอน 3.0 นาโนกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งพบว่าเอ็นโดซัลแฟนมีการสะสมอยู่ในปลาประมาณ 0.27 นาโนกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 80 นาโนกรัมต่อลิตร

ในช่วงปลายฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 2091 นาโนกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้มากประมาณ 32.9 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืช มีค่าประมาณ 0.64 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนที่เหลืออยู่จะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอนประมาณ 0.043 นาโนกรัมต่อลิตร โดยมีการสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 1 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งพบว่าเอ็นโดซัลแฟนมีการสะสมอยู่ในปลาประมาณ 0.92 นาโนกรัมต่อกรัม โดยมีการสะสมในปลารวมเท่ากับ 109 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำประมาณ 0.86 นาโนกรัมต่กลิตรโดยมีการสะสมรวมในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 2565 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 9 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



(a)



(b)

ภาพที่ 75 พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่าจะสะสมในองค์ประกอบต่างๆในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ[C_eEB_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา[C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถหาสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 76a และ 76b

โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.013 32.59 3.67 0.012 และ 0.002 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เท่ากับ 63.72 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

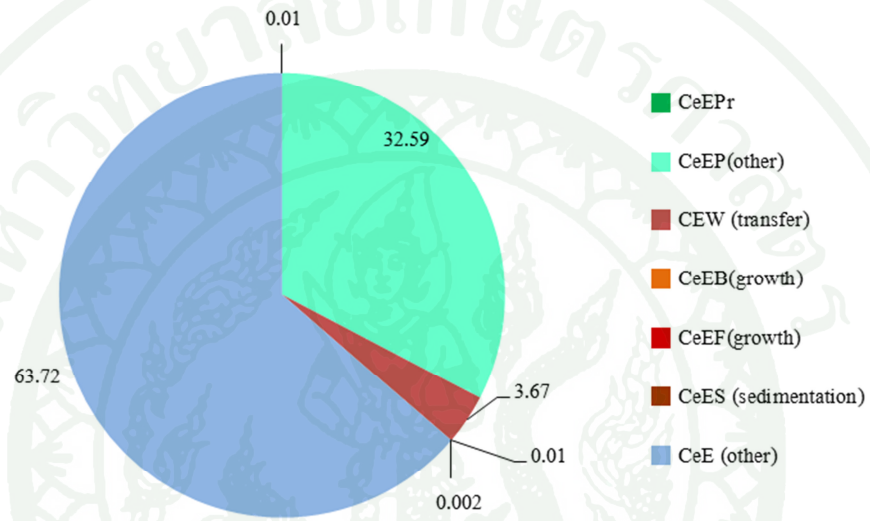
$$CEW_{mix} \times 10^2 = [0.013C_eEP_r + 32.59C_eEP_{other}] + [3.67CEW_{transfer} + 0.012C_eEF_{growth} + 0.002C_eES_{sedimentation)} + 63.72CEW_{other}]$$

ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$], ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eEB_{growth}], ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}], ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.031 33.02 0.43 0.04 0.04 และ 0.002 เปอร์เซ็นต์

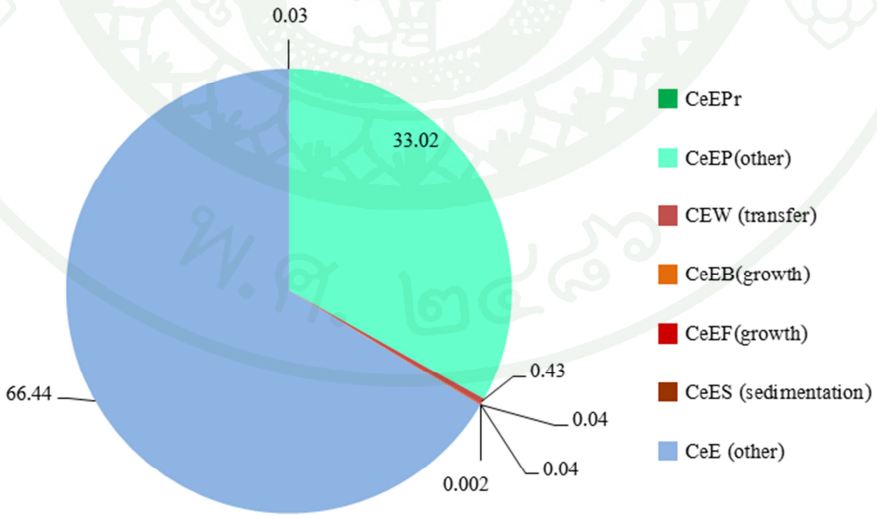
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีหายไปของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เข้าในระบบ 66.44 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$CEW_{mix} \times 10^2 = [0.031C_eEP_r + 33.02C_eEP_{other}] + [0.43CEW_{transfer} + 0.04C_eEB_{growth} + 0.04C_eEF_{growth} + 0.002C_eES_{sedimentation} + 66.44CEW_{other}]$$



(a)



(b)

ภาพที่ 76 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) เอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

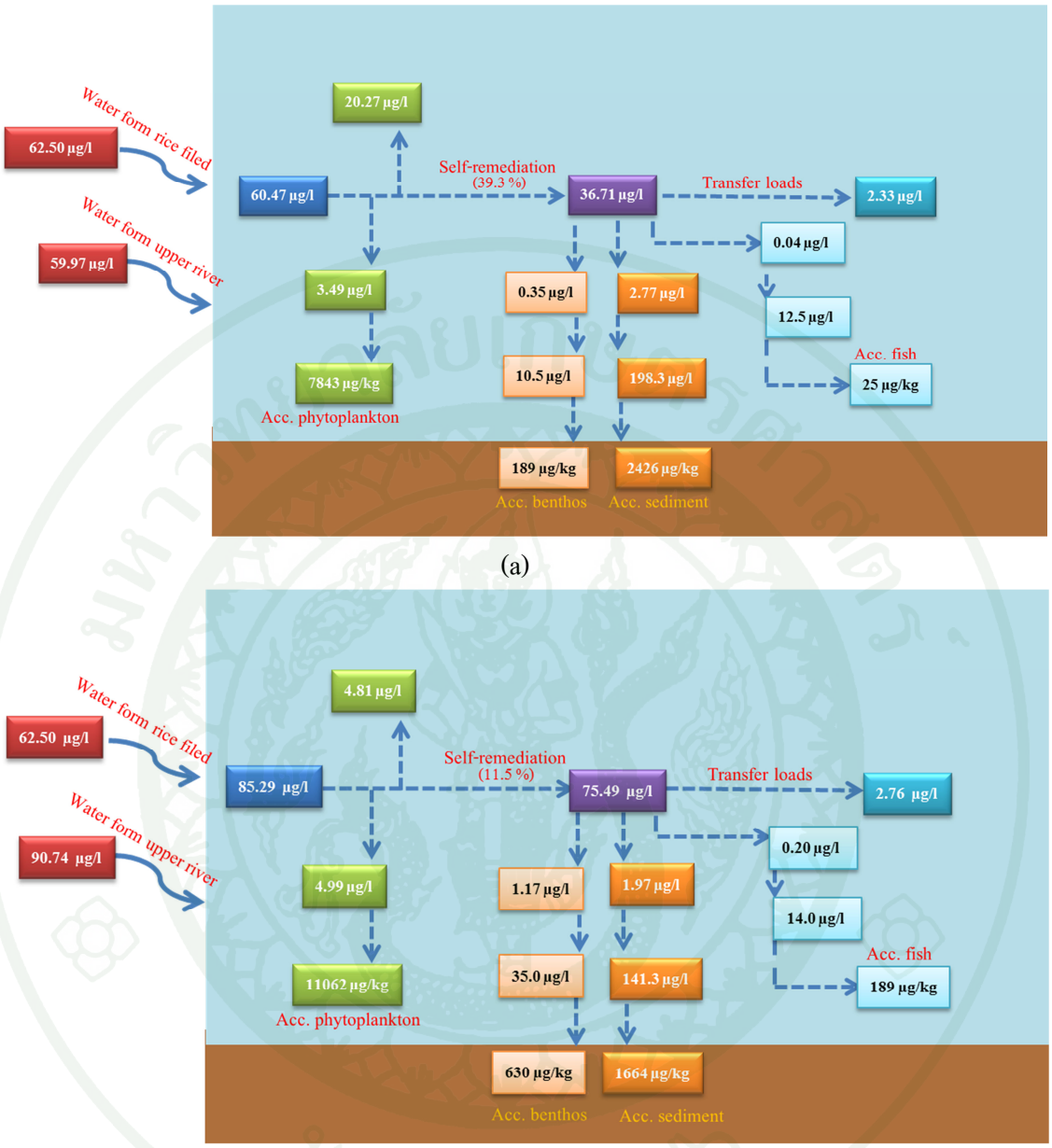
แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในจังหวัดสมุทรสาคร

แบบจำลองพลวัตของไดยูรอน (Diuron) ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

จากผลการศึกษาพบว่า ไดยูรอนที่พบในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (อ.กระทุ่มแบน และ อ.บ้านแพ้ว) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่ 77a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 77b) มีการเคลื่อนตัวของไดยูรอนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน ไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 60.47 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของ ไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 39.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีค่าประมาณ 3.49 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 2.77 ไมโครกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 2426 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในปลา 0.04 ไมโครกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในปลาเท่ากับ 25 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.35 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยจะสะสมรวมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 189 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปมีความเข้มข้นประมาณ 2.33 ไมโครกรัมต่อกรัม ซึ่งมีความเข้มข้นน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับไดยูรอนที่เหลือจากการบำบัดตามธรรมชาติ

ในช่วงปลายฤดูฝน มีไดยูรอนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 85.29 ไมโครกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของไดยูรอนจะถูกบำบัดตัวเองตามธรรมชาติได้มากประมาณ 11.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีค่าประมาณ 4.99 ไมโครกรัมต่อลิตร ไดยูรอนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 1.97 ไมโครกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 1664 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในปลา 0.20 ไมโครกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในปลาเท่ากับ 189 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 1.17 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยจะสะสมรวมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 630 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนไดยูรอนที่ส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างต่อไปมีความเข้มข้นประมาณ 2.76 ไมโครกรัมต่อกรัม

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 77 พลวัตของสารไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอกระทุ่มแบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารไดยูรอนที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของไดยูรอนที่คาดว่าจะสะสมในองค์ประกอบต่างๆในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จาก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ[C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 78a และ 78b

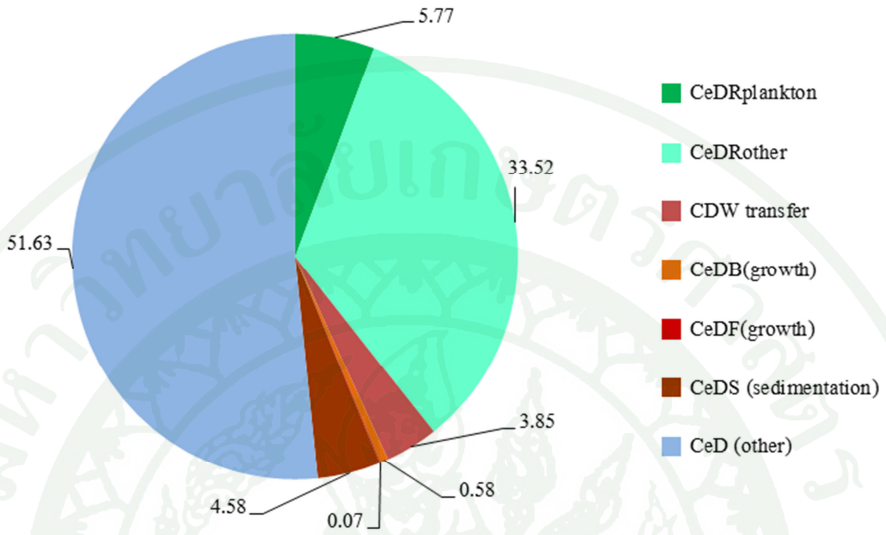
โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 5.77 33.52 3.85 0.58 0.07 และ 4.58 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] 51.63 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลสัดส่วนความเข้มข้น สามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

$$CDW_{mix} \times 10^2 = [5.77C_eDP_r + 33.52\,C_eDP_{other}] + [3.85CDW_{transfer} + 0.58C_eDB_{growth} + 0.07C_eDF_{growth} + 4.58C_eDS_{sedimentation} + 51.63CDW_{other}]$$

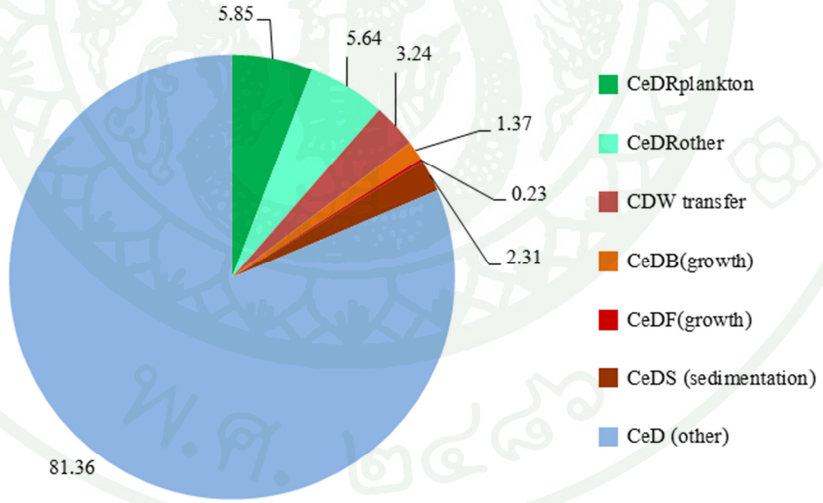
ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_r] ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืช ที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CDW_{transfer}$] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eDB_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eDF_{growth}] ความเข้มข้นของไดยูรอนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eDS_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 5.85 5.64 3.24 1.37 0.23 และ 2.31 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของไดยูรอนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] เท่ากับ 81.36 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลสัดส่วนความเข้มข้น สามารถเขียนสมการได้ดังต่อไปนี้

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

$$CDW_{mix} \times 10^2 = [5.85C_eDP_r + 5.64C_eDP_{other}] + [3.24CDW_{transfer} + 1.37C_eDB_{growth} + 0.23C_eDF_{growth} + 12.31C_eDS_{sedimentation} + 81.36CDW_{other}]$$



(a)



(b)

ภาพที่ 78 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) ไดยูรอนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอกระทุ่มแบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

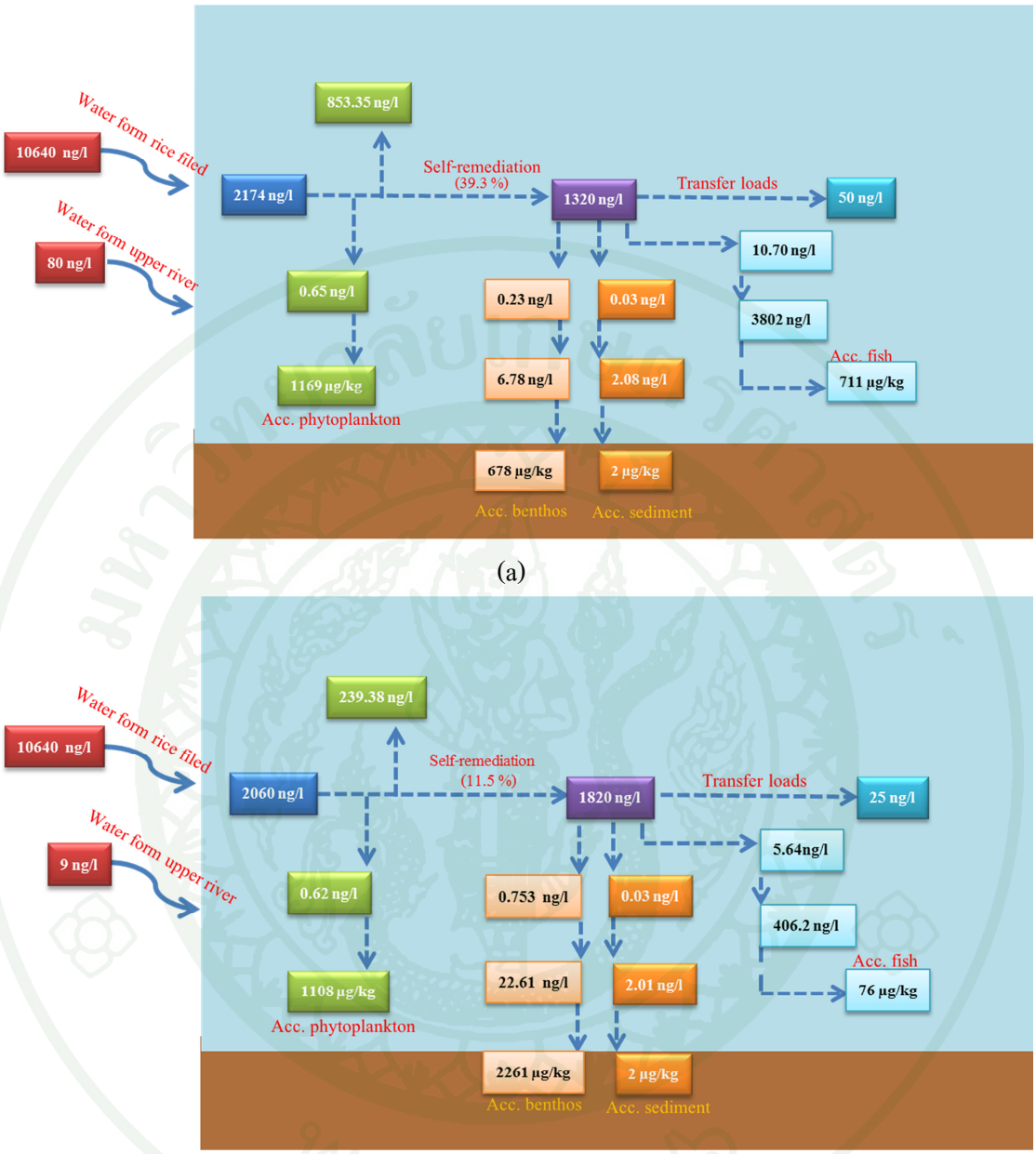
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

แบบจำลองพลวัตของเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan)ในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

จากผลการศึกษาพบว่า เอ็นโดซัลแฟนที่พบในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร (อ.กระทุ่มเบน และ อ.บ้านแพ้ว) พบว่า ในช่วงต้นฤดูฝน (ภาพที่ 79a) และปลายฤดูฝน (ภาพที่ 79b) มีการเคลื่อนตัวของเอ็นโดซัลแฟนที่แตกต่างกันระหว่างช่วงเวลาสองฤดู โดยในช่วงต้นฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 2174 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้ประมาณ 39.3 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีค่าประมาณ 0.65 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 0.03 นาโนกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในปลา 10.70 นาโนกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในปลาเท่ากับ 711 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.23 นาโนกรัมต่อลิตร โดยจะสะสมรวมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 678 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 50 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ

ในช่วงปลายฤดูฝน เอ็นโดซัลแฟนจากพื้นที่การเกษตรและพื้นที่ตอนบนรวมกันมีความเข้ม 2060 นาโนกรัมต่อลิตร ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนจะถูกบำบัดตามธรรมชาติได้มากประมาณ 11.5 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งส่วนที่ถูกบำบัดโดยแพลงก์ตอนพืชมีค่าประมาณ 0.62 นาโนกรัมต่อลิตร เอ็นโดซัลแฟนจะเข้าไปสะสมอยู่ในดินตะกอน 0.03 นาโนกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในดินตะกอนเท่ากับ 2 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนหนึ่งจะสะสมอยู่ในปลา 5.64 นาโนกรัมต่อลิตรโดยจะสะสมรวมในปลาเท่ากับ 76 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัม และสะสมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.75 นาโนกรัมต่อลิตร โดยจะสะสมรวมอยู่ในสัตว์พื้นท้องน้ำเท่ากับ 2261 ไมโครกรัมต่อกิโลกรัมส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งผ่านไปยังพื้นที่ด้านล่างมีความเข้มข้นประมาณ 25 นาโนกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่ามีอยู่ในน้ำ

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพที่ 79 พลวัตของสารเอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน อำเภอกระทุ่มแบนและอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลายฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นอกจากนี้ จากการศึกษาเปรียบเทียบสัดส่วนของความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ผสมอยู่ในน้ำ [CDW_{mix}] กับความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่คาดว่าจะสะสมในองค์ประกอบต่างๆในระบบ ซึ่งประกอบไปด้วยความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ[C_eEB_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา[C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] และความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eD_{other}] โดยสามารถหาสัดส่วนได้ในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนดังภาพที่ 80a และ 80b

โดยในช่วงต้นฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากเปอร์เซ็นต์การบำบัดตัวตามธรรมชาติ ที่ไม่ใช้จากแพลงก์ตอนพืช [C_eDP_{other}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ[C_eEB_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.03 39.25 2.30 0.01 0.49 และ 0.001 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีการหายไปของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เท่ากับ 57.91 เปอร์เซ็นต์ โดยสามารถเขียนสมการได้ดังนี้

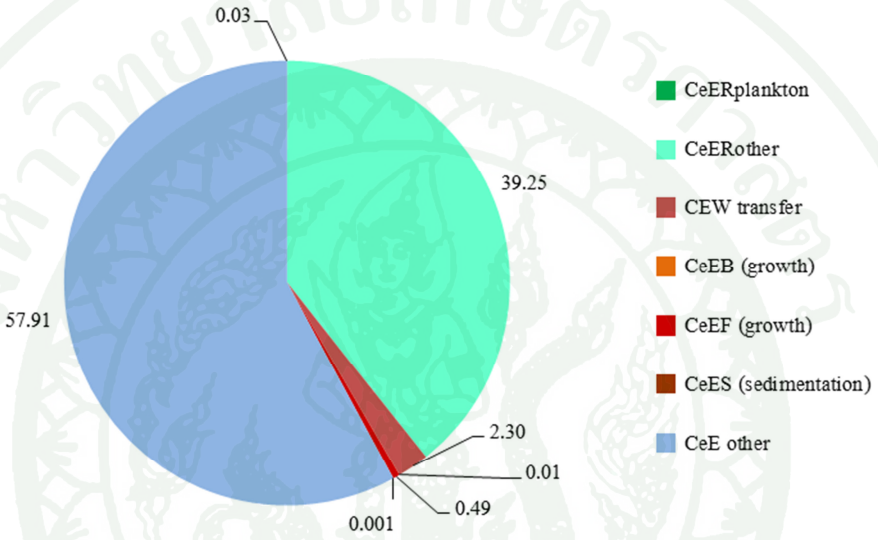
$$CEW_{mix} \times 10^{2} = [0.03\ C_eEP_r + 39.25C_eEP_{other}] + [2.30CEW_{transfer} + 0.01C_eEB_{growth} + 0.49C_eEF_{growth} + 0.001C_eES_{sedimentation} + 57.91CEW_{other}]$$

ในช่วงปลายฤดูฝน ความเข้มข้นของสารเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้ในแพลงก์ตอนพืช [C_eEP_r] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่จะส่งถ่ายไปยังพื้นที่ตอนล่าง [$CEW_{transfer}$] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากการเจริญเติบโตของสัตว์พื้นท้องน้ำ [C_eEB_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากสมการการเจริญเติมโตของปลา [C_eEF_{growth}] ความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ประเมินได้จากอัตราการตกตะกอนในพื้นที่แม่น้ำ [$C_eES_{sedimentation}$] มีสัดส่วนเท่ากับ 0.03 11.62 1.21 0.04 0.27 และ 0.001 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ โดยจะพบว่า มีหายไป

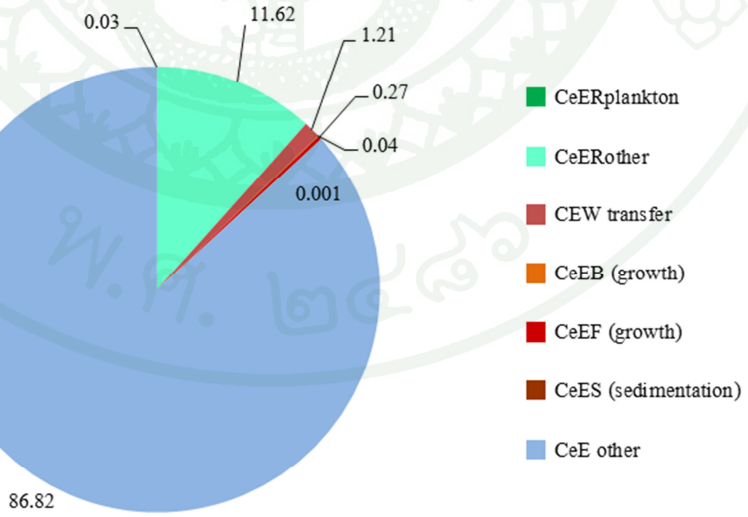
ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ของความเข้มข้นของเอ็นโดซัลแฟนที่ไม่สามารถประเมินได้ [C_eE_{other}] เข้าในระบบ 86.82 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$CEW_{mix} \times 10^2 = [0.03C_eEP_r + 11.62C_eEP_{other}] + [1.21CEW_{transfer} + 0.04C_eEB_{growth} + 0.27C_eEF_{growth} + 0.001C_eES_{sedimentation} + 74.91CEW_{other}]$$



(a)



(b)

ภาพที่ 80 สัดส่วน (เปอร์เซ็นต์) เอ็นโดซัลแฟนในระบบนิเวศแม่น้ำท่าจีน บริเวณอำเภอกระทุ่มแบน และอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในช่วงต้นฤดูฝน (a) และปลาย ฤดูฝน (b)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โดยภาพรวมของการศึกษาแบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีนพบว่า ในเขตพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรีสัดส่วนของไดยูรอนที่ตกค้างในองค์ประกอบทางนิเวศอยู่ในรูปของแพลงก์ตอนพืชประมาณ 2.70-5.07 เปอร์เซ็นต์ และมีสัดส่วนที่สะสมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 0.7-2.7 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังพบว่ามีการสะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตในกลุ่มของสัตว์พื้นท้องน้ำประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นไดยูรอนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี สำหรับสารเอ็นโดซัลแฟนนั้นพบตกค้างในรูปของแพลงก์ตอนพืชประมาณ 0.01-0.27 เปอร์เซ็นต์ โดยจะพบสัดส่วนของการสะสมในดินตะกอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอยู่ที่ประมาณ 0.0001 เปอร์เซ็นต์ สำหรับในสิ่งมีชีวิตนั้น เอ็นโดซัลแฟนสามารถสะสมอยู่ในปลาซึ่งมีสัดส่วนอยู่ในช่วง 0.01-0.1 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นเอ็นโดซัลแฟนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดสุพรรณบุรี

ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐมไดยูรอนที่ตกค้างในองค์ประกอบทางนิเวศ โดยอยู่ในรูปของแพลงก์ตอนพืช 2.52-5.96 เปอร์เซ็นต์ และมีสัดส่วนที่สะสมในดินตะกอนอยู่ในช่วง 0.7-1.3 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสิ่งมีชีวิตพบสัดส่วนไดยูรอนที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้แก่ สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลาโดยมีสัดส่วนเท่ากับ 8.84 และ 0.30 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นไดยูรอนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดนครปฐม สำหรับสารเอ็นโดซัลแฟนนั้นพบตกค้างในรูปของแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 0.01-0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยจะพบสัดส่วนของการสะสมในดินตะกอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอยู่ที่ประมาณ 0.002 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสิ่งมีชีวิตพบสัดส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้แก่ สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลาโดยมีสัดส่วนเท่ากับ 0.04 และ 0.04 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นเอ็นโดซัลแฟนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดนครปฐม

ในเขตพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร สัดส่วนไดยูรอนที่ตกค้างอยู่ในระบบนิเวศพบการสะสมอยู่ในแพลงก์ตอนพืชอยู่ในช่วง 5.77-5.85 เปอร์เซ็นต์ โดยพบสัดส่วนของไดยูรอนตกค้างในดินตะกอนอยู่ในช่วง 4.6-12.3 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสิ่งมีชีวิตพบสัดส่วนไดยูรอนที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้แก่ สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลาโดยมีสัดส่วนอยู่ในช่วง 0.58-1.37 และ 0.07-0.23 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นไดยูรอนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร สำหรับสารเอ็นโดซัลแฟนนั้นพบตกค้างในรูปของแพลงก์ตอนพืชอยู่ประมาณ 0.03 เปอร์เซ็นต์ โดยจะพบสัดส่วนของการสะสมในดินตะกอนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นอยู่ที่ประมาณ 0.001 เปอร์เซ็นต์ ในด้านสิ่งมีชีวิตพบสัดส่วนเอ็นโดซัลแฟนที่สะสมอยู่ในสิ่งมีชีวิตได้แก่ สัตว์พื้นท้องน้ำ และปลาโดยมี

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สัดส่วนเท่ากับ 0.01-0.04 และ 0.27-0.49 เปอร์เซ็นต์ ของความเข้มข้นเอ็นโดซัลแฟนที่พบทั้งหมดในบริเวณพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร

จากข้อมูลซึ่งแสดงสัดส่วนการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช (ไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟน) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนพบว่า สารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดมีการสะสมสูงสุดอยู่ในกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเกิดจากผลของการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของแม่น้ำ สำหรับในดินตะกอนนั้น ไดยูรอนมีประสิทธิภาพในการสะสมสูงกว่าสารเอ็นโดซัลแฟนอย่างเห็นชัด แต่เอ็นโดซัลแฟนมีความสามารถในการสะสมในสิ่งมีชีวิต (สัตว์พื้นท้องน้ำและปลา) ได้ดีกว่าไดยูรอนหลายสิบเท่า ซึ่งในลักษณะดังกล่าวนี้เองแสดงให้เห็นถึงอันตรายของสารเอ็นโดซัลแฟนที่มีโอกาสในการถ่ายทอดความเป็นพิษดังกล่าวไปสู่ลำดับชั้นของห่วงโซ่อาหารต่อไป

แนวทางเบื้องต้นในการจัดการสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีน

ในการจัดการปัญหาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำแม่น้ำท่าจีนสามารถแบ่งแนวทางการลดปัญหาได้การตกค้างของสารได้ โดยสารที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ได้แก่ ไดยูรอน และ เอ็นโดซัลแฟน โดยเฉพาะเอ็นโดซัลแฟน เป็นสารที่มีความเป็นอันตรายสูงมากทางด้าน Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME) ได้มีการกำหนดเกณฑ์ของสารทั้งสองชนิดไว้ดังนี้ ไดยูรอน < 1.3 ไมโครกรัมต่อลิตร และ เอ็นโดซัลแฟน 0.003 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งจากการศึกษาปริมาณสารทั้งสองชนิดในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนพบว่า ในบางพื้นที่ยังมีความเข้มข้นของสารเกินกว่าที่กำหนดหลายเท่า ซึ่งแนวทางในการจัดการเพื่อลดปัญหาการสะสมสารกำจัดศัตรูพืชที่น่าจะเป็นไปได้ที่สุด คือ ลดปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในนาข้าว โดยแบ่งเป็นระดับการลดความเข้มข้น จากความเข้มข้นเดิม 10, 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ซึ่งเมื่อทำการคำนวณในแต่ละพื้นที่ หากสามารถลดความเข้มข้นลงได้ จะพบความปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชที่เหลือยู่ ดังแสงดใน ตารางที่ 28

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางที่ 28 ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่คาดว่าจะพบหลังจากมีการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชไดยูรอน (Diuron) และเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ที่ 10 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

Area Box	Pesticide	% of Reduction	Expected Concentration (µg/L)	
			Early rainy season	Late rainy season
BOX-1 (สุพรรณบุรี)	Diuron (1.3 µg/l)**	-10%	41.0	29.3
		-25%	34.3	24.4
		-50%	23.0	16.3
	Endosulfan (0.003 µg/l)**	-10%	0.019	0.038
		-25%	0.016	0.032
		-50%	0.011	0.019
BOX-2 (นครปฐม)	Diuron (1.3 µg/l)**	-10%	58.3	89.2
		-25%	56.8	82.9
		-50%	54.5	72.3
	Endosulfan (0.003 µg/l)**	-10%	0.066	0.008
		-25%	0.055	0.006
		-50%	0.037	0.004
BOX-3 (สมุทรสาคร)	Diuron (1.3 µg/l)**	-10%	2.2	3.0
		-25%	2.1	2.9
		-50%	2.0	2.8
	Endosulfan (0.003 µg/l)**	-10%	0.048	0.021
		-25%	0.040	0.018
		-50%	0.027	0.012

หมายเหตุ เครื่อง ** คือ ค่ามาตรฐานกำหนดโดย CCME

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากผลการวิเคราะห์ความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชที่คาดว่าจะพบหลังจากมีการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชไดยูรอน (Diuron) และเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) ที่ 10 25 และ 50 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ถึงแม้มีการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชลงตามระดับดังกล่าวแล้ว ความเข้มข้นของสารที่คงเหลืออยู่ในน้ำ ก็ยังคงมีค่าสูงเกินกว่ามาตรฐานที่ได้มีการกำหนดไว้ โดยมีบางพื้นที่เท่านั้นที่มีค่าลดลงมาใกล้เคียงกับค่ามาตรฐาน (เช่น การลดปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟน 50 เปอร์เซ็นต์ ในเขตพื้นที่จังหวัดนครปฐม เป็นต้น) จากข้อมูลดังกล่าว จึงพบว่า ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนนี้ สารกำจัดศัตรูพืช มีการสะสมสูงมากและมีโอกาสส่งความเป็นพิษมายังมนุษย์เราเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้น การกวดขันการใช้สารกำจัดศัตรูพืชให้ถูกวิธีและควบคุมปริมาณที่ใช้อย่างเข้มงวด จึงนับเป็นความจำเป็นที่ทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องควรตระหนักและช่วยกันดำเนินการอย่างเร่งด่วนต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สรุปผลการศึกษา

1) สถานภาพและโอกาสการสะสมของมลพิษทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

การประเมินสถานภาพและโอกาสการสะสมมลพิษทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำทั้งทางด้านกายภาพ เคมี และชีวภาพ พบว่า ช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนมีความแตกต่างของคุณภาพน้ำที่เด่นชัดได้แก่ ปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำ ปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ และปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอน โดยเมื่อพิจารณาปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำพบว่าในช่วงระหว่างต้นฤดูฝน (เดือนพฤษภาคม) และปลายฤดูฝน (เดือนตุลาคม) มีปริมาณออกซิเจนที่ละลายน้ำค่อนข้างใกล้เคียงกัน แต่พบความแตกต่างกันในแต่ละจังหวัดโดยจังหวัดชัยนาทมีปริมาณอออกซิเจนที่ละลายน้ำสูงสุดโดยมีค่าอยู่ในช่วง 3.88-6.04 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนจังหวัดสมุทรสาครจะมีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดอยู่ในช่วงระหว่าง 1.52-2.24 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำผิวดิน พบว่า คุณภาพน้ำในเขตจังหวัดชัยนาทและจังหวัดสมุทรสาคร จัดอยู่ในคุณภาพน้ำประเภทที่ 3 และประเภทที่ 4 ตามลำดับ โดยแม่น้ำท่าจีนในจังหวัดสมุทรสาคร มีปริมาณออกซิเจนละลายน้ำต่ำสุดซึ่งเหมาะกับกิจกรรมด้านอุตสาหกรรมเท่านั้น

การประเมินสถานภาพและโอกาสการสะสมมลพิษทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน จากข้อมูลการศึกษาคุณภาพน้ำเฉพาะทางด้านปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน พบความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล โดยช่วงต้นฤดูฝนจะมีปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจนสูงกว่า ในช่วงปลายฤดูฝน เนื่องจากกิจกรรมด้านการเกษตรโดยรอบพื้นที่ นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบปริมาณแอมโมเนียม-ไนโตรเจน แต่ละจังหวัดพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยมีค่าสูงสุดในจังหวัดสมุทรสาครและต่ำสุดในจังหวัดชัยนาท มีค่าอยู่ในช่วง 56.70-78.85 และ 6.15-8.10 ไมโครโมลาห์ ตามลำดับ จังหวัดสมุทรสาครมีค่าแอมโมเนียมสูงกว่าจังหวัดชัยนาท ประมาณ 10 เท่า ซึ่งสูงมากกว่าแม่น้ำอื่นๆในที่ราบลุ่มภาคกลาง ส่วนปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงคล้ายกับแอมโมเนียม แต่ไม่พบความแตกต่างกันระหว่างฤดูกาล ปริมาณออร์โธฟอสเฟต-ฟอสฟอรัส มีค่าเฉลี่ยสูงสุดในสมุทรสาคร และต่ำสุดในจังหวัดชัยนาทโดยมีค่าอยู่ในช่วง 5.31-6.16 และ 0.48-0.50 ไมโครโมลาห์ ตามลำดับ โดยออร์โธฟอสฟอรัสจะมีค่าสูงในพื้นที่จังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม โดยมีค่าสูงกว่าบริเวณตอนบน และตอนกลางของแม่น้ำท่าจีนประมาณ 2-10 เท่า

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำหรับการวิเคราะห์โอกาสการสะสมมลพิษทางน้ำจากปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน พบความแตกต่างกันโดยเฉพาะพื้นที่จังหวัดชัยนาทมีปริมาณสารอินทรีย์รวมในดินตะกอนต่ำกว่าในพื้นตอนกลางและตอนล่างประมาณ 2 เท่า เนื่องจากความต่างในกิจกรรมทางการเกษตร (พื้นที่ทำนา ทำสวน และฟาร์มสุกร) ผนวกกับลักษณะตามธรรมชาติของแม่น้ำที่ค่อนข้างคดเคี้ยวในตอนล่างมากกว่า

จากข้อมูลคุณภาพน้ำและคุณภาพดินที่ได้ในภาพรวม สามารถสรุปได้ว่าแม่น้ำท่าจีนในพื้นที่เขตจังหวัดนครปฐม และจังหวัดสมุทรสาคร มีโอกาสที่จะเกิดการสะสมของมลพิษทางน้ำได้มากกว่าเขตอื่น

2) ชนิด ปริมาณและการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำและในดินตะกอนของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ผลการศึกษาชนิดปริมาณและการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชในน้ำและดินตะกอนในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนพบสารกำจัดศัตรูพืชที่สำคัญ 2 ชนิดได้แก่ สารเอ็นโดซัลแฟน และสารไดยูรอน และเมื่อทำการเปรียบเทียบอิทธิพลของฤดูกาลที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชพบว่า ฤดูกาลที่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชอย่างไม่มีทิศทางที่แน่นอน แต่โดยรวมแล้วสารกำจัดศัตรูพืชมักมีค่าค่อนข้างสูงในช่วงปลายฤดูฝน

เมื่อเปรียบเทียบปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในแต่ละจังหวัดที่แม่น้ำท่าจีนไหลผ่าน พบว่าจังหวัดชัยนาทมีปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟนในช่วงต้นฤดูฝนและปลายฤดูฝนเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 2.22-7.55 และ 0.020-0.039 ไมโครกรัมต่อลิตรตามลำดับ และหากพิจารณาถึงความเสี่ยงและอันตรายของสารกำจัดศัตรูพืชแต่ละชนิดที่พบในแม่น้ำท่าจีนพบว่าปริมาณสารไดยูรอน มีค่าเกินกว่าเกณฑ์ของ UCDAVIS (2010) ที่กำหนดปริมาณไดยูรอนสูงสุดที่ยอมให้มีในน้ำได้ เท่ากับ 1.3 ไมโครกรัมต่อลิตร โดยแม่น้ำท่าจีนพบไดยูรอนสูงสุดถึงประมาณ 15 เท่า ส่วนสารเอ็นโดซัลแฟนที่พบในแม่น้ำท่าจีนนั้น ก็มีค่าสูงเกินเกณฑ์ที่ถูกกำหนดโดย Canadian Council of Ministers of the Environment 2010 ซึ่งยอมให้มีเอ็นโดซัลแฟนสูงสุดได้ไม่เกิน 0.003 ไมโครกรัมต่อลิตร ซึ่งปริมาณเอ็นโดซัลแฟนเฉลี่ยที่พบในแม่น้ำท่าจีนนั้นมีค่าสูงสุดถึงประมาณ 17 เท่า จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นถึงความเสี่ยงที่สารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดนี้จะก่อให้เกิด

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทางน้ำได้สูงมาก และสามารถส่งผลกระทบต่อคนที่ใช้ประโยชน์จากแม่น้ำท่าจีนได้ต่อไปอย่างแน่นอน

3) การสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในปลาและสัตว์พื้นท้องน้ำของพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

ผลการศึกษาปริมาณการตกค้างของสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชในสิ่งมีชีวิตในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน ได้แก่ ปลา และสัตว์พื้นท้องน้ำ พบการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืช โดยปลาที่มีการสะสมของสารไดยูรอนได้แก่ ปลาสลิด (*Trichogaster pectoralis*) ปลาหมอ (*Anabas testudineus*) และปลาดุก (*Clarias macrocephalus*) มีปริมาณการตกค้างเท่ากับ 0.19, 0.03 และ 0.03 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนสารเอ็นโดซัลแฟนมีการตกค้างอยู่ในปลา 3 ชนิดนี้ เท่ากับ 0.08, 0.17 และ 0.71 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ อนึ่ง ในเขตจังหวัดนครปฐม ยังพบการตกค้างของสารเอนโดซัลแฟนในปลาสวาย (*Pangasius hypophthalmus*) โดยมีปริมาณการตกค้างของสารเอนโดซัลแฟนเท่ากับ 0.11 ไมโครกรัมต่อลิตร ส่วนเขตจังหวัดสุพรรณบุรี พบการตกค้างของสารเอนโดซัลแฟนในปลาตะโกก (*Cyclocheilichthys enoplos*) ปลาสร้อยขาว (*Henicorhynchus siamensis*) ปลากะมัง (*Puntioplites proctozysron*) และปลาหมอช้างเหยียบ (*Pristolepis fasciatus)* ในปริมาณ 0.19, ND, 1.74 และ 1.06 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

ผลการศึกษาการตกค้างของสารกำจัดศัตรูพืชในสัตว์พื้นท้องน้ำ พบว่า มีการสะสมของสารไดยูรอนในสัตว์พื้นท้องน้ำกลุ่มหนอนแดง (*Branchiur*a sp.) ในเขตจังหวัดสมุทรสาคร และจังหวัดนครปฐม ในปริมาณ 0.63 และ 1.28 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ ส่วนสารเอ็นโดซัลแฟนพบการสะสมในหนอนแดง ในเขตจังหวัดสมุทรสาครและจังหวัดนครปฐมในปริมาณ 2.26 และ 2.56 ไมโครกรัมต่อกรัม ตามลำดับ

4) แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน

แบบจำลองพลวัตสารกำจัดศัตรูพืชสำหรับระบบนิเวศทางน้ำในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนในการศึกษานี้ ได้พัฒนาจากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างสารกำจัดศัตรูพืช (เอ็นโดซัลแฟนและไดยูรอน) กับปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ เพื่อหาปัจจัยดัชนีที่มีบทบาทต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

จากการวิเคราะห์บทบาทความสัมพันธ์ของปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำ พบว่าปริมาณไดยูรอน (CD_W; µg/l) และเอ็นโดซัลแฟน (CE_W; µg/m^3) ในน้ำ มีความสัมพันธ์กับแอมโมเนียมไนโตรเจน (NH_4^+-N; µM) และซิลิเกตซิลิกอน [$Si(OH)_4$-Si; µM] ดังสมการ CD_W= 1.33 [NH_4^+-N] -11.60 ($R = 0.798$, $P < 0.05$) และ CE_W= 0.66 [$Si(OH)_4$-Si] - 51.95 ($R = 0.679$, $P < 0.05$) ตามลำดับ ส่วนในดินตะกอนพบความสัมพันธ์ของไดยูรอน (CD_S; µg/g) และเอ็นโดซัลแฟน (CE_S; µg/ton) กับปริมาณสารอินทรีย์รวมในดิน (TOM; %) ดังสมการ CD_S= 15.44+1.30 [TOM] ($R = 0.993$, $P < 0.01$) และ CE_S = 4.94 – 0.237 [TOM] ($R = 0.713$, $P < 0.05$) ตามลำดับ ผลการศึกษาภาพรวมพบว่า ปัจจัยแวดล้อมทางน้ำโดยเฉพาะแอมโมเนียมไนโตรเจนและสารอินทรีย์ในดินตะกอน มีบทบาทต่อพลวัตการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชที่ปนเปื้อนลงสู่ระบบนิเวศแหล่งน้ำ

แบบจำลองพลวัตของสารกำจัดศัตรูพืชในแม่น้ำท่าจีนในการศึกษานี้ เป็นการอธิบายองค์ประกอบของสารกำจัดศัตรูพืชที่พบในน้ำ ซึ่งพบว่าไดยูรอน มีการสะสมในแพลงก์ตอนพืช 11.5-65.2 เปอร์เซ็นต์ ใน สัตว์พื้นท้องน้ำ 0.6-8.8 เปอร์เซ็นต์ ในปลา 0.03-0.30 เปอร์เซ็นต์ และในดินตะกอน 0.7-4.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเอ็นโดซัลแฟน มีการสะสมในแพลงก์ตอนพืช 11.65-65.18 เปอร์เซ็นต์ ในสัตว์พื้นท้องน้ำ 0.01-0.04 เปอร์เซ็นต์ ในปลา 0.01-0.49 เปอร์เซ็นต์ และในดินตะกอน 0.0001-0.002 เปอร์เซ็นต์

แบบจำลองที่ถูกพัฒนาขึ้นนี้ เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยในการทำนายการเปลี่ยนแปลงของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศวิทยาทางน้ำของแม่น้ำท่าจีน ซึ่งโดยภาพรวมพบว่าปัจจัยสิ่งแวดล้อมทางน้ำที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารกำจัดศัตรูพืชนั้น ยังมีความสัมพันธ์กับปัจจัยอื่นๆอีกหลายปัจจัยในระบบนิเวศ และปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของสารกำจัดศัตรูพืชภายในระบบนิเวศทางน้ำสำหรับแม่น้ำท่าจีน เป็นการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของแม่น้ำเอง ซึ่งกระบวนการนี้มีความแตกต่างกันระหว่างฤดูแล้ง และฤดูน้ำหลาก โดยการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติจะมีอิทธิพลต่อการเปลี่ยนแปลงสารกำจัดศัตรูพืชในช่วงฤดูน้ำหลากได้มากกว่าในฤดูแล้ง

จากข้อมูลซึ่งแสดงสัดส่วนการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืช (ไดยูรอนและเอ็นโดซัลแฟน) ในพื้นที่แม่น้ำท่าจีนพบว่า สารกำจัดศัตรูพืชทั้งสองชนิดมีการสะสมสูงสุดอยู่ในกลุ่มของแพลงก์ตอนพืชซึ่งเกิดจากผลของการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของแม่น้ำ สำหรับในดินตะกอน

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

นั้น ไดยูรอนมีประสิทธิภาพในการสะสมสูงกว่าสารเอ็นโดซัลแฟนอย่างเห็นชัด อย่างไรก็ตามเอ็นโดซัลแฟนมีความสามารถในการสะสมในสิ่งมีชีวิต (สัตว์พื้นท้องน้ำและปลา) ได้ดีกว่าไดยูรอนหลายสิบเท่าทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุ และอัตราการเจริญเติบโตของสิ่งมีชีวิตชนิดนั้นๆด้วยซึ่งในลักษณะดังกล่าวนี้เองแสดงให้เห็นถึงอันตรายของสารเอ็นโดซัลแฟนที่มีโอกาสในการถ่ายทอดความเป็นพิษดังกล่าวไปสู่ลำดับชั้นของห่วงโซ่อาหารและทำให้เกิดอันตรายได้อย่างมากต่อไป

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ข้อเสนอแนะ

แนวทางการแก้ปัญหาเชิงปฏิบัติ

ในการลดปัญหาการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในระบบนิเวศนั้นจำเป็นต้องมีการควบคุมทั้งทางด้านกลไกของเกษตรกรเอง โดยการปลูกจิตสำนึกให้ทราบถึงผลกระทบจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช ทั้งโดยตรงต่อตนเอง ได้แก่ การเกิดผลกระทบจากการใช้กำจัดศัตรูพืชโดยตรงต่อร่างกาย เช่น การเกิดโรคต่างๆหลังจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช การสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชในร่างกาย ผลกระทบต่อสภาพพื้นที่ที่ทำการเกษตรซึ่งเมื่อมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชอย่างต่อเนื่องและยาวนานจะทำให้สภาพพื้นที่ไม่เหมาะสมต่อการทำการเกษตรต่อไปในอนาคต ยกตัวอย่างเช่น การใช้ยากำจัดศัตรูพืชซึ่งจะมีผลทำให้สภาพพื้นดินมีการเปลี่ยนแปลง โดยพื้นที่ที่ได้รับสารกำจัดวัชพืชจะมีลักษณะที่แข็ง แห้ง จุลินทรีย์ที่เคยมีประสิทธิภาพในย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ ถูกกำจัดออกไปจากระบบดินทำให้ไม่เกิดกระบวนการเปลี่ยนแปลงของธาตุอาหารเกิดขึ้นซึ่ง เป็นผลให้ปุ๋ยที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติหมดไปจากดินในที่สุด เมื่อปุ๋ยที่เคยมีตามธรรมชาติหมดไป เกษตรกรจึงจำเป็นต้องนำปุ๋ยเคมีเข้ามาใช้ในกระบวนการปลูกพืช ถึงแม้ว่าปุ๋ยเคมีเหล่านี้จะมีปริมาณแร่ธาตุอาหารที่พืชต้องการในปริมาณสูง แต่โดยส่วนมากธาตุอาหารที่มีอยู่จะเกินความจำเป็นของพืชที่จะนำไปใช้ในกระบวนการเติบโตได้ ดังนั้นส่วนที่เหลือของปุ๋ยเหล่านี้จะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำและก่อให้เกิดปัญหายูโทรฟิเคชั่นในแหล่งน้ำตามมา

ซึ่งถ้ามีการลดการใช้สารเคมีลงกระบวนการเหล่านี้ก็จะไม่เกิดขึ้นหรือเกิดขึ้นได้เพียงเล็กน้อยซึ่งศักยภาพการบำบัดตัวเองตามธรรมชาติของพื้นที่สามารถช่วยบรรเทาผลกระทบได้โดยไม่ต้องพึ่งพากรรมวิธีของมนุษย์ในการช่วยบำบัด อีกทั้งยังสามารถลดความเสี่ยงของเกษตรกรที่ได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืชอีกทางหนึ่งด้วย

นอกจากนี้กระบวนการที่ทำให้เกษตรกรทราบถึงความรุนแรงของการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการทำเกษตรกรรม จากความสำคัญทางด้านอาหาร ซึ่งสารเคมีต่างๆที่มีการใช้ในกระบวนเพาะปลูกด้านการเกษตร จะมีเส้นทางที่จะย้อนกลับมาหาเกษตรกรผู้ที่ใช้สารเคมีเหล่านั้น ผ่านทางอาหารที่บริโภคเข้าไป โดยเมื่อมีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเพาะปลูก ส่วนหนึ่งของสารกำจัดศัตรูพืชจะถูกชะล้างลงสู่แหล่งน้ำมีการสะสมและถ่ายผ่านทางกระบวนการกินอาหาร (biomagnification) ซึ่งสำหรับระบบนิเวศแหล่งน้ำจะเกิดจากการกินกันเป็นทอดๆตามลำดับชั้น

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

(Trophic level) เช่น จากการสะสมใน แพลงก์ตอนพืช แพลงก์ตอนสัตว์ ปลาขนาดเล็ก ปลาขนาดใหญ่ จนถึงคน เป็นต้น ซึ่งปริมาณการสะสมของสารขึ้นอยู่กับความซับซ้อนของห่วงโซ่อาหารหรือสายใย อาหาร ซึ่งถ้าห่วงโซ่ใดมีความซับซ้อนมาก ก็จะมีโอกาสการสะสมของสารกำจัดศัตรูพืชของผู้บริโภคขั้นสุดท้ายมากขึ้น โดยสำหรับแม่น้ำท่าจีนนั้นปลาจะเป็นผู้บริโภคลำดับสุดท้ายในระบบนิเวศของแหล่งน้ำ โดยเฉพาะปลาเศรษฐกิจต่างๆ เช่น ปลาสวาย ปลานิล ปลาดุก ปลาช่อน เป็นต้น ซึ่งปลาเหล่านี้ล้วนเป็นสัตว์น้ำที่ถูกนำมาใช้บริโภคทั้งสิ้น

นอกจากสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในพื้นที่แม่น้ำจะได้รับผลกระทบแล้ว สำหรับแม่น้ำที่มีการเคลื่อนตัวอยู่ตลอดเวลา สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้จะถูกพัดพาไปกับมวลน้ำผ่านไปสู่พื้นที่ต่างๆ ทำให้สารกำจัดศัตรูพืชมีการแพร่กระจายไปสู่ทุกพื้นที่ที่แม่น้ำไหลผ่าน จนถึงบริเวณปากแม่น้ำ ซึ่งถือว่าแหล่งอาหารขนาดใหญ่ ที่เป็นแหล่งผลิตอาหารที่สำคัญของประเทศ เมื่อสารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้มีการพัดพา เข้าสู่บริเวณปากแม่น้ำ จะเกิดการสะสมในสิ่งมีชีวิต เมื่อมีการนำทรัพยากรสิ่งมีชีวิตในบริเวณนี้ไปใช้ประโยชน์ สารกำจัดศัตรูพืชเหล่านี้ก็จะแพร่กระจายเข้าสู่ผู้บริโภคอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นการลดปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชจึงมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการควบคุมการแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูทั้งระบบระนิเวศ

นโยบายการกระตุ้นการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชจากการทำนา

นโยบายของภาครัฐมีบทบาทสำคัญในการกระตุ้นให้เกิดการลดการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในการเกษตร โดยในเชิงนโยบาย ควรมีการส่งเสริมให้เกิดการทำการเกษตรเชิงอินทรีย์ ซึ่งเป็นแนวทางและวิธีการสำคัญในการควบคุมการใช้สารกำจัดศัตรู โดยรัฐต้องมีการกระตุ้นและกำหนดนโยบายด้านราคาเพื่อเป็นตัวกระตุ้นให้เกษตรกรหันมาสนใจในการทำเกษตรอินทรีย์ โดยการแบ่งราคาของสินค้าการเกษตรที่มาจากฟาร์มที่เป็นเกษตรอินทรีย์ กับฟาร์มที่ยังใช้สารเคมีให้ชัดเจน เช่น ให้ราคาของสินค้าการเกษตรจากฟาร์มที่เป็นเกษตรอินทรีย์มีราคาสูง เพื่อเป็นการกระตุ้น โดยรัฐสามารถนำสินค้าการเกษตรเหล่านี้ไปขาย หรือส่งออกในกลุ่มของผู้บริโภคที่มีกำลังในการซื้อ เมื่อสินค้าเกษตรอินทรีย์มีราคาสูงขึ้น เกษตรกรก็จะหันมาทำเกษตรอินทรีย์กันตามระบบ ซึ่งเป็นผลทำให้สารกำจัดศัตรูพืชลดลงตามกลไกที่ได้กำหนดไว้ สำหรับเกษตรกรที่ทำนานั้น กลไกที่มีส่วนช่วยผลักดันในเกิดการทำเกษตรอินทรีย์คือ การประกันราคา หรือการจำนำข้าว ซึ่งถ้ารัฐบาลมีการกำหนดราคาของข้าวที่ได้จากฟาร์มที่เป็นเกษตรอินทรีย์ให้มีราคาที่สูง เป็นการดึงดูดให้เกษตรกร

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สนใจหันมาทำเกษตรอินทรีย์ ซึ่งกลไกนี้จำเป็นต้องมีภาครัฐเข้ามาควบคุมอย่างใกล้ชิด ภายใต้การกำกับดูแลของ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ และกระทรวงพาณิชย์

นอกจากนี้ควรมีการวิจัยและพัฒนาฟาร์มเกษตรอินทรีย์นำร่อง สำหรับนาข้าว เพื่อเป็นต้นแบบสำหรับเกษตรกรรายอื่นๆ ซึ่งสำหรับแม่น้ำท่าจีนนั้นพื้นที่ที่คาดว่ามีความเหมาะสมและควรสงเสริมให้ปลูกข้าวอินทรีย์ได้แก่ จังหวัดสุพรรณบุรี เนื่องจากจังหวัดสุพรรณบุรี มีพื้นที่ทำนามากที่สุดของลุ่มน้ำท่าจีน อีกทั้งมีปริมาณการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณที่สูง โดยภาครัฐควรเริ่มสร้างกลุ่มความร่วมมือ รวมทั้งกำหนดพื้นที่ (Zone) สำหรับการปลูกข้าวอินทรีย์ ให้เกษตรกรที่ปลูกข้าวอินทรีย์ได้มีตลาดรองรับที่เหมาะสม รวมถึงควบคุมมาตรฐานของข้าวอินทรีย์ให้อยู่ในเกณฑ์เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือในกลุ่มผู้บริโภค รวมถึงการส่งออกข้าวอินทรีย์ในอนาคต เนื่องจากข้าวเป็นสินค้าการเกษตรที่มีความสำคัญของโลก ฉะนั้นโอกาสที่จะสร้างระบบการปลูกข้าวที่ปราศจากสารเคมียังเป็นช่องทางที่เปิดกว้างอยู่

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารและสิ่งอ้างอิง

กรมควบคุมมลพิษ. 2548. **โครงการศึกษาและพัฒนาการจัดการน้ำเสียจากเกษตรกรรมพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีนกิจกรรมการศึกษาเพื่อกำหนดมาตรการการป้องกันมลพิษจากนาข้าวในพื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน**. กระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมควบคุมมลพิษ. 2552. **รายงานสถานการณ์มลพิษทางน้ำจากนาข้าวและการจัดการ. สำนักจัดการคุณภาพน้ำ**. กรมควบคุมมลพิษ, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กรมวิชาการเกษตร. 2542**. รายงาน โครงการศึกษาผลกระทบจากการใช้เอ็นโดซัลแฟน.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

กรมศุลกากร2541. **สถิติการนำ เข้าสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทยปี 2527 –2540.** กรมศุลกากร, กระทรวงการคลัง, กรุงเทพฯ.

กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม. 2535. **คำ ศัพท์สิ่งแวดล้อม**. กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

กองสารสนเทศสิ่งแวดล้อม. 2541. **ฐานข้อมูลคำศัพท์ด้านสิ่งแวดล้อม.** กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อม กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดสิ่งล้อม, กรุงเทพฯ.

กัณฑรีย์ ศรีพงศ์พันธ์. 2540. **มลพิษทางน้ำ.** ภาควิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์, นครปฐม.

เกษม จันทร์แก้ว. 2541. **วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม.** โครงการสหวิทยาการบัณฑิตศึกษา สาขาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ดำรง เวชกิจ. 2537. ตอบปัญหา. **วารสาร กีฏ. สัตว.** 16 (2): 120-125.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ธิรารัตน์ โพธิ์พันธุ์. 2542. **การตกค้างของสารกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดในระบบการปลูกพืชแบบยกร่อง กรณีศึกษา: สวนองุ่นอำเภอดำเนินสะดวก จังหวัดราชบุรี.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นวลศรี ทยาพัชร. 2523**. การศึกษาวิจัยวัตถุมีพิษตกค้างในตะกอน.** รายงานการค้นคว้าและวิจัย กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

นวลศรี ทยาพัชร. 2533. **รายงานวิชาการเรื่อง ปัญหาสารพิษทางเกษตรในประเทศไทย.** กองวัตถุมีพิษการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์. 2542. **สารกำจัดศัตรูพืชในประเทศไทย.** ฝ่ายสารวัตรเกษตร กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์**,** กรุงเทพฯ.

เปี่ยมศักดิ์ เมนะเศวต. 2536. **แหล่งน้ำกับปัญหามลภาวะ.** จุฬาลงกรณ์วิทยาลัย. กรุงเทพฯ.

พงศ์พันธุ์ จึงอยู่สุข, พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์ และ สุปราณี อิ่มพิทักษ์. 2540. **การศึกษาปริมาณสารพิษตกค้างในดิน น้ำ พืช จากบริเวณพื้นที่สูงภาคเหนือ**, น. 162-178. ใน รายงานผลงานวิจัยและพัฒนา ปีงบประมาณ 2534-2539. สำนักวิจัยและพัฒนาการเกษตรที่ 1 กรมวิชาการเกษตร, เชียงใหม่.

พาลาภ สิงหเสนี. 2540. **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม.** พิมพ์ครั้งที่ 5. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

ภิญญา จำรัสกุล. 2539. การแพร่กระจายของสารกำจัดศัตรูพืชเข้าสู่สภาพแวดล้อม. **ข่าวสารวัตถุมี พิษ** 23 (3): 125-129.

ภิญญา จำรัสกุล, บังเอิญ สีมา และ สุวิมล เลิศวีระศิริกุล. 2539. วิจัยชนิดและปริมาณสารพิษตกค้างกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตและคาร์บาเมทในน้ำและดินตะกอนจากแม่น้ำท่าจีนคลองแยก. **ข่าวสารวัตถุมีพิษ** 23 (3): 101-112.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภิญญา จำรัสกุล, ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง, พงศ์ศรี ใบอดุลย์ และ พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2542. การแพร่กระจายของวัตถุมีพิษในน้ำและดินตะกอนบริเวณลุ่มแม่น้ำแม่กลองและคลองแยก. **ข่าวสารวัตถุมีพิษ** 26 (2): 43-56.

มลิวรรณ บุญเสนอ. 2552. **นิเวศพิษวิทยา.** คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร. นครปฐม.

มโนชัย กีรติกสิกร. 2528. **หลักการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืช.** ฟันนี่พับบลิชชิ่ง, กรุงเทพฯ.

รัชนี สุวภาพ. 2541. **สารพิษตกค้างของวัตถุมีพิษกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในพืช.** กองวัตถุมีพิษการเกษตร, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ.

วริยา มิตตา. 2547. **การประยุกต์แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินความสามารถ ในการรองรับของเสียสูงสุดรายวันของปริมาณความต้องการออกซิเจนทางชีวเคมีในแม่น้ำยม จังหวัดน่าน.**วิทยานิพนธ์ ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

ศิวาภรณ์ สกุลเที่ยงตรง, ผกาสินี อินอ่อน, ศรีพรรณ มุขสมบัติ และ พูลสุข หฤทัยธนาสันติ์. 2540. การศึกษาการสะสมสารพิษในดินและน้ำบริเวณสวนองุ่น จังหวัดสมุทรสาคร ภายใต้โครงการลดการใช้สารเคมีทางการเกษตร. **ข่าวสารวัตถุมีพิษ** 24 (3): 116-126.

ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา. 2540. **ภาวะมลพิษของดินจากการใช้สารเคมี.** ภาควิชาปฐพีวิทยา, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. สำ นักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สมยศ รุ่งโรจน์วณิชย์. 2540. **การตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำและดินภายหลังการใช้ประโยชน์ที่ดินบริเวณพื้นที่ต้นน้ำ สถานีวิจัยลุ่มน้ำยม จ. แพร่.** กลุ่มลุ่มน้ำส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

สมยศ รุ่งโรจน์วณิชย์, ปัทมา แสงบริสุทธิ์ และ บุญมา ดีแสง. 2535**. ผลของการศึกษาชนิดและปริมาณโลหะหนักและวัตถุมีพิษทางการเกษตรที่ตกค้างในน้ำและดินตะกอนบริเวณภาคเหนือของประเทศไทย**. กลุ่มลุ่มน้ำ ส่วนวิจัยและพัฒนาสิ่งแวดล้อมป่าไม้ สำนักวิชาการป่าไม้ กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2552. **โครงการการบริหารจัดการระบบนิเวศลุ่มน้ำท่าจีน**. กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานนโยบายและแผนทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม. 2554. **โครงการประเมินสิ่งแวดล้อมระดับยุทธศาสตร์ลุ่มน้ำแม่น้ำท่าจีน เพื่อพัฒนาทรัพยากรน้ำอย่างยั่งยืน.** กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ. 2533. **การศึกษาผลกระทบจากการใช้สารเคมีปราบศัตรูพืชของเกษตรกร.** กระทรวงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและการพลังงาน, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5. 2548. **รายงานสถานการณ์สิ่งแวดล้อมปี 2548 พื้นที่ลุ่มน้ำท่าจีน และลุ่มน้ำคาบเกี่ยว.** สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5. 2550. **แผนจัดการคุณภาพสิ่งแวดล้อมระดับภาคลุ่มน้ำท่าจีนและลุ่มน้ำคาบเกี่ยว (ลุ่มน้ำเจ้าพระยา-ลุ่มน้ำน้อย) พ.ศ. 2550-2554**. สำนักงานสิ่งแวดล้อมภาค 5, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม, กรุงเทพฯ.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ. 2531. ผลกระทบจากการใช้สารกำจัดศัตรูพืช. **ข่าวสารวัตถุมีพิษ.** 15(2): 55-57.

Arnot, J.A. 2006. A review of bioconcentration factor (BCF) and bioaccumulation factor (BAF) assessments for organic chemicals in aquatic organisms. **Environmental Reviews**. 14: 257-297

Brown, A.W.A. 1978. **Ecology of Pesticide**. John Wiley and Sons, New York.

Connell, D.W. 1997. **Basic Concept of Environmental Chemistry.** Lewis Publishers, New York. U.S.A.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Edwards, C.A. 1973. **Pesticide Residues in Soil and Water** : **Environmental Pollution by Pesticide.** Plenum Press, London.

Emeterio I. J. and Victor P. G. 1992. Relationships between Organic Carbon and Total Organic Matter in Municipal Solid Wastes and City Refuse Composts. **Bioresource Technology** 41: 265-272

Gooddy, D. C., P. J. Chilton, and I. Harrison. 2002. A field study to assess the degradation and transport of diuron and its metabolites in a calcareous soil. **Sci. Total Environ.** 297:67-83

Lamoree, M. H., Swart, C. P., van der Horst, A. and van Hattum, B. (2002) Determination of diuron and the antifouling paint biocide Irgarol 1051 in Dutch marinas and coastal waters**. J. Chromatogr.** A 970, 183–190.

Laskowski, D.A. 1992. **EPA guideline for environmental fate study meaningful data for accessing exposure to pesticide**, pp. 117-128. In Arochemical Environmental Fate : State of Art. CRS Press, New York, USA.

Leng, L.M., E.M.K. Leovey, and P.L. Zubkoff. 1995. **Agrochemical Environmental Fate Stat of Art.** CRC Press, Inc. Lewis publishers.

Ney, R.E. 1990. Where did that chemical go : **A practical guide to chemical fate and transport in the environment**. Van Nostrand Reinhold , New York.

Okamura, H., Aoyama, I., Ono, Y., Nishida, T. 2003. Antifouling herbicides in the coastal waters of western Japan. **Mar. Poll. Bull.** 47, 59-67

Patnaik, P. 1997. **Handbook of Environmental Analysis Chemical Pollutants in Air, Water, Soil and Solid Wasters.** Lewis Publishers.

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Rouchaud. J. 2000. Soil dissipation of diuron, chlorotoluron, simazine, propyzamide, and diflufenican herbicides after repeated applications in fruit tree orchards. **Arch. Environ. Contam.Toxicol.** 39: 60-65

Saglio P, Trijasse S. 1998. Behavioral responses to atrazine and diuron in goldfish. **Arch Environ Con Tox** 35:484-491

Schuytema GS, Nebeker AV. 1998. Comparative toxicity of diuron on survival and growth of Pacific treefrog, bullfrog, red-legged frog and African clawed frog embryos and tadpoles. Arch **Environ Contam Toxicol** 34:370–376

Thangtham, N. 2002. **Mathematical Models of Soil Erosion and Sediment Pollution in Watershed. Faculty of Forestry**, Kasetsart Univ., Bangkok. (in Thai) Cited Philip,J.R. 1991. Soil, Natural Science and Models. Soil Sci., n.p.

Tworkoski. T. J.. W. V. Welker, and G. D. Vass. 2000. Soil residues following repeat applications of diuron, simazine. and terbacil. **Weed Technol**. 14: 191-196.

Wessels, J. S. C. and R. Vander Veen. 1956. The action of some derivatives of phenylurethan and of 3-phenyl-1,1-di- methylurea on the Hill reaction**. Biochim. Biophys.** 19, 548-549

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาคผนวก

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 1 ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที) ของสถานีที่ทำการศึกษาในพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

		ความเร็วของกระแสน้ำ (เมตรต่อวินาที)					
จังหวัด	สถานี	พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	0.13	0.16	0.04	0.59	-	0.04
	TC32	0.11	0.20	0.27	0.56	-	0.04
	TC30	0.10	0.07	0.01	0.39	-	0.03
สุพรรณบุรี	TC27.5	0.13	0.23	0.07	0.40	-	-
	TC27	0.12	0.37	0.07	0.60	-	-
	TC25.2	0.08	0.37	0.16	0.66	-	0.30
	TC25	0.08	0.37	0.05	0.16	-	0.27
	TC23	0.10	0.44	0.05	0.26	-	0.54
	TC21	0.33	0.29	0.20	0.17	-	0.36
	TC19	0.53	0.60	0.20	0.16	-	0.15
	TC17	0.09	0.59	0.22	0.23	0.03	0.23
นครปฐม	TC13	-	0.55	0.18	0.13	-	0.39
	TC11	0.07	0.31	0.47	-	-	0.42
	TC8	0.44	0.36	0.54	0.72	0.45	0.35
สมุทรสาคร	TC5.1	0.67	0.36	0.26	0.58	-	0.17
	TC4	0.23	0.67	0.13	0.53	0.10	0.19
	TC1	0.34	0.08	0.63	0.86	0.12	0.27

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 2 ความโปร่งแสงของน้ำ (เซนติเมตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ความโปร่งแสงของน้ำ (เซนติเมตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	40	34	-	-	60	44
	TC32	45	22	20	-	80	40
	TC30	30	20	20	-	50	37
	TC29	20	23	15	-	45	57
สุพรรณบุรี	TC27.5	28	25	40	-	75	-
	TC27	30	28	15	-	70	-
	TC26	22	25	50	-	65	56
	TC25.5	35	25	50	-	90	-
	TC25.2	-	-	45	-	85	55
	TC25	30	15	50	-	40	55
	TC23	45	20	40	-	-	65
	TC21	48	29	40	-	60	60
	TC19	40	23	60		46	-
	TC17	45	49	50	50	45	60
นครปฐม	TC15	-	37	70		44	45
	TC13	-	45	60	-	-	55
	TC11	45		70	-	60	65
	TC9	42	45	70	-	77	-
	TC8	55	45	90	70	60	50
	TC15	-	37	70		44	45
สมุทรสาคร	TC5.1	70	40	70	-	74	72
	TC1	90	45	65	82	30	105
	TE11.5	50	60	-	-	29	105
	TE15	60	80	15	65	22	130
	TE25	55	-	-	65	28	245

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 3 ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณของแข็งแขวนลอยรวม (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	4.50	53.0	79.00	-	8.30	15.33
	TC32	27.40	64.5	63.50	-	17.29	15.67
	TC30	19.40	83.7	41.50	-	-	16.00
	TC29	55.71	57.5	93.00	-	20.33	18.10
สุพรรณบุรี	TC27.5	31.25	101.9	24.00	-	6.09	-
	TC27	38.25	-	100.00	-	5.07	-
	TC26	28.42	20.4	20.33	-	14.60	26.67
	TC25.5	21.25	38.3	17.75	-	2.40	-
	TC25.2	24.60		30.33	-	5.50	18.65
	TC25	19.60	73.1	23.67	-	5.55	16.20
	TC23	13.75	47.0	25.25	-	9.00	13.93
	TC21	10.80	50.0	22.67	-	8.12	10.79
	TC19	21.00	70.0	24.67	-	10.38	10.71
	TC17	22.86	14.0	18.67	18.42	14.83	17.73
นครปฐม	TC15	24.40	37.7	16.67	-	162.50	25.26
	TC13	20.80	28.9	18.00	-	-	21.43
	TC11	18.60	16.0	10.67	-	15.00	14.84
	TC9	16.00	34.5	12.33	-	13.86	-
	TC8	12.80	16.3	14.33	6.83	10.00	21.74
	TC5.1	11.80	23.7	63.75	-	7.67	12.74
สมุทรสาคร	TC4	7.13	23.8	35.50	9.33	42.50	9.29
	TC2	16.50	150.0	19.00	25.00	114.67	10.17
	TC1	8.75	26.8	23.60	54.74	128.00	9.67
	TE11.5	13.60	18.8	-	-	146.67	22.15
	TE15	19.25	26.4	165.00	15.67	342.00	16.50
	TE25	33.50	-	-	14.00	40.67	14.07

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 4 อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	อุณหภูมิของน้ำ (องศาเซลเซียส)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	30.29	30.27	31.91	-	33.87	27.19
	TC32	29.69	30.23	31.97	-	33.87	27.17
	TC30	29.9	30.71	32.08	-	33.68	27.36
	TC29	29.99	30.58	31.59	-	33.77	26.78
สุพรรณบุรี	TC27.5	30.2	30.34	31.92	-	33.23	-
	TC27	30.65	30.56	31.53	-	34.72	-
	TC26	30.26	30.31	31.45	-	34.21	26.74
	TC25.5	30.36	30.23	31.85	-	34.9	-
	TC25.2	30.23	-	31.33	-	33.74	26.87
	TC25	30.24	30.25	31.15	-	34.7	26.42
	TC23	29.97	30.09	31.18	-	34.55	25.96
	TC21	30.51	30.22	31.28	-	33.47	26.25
	TC19	30.35	30.03	31.09	-	32.63	25.61
	TC17	30.49	29.9	31.00	30.51	32.56	25.38
นครปฐม	TC15	-	29.97	31.10	-	33.04	25.09
	TC13	-	29.88	31.17	-	-	25.52
	TC11	30.3	-	31.19	-	33.08	25.77
	TC9	30.47	29.7	31.09	-	32.97	-
	TC8	30.59	29.68	30.94	30.12	32.79	25.81
	TC5.1	30.56	29.52	30.85		32.73	25.95
สมุทรสาคร	TC4	30.88	29.44	30.85	29.94	32.45	26.21
	TC2	31.49	29.76	30.76	29.58	32.64	26.07
	TC1	31.3	29.61	30.61	29.3	32.78	26.48
	TE11.5	31.53	29.64	-	-	32.77	27.51
	TE15	31.5	29.51	31.36	30.45	32.72	27.77
	TE25	30.95	-	-	32.53	31.69	26.46

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 5 พีเอช ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	พีเอช					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	7.21	8.66	7.90	-	8.41	7.12
	TC32	7.02	8.63	7.84	-	8.3	7.17
	TC30	6.71	8.30	7.50	-	8.41	7.10
	TC29	6.18	8.61	7.50	-	8.41	7.09
สุพรรณบุรี	TC27.5	6.4	8.36	7.33	-	8.26	-
	TC27	6.82	8.30	7.09	-	8.47	-
	TC26	6.04	8.43	6.96	-	8.35	7.17
	TC25.5	5.53	8.56	7.13	-	8.23	-
	TC25.2	6.38		7.91	-	8.1	7.11
	TC25	6.34	8.18	8.27	-	8.54	7.02
	TC23	6.21	8.24	8.36	-	8.33	6.96
	TC21	8.57	8.70	8.64	-	7.75	6.92
	TC19	8.63	8.60	8.44	-	8.12	6.89
	TC17	6.41	8.40	8.43	7.94	8.51	6.95
นครปฐม	TC15	-	8.87	8.39	-	8.94	6.64
	TC13	-	8.60	8.35	-	-	6.61
	TC11	6.59	-	8.07	-	9.13	6.45
	TC9	8.57	6.70	7.85	-	9.29	-
	TC8	8.47	6.66	8.15	8.3	9.06	6.44
	TC5.1	8.13	6.72	8.28		9.35	8.12
สมุทรสาคร	TC4	9.06	8.71	8.50	7.61	8.56	8.33
	TC2	8.63	6.82	7.82	7.04	7.46	8.12
	TC1	8.48	6.94	7.94	7	7.81	8.31
	TE11.5	8.42	7.07	-	-	7.6	7.56
	TE15	8.4	7.30	8.35	7.25	7.63	7.5
	TE25	8.66	-	-	7.5	6.66	7.36

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 6 ความเค็มของน้ำ (psu) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานี TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ความเค็มของน้ำ (psu)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	0.09	0.07	0.08	-	0.08	0.07
	TC32	0.09	0.07	0.08	-	0.08	0.07
	TC30	0.09	0.06	0.08	-	0.08	0.06
	TC29	0.10	0.07	0.08	-	0.08	0.08
สุพรรณบุรี	TC27.5	0.10	0.07	0.09	-	0.08	-
	TC27	0.11	0.07	0.09	-	0.08	-
	TC26	0.11	0.08	0.09	-	0.08	0.09
	TC25.5	0.12	0.08	0.29	-	0.08	-
	TC25.2	0.11	-	0.09	-	0.08	0.09
	TC25	0.12	0.07	0.09	-	0.1	0.06
	TC23	0.12	0.07	0.10	-	0.12	0.09
	TC21	0.13	0.07	0.11	-	0.1	0.09
	TC19	0.13	0.08	0.12	-	0.11	0.11
	TC17	0.17	0.14	0.14	0.12	0.12	0.12
นครปฐม	TC15	-	0.1	0.15	-	0.16	0.13
	TC13	-	0.12	0.16	-	-	0.15
	TC11	0.19	-	0.19	-	0.17	0.24
	TC9	0.17	0.16	0.20	-	0.17	-
	TC8	0.18	0.16	0.21	0.19	0.18	0.14
	TC5.1	0.20	0.19	0.23		0.23	0.16
สมุทรสาคร	TC4	0.20	0.2	0.26	0.24	0.34	0.19
	TC2	1.2	0.41	0.41	3.52	6.7	0.32
	TC1	2.81	3.26	2.26	3.88	10.33	1.36
	TE11.5	6.02	6.57	-	-	13.09	13.59
	TE15	13.65	10.12	4.02	8.73	15.73	15.12
	TE25	20.46	-	-	0.13	25.62	20.75

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 7 ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34-TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณออกซิเจนละลายน้ำ (มิลลิกรัมต่อลิตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	7.33	4.88	6.15	-	4.71	2.71
	TC32	8.59	5.20	6.30	-	4.21	2.66
	TC30	7.01	5.21	5.33	-	5.02	1.66
	TC29	6.8	5.53	5.47	-	5.56	3.15
สุพรรณบุรี	TC27.5	5.38	4.30	2.26	-	2.70	-
	TC27	5.48	4.50	4.70	-	3.47	-
	TC26	3.37	3.41	2.16	-	5.25	3.32
	TC25.5	3.53	3.64	2.52	-	5.27	-
	TC25.2	2.95	-	3.57	-	4.63	3.22
	TC25	3.59	4.17	3.25	-	5.10	4.51
	TC23	3.03	3.82	2.13	-	5.63	5.50
	TC21	1.55	4.84	2.12	-	2.07	3.42
	TC19	1.84	2.94	1.70	-	1.04	3.35
	TC17	2.1	4.56	1.88	3.28	1.30	3.20
นครปฐม	TC15	-	3.11	1.82	-	1.98	3.29
	TC13	-	2.64	2.04	-	-	2.85
	TC11	4.09	-	2.15	-	1.91	2.79
	TC9	3.4	1.09	2.41	-	1.44	-
	TC8	3.58	1.06	1.96	3.32	1.07	1.79
	TC5.1	3.06	0.89	1.64	-	1.27	3.08
สมุทรสาคร	TC4	2.46	1.55	1.52	1.44	0.84	3.66
	TC2	2.82	0.93	0.93	1.53	0.62	1.24
	TC1	2.26	3.50	1.30	1.82	0.76	0.93
	TE11.5	3.95	3.65	-	-	0.59	2.08
	TE15	4.17	5.25	1.15	2.39	0.57	4.38
	TE25	9.3	-	-	11.39	4.00	9.63

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 8 ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณแอมโมเนียม ไนโตรเจน (ไมโครโมลาร์)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	1.40	1.39	9.11	-	0.39	5.74
	TC32	4.21	2.35	10.63	-	1.58	6.56
	TC30	11.23	2.61	12.14	-	7.09	10.66
	TC29	18.25	6.97	34.91	-	5.52	13.12
สุพรรณบุรี	TC27.5	23.86	2.61	27.32	-	3.94	10.66
	TC27	16.84	6.97	25.80	-	4.73	4.10
	TC26	18.25	7.84	50.09	-	3.94	8.20
	TC25.5	9.82	5.31	36.43	-	1.58	-
	TC25.2	11.23	-	25.80	-	-	6.56
	TC25	ND	4.88	34.91	-	11.82	12.30
	TC23	28.07	4.35	47.05	-	22.07	9.02
	TC21	33.68	3.48	72.86	-	9.46	7.38
	TC19	37.89	5.22	59.20		15.77	6.56
	TC17	50.53	3.48	71.34	11.82	14.19	12.30
นครปฐม	TC15	50.53	11.32	68.30	-	11.82	8.20
	TC13	30.88	7.84	60.71	-	-	41.82
	TC11	53.33	48.76	65.27	-	15.77	16.40
	TC9	63.16	22.64	80.45	-	45.72	-
	TC8	65.96	25.25	95.63	33.90	59.12	9.02
	TC5.1	102.46	44.41	115.36	-	53.60	26.24
สมุทรสาคร	TC4	82.81	49.63	115.36	55.18	60.70	26.24
	TC2	112.28	66.35	121.43	55.18	71.73	54.12
	TC1	126.32	66.18	129.02	54.39	71.73	58.22
	TE11.5	91.23	67.92	-	-	22.07	68.06
	TE15	82.81	64.44	46.23	65.43	73.31	62.32
	TE25	35.09	-	-	68.58	74.89	21.32

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 9 ปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน(ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

		ปริมาณไนไตรท์-ไนเตรท ไนโตรเจน(ไมโครโมลาร์)					
จังหวัด	สถานี	พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	2.11	5.94	30.15	-	-	3.92
	TC32	2.74	11.87	30.15	-	0.10	2.89
	TC30	4.32	12.86	31.66	-	4.59	4.44
	TC29	2.53	7.35	24.12	-	3.51	13.01
สุพรรณบุรี	TC27.5	3.16	7.21	17.97	-	3.42	5.88
	TC27	5.16	14.98	19.55	-	4.20	4.95
	TC26	4.53	15.41	12.14	-	0.10	4.13
	TC25.5	2.53	10.18	9.30	-	0.10	-
	TC25.2	4.84	-	5.68	-	-	6.81
	TC25	3.89	14.42	15.08	-	1.95	7.33
	TC23	5.89	31.09	16.58	-	4.00	4.27
	TC21	5.26	25.16	18.60	-	-	5.78
	TC19	4.00	24.03	9.46	-	23.69	4.34
	TC17	5.05	1.41	9.77	11.52	11.22	6.40
นครปฐม	TC15	3.79	11.02	8.99	-	21.86	5.47
	TC13	4.21	22.33	6.78	-	-	4.75
	TC11	8.63	24.59	5.83	-	9.83	8.26
	TC9	8.84	33.07	4.41	-	14.12	-
	TC8	9.37	29.12	5.83	11.91	17.64	5.16
	TC5.1	10.95	33.07	-	-	8.20	8.05
สมุทรสาคร	TC4	6.84	33.64	1.89	4.29	4.00	11.97
	TC2	5.58	4.52	-	0.78	nd	10.12
	TC1	8.84	nd	-	0.78	nd	8.77
	TE11.5	2.63	0.85	-		0.20	10.12
	TE15	2.11	1.13	0.00	4.10	1.95	8.88
	TE25	0.95	-	-	2.24	nd	8.05

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 10 ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณออร์โธฟอสเฟต ฟอสฟอรัส (ไมโครโมลาร์)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	0.30	0.45	0.49	-	-	0.51
	TC32	0.44	0.56	0.66	-	-	0.51
	TC30	0.52	0.45	0.33	-	-	0.51
	TC29	0.59	0.62	0.49	-	-	0.41
สุพรรณบุรี	TC27.5	0.30	0.81	1.15	-	0.48	0.20
	TC27	0.59	1.34	0.66	-	0.80	0.10
	TC26	0.44	1.17	0.82	-	0.16	-
	TC25.5	0.44	1.34	0.58	-	0.24	-
	TC25.2	0.59	-	0.66	-	-	0.20
	TC25	0.66	1.45	0.66	-	0.24	0.66
	TC23	1.11	1.79	1.32	-	0.32	0.51
	TC21	1.03	1.70	1.65	-	-	0.20
	TC19	0.89	1.79	1.15	-	0.48	0.41
	TC17	1.03	0.56	0.82	1.45	0.32	0.20
นครปฐม	TC15	1.18	1.79	0.99	-	-	0.41
	TC13	0.96	3.02	0.99	-	-	2.64
	TC11	2.14	10.40	1.15	-	0.80	1.01
	TC9	2.21	4.47	2.47	-	2.89	-
	TC8	2.95	5.26	3.29	2.09	4.50	0.71
	TC5.1	4.65	9.73	3.13	-	4.82	1.72
สมุทรสาคร	TC4	4.57	9.73	4.44	5.31	5.31	3.35
	TC2	6.79	-	8.39	6.75	13.67	4.87
	TC1	8.34	-	11.68	5.63	17.36	5.58
	TE11.5	3.98	-	-	-	0.48	6.89
	TE15	2.66	-	8.20	9.00	10.93	6.69
	TE25	2.51	-	-	12.22	16.40	2.13

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 11 ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน (ไมโครโมลาร์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณซิลิเกต ซิลิกอน (ไมโครโมลาร์)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	96.39	156.01	162.89	-	97.01	70.42
	TC32	96.97	154.46	164.58	-	97.92	69.21
	TC30	80.23	156.01	164.58	-	97.92	64.40
	TC29	129.29	155.87	142.53	-	98.82	70.42
สุพรรณบุรี	TC27.5	101.58	157.27	161.19	-	97.92	73.43
	TC27	95.81	158.68	149.31	-	98.82	66.81
	TC26	129.29	155.87	157.80	-	98.82	66.20
	TC25.5	93.50	157.27	164.58	-	98.82	-
	TC25.2	79.65	-	164.58	-	-	72.22
	TC25	130.44	157.41	93.32	-	98.82	69.21
	TC23	106.20	157.55	164.58	-	97.92	68.01
	TC21	79.65	157.41	134.04	-	72.53	66.20
	TC19	94.66	154.46	152.71	-	98.82	69.82
	TC17	78.50	157.41	130.65	97.92	97.92	77.64
นครปฐม	TC15	81.96	157.27	164.58	-	98.82	66.81
	TC13	79.65	156.57	164.58	-	-	68.01
	TC11	78.50	157.27	166.28	-	98.82	69.82
	TC9	79.07	156.57	164.58	-	98.82	-
	TC8	83.11	155.87	164.58	98.82	98.82	68.01
	TC5.1	78.50	155.87	125.56	-	97.92	66.81
สมุทรสาคร	TC4	79.65	155.17	117.08	97.92	97.01	70.42
	TC2	78.50	155.87	166.28	97.01	97.01	67.41
	TC1	77.34	154.46	164.58	98.82	97.01	68.01
	TE11.5	77.34	153.06	-	-	71.62	67.41
	TE15	71.57	150.95	46.73	89.76	78.88	63.80
	TE25	75.03	-	-	86.13	83.41	39.72

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 12 ปริมาณคลอโรฟิลล์ *เอ* (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึง เดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณคลอโรฟิลล์ เอ (ไมโครกรัมต่อลิตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	6.68	6.68	3.34	-	48.06	19.07
	TC32	10.01	6.68	6.68	-	29.37	22.89
	TC30	4.01	5.34	6.68	-	17.36	15.02
	TC29	4.68	4.45	8.90	-	17.36	2.67
สุพรรณบุรี	TC27.5	15.02	-	7.63	-	32.04	-
	TC27	5.01	2.67	7.63	-	17.36	-
	TC26	5.01	6.21	5.34	-	40.05	9.35
	TC25.5	5.01	7.12	-	-	13.35	-
	TC25.2	3.42	-	8.90	-	33.64	7.42
	TC25	5.01	2.67	4.45	-	26.70	10.45
	TC23	6.68	2.67	3.81	-	77.43	7.92
	TC21	15.02	114.81	3.81	-	20.03	9.35
	TC19	4.01	58.41	10.68	-	8.01	10.68
	TC17	11.13	46.73	13.35	1.91	6.68	10.01
นครปฐม	TC15	5.34	142.85	14.69	-	41.39	12.28
	TC13	6.68	98.79	12.02	-	-	12.02
	TC11	13.35	56.52	2.67	-	18.69	11.13
	TC9	18.69	32.04	10.68	-	21.14	-
	TC8	6.68	153.53	10.01	10.68	12.52	10.01
	TC5.1	13.35	48.06	12.02	-	61.41	12.32
สมุทรสาคร	TC4	13.35	42.72	21.36	10.68	32.04	14.24
	TC2	42.72	116.81	20.03	15.02	74.76	10.01
	TC1	68.09	24.03	17.16	11.51	56.37	8.34
	TE11.5	96.12	33.38	-	-	63.11	10.99
	TE15	141.51	40.05	20.03	9.54	58.74	2.67
	TE25	93.45	-	-	11.25	13.35	1.87

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 13 ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณสารอินทรีย์ในดินตะกอน (เปอร์เซ็นต์)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	4.97	5.66	4.62	-	6.63	-
	TC32	-	5.63	4.79	-	5.19	-
	TC30	7.14	8.39	8.88	-	7.29	-
	TC29	4.07	7.14	7.46	-	8.00	-
สุพรรณบุรี	TC27.5	2.79	9.48	6.59	-	3.31	-
	TC27	-	7.31	8.67	-	4.82	-
	TC26	7.70	10.21	11.96	-	11.81	-
	TC25.5	9.27	9.63	11.53	-	11.27	-
	TC25.2	-	-	-	-	2.29	-
	TC25	-	10.29	8.54	-	9.23	-
	TC23	8.92	5.39	8.68	-	6.46	-
	TC21	14.11	9.38	11.32	-	12.58	-
	TC19	14.41	17.09	15.28	-	19.03	-
	TC17	11.25	11.40	14.31	-	13.39	-
นครปฐม	TC15	10.38	8.67	12.23	-	14.61	-
	TC13	6.94	10.16	11.31	-	17.80	-
	TC11	11.72	10.42	13.56	-	13.47	-
	TC9	11.87	12.13	10.30	-	14.31	-
	TC8	12.67	11.59	11.96	-	14.16	-
	TC5.1	13.82	13.34	14.28	-	13.99	-
สมุทรสาคร	TC4	12.07	12.94	13.79	-	14.77	-
	TC2	9.56	9.12	11.80	-	14.30	-
	TC1	-	-	-	-	-	-
	TE11.5	6.04	10.13	-	-	-	-
	TE15	11.40	9.31	-	-	12.07	-
	TE25	-	-	-	-	-	-

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 14 ปริมาณสารไดยูรอนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณสารไดยูรอนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	2.03	nd	nd	-	16.66	nd
	TC32	nd	nd	nd	-	nd	7.41
	TC30	nd	29.46	2.22	-	12.11	nd
	TC29	nd	nd	nd	-	0.88	7.55
สุพรรณบุรี	TC27.5	nd	nd	nd	-	nd	-
	TC27	2.01	19.76	nd	-	1.56	-
	TC26	nd	6.03	nd	-	5.57	nd
	TC25.5	nd	1.88	-	-	nd	-
	TC25.2	nd	-	nd	-	0.96	1.29
	TC25	nd	nd	nd	-	4.35	48.49
	TC23	18.66	nd	nd	-	15.04	3.02
	TC21	nd	nd	nd	-	nd	1.60
	TC19	nd	55.80	nd	-	nd	nd
	TC17	90.05	1.59	nd	51.27	0.91	17.09
นครปฐม	TC15	nd	nd	nd	-	nd	6.08
	TC13	nd	1.54	6.22	-	-	2.73
	TC11	19.66	nd	2.18	-	225.28	66.63
	TC9	nd	177.05	84.93	-	nd	-
	TC8	nd	4.44	152.38	nd	1.28	nd
	TC5.1	nd	nd	2.33	-	nd	2.76
สมุทรสาคร	TC4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	TC2	nd	14.25	4.54	nd	2.41	nd
	TC1	nd	nd	193.57	nd	0.71	36.03
	TE11.5	nd	10.45	-	-	nd	5.26
	TE15	63.61	0.78	nd	nd	0.84	4.02
	TE25	nd	-	-	nd	nd	nd

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 15 ปริมาณสารไดยูรอนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม) ของสถานีที่การศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณสารไดยูรอนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	11.29	nd	nd	-	nd	-
	TC32	nd	nd	0.23	-	nd	-
	TC30	0.09	nd	0.93	-	nd	-
	TC29	0.65	1.62	nd	-	nd	-
สุพรรณบุรี	TC27.5	nd	5.90	1.24	-	nd	-
	TC27	2.45	0.22	3.01	-	nd	-
	TC26	nd	0.30	nd	-	nd	-
	TC25.5	0.32	nd	-	-	nd	-
	TC25.2	nd	-	nd	-	0.29	-
	TC25	0.29	nd	nd	-	nd	-
	TC23	nd	0.10	nd	-	0.60	-
	TC21	nd	nd	nd	-	nd	1.60
	TC19	nd	55.80	nd	-	nd	nd
	TC17	90.05	1.59	nd	51.27	0.91	17.09
นครปฐม	TC15	nd	nd	nd	-	nd	6.08
	TC13	nd	1.54	6.22	-	-	2.73
	TC11	19.66	nd	2.18	-	225.28	66.63
	TC9	nd	177.05	84.93	-	nd	-
	TC8	nd	4.44	152.38	nd	1.28	nd
	TC5.1	nd	nd	2.33	-	nd	2.76
สมุทรสาคร	TC4	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	TC2	nd	14.25	4.54	nd	2.41	nd
	TC1	nd	nd	193.57	nd	0.71	36.03
	TE11.5	nd	10.45	-	-	nd	5.26
	TE15	63.61	0.78	nd	nd	0.84	4.02
	TE25	nd	-	-	nd	nd	nd

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 16 ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่างเดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

จังหวัด	สถานี	ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในน้ำ (ไมโครกรัมต่อลิตร)					
		พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	0.015	nd	0.026	-	nd	0.048
	TC32	nd	nd	0.000	-	0.005	0.055
	TC30	nd	0.010	0.102	-	0.044	0.075
	TC29	nd	0.002	nd	-	nd	0.030
สุพรรณบุรี	TC27.5	nd	nd	nd	-	nd	0.016
	TC27	0.056	0.012	nd	-	0.028	0.035
	TC26	nd	nd	nd	-	nd	nd
	TC25.5	nd	0.006	-	-	0.069	-
	TC25.2	nd	-	nd	-	nd	0.062
	TC25	nd	nd	0.006	-	0.025	0.100
	TC23	0.083	nd	0.085	-	0.045	0.040
	TC21	nd	0.055	0.023	-	nd	0.020
	TC19	nd	nd	0.018	-	nd	0.053
	TC17	0.007	nd	nd	0.015	0.020	0.078
นครปฐม	TC15	nd	0.067	nd	-	0.052	nd
	TC13	nd	0.066	0.053	-	0.029	0.059
	TC11	0.000	0.005	0.074	-	0.021	0.033
	TC9	nd	nd	nd	-	nd	-
	TC8	nd	0.013	0.080	0.005	nd	nd
	TC5.1	0.011	0.038	0.089	-	nd	0.014
สมุทรสาคร	TC4	nd	0.033	nd	nd	nd	0.014
	TC2	nd	nd	0.028	nd	nd	nd
	TC1	nd	0.038	nd	nd	0.035	0.033
	TE11.5	nd	nd	-	-	nd	0.034
	TE15	nd	0.053	nd	nd	nd	nd
	TE25	nd	-	-	nd	nd	nd

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ตารางผนวกที่ 17 ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม) ของสถานีที่ทำการศึกษาพื้นที่แม่น้ำท่าจีน (สถานีที่ TC34- TE25) ระหว่าง เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 ถึงเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

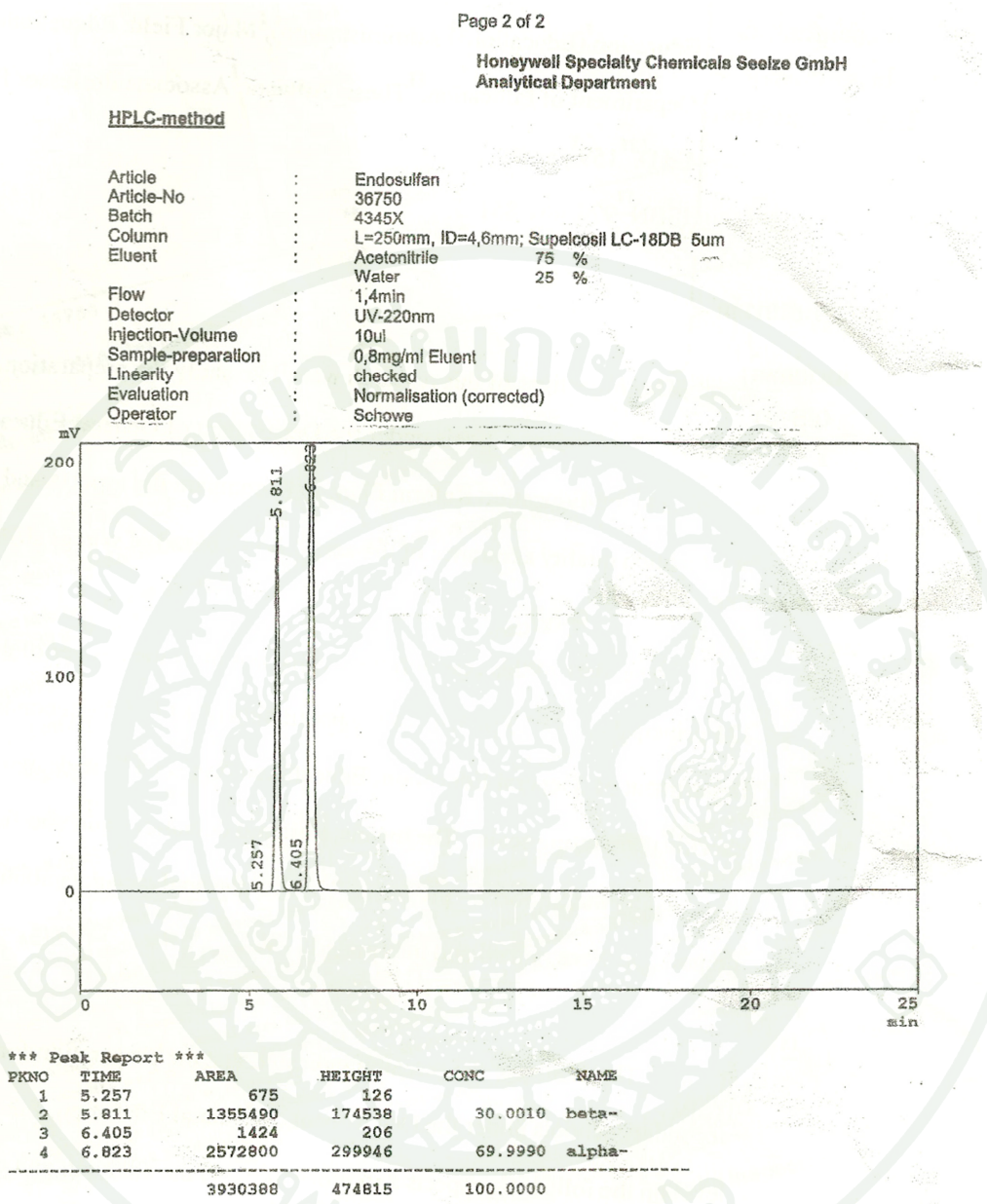
		ปริมาณสารเอ็นโดซัลแฟนในดินตะกอน (ไมโครกรัมต่อกรัม)					
จังหวัด	สถานี	พ.ค. 2551	ต.ค. 2551	พ.ค. 2552	ต.ค. 2552	พ.ค. 2553	ต.ค. 2553
ชัยนาท	TC34	0.004	0.003	0.001	-	0.004	-
	TC32	0.002	nd	0.002	-	nd	-
	TC30	0.003	0.003	0.002	-	nd	-
	TC29	0.002	0.002	0.002	-	nd	-
สุพรรณบุรี	TC27.5	nd	0.002	0.004	-	0.004	-
	TC27	0.002	0.002	nd	-	0.001	-
	TC26	nd	0.003	nd	-	0.001	-
	TC25.5	0.003	0.002	-	-	nd	-
	TC25.2	nd	-	nd	-	0.001	-
	TC25	nd	0.002	0.004	-	0.001	-
	TC23	nd	nd	0.003	-	0.001	-
	TC21	0.001	0.002	0.004	-	0.003	-
	TC19	nd	nd	nd	-	0.001	-
	TC17	0.001	0.002	0.002	-	0.001	-
นครปฐม	TC15	0.002	0.002	0.001	-	nd	-
	TC13	0.003	0.004	0.003	-	0.001	-
	TC11	nd	0.003	0.002	-	0.003	-
	TC9	nd	0.001	0.002	-	nd	-
	TC8	nd	nd	0.002	-	0.004	-
	TC5.1	0.001	0.002	0.002	-	0.002	-
สมุทรสาคร	TC4	0.002	0.002	0.002	nd	0.001	0.002
	TC2	0.003	0.002	0.002	nd	0.002	0.003
	TC1	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	TE11.5	nd	nd	-	-	nd	nd
	TE15	nd	nd	nd	nd	nd	nd
	TE25	nd	-	-	nd	nd	nd

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ภาพผนวกที่ 1 เครื่องโครมาโทกราฟีของเหลวสมรรถนะสูง High Performance Liquid Chromatography (HPLC)

ภาพผนวกที่ 2 คอลัมน์สำหรับวัดสารประกอบ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



Page 2 of 2

Honeywell Specialty Chemicals Seelze GmbH
Analytical Department

HPLC-method

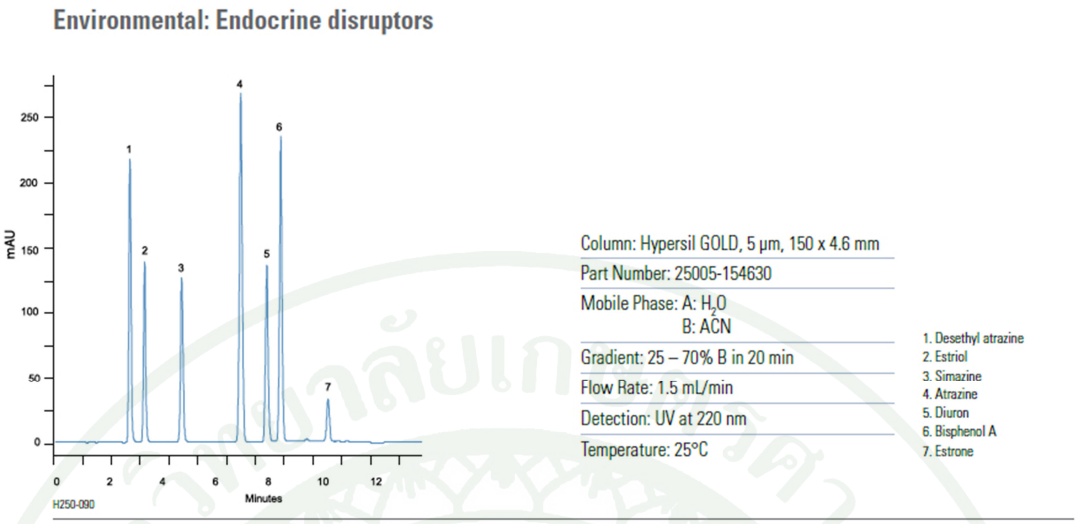
Article	:	Endosulfan
Article-No	:	36750
Batch	:	4345X
Column	:	L=250mm, ID=4,6mm; Supelcosil LC-18DB 5um
Eluent	:	Acetonitrile 75 %
		Water 25 %
Flow	:	1,4min
Detector	:	UV-220nm
Injection-Volume	:	10ul
Sample-preparation	:	0,8mg/ml Eluent
Linearity	:	checked
Evaluation	:	Normalisation (corrected)
Operator	:	Schowe

*** Peak Report ***

PKNO	TIME	AREA	HEIGHT	CONC	NAME
1	5.257	675	126		
2	5.811	1355490	174538	30.0010	beta-
3	6.405	1424	206		
4	6.823	2572800	299946	69.9990	alpha-
		3930388	474815	100.0000	

ภาพผนวกที่ 3 ลักษณะของกราฟที่วัดได้สำหรับสารเอ็นโดซัลแฟน (Endosulfan) จากวิธีการมาตรฐานด้วยคอลัมน์ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์



ภาพผนวกที่ 4 ลักษณะของกราฟที่วัดได้สำหรับสารไดยูรอน (Diuron) จากวิธีกา มาตรฐานด้วยคอลัมน์ Hypersil GOLD 5 µm (150 x 4.6 mm)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ประวัติการศึกษาและการทำงาน

ชื่อ-นามสกุล	นายภัทราวุธ ไทยพิชิตบูรพา
เพศ	ชาย
วัน เดือน ปี	3 มิถุนายน พ.ศ. 2524
สถานที่เกิด	จังหวัดนครนายก
ประวัติการศึกษา	วท.บ. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	วท.ม. (ประมง) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
	สถาบัน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
สถานที่ทำงาน	คณะประมง มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
	โทรศัพท์ 02-579-5575 โทรสาร 02-940-5016
ทุนการศึกษา	ทุนอุดหนุนค้นคว้าและวิจัยประเภทวิทยานิพนธ์ ปี พ.ศ. 2550
	(บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์)

ลิขสิทธิ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์