บทที่ 4

บทวิจารณ์

1. คุณภาพน้ำบางประการ

1.1 ความเป็นกรด – ด่างในแหล่งน้ำต่าง ๆ มีค่าอยู่ในช่วง 5.42 – 5.93 เห็นว่ามีค่าใกล้เคียงกันในทุกแหล่งน้ำ โดยมีคุณสมบัติค่อนข้างเป็นกรด อาจเนื่องจากการปนเปื้อนของปุ๋ยที่มีคุณสมบัติเป็นกรดจากแปลงผักมีการพัดพาและไหลบ่าลงในแหล่งน้ำ ซึ่งคุณสมบัติของน้ำที่เป็นกรดอาจมีผลต่อการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต คือทำให้มีการเพิ่มไอออนบวกมากขึ้น ส่งผลให้สารถูกดูดซับได้มากขึ้นด้วย (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 173)

1.2 ความเค็มของน้ำ พบว่า ตรวจไม่พบความเค็มในน้ำทุกแหล่ง แม้ว่าบริเวณปลูกผักตำบลบางเหรียงนั้นมีพื้นที่ติดกับทะเลสาบสงขลา ซึ่งน้ำในทะเลสาบเป็นน้ำกร่อย แสดงว่าแหล่งน้ำดังกล่าวไม่มีการปนเปื้อนจากทะเลสาบ

1.3 ปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำคลองมีค่าอยู่ในช่วง 33.0 – 208.5 มิลลิกรัมต่อลิตร ส่วนน้ำบ่อดินและบ่อตื้นมีค่าอยู่ในช่วง 26.0 – 30.0 และ 26.0 – 28.0 มิลลิกรัมต่อลิตร ตามลำดับ จะเห็นได้ว่าปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำคลองนั้นมีค่าสูงกว่าในบ่อดินและบ่อตื้นถึงประมาณ 7 เท่า และสูงกว่าในบ่อบาดาลซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 6.0 – 9.0 มิลลิกรัมต่อลิตรถึงประมาณ 35 เท่า ทั้งนี้เนื่องจากลำคลองเป็นแหล่งรองรับน้ำทิ้งจากบ้านเรือน ชุมชน และเกษตรกรรม ตลอดจนมีการชะล้างพังทลายของดิน ทำให้เกิดตะกอนสูงกว่าแหล่งอื่น ๆ น้ำที่มีปริมาณตะกอนแขวนลอยสูงจะมีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยสูงด้วยเพราะสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยเป็นส่วนหนึ่งของตะกอนแขวนลอยในน้ำ น้ำคลองจึงเป็นน้ำที่มีสารอินทรีย์คาร์บอนในปริมาณที่สูง

1.4 ค่าบีโอดี ในน้ำคลองมีค่าอยู่ในช่วง 2.10 – 5.70 มิลลิกรัมต่อลิตร ซึ่งมีค่าสูงกว่าแหล่งอื่น ๆ ที่มีค่าบีโอดีใกล้เคียงกัน โดยมีค่าอยู่ในช่วง 2.10 – 2.83 มิลลิกรัมต่อลิตร ทั้งนี้เนื่องจากน้ำคลองมีการปนเปื้อนด้วยน้ำทิ้งจากบ้านเรือน ตลอดจนสารอินทรีย์ทั้งจากดินและปุ๋ยจากแปลงผัก จึงทำให้น้ำคลองเหล่านั้นมีปริมาณสารอินทรีย์สูงกว่าน้ำจากแหล่งอื่น ๆ จุลินทรีย์จึงมีความต้องการปริมาณออกซิเจนมากในการย่อยสลายสารอินทรีย์

1.5 ลักษณะทั่วไปของแหล่งน้ำที่สังเกตได้ พบว่า น้ำคลองมีลักษณะขุ่นถึงขุ่นมาก น้ำบ่อดินมีลักษณะค่อนข้างขุ่น น้ำบ่อตื้นมีลักษณะค่อนข้างใส และน้ำบ่อบาดาลมีลักษณะใส ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณตะกอนแขวนลอยในน้ำ กล่าวคือน้ำที่มีลักษณะขุ่นมากจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยมาก และน้ำที่มีลักษณะขุ่นน้อยจะมีปริมาณตะกอนแขวนลอยน้อยด้วย

เมื่อพิจารณาคุณภาพน้ำในตำบลบางเหรียงแล้ว พบว่า ความเป็นกรด – ด่าง และ ความเค็มของน้ำมีค่าที่ใกล้เคียงกันทุกตำแหน่งที่ตรวจวัด ส่วนค่าตะกอนแขวนลอย ค่า BOD_5 และลักษณะทั่วไปของน้ำมีค่าที่แตกต่างกัน ซึ่งทำให้สามารถทำนายค่าสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยได้ กล่าวคือ น้ำคลองน่าจะมีสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอยู่ในปริมาณสูงที่สุด และน้ำบาดาลน่าจะมีสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอยู่ในปริมาณต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามช่วงเวลาที่เก็บตัวอย่างน้ำเป็นฤดูร้อน หากเป็นในช่วงฤดูฝนอาจจะมีสมบัติที่ต่างกันได้ โดยทั่วไปปริมาณตะกอนแขวนลอยในช่วงฤดูฝนจะมีค่าสูงกว่าในช่วงฤดูร้อน ทั้งนี้เนื่องจากมีการชะล้างของน้ำทิ้งจากชุมชน และการชะล้างพังทลายของดินลงสู่แหล่งน้ำ ซึ่งส่งผลให้มีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนในฤดูฝนสูงกว่าฤดูร้อนด้วย

2. **สมบัติบางประการของดิน**

ความเป็นกรด - ด่างของดินที่วิเคราะห์มีค่า 5.10 ซึ่งมีค่าค่อนข้างเป็นกรด อินทรีย์คาร์บอนในดินมีค่าร้อยละ 1.63 และอินทรีย์วัตถุในดินมีค่าร้อยละ 2.81 ถือว่ามีค่าอยู่ในระดับค่อนข้างสูง (สมศักดิ์ มณีพงศ์, 2537 : 82) เนื่องจากดินดังกล่าวเป็นดินที่อยู่ในบริเวณแปลงผัก เกษตรกรมีการใช้ปุ๋ยที่มีคุณสมบัติเป็นกรดในการบำรุงผัก อาจส่งผลให้ดินบริเวณนั้นมีความเป็นกรด และมีความอุดมสมบูรณ์ค่อนข้างสูง ส่วนความชื้นของดินมีค่าไม่สูงนักคือมีค่าร้อยละ 10.95 เนื่องจากช่วงที่เก็บตัวอย่างค่อนข้างแล้ง

เมื่อพิจารณาถึงสมบัติดิน พบว่า ดินในบริเวณแปลงผักซึ่งอยู่ในบริเวณใกล้กับแหล่งน้ำที่เกษตรกรใช้ผสมสารฆ่าแมลงนั้น น่าจะมีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต กล่าวคือมีคุณสมบัติที่ค่อนข้างเป็นกรด ซึ่งสภาวะที่เป็นกรดของดินนั้นมีผลต่อการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต เนื่องจากปฏิกิริยาการเพิ่มโปรตอน โดยอาจมีการเพิ่มแคตไอออนในกลุ่มอนุมูล ทำให้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีประจุบวกซึ่งทำให้ถูกดูดซับได้มาก (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 173) เช่นเดียวกับ Bolt and Bruggenwert (1978 : 246) ที่รายงานว่าดินที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างในสารละลายดินต่ำ จะมีปริมาณการดูดซับสูงกว่าดินที่มีค่าความเป็นกรด – ด่างสูง และปริมาณที่ค่อนข้างสูงของอินทรีย์คาร์บอนและอินทรีย์วัตถุในดินส่งผลให้สามารถดูดซับสูงด้วย เพราะอนุภาคอินทรีย์วัตถุขนาดเล็กมาก จึงสามารถดูดซับไอออนที่มีประจุบวก และไม่มีสภาพไอออน เช่น สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตได้เป็นอย่างดี (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 37)

3. **การดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย**

จากผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ เห็นว่าปริมาณที่วิเคราะห์ได้มีค่าต่ำกว่าปริมาณที่คำนวณได้จากร้อยละของสารออกฤทธิ์ที่ระบุไว้ข้างขวด โดยเฉพาะเมทามิโดฟอสและไดเมทโธเอทนั้นปริมาณที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าปริมาณที่ได้จากการคำนวณค่อนข้างมาก เนื่องจากไม่สามารถสกัดสารได้ทั้งหมดของปริมาณที่มีอยู่จริงในน้ำ จากการศึกษาการได้คืนกลับ (ตาราง 6) ซึ่งแสดงให้เห็นถึงความสามารถในการสกัดสารนั้น เห็นว่าเมทามิโดฟอสมีค่าการได้คืนกลับค่อนข้างต่ำ ทำให้วิเคราะห์ได้ปริมาณต่ำ นอกจากนี้ปริมาณสารออกฤทธิ์ที่ระบุข้างขวดอาจต่ำกว่าปริมาณที่มีอยู่จริง ทำให้ปริมาณที่วิเคราะห์ได้ต่ำกว่าปริมาณที่ได้จากการคำนวณ อย่างไรก็ตาม จากการค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ และการศึกษาการได้คืนกลับโดยวิธีต่าง ๆ พบว่าวิธีที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้เป็นวิธีหนึ่งที่เหมาะสมที่สุดในการวิเคราะห์สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 4 ชนิดนี้

ผลการวิเคราะห์ปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ พบว่าปริมาณสารฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิดมีค่าลดลงเมื่อมีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาความสัมพันธ์ของปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตกับสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย พบว่าปริมาณของเมทิล-พาราไธออนมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และโปรฟีโนฟอสมีความสัมพันธ์แบบผกผันกับสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P < 0.01$) ส่วนเมทามิโดฟอส และไดเมทโธเอทไม่พบว่ามีความสัมพันธ์กับสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย แสดงให้เห็นว่าสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยน่าจะมีผลต่อปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ

จากการวิเคราะห์การดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ต่างกัน 4 ชนิด พบว่าชนิดของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีผลต่อการดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.01$) โดยพบว่าเมทิล-พาราไธออนมีค่าเฉลี่ยร้อยละของการถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยสูงสุด คือมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 1.70 – 18.45 เมทามิโดฟอสถูกดูดซับต่ำสุดคือมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 0.50 – 3.31 ส่วนโปรฟีโนฟอส และไดเมทโธเอทมีค่าอยู่ในช่วงร้อยละ 2.31 – 16.28 และ 1.40 – 7.28 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาสามารถอธิบายได้จากค่า K_{ow} ของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตทั้ง 4 ชนิด พบว่าเป็นไปในทางเดียวกันกับการถูกดูดซับ คือ สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่มีค่า K_{ow} สูงจะถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยได้ง่ายกว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่มีค่า K_{ow} ต่ำ (Larson, 1994 : 12) เมทิล-พาราไธออนมีค่า K_{ow} ที่สูง (7,300) ซึ่งถูกดูดซับได้ง่ายโดยอนุภาคแขวนลอย โปรฟีโนฟอสมีค่า K_{ow} (79) ปานกลาง ซึ่งยังถูกดูดซับสูงอยู่ ส่วนไดเมทโธเอทและเมทามิโดฟอสนั้น มีค่า K_{ow} ต่ำ (0.2 และ 0.13) ทำให้ถูกดูดซับได้น้อยในอนุภาคแขวนลอย

ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Hu, Aizawa and Magara (1997) ที่ว่าการดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่า K_{ow} และ Ngampongsai (1998) รายงานว่าคลอไพริฟอสมีค่า K_{ow} สูงกว่าไดฟลูเบนซูรอน ทำให้คลอไพริฟอสถูกดูดซับโดยสารแขวนลอยมากกว่าไดฟลูเบนซูรอน

เมื่อพิจารณาค่าการละลายน้ำของสารฆ่าแมลงทั้ง 4 ชนิด พบว่าการละลายน้ำของเมทิล-พาราไธออน โปรฟีโนฟอส ไดเมทโธเอท และเมทามิโดฟอส มีค่า 0.005, 0.02, 39.8 และ 570 กรัมต่อลิตร ซึ่งการละลายน้ำเป็นไปในทิศทางตรงข้ามกับการดูดซับ คือสารที่มีการละลายน้ำสูงจะถูกดูดซับได้ต่ำกว่าสารที่มีการละลายน้ำต่ำ ทั้งนี้เนื่องจากสารที่ละลายน้ำได้ดีจะมีแรงยึดเหนี่ยวกับน้ำสูง จึงยากต่อการดูดซับ ส่วนสารที่ละลายน้ำได้น้อยมักสามารถเกาะยึดบนสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยได้ดี (มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2538 : 142-143) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Sng, Lee and Lakso (1997) ที่ว่าการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตขึ้นกับการละลายน้ำของสาร คือจะมีการดูดซับมากในสารที่ละลายน้ำได้น้อย

เมื่อพิจารณาค่าการดูดซับของเมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอส เห็นว่ามีค่าที่ใกล้เคียงกัน ทั้งที่เมทิล-พาราไธออนมีค่า K_{ow} ที่สูงกว่า และค่าการละลายน้ำที่ต่ำกว่าโปรฟีโนฟอสมากนั้น เนื่องจากโปรฟีโนฟอสมีโครงสร้างโมเลกุลขนาดใหญ่กว่าเมทิล-พาราไธออน ซึ่งตัวถูกดูดซับที่มีขนาดใหญ่จะถูกดูดซับได้ดีกว่าตัวถูกดูดซับขนาดเล็ก (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 51)

จากการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของการดูดซับเมทามิโดฟอส ไดเมโธเอท เมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอสกับปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยพบว่ามีความสัมพันธ์ในรูปสมการเส้นตรง คือการดูดซับจะมีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยมากขึ้น ($P<0.01$) โดยมีสมการคือ $y = 0.7082x - 0.0817$, $y = 1.4029x + 0.0948$, $y = 3.8404x - 1.1426$ และ $y = 3.840x - 1.1426$

จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถอธิบายได้จากการที่อินทรีย์วัตถุในน้ำโดยเฉพาะในอนุภาคแขวนลอยซึ่งส่วนใหญ่แล้วคือสารอินทรีย์คาร์บอนนั้น เป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในน้ำ (Hutson and Robert, 1994 : 124) และทำให้ปริมาณความเข้มข้นของสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในชั้นน้ำลดลงได้ (Zhou, *et al.*, 1997 : 75) สำหรับเมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอส มีค่า K_{ow} ที่สูง และละลายน้ำต่ำ จึงง่ายต่อการโดนดึงโมเลกุลออกจากน้ำมายึดเกาะกับอนุภาคแขวนลอย เมื่อปริมาณอนุภาคแขวนลอยซึ่งในที่นี้คือสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยเพิ่มขึ้นจึงมีการยึดเกาะสารได้มากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยจึงมีความสัมพันธ์ทางบวกในการดูดซับเมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอส ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Wahid and Sethunathan (1977) quoted in Hutson and Robert (1994 : 125) ที่ว่าอินทรีย์วัตถุเป็นปัจจัยที่สำคัญในการดูดซับพาราไธออน สำหรับเมทามิโดฟอส และไดเมทโธเอทนั้น ถึงแม้ว่าจะมีค่า K_{ow} ที่ต่ำ

และละลายน้ำสูง ซึ่งน่าจะมีการยึดเหนี่ยวกับน้ำได้ดีและยากต่อการดึงโมเลกุลออกจากน้ำให้มาเกาะติดกับอนุภาคแขวนลอย แต่เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้างของสารทั้ง 2 ชนิด เห็นว่ามีโครงสร้างประกอบด้วยกลุ่มฟังก์ชัน $-NH_2$ และ -NHR ซึ่งจะทำให้สารถูกดูดซับโดยตัวดูดซับได้ดี (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 169) ดังนั้นปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยจึงมีความสัมพันธ์ทางบวกในการดูดซับเมทามิโดฟอส และไดเมทโธเอทเช่นกัน