บทที่ 1

บทนำ

บทนำต้นเรื่อง

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรมมาตั้งแต่อดีต ถึงแม้ว่าในปัจจุบันจะมีอาชีพอื่นเข้ามาแทนที่ แต่ยังมีประชากรที่ประกอบอาชีพเกษตรกรรมถึงร้อยละ 70 ของประชากรทั้งประเทศ ในอดีตการเกษตรอาศัยหลักการพึ่งพาธรรมชาติ โดยใช้ศัตรูธรรมชาติในการควบคุมศัตรูพืช ทำให้เกิดความสมดุลของสภาพแวดล้อมและมีศัตรูพืชน้อย ประกอบกับความต้องการการบริโภคมีอยู่น้อย ฉะนั้นจึงไม่จำเป็นต้องใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในการเกษตรกรรม

ต่อมามีการขยายตัวของประชากร จึงมีความจำเป็นต้องเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรในสภาพพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัด ทำให้เกษตรกรต้องใช้ปัจจัยการผลิตต่าง ๆ เช่น พันธุ์พืช ปุ๋ย ระบบชลประทาน และการจัดการศัตรูพืชเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ ประกอบกับการพัฒนาทางด้านอุตสาหกรรมการเกษตร ที่จำเป็นจะต้องใช้ผลผลิตทางการเกษตรที่พอเพียงกับความต้องการของโรงงาน ทำให้เกษตรกรเปลี่ยนระบบการผลิตทางการเกษตรเป็นการผลิตพืชชนิดเดียว สมดุลธรรมชาติจึงถูกเปลี่ยนไปและเกิดการระบาดของศัตรูพืชมากขึ้น ประกอบกับประเทศไทยมีภูมิอากาศที่ร้อนชื้นเหมาะสมต่อการเพิ่มของศัตรูพืช ทำให้เกษตรกรหันมาใช้เทคโนโลยีการจัดการศัตรูพืช โดยการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์เพื่อป้องกันความเสียหายจากศัตรูพืชมากยิ่งขึ้น

ปัจจุบัน ประเทศไทยเป็นประเทศหนึ่งที่มีการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์มากที่สุดในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศแทบทั้งสิ้น ส่งผลให้ปริมาณสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วง 30 ปีที่ผ่านมา โดยเพิ่มขึ้นจาก 9,552 ตัน ในปี พ.ศ. 2519 เป็น 52,739 ตัน ในปี พ.ศ. 2543 (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2540 : 7 ; กองวัตถุมีพิษ, 2544) ในปี พ.ศ. 2543 มีมูลค่ารวมการนำเข้าถึง 7,294 พันล้านบาท ทำให้ต้องสูญเสียเงินตราต่างประเทศเป็นมูลค่ามหาศาล

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต (organophosphorus insecticides) เป็นสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับความนิยมมากกลุ่มหนึ่ง เนื่องจากเป็นสารที่สามารถใช้ได้อย่างกว้างขวาง ราคาไม่แพง มีประสิทธิภาพสูงในการฆ่าแมลงหลายชนิด ความคงทนต่ำ สลายตัวได้เร็วหลังจากการใช้ประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ ไม่ตกค้างในพืชและสิ่งแวดล้อมเป็นเวลานาน จึงนิยมนำมาใช้ทดแทนสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticides) ซึ่งส่วนใหญ่ถูกยกเลิกใช้เนื่องจากสลายตัวยากทำให้มีสารตกค้างเป็นเวลานาน อย่างไรก็ตามสารฆ่าแมลงกลุ่ม

ออร์กาโนฟอสเฟตมีข้อเสีย คือ มีความเป็นพิษสูงต่อมนุษย์และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง เพราะเมื่อมีการรับสารเหล่านี้เข้าสู่ร่างกาย ร่างกายมีกลไกที่จะเปลี่ยนแปลงและขับถ่ายสารออกจากร่างกายได้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น (ทศพล สงสวัสดิ์, 2533 : 32) และถึงแม้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะเป็นสารที่มีระยะเวลาคงสภาพสั้น แต่ถ้าเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้ เช่น มีการฉีดพ่นบ่อยครั้ง ใช้ในอัตราที่สูงกว่าคำแนะนำ และใช้สารหลายชนิดผสมกันในการฉีดพ่นแต่ละครั้ง ซึ่งหากมีการใช้เป็นเวลานานจะเกิดปัญหาการตกค้างขึ้น ทำให้กระบวนการย่อยสลายโดยสิ่งมีชีวิต (biodegradation) ไม่สมดุลกับการใช้ในครั้งต่อ ๆ ไป ส่งผลให้สัตว์นอกเป้าหมาย เช่น แมลงที่มีประโยชน์ต่อการเกษตร และสัตว์เลี้ยงมีโอกาสสัมผัสกับสารพิษได้ เกิดการสะสมของสารพิษในปริมาณสูง (ภิญญา จำรัสกุล, บังเอิญ สีมา และ สุวิมล เลิศวีระศิริกุล, 2538 : 67) ผลผลิตมีสารตกค้าง และตกค้างในสิ่งแวดล้อม ทั้งในดิน น้ำ และ อากาศ เมื่อสารพิษลงสู่ดินจะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตที่อาศัยอยู่ในดิน ลงสู่แหล่งน้ำเกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำ ซึ่งอาจเกิดการสะสมในปริมาณสูง สารพิษสามารถหมุนเวียนในสิ่งแวดล้อม และเข้าไปสะสมในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ทางห่วงโซ่อาหาร (food chain) และสุดท้ายอันตรายนั้นจะมาถึงมนุษย์ได้ นอกจากนี้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตยังเคลื่อนย้ายโดยการพัดพาของลม ทำให้เกิดการสะสมในวงกว้างขึ้นได้ (World Health Organization, 1986 : 10)

จากการที่สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสฟอสเฟตส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ต้องใช้น้ำผสมในการฉีดพ่น ดังนั้นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อประสิทธิภาพของสาร คือคุณภาพของน้ำที่ใช้ผสมในการฉีดพ่นสาร เช่น อิทธิพลของความเป็นกรด - ด่าง อุณหภูมิ สิ่งมีชีวิตในน้ำ และปริมาณของสารอินทรีย์แขวนลอย เป็นต้น (McEwen and Stephenson, 1979 : 267) องค์ประกอบหลักของสารอินทรีย์แขวนลอย คือธาตุคาร์บอน จึงทำให้สารอินทรีย์เหล่านี้จะสามารถดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตได้ ดังนั้นน้ำที่มีองค์ประกอบของตัวดูดซับเหล่านี้มากจะสามารถดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตได้มากด้วย (Ngampongsai, 1998 : 2-19) ทำให้สารที่ฉีดพ่นไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ทั้งหมด ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการกำจัดแมลง และสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ถูกดูดซับไว้ยังตกค้างสู่สิ่งแวดล้อมนานขึ้นอีกด้วย คุณสมบัติหนึ่งของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่มีผลต่อการดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยคือการละลายน้ำและค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนออกทานอลและน้ำ (octanol/water partition coefficient : K_{ow}) ของสาร สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่ที่ใช้ในประเทศไทยจะมีช่วงของค่าการละลายน้ำ และมีช่วงของค่า K_{ow} กว้าง ส่งผลให้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเหล่านี้ถูกดูดซับโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยที่อยู่ในน้ำให้อยู่ในรูปที่ไม่สามารถออกฤทธิ์ได้ในระดับที่แตกต่างกัน ส่งผลให้เกษตรกรต้องใช้สารในปริมาณที่เพิ่มขึ้นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพมากเท่าเดิมหรือมากขึ้นกว่าเดิม หากเกษตรกรใช้น้ำที่มีอนุภาคแขวนลอยที่ใช้ฉีดพ่นอยู่ในปริมาณมาก ทำให้มีสารตกค้างในสิ่งแวดล้อมมากขึ้นตามไปด้วย

พื้นที่ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นพื้นที่ปลูกผักที่สำคัญของจังหวัดสงขลา มีการใช้สารฆ่าแมลงเป็นจำนวนมาก โดยเฉพาะสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นกลุ่มที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นอย่างมาก (นงรัตน์ กลับรอด, 2544 : 3) โดยหากผสมสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตกับน้ำจากแหล่งน้ำที่มีค่าตะกอนแขวนลอยสูง เช่น น้ำคลอง และบ่อดินแล้ว คาดว่าจะมีปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยสูงด้วย สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีโอกาสที่จะเกาะกับอนุภาคแขวนลอยนั้นได้ ทำให้มีการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำบางส่วนไม่ให้สามารถออกฤทธิ์ได้ ประสิทธิภาพของสารที่ฉีดพ่นจึงอาจลดลง ส่งผลให้เกษตรกรใช้สารในอัตราที่เพิ่มขึ้นจากคำแนะนำของฉลาก เพราะมีความเชื่อว่าเมื่อใช้ตามอัตราแนะนำบนฉลากแล้วไม่ได้ผลก็ควรมีการเพิ่มอัตราของสารในครั้งต่อไป (ปวีณา ศุภสวัสดิ์กุล, 2541 : 45) นอกจากนี้ตำบลบางเหรียงยังมีพื้นที่ติดกับทะเลสาบสงขลา ซึ่งเป็นแหล่งทรัพยากรที่มีความสำคัญมากแหล่งหนึ่ง ซึ่งหากมีการตกค้างของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในบริเวณนั้นสูงแล้ว จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งในบริเวณนั้นและทะเลสาบสงขลาได้

ฉะนั้น การศึกษาการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยจึงมีความสำคัญ ที่จะช่วยให้ทราบว่าหากจะใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดต่าง ๆ ที่ทำการศึกษาควรจะใช้น้ำที่มีสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยอยู่ในระดับใดที่น่าจะทำให้ประสิทธิภาพในการใช้สารดังกล่าวเกิดประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งจะทำให้ลดความเสี่ยงต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อมตลอดจนลดค่าใช้จ่ายในเรื่องสารเคมีที่ใช้ในการเกษตรของเกษตรกรอีกด้วย

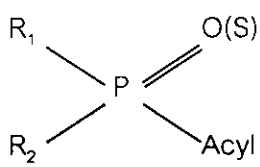
การตรวจเอกสาร

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นสารฆ่าแมลงประเภทสารอินทรีย์ นิยมใช้ในการฆ่าแมลงศัตรูผัก ผลไม้ และพืชไร่ เช่น เมทิล-พาราไธออน เมทามิโดฟอส คลอไพริฟอส-เมทิล ไดเมทโธเอท เฟนไนโตรไธออน และโปรฟีโนฟอส เป็นต้น สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีคุณสมบัติที่สำคัญคือการยับยั้งเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (acetylcholinesterase, AChE) ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ควบคุมการทำงานของระบบประสาท จากคุณสมบัตินี้ได้นำไปสู่การพัฒนาเป็นยาระงับประสาทในทางการแพทย์และเป็นอาวุธสงคราม ในปี ค.ศ. 1820 Lassaigne สังเคราะห์สารไตรเอทิลฟอสเฟต (triethylphosphate) จากปฏิกิริยาของเอทานอลกับกรดฟอสฟอริก ต่อมาในปี ค.ศ. 1854 de Clermont ได้สังเคราะห์สารเตตระเอทิลไพโรฟอสเฟต (tetraethyl pyrophosphate) จากปฏิกิริยาของเกลือซิลเวอร์กับกรดไพโรฟอสฟอริกและเอทิลไอโอไดด์ ซึ่ง 80 ปีต่อมา ระหว่างสงครามโลกครั้งที่ 2 Gerhard Schrader ได้ค้นพบคุณสมบัติในการเป็นสารฆ่าแมลงของสารทีอีพีพี (TEPP) ซึ่งเป็นที่รู้จักกันจนถึง

ปัจจุบัน Schrader ยังทำการสังเคราะห์สารประกอบออร์กาโนฟอสเฟตชนิดแรกที่ใช้เพื่อเป็นสารฆ่าแมลง คือไดเมฟ็อกซ์ (dimefox) และสคราแดน (schradan) ในปี ค.ศ. 1941 ต่อมาได้ค้นพบสารพาราไธออน (parathion) ในปี ค.ศ.1944 จึงทำให้เขาได้ชื่อว่าเป็นบิดาแห่งสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต หลังจากนั้นได้มีการค้นพบเมทิล-พาราไธออน (methyl parathion) และอีพีเอ็น (EPN) ซึ่งบริษัทไบเออร์ (Bayer) และดูปองท์ (Dupont) ได้ผลิตสารดังกล่าวเพื่อจำหน่ายในการเกษตรอย่างแพร่หลาย ต่อมาในปี ค.ศ. 1950 ได้มีการผลิตมาลาไธออน (malathion) โดยบริษัทอเมริกันไซยามิด (American Cyamid) ซึ่งเป็นสารที่มีพิษต่อสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมค่อนข้างต่ำ และเป็นที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย ประกอบกับการค้นพบปัญหาในการตกค้างเป็นเวลานานของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนคลอรีน (organochlorine insecticides) ในสภาพแวดล้อม ทำให้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตกลายเป็นสารฆ่าแมลงกลุ่มหลักที่มีการนำมาใช้ในการเกษตร และแม้ว่าจะมีการแนะนำให้ใช้สารสังเคราะห์ไพรีทรอยด์ (synthetic pyrethroids) ซึ่งมีความปลอดภัยกว่าก็ตาม แต่สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตยังคงเป็นสารสำคัญในการควบคุมแมลงจนถึงปัจจุบัน (Chambers and Levi, 1992 : 4)

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีองค์ประกอบที่สำคัญคือ คาร์บอน ฟอสฟอรัส ไฮโดรเจน และออกซิเจน สูตรโครงสร้างเคมีทั่วไปมีลักษณะดังนี้



R_1 และ R_2 อาจเป็นหมู่อัลคอกซี (alkoxy) อัลคิล (alkyl) หรือหมู่อะมิโน (amino) ส่วน acyl จะเป็นอิออนลบของกรดอินทรีย์หรืออนินทรีย์ เช่น ฟลูออรีน (fluorine) ไซยาเนท (cyanate) ไธโอไซยาเนท (thiocyanate) เป็นต้น (Holmwood, 1983 : 49) Ware (1994 : 48-51) แบ่งสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็น 3 กลุ่มย่อย ได้แก่

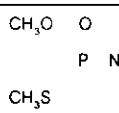
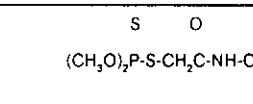
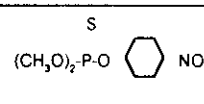
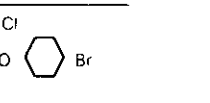
1. กลุ่มอนุพันธ์อะลิฟาติก (aliphatic derivatives) ได้แก่ เมธามิโดฟอส และไดเมโธเอท กลุ่มอนุพันธ์นี้มีโครงสร้างเป็นเส้นตรงของกรดฟอสฟอริกที่ต่อกับอะตอมคาร์บอนสายสั้น ๆ มีความเป็นพิษในช่วงกว้าง ละลายน้ำได้ดี

2. กลุ่มอนุพันธ์ฟีนิล (phenyl derivatives) ได้แก่ เมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอส กลุ่มอนุพันธ์นี้มีโครงสร้างเป็นวงเบนซินที่ไฮโดรเจนในวงตัวหนึ่งถูกแทนที่ด้วย phosphorus moiety และตัวอื่น ๆ ถูกแทนที่โดย คลอรีน ไนโตรท์ มีเทน ไซยาไนด์ หรือกำมะถัน กลุ่มอนุพันธ์นี้มีความเสถียรกว่ากลุ่มอนุพันธ์อะลิฟาติก ระยะเวลาในการตกค้างจึงนานกว่า

3. กลุ่มอนุพันธ์เฮทเทอโรไซคลิก (heterocyclic derivatives) ได้แก่ ไดอะซิฟอส และคลอไพริฟอส กลุ่มอนุพันธ์นี้มีโครงสร้างเป็นวงที่มี 3, 5 หรือ 6 อะตอม ที่ประกอบด้วยอะตอมที่ต่างกัน อาจมีอะตอมบางตัวถูกแทนที่ด้วยออกซิเจน ไนโตรเจน หรือ กำมะถัน กลุ่มอนุพันธ์นี้มีโครงสร้างที่ซับซ้อนและมีระยะเวลาในการตกค้างที่นานกว่ากลุ่มอนุพันธ์อื่น

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของชั้นน้ำในน้ำมัน ละลายน้ำได้น้อย ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ สลายตัวง่ายในธรรมชาติ มีความเป็นพิษสูงต่อมนุษย์และสัตว์ที่มีกระดูกสันหลัง ทำให้มีอันตรายสูงเมื่อเข้าสู่สิ่งแวดล้อม (World Health Organization, 1986 : 4) คุณสมบัติบางประการของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ทำการศึกษาในครั้งนี้ แสดงในตาราง 1

ตาราง 1 คุณสมบัติบางประการของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดที่ทำการศึกษา

คุณสมบัติ	เมทามิโดฟอส	ไดเมทโธเอท	เมทิล-พาราไธออน	โปรฟีโนฟอส
1. ชื่อเคมี (IUPAC)	O,S-dimethyl phosphoramidothioate	O,O-dimethyl S-(N-methylcarbamoylmethyl) phosphorodithioate	O,O-dimethyl-O-4-nitrophenyl phosphorothioate	O-(4-bromo-2-chloro phenyl)-O-ethyl-S-propylphosphorothioate
2.สูตรเคมี				
3.สูตรโมเลกุล	$C_2H_8NO_2PS$	$C_5H_{12}NO_3PS_2$	$C_8H_{10}NO_5PS$	$C_{11}H_{15}BrClO_3PS$
4.มวลโมเลกุล	141.13	229.28	263.21	373.6
5.ชื่อการค้า	ทามารอน, เมโทฟอส	เพอร์เฟคไธออน, ไดแคพ	โฟลิดอล, เมธาฟอส	ซิลิดีน, คูมาครอน
6.การละลายน้ำ(g/L)	570 (20°C)	39.8 (25°C)	0.005 (25°C)	0.02 (20°C)
7.ความดันไอ (mmHg)	$3x10^{-4}$ (30°C)	$7.6X10^{-6}$ (20°C)	$1.5x10^{-5}$ (20°C)	$9.0x10^{-7}$ (25°C)
8.K_{ow}	0.13	0.2	7300	79
9.LD_{50}(mg/kg)	ปาก(หนู) : 6-50 ผิวหนัง(กระต่าย) : 300-400	ปาก(หนู) : 180-330 ผิวหนัง(หนู) : 600-1200	ปาก(หนู) : 16-21 ผิวหนัง(กระต่าย) : 118	ปาก(หนู) : 358 ผิวหนัง(กระต่าย) : 472
10.อัตราการใช้ (Ml/น้ำ20L)	10-20 (60% EC)	10-20 (40% EC)	20-40 (50% EC)	20-40 (50% EC)

ที่มา : 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 ; Hornsby, Donwauchope and Herner (1998)

5, 9, 10 ; ปรีชา พุทธิปรีชาพงศ์ และ พัฒนันท์ สังขะตะวรรธน์ (2530)

ปริมาณการนำเข้าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในประเทศไทย

ประเทศไทยมีการนำเข้าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นจำนวนมาก โดยในปี พ.ศ. 2538 มีการนำเข้าถึงร้อยละ 58 ของปริมาณการนำเข้าสารฆ่าแมลงทั้งหมด (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2540 : 6) ซึ่งปริมาณและมูลค่าของการนำเข้าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต 10 อันดับแรกในปี พ.ศ. 2543 ดังแสดงในตาราง 2

ตาราง 2 ปริมาณและมูลค่าการนำเข้าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมากที่สุด 10 ชนิด ในประเทศไทย ปี พ.ศ. 2543

ชื่อสามัญ	ปริมาณการนำเข้า (กิโลกรัม)	มูลค่า (บาท)
1. เมทามิโดฟอส	2,790,009	152,598,093
2. คลอไพริฟอส	480,825	90,705,560
3. ไดเมทโธเอท	461,842	36,322,879
4. เมทิล-พาราไธออน	288,000	42,813,198
5. ไตรอะโซฟอส	236,044	53,111,029
6. ไดโครโตฟอส	173,268	13,930,276
7. ไดคลอวอส	141,337	23,644,560
8. มาลาไธออน	107,315	9,034,432
9. อีพีเอ็น	56,000	16,471,318
10. โปรฟีโนฟอส	16,000	13,318,270

ที่มา : ดัดแปลงจาก กรมวิชาการเกษตร (2544)

ผลกระทบของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม

แม้ว่าสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะช่วยลดความเสี่ยงของผลผลิตทางการเกษตร ก็ตาม แต่ในทางกลับกันอาจก่อให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อมได้เช่นกัน

เกษตรกรและผู้บริโภคทั้งมนุษย์และสัตว์ที่บริโภคพืชผักที่มีสารตกค้างอยู่อาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพอนามัยได้โดยสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตสามารถเข้าสู่ร่างกายได้ทั้งทางเดินอาหาร ทางเดินหายใจ และทางผิวหนัง สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะมีพิษเฉียบพลันทั้งกับแมลงและมนุษย์ โดยไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์อะซิทิลโคลีนเอสเทอเรส (acetylcholinesterase)

ในระบบประสาท โดยจะไปทำปฏิกิริยากับสารอะซิติลโคลีน (acetylcholine) ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท (neurotransmitter) ที่สำคัญของการส่งกระแสประสาท ทำให้การทำงานของระบบประสาทผิดปกติได้ (สาวิตร วรรณพิณ, 2541 : 121) พิษของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในมนุษย์ หากได้รับในระดับต่ำจะทำให้เกิดอาการเซื่องซึม สับสน เป็นตะคริว อุจจาระร่วง อาเจียน ปวดศีรษะ และหายใจลำบาก และหากได้รับในระดับสูงจะทำให้เกิดการชักกระตุกอย่างรุนแรง กล้ามเนื้ออ่อนแรง สั่น หมดสติ และตายในที่สุด (Chiras, 1991 : 437)

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ลงสู่ดิน หรือที่เคลื่อนย้ายจากสิ่งแวดล้อม เช่น น้ำ อากาศ และสิ่งมีชีวิตมาสู่ดิน จะเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตเล็ก ๆ ที่อาศัยอยู่ในดิน เช่น ไส้เดือน ซึ่งเป็นสัตว์ที่เป็นประโยชน์ต่อดิน Brown (1978 : 57) รายงานว่าการใช้พาราไธออนในสวนส้มมีผลให้จำนวนไรที่อาศัยในดินมีจำนวนลดลงจาก 28 ชนิดเป็น 10 ชนิด การใช้ไดซัลโฟตอนในการกำจัดเพลี้ยอ่อนทำให้จำนวนของไรลดลงถึงร้อยละ 95 แต่จะกลับมามีจำนวนเท่าเดิมหลังจากหยุดใช้เป็นเวลา 3 เดือน De'carie, Desgranges and Morneau (1993 : 236) รายงานว่าการใช้ไดอะซินอน อะซิเฟต และคลอไพริฟอสในไม้ประดับมีผลต่อการลดลงของไส้เดือนและมวลชีวภาพในแปลงไม้ประดับ

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ปนเปื้อนในดินยังส่งผลต่อน้ำใต้ดินและอาจเคลื่อนย้ายโดยการพัดพาโดยลม ถูกชะล้างด้วยน้ำ เกาะติดกับฝุ่นละออง ลงสู่แหล่งน้ำทำให้มีการปนเปื้อนในแหล่งน้ำได้ และหากดินมีความชื้นสูงก็จะระเหยกลายเป็นไอขึ้นสู่บรรยากาศได้

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่เข้าสู่แหล่งน้ำ สามารถตกค้างในตะกอนดินในน้ำได้นานขึ้น เนื่องจากตะกอนดินเหล่านี้สามารถดูดยึดสารไว้ได้ (Chambers and Levi, 1992 : 5) ส่งผลให้เป็นอันตรายต่อปลาและสิ่งมีชีวิตในน้ำ ซึ่งความเข้มข้นที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อสัตว์น้ำนั้นอาจอยู่ในระดับต่ำมาก คือในระดับส่วนในล้านส่วนก็ได้ (รัตนา สิตะยัง, 2538 : 39) และถึงแม้ว่าจะมีปริมาณน้อยไม่ถึงกับเป็นอันตรายก็ตาม แต่เมื่อมีการสะสมมาก ๆ ขึ้นอาจกระทบกระเทือนต่อสิ่งมีชีวิตในน้ำ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงหรือตายได้ และส่งผลไปถึงห่วงโซ่อาหาร เกิดการเปลี่ยนแปลงระบบนิเวศในแหล่งน้ำ การลดลงของความหลากหลายทางชีวภาพ และจะส่งผลถึงมนุษย์ในที่สุด Brown (1978 : 86) รายงานว่าปลาที่ได้รับมาลาไธออนความเข้มข้นต่ำ ๆ เป็นเวลานาน ๆ อาจทำให้กำเนิดลูกที่มีความผิดปกติทางโครงสร้างของกระดูกสันหลังได้ และปลาบลูกิลที่ได้รับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะมีระดับคลอรีนเอสเทอเรสในสมองลดลงประมาณร้อยละ 30-50 อย่างไรก็ตาม สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตจะมีผลต่อการลดจำนวนประชากรของสิ่งมีชีวิตในน้ำในช่วระยะหนึ่งเท่านั้น แล้วจะสามารถฟื้นฟูจำนวนประชากรกลับมาเหมือนเดิมได้ (Chambers and Levi, 1992 : 5)

เมื่อบรรยากาศมีอุณหภูมิสูง สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางส่วนสามารถระเหยขึ้นไปในอากาศได้ในขณะฉีดพ่นและระเหยจากดิน แล้วแตกตัวปะปนอยู่กับสารอื่น ๆ ในชั้นบรรยากาศ จากนั้นจะกลับสู่โลกอีกครั้งในรูปของเมฆ หมอก ลูกเห็บ น้ำค้าง (อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ, 2537) หรือฝนตกลงมาสู่พื้นดิน สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ปนเปื้อนในบรรยากาศไม่ได้เป็นอันตรายโดยตรงกับมนุษย์ แต่จะสะสมอยู่ในสภาพแวดล้อมซึ่งจะกระทบต่อระบบนิเวศ เช่น สะสมในห่วงโซ่อาหาร เป็นต้น

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตมีพิษสูงต่อสัตว์มีกระดูกสันหลังทั่วไป นกและสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมที่กินแมลงที่มีการสะสมของสารอยู่อาจตายหรือถ่ายทอดพิษทางห่วงโซ่อาหารถึงมนุษย์ได้ สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดมีผลต่อการถ่ายทอดทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิตในน้ำในระยะยาว บางชนิดอาจมีผลทำให้สิ่งมีชีวิตบางชนิดลดลง ส่งผลต่อสิ่งมีชีวิตในลำดับต่อ ๆ มาได้ De'carie, Desgranges and Morneau (1993 : 235) รายงานว่าการใช้ไดอะซินอน และอะซิเฟตในไม้ประดับมีผลต่อพฤติกรรมและผลผลิตของนกอเมริกันโรบิน พบว่าไม่มีการตายในนกและไม่มีผลต่อการผลิตรังนก แต่มีผลให้ระดับโคลีนเอสเทอเรสในตัวเมียลดลง

นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตบางชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครโมโซม ลดการสืบพันธุ์ การรอดของทารก อัตราการเติบโตของทารก และเกิดความผิดปกติของทารก และยังพบว่าเป็นสารก่อมะเร็งอีกด้วย (สมชัย ภัทรธนานันท์, 2542 : 90)

สารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

อินทรีย์วัตถุ (organic matter) หมายถึงสารอินทรีย์ที่ได้จากการย่อยสลายซากพืชซากสัตว์โดยจุลินทรีย์ รวมถึงส่วนที่ถูกสังเคราะห์ขึ้นมาใหม่ อินทรีย์วัตถุมีองค์ประกอบหลักคือสารอินทรีย์คาร์บอน ซึ่งมีปริมาณร้อยละ 52-58 ของอินทรีย์วัตถุทั้งหมด (Spark, 1995 : 57) สุพจน์ โตตระกูล (2536 : 281-282) แบ่งสารอินทรีย์คาร์บอนตามความยากง่ายในการเกิดปฏิกิริยา ได้แก่

1. อินทรีย์คาร์บอนที่ง่ายต่อการเกิดปฏิกิริยา ได้แก่ คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของซากสดของสิ่งมีชีวิต ซึ่งจะสามารถย่อยสลายไปอย่างรวดเร็วได้ง่าย

2. อินทรีย์คาร์บอนที่ยากต่อการเกิดปฏิกิริยา ได้แก่ คาร์บอนที่เป็นองค์ประกอบของฮิวมัส (humus) ซึ่งเป็นสารที่ผ่านการย่อยสลายมาหลายขั้นตอนจนมีเสถียรภาพสูง

3. อินทรีย์คาร์บอนที่อยู่ในรูปอัดตัวกันแน่นจนเฉื่อยต่อปฏิกิริยา โดยมากแล้วจะประกอบด้วยคาร์บอนทั้งหมด

Central Library
Prince of Songkla University

อินทรีย์วัตถุที่มีสมบัติเป็นสารแขวนลอยได้แก่ฮิวมัส ซึ่งจะมีอนุภาคเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร ในฮิวมัสจะมีปริมาณของไอออนสูงมาก ทำให้มีความสามารถในการดูดซับไอออนจากสารละลายได้สูงด้วยเช่นกัน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะเกษตร, ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 141)

การดูดซับ

การดูดซับ (adsorption) เป็นการดึงดูดระหว่างผิวหน้าของตัวดูดซับ (adsorbent) กับตัวถูกดูดซับ (adsorbate) ในสภาพสารละลาย การดูดซับทำให้ความเข้มข้นของตัวถูกดูดซับที่ผิวหน้าตัวดูดซับมีค่าสูงกว่าความเข้มข้นในสารละลายที่ระยะห่างจากผิวหน้าตัวดูดซับออกไป การดูดซับนี้เป็นผลจากอันตรกิริยา (interaction) ของแรงที่ผิวของตัวดูดซับ ที่กระทำต่อโมเลกุลหรือไอออนของตัวถูกดูดซับ (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 168-169)

รูปแบบของการดูดซับ

กลไกของการดูดซับสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบ ได้แก่ (Bolt and Bruggenwert, 1978 :247-249)

1. การดูดซับทางกายภาพ (physical adsorption) ได้แก่ การดูดซับด้วยแรงวันเดอร์วาลส์ (van der waal 's force) เกิดขึ้นเมื่อสารที่ถูกดูดซับเคลื่อนที่สัมผัสกับตัวดูดซับ โดยมีแรงดึงดูดมากกว่าพลังงานจลน์ของสาร แรงวันเดอร์วาลส์เป็นแรงดึงดูดที่ไม่แข็งแรงจึงง่ายต่อการผันกลับของการดูดซับ (desorption) (Ford, 1981 : 4) แรงวันเดอร์วาลส์ประกอบด้วยอันตรกิริยาระหว่างสารที่มีประจุด้วยกัน (dipole-dipole interaction), สารที่มีประจุกับสารที่ถูกชักนำให้เกิดประจุ (dipole-induced dipole interaction) และการกระทำร่วมกันระหว่างสารที่ถูกชักนำ (induced dipole-induced dipole interaction) การดูดซับด้วยแรงวันเดอร์วาลส์จะเพิ่มขึ้นตามขนาดของโมเลกุล โดยเฉพาะถ้าเพิ่มพันธะของโมเลกุลเป็นพันธะคู่หรือพันธะสาม

2. การดูดซับทางเคมี (chemical adsorption) เป็นการดูดซับโดยเกิดพันธะเคมีระหว่างโมเลกุลของตัวดูดซับกับตัวถูกดูดซับ การดูดซับจะมีความแข็งแรงและยากต่อการผันกลับของปฏิกิริยา (สุพจน์ โตตระกูล, 2536 : 231) การดูดซับที่สำคัญ ได้แก่

2.1 พันธะทางไฟฟ้า (electrostatic bonding) อาจเกิดขึ้นเมื่อตัวถูกดูดซับอยู่ในรูปแคตไอออนหรือกลายเป็นรูปแคตไอออนหลังจากการเกิดโปรโตเนชัน (protonation) และถูกดูดซับโดยตรงในการแลกเปลี่ยนประจุบวก

2.2 พันธะไฮโดรเจน (hydrogen bonding) เกิดขึ้นระหว่างอะตอมของอิเลคตรอนที่มีประจุสูงกว่าเข้าไปในอะตอมไฮโดรเจน

2.3 พันธะโคออร์ดิเนชัน (coordination bonding) เป็นผลของการสร้างสารเชิงซ้อน โดยการให้และรับอิเลคตรอนในรูปของการแลกเปลี่ยนลิแกนด์ (ligand exchange)

การดูดซับอาจเป็นทางกายภาพหรือทางเคมีอย่างเดียว หรือเกิดพร้อม ๆ กัน ขึ้นกับลักษณะโครงสร้างของตัวถูกดูดซับ และความเป็นกรด - ด่างของระบบ (Gevao, Semple and Jones, 2000 : 5)

สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่เข้าไปยึดเกาะบนผิวอนุภาคดิน อาจอยู่ในรูปไอออน หรืออยู่ในรูปของโมเลกุลก็ได้ โดยโมเลกุลนั้นอาจเปลี่ยนไปอยู่ในรูปของไอออน แล้วจึงจะเข้าไปยึดเกาะในรูปของแคตไอออนหรือแอนไอออน หรือโมเลกุลนั้นยังคงสภาพเดิมโดยไม่ได้เปลี่ยนแต่เกิดขั้วประจุเฉพาะแห่งขึ้นภายในโมเลกุลแล้วเกาะยึดบนพื้นผิว

ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการดูดซับ

รูปแบบของการดูดซับและความสามารถในการดูดซับ ขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ ดังนี้

1. คุณสมบัติของสารที่ถูกดูดซับ ได้แก่

1.1 ชนิดและโครงสร้างของสารที่ถูกดูดซับ สารที่ถูกดูดซับที่มีโครงสร้างประกอบด้วยกลุ่มฟังก์ชัน -OH, $-NH_2$, -NHR, $-CONH_2$, -COOR, และ $-NH_3$ จะถูกดูดซับได้ดี โดยเฉพาะสารที่มีโมเลกุลขนาดใหญ่ (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 169)

1.2 ค่าการละลายน้ำ (water solubility) สารที่ละลายน้ำได้ดีหรือแตกตัวเป็นไอออนจะมีแรงยึดเหนี่ยวกับน้ำสูง จึงเป็นสารที่ยากต่อการดูดซับ ส่วนสารที่ไม่ละลายน้ำหรือละลายน้ำได้น้อยมักสามารถเกาะยึดบนตัวดูดซับได้ดี (มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2538 : 142-143)

1.3 ค่าสัมประสิทธิ์ของสัดส่วนออกทานอลและน้ำ (octanol/water partition coefficient ;K_{ow}) สารที่มีโมเลกุลแบบที่มีขั้วต่ำหรือไม่มีขั้วจะมีค่า K_{ow} สูง คือจะละลายในออกทานอลได้ดีกว่าในน้ำมาก ๆ และจะถูกดูดซับได้ง่ายมากโดยสารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ (Larson, 1994 : 12)

2. คุณสมบัติของตัวดูดซับ ได้แก่

2.1 ชนิดและโครงสร้างของตัวดูดซับ ตัวดูดซับที่มีโครงสร้างประกอบด้วยอะโรมาติก (aromatic) และคาร์บอกซิลิกคาร์บอน (carboxylic carbon) สูง จะมีการจับกับสารที่ถูกดูดซับสูง (Beyer, *et al.*, 1996 quote in Ngampongsai, 1998 : 2-19) โมเลกุลที่มีรูปร่างสม่ำเสมอจะง่ายต่อการดูดซับได้ดีมากกว่ารูปร่างไม่สม่ำเสมอ ในทางกลับกันโมเลกุลที่มีกลุ่มสาขาอาจมีพื้นที่ในการสัมผัสกับตัวถูกดูดซับที่มากกว่า (Bolt and Bruggenwert, 1978 : 246)

2.2 ปริมาณของตัวดูดซับ ถ้าในน้ำมีตัวดูดซับในปริมาณมากจะสามารถดูดซับได้มากด้วย (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 171)

2.3 ขนาดและพื้นที่ผิวของตัวดูดซับ ขนาดของตัวดูดซับมีอิทธิพลต่ออัตราเร็วของการดูดซับในทางลบคือ ตัวดูดซับที่มีขนาดเล็กจะมีอัตราการดูดซับเร็วกว่าขนาดใหญ่ ส่วนพื้นที่ผิวมีความสัมพันธ์โดยตรงกับขีดความสามารถในการดูดซับ (adsorptive capacity) นั่นคือตัวดูดซับที่มีพื้นที่ผิวมากจะดูดซับได้มากกว่าที่มีพื้นที่ผิวน้อย (มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2538 : 142)

2.4 ความจุแลกเปลี่ยนแคตไอออน (cation exchange capacity ; CEC) ตัวดูดซับที่มีค่าซีอีซีสูงจะมีประจุลบสูงจึงมีความสามารถในการดึงดูดแคตไอออนได้สูงเช่นกัน

2.5 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) ตัวดูดซับที่มีค่าเป็นกรด จะมีประจุลบเป็นจำนวนมาก ทำให้มีความสามารถในการดูดซับตัวถูกดูดซับแคตไอออนได้สูง แต่หากตัวดูดซับมีค่าเป็นด่างจะมีประจุบวกสูง ทำให้มีความสามารถในการดูดซับตัวถูกดูดซับแอนไอออนได้เช่นกัน (มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, คณะเกษตร, ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2541 : 243)

อินทรีย์วัตถุโดยเฉพาะอนุภาคแขวนลอยนั้นมีขนาดเล็กมาก จึงมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูง และยังมีประจุไฟฟ้าซึ่งเป็นประจุลบเป็นส่วนใหญ่ จึงสามารถดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่มีไอออนเป็นประจุบวก (cationic pesticide) และไม่มีสภาพไอออน (nonionic pesticide) เช่น สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ได้เป็นอย่างดี (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 37)

3. ปัจจัยทางสิ่งแวดล้อม ได้แก่

3.1 ค่าความเป็นกรด - ด่าง (pH) เมื่อ pH ลดลงจะทำให้ตัวถูกดูดซับที่เป็นกรดอยู่ในรูปโมเลกุลเพิ่มขึ้น และพวกที่เป็นด่างอยู่ในรูปไอออนมากขึ้น ในทางกลับกันเมื่อ pH เพิ่มขึ้นจะเอื้อต่อสภาพไอออนของตัวถูกดูดซับที่เป็นกรด และต่อสภาพโมเลกุลของพวกที่เป็นด่าง (ศุภมาศ พนิชศักดิ์พัฒนา, 2540 : 172-173)

3.2 อุณหภูมิ (temperature) อุณหภูมิจะมีผลต่อการละลายสารที่ถูกดูดซับ คือการละลายจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นยังส่งผลให้แรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลของสารที่ถูกดูดซับกับตัวดูดซับอ่อนลงทำให้การดูดซับน้อยลงด้วย (Larson, 1994 : 10)

นอกจากนี้ ถ้าน้ำมีการถูกรบกวนทำให้เกิดความปั่นป่วน จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของตัวถูกดูดซับเข้าหาตัวดูดซับ น้ำที่มีความปั่นป่วนต่ำฟิล์มน้ำซึ่งล้อมรอบตัวดูดซับจะมีความหนามากเพราะไม่ถูกรบกวน และเป็นอุปสรรคต่อการเคลื่อนที่ของโมเลกุลเข้าไปหาตัวดูดซับ แต่น้ำที่มีความปั่นป่วนสูงทำให้น้ำไม่อาจสะสมตัวขึ้นเป็นฟิล์มหนา เป็นผลให้โมเลกุลสามารถเคลื่อนที่ผ่านฟิล์มน้ำเข้าไปหาตัวดูดซับได้รวดเร็ว (มั่นสิน ตันฑุลเวศม์, 2538 : 142)

ผลของการดูดซับ

การดูดซับเป็นกระบวนการหลักของสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในสิ่งแวดล้อมน้ำ และอินทรีย์วัตถุเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์มากที่สุด (Hutson and Roberts, 1994 : 124) สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำจะสามารถถูกดึงโมเลกุลออกจากน้ำ ให้มาเกาะติดกับอนุภาคแขวนลอยได้ด้วยกระบวนการดูดซับ ทำให้ส่วนที่ถูกดูดซับไว้ไม่สามารถเกิดปฏิกิริยาแยกสลายด้วยน้ำ (hydrolysis) ในชั้นน้ำได้ (Ngampongsai, 1998 : 2-12) ส่งผลให้ความเข้มข้นของสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำลดลง เพราะมีบางส่วนเคลื่อนที่ไปเกาะจับกับอนุภาคแขวนลอย

สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ถูกดูดซับไว้สามารถส่งผลต่อสิ่งแวดล้อมได้อีกครั้งโดยการปลดปล่อย (desorption) ภายในสภาวะเหมาะสมซึ่งอาจทำให้ปริมาณและระยะเวลาตกค้างของสารในสิ่งแวดล้อมเพิ่มขึ้นได้ (Zhou, *et al.*, 1997 : 75) Craven (2000 : 18) รายงานว่า ความแข็งแรงของการดูดซับมีผลต่อสิ่งแวดล้อมที่ต่างกัน คือถ้าดูดซับไว้อย่างแข็งแรงสารจะมีโอกาสสะสมในตะกอนได้สูง ทำให้เกิดพิษต่อสัตว์หน้าดิน และอาจมีผลระยะยาวต่อสิ่งแวดล้อม และหากมีการดูดซับไว้อย่างอ่อน ๆ สารจะอยู่ในชั้นน้ำและค่อย ๆ เจือจางลงสู่แหล่งน้ำที่ไกลขึ้น ซึ่งถ้าหากไม่เจือจางอย่างรวดเร็วจะเกิดผลระยะยาวต่อสิ่งมีชีวิตน้ำได้

Goicolea, *et al.* (1991) ศึกษาการดูดซับสารฆ่าวัชพืชชนิดเมทาไมทรอน (metamitron) และ คลอริดาซอน (chloridazon) ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในดิน พบว่าหลังจากเติมดินลงในน้ำที่ผสมสารฆ่าวัชพืชทั้งสองชนิดเป็นเวลา 6 ชั่วโมงแล้ว สารฆ่าวัชพืชเมทาไมทรอนถูกดูดซับตั้งแต่ร้อยละ 60 ถึง 87 โดยค่าการดูดซับจะมากขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารมากขึ้น ส่วนคลอริดาซอนถูกดูดซับประมาณร้อยละ 30 ในทุกความเข้มข้น รณยุทธ์ สัตยานิคม (2534) รายงานว่าการดูดซับสารฆ่าวัชพืชชนิดอะทราซีน (atrazine) และอะเมทริน (amethrin) มีสหสัมพันธ์อย่างมีนัยสำคัญกับค่าร้อยละของ

อินทรีย์วัตถุในดิน และอัตราของสารฆ่าวัชพืชที่ต้องการควบคุมวัชพืชได้อาจจะต้องใช้อัตราสูง เมื่อใช้ในสภาพดินที่มีอินทรีย์วัตถุและค่าซีอีซีสูง

Zhou, *et al.* (1997) ศึกษาการดูดซับสารฆ่าแมลงชนิดเทฟลูทริน (tefluthrin) โดยดินในระบบน้ำ พบว่าเทฟลูทรินถูกดูดซับไว้ในอนุภาคดินถึงประมาณร้อยละ 95 และเหลือสารในระบบน้ำเพียงประมาณร้อยละ 3 เท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าอินทรีย์วัตถุที่ต่างกันจะทำให้ความสามารถในการดูดซับต่างกันมากด้วย คือ อินทรีย์วัตถุที่มีวงเบนซินมากและมีขั้วต่ำจะมีค่าการดูดซับที่สูง และปริมาณของเทฟลูทรินที่ใช้มีความสัมพันธ์ทางบวกกับการดูดซับด้วย

Ngampongsai (1998) ศึกษาพฤติกรรมของสารฆ่าแมลงชนิดไดฟลูเบนซูรอน (diflubenzuron) และ คลอไพริฟอส (chlorpyrifos) ในตะกอนน้ำ พบว่าสารฆ่าแมลงทั้งสองชนิดถูกดูดซับโดยสารแขวนลอยที่อยู่ในน้ำมากกว่าร้อยละ 50 หลังจากฉีดพ่นสารลงในน้ำ 6 ชั่วโมง และเนื่องจากคลอไพริฟอสมีค่า Log K_{ow} สูงกว่าไดฟลูเบนซูรอน จึงถูกดูดซับสู่ระบบตะกอนน้ำได้เร็วกว่า

Hu, Aizawa and Magara (1997) รายงานว่าการดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์มีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่า K_{ow} และมีความสัมพันธ์ทางลบกับความมีขั้วของสาร Sng, Lee and Lakso (1997) เปรียบเทียบการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตชนิดพาราไธออน และมาลาไธออนในไฟเบอร์ พบว่าการดูดซับขึ้นกับการละลายน้ำของสาร คือจะดูดซับพาราไธออนได้สูงกว่ามาลาไธออนอย่างมาก เนื่องจากการละลายน้ำของพาราไธออนน้อยกว่ามาลาไธออนถึง 7 เท่า

การใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในอัตราที่สูงเกินคำแนะนำ

ในปัจจุบันเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในอัตราที่สูงเกินคำแนะนำ เนื่องจากเกษตรกรขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ที่ถูกต้อง เมื่อมีศัตรูพืชมากขึ้นก็จะเพิ่มปริมาณการใช้มากขึ้น โดยเกษตรกรไม่ได้คำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดขึ้น การใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในอัตราที่สูงขึ้นนั้นส่งผลต่อปริมาณการตกค้างที่สูงขึ้นและระยะเวลาในการตกค้างนานขึ้นด้วย

Chiras (1991 : 437) รายงานว่าการที่เกษตรกรในประเทศสหรัฐอเมริกาใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์สูงถึง 2 เท่าของอัตราที่แนะนำ ส่งผลให้มีสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ตกค้างในแหล่งน้ำต่าง ๆ อย่างสูง ดินจะได้รับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในปริมาณที่สูงมากจนสามารถทำลายแบคทีเรียที่มีประโยชน์ในดินได้ การใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในอัตราสูงนั้น ส่งผลต่อการตกค้างในระยะเวลาที่นานขึ้นด้วย

Uraichuen (1993) ศึกษาปริมาณการตกค้างของโปรฟีโนฟอสที่ความเข้มข้นต่าง ๆ ในผักคะน้าพบว่า การสลายตัวของโปรฟีโนฟอสจะผันแปรไปตามอัตราความเข้มข้นที่ใช้

นงพงา ดวงแก้ว และ จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล (2538) พบว่า สารตกค้างในผลผลิตที่ฉีดพ่นสารในอัตราสองเท่าของอัตราแนะนำมีค่าสูงกว่าในระดับอัตราแนะนำประมาณ 2 - 5 เท่า และพบว่าเกษตรกรนิยมฉีดพ่นสารในปริมาณมากกว่าที่กำหนดและบ่อยครั้งกว่าคำแนะนำบนฉลากขวด

ลักษณะการเกษตรกรรมในพื้นที่ตำบลบางเหรียง

ตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา เป็นแหล่งปลูกผักที่สำคัญของจังหวัดสงขลา มีพื้นที่ทั้งหมด 31,014 ไร่ เป็นพื้นที่ทำการเกษตรทั้งหมด 28,217 ไร่ และเป็นพื้นที่ปลูกผัก 3,363 ไร่ สภาพพื้นที่โดยทั่วไปเป็นพื้นที่ราบลุ่ม ที่ลาดเชิงเขา ตำบลบางเหรียงมีพื้นที่ติดกับทะเลสาบสงขลาทางทิศตะวันออกเฉียงเหนือ บริเวณหมู่ที่ 2, 5, 6 และ 11 แหล่งน้ำธรรมชาติที่สำคัญ คือ คลองรัตภูมิ ซึ่งไหลผ่านหมู่ที่ 1, 2, 10 และ 11 และคลองบางเหรียง ไหลผ่านหมู่ที่ 3,4 และ 5 ซึ่งคลองทั้งสองนี้ไหลลงสู่ทะเลสาบสงขลา (สำนักงานเกษตรอำเภอควนเนียง, 2544) การเกษตรมีการปลูกผัก ทำนา ยางพารา และผลไม้ สำหรับการปลูกผักส่วนใหญ่จะปลูกในบริเวณที่อยู่อาศัย และบางรายจะเช่าที่ดินเพื่อปลูกผัก ผักที่ปลูกส่งจำหน่ายในตลาดอำเภอหาดใหญ่ และบริเวณใกล้เคียง ระบบการปลูกผักมีลักษณะเชิงเดี่ยว จะยกร่องเป็นแปลงขนาดเล็กและพื้นที่ปลูกมีขนาดเล็กประมาณ 1-10 ไร่ ผักที่เกษตรกรปลูกส่วนใหญ่เป็นผักรับประทานต้น ใบ และดอก ได้แก่ กระหล่ำดอก หอมแบ่ง ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักกาดหอม บล็อคโคลี่ ถั่วฝักยาว ผักกาดขาว โหระพา พริก ผักบุ้งจีน เป็นต้น โดยจะปลูกหมุนเวียนไปตามฤดูกาล 2-5 ครั้งใน 1 ปี

พื้นที่ปลูกผักในตำบลบางเหรียงส่วนใหญ่มักมีปัญหาเรื่องแมลงศัตรูพืชและโรคพืช แมลงศัตรูพืชที่พบมาก ได้แก่ หนอนใยผัก หนอนแมลงวันชอนใบ หนอนกระทู้ผัก ด้วงหมัดผัก เพลี้ยอ่อน เป็นต้น ส่งผลให้เกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงเพื่อการควบคุม สารฆ่าแมลงที่เกษตรกรนิยมใช้ ได้แก่ เมทิล-พาราไธออน เมทามิโดฟอส โมโนโครโตฟอส เมวินฟอส ไดเมทโธเอท โปรฟีโนฟอส คลอไพรีฟอส คาร์โบฟูแรน คาร์โบซัลแฟน ไซเปอร์เมทริน เป็นต้น ถึงแม้ว่าเกษตรกรมีการใช้สารฆ่าแมลงในการควบคุมแมลงก็ตาม แต่พบว่าแมลงกลับเพิ่มขึ้นทุกปี เกษตรกรส่วนใหญ่จึงมีการใช้สารเพิ่มมากขึ้น เกษตรกรบางรายมีการผสมสาร 2 ชนิดขึ้นไป บางรายเพิ่มความถี่ในการใช้สารบ่อยขึ้น และบางรายมีการใช้สารมากกว่าอัตราที่กำหนดบนฉลาก โดยเกษตรกรส่วนใหญ่ไม่ได้คำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้บริโภค และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

ปวีณา ศุภสวัสดิ์กุล (2541) ทำการสำรวจการใช้สารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ในแปลงผักและผลไม้อนามัยในตำบลบางเหรียง พบว่าเกษตรกรร้อยละ 12 มีความเข้าใจไม่ถูกต้องในการใช้สาร โดยร้อยละ 48 ของกลุ่มดังกล่าวคิดว่าเมื่อฉีดพ่นสารไปแล้ว แต่แมลงศัตรูพืชยังเพิ่มจำนวนขึ้นอีกก็ควรเพิ่มปริมาณและความเข้มข้นของสารในครั้งต่อไป

การผสมสารฆ่าแมลงในการฉีดพ่นนั้น เกษตรกรจะใช้น้ำจากบ่อบาดาล น้ำบ่อตื้นซึ่งบางรายจะใช้เป็นบ่อปูน บางรายจะขุดบ่อดินในบริเวณพื้นที่ปลูกผัก และเกษตรกรบางรายใช้น้ำคลองในการผสมสารฆ่าแมลงโดยจะเก็บน้ำจากคลองใส่ในถังไว้ สำหรับการฉีดพ่นสารฆ่าแมลงเกษตรกรจะใช้เครื่องฉีดพ่นแบบถังโยกสะพายหลัง แบบสูบชัก และแบบเครื่องยนต์ลากสาย

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต ชนิด เมทามิโดฟอส ไดเมธโทเอท เมทิล-พาราไธออน และโปรฟีโนฟอส โดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

2. เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ของสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยกับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตแต่ละชนิด

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ทราบถึงความสามารถในการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอย

2. ข้อมูลที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ในสภาพการใช้จริง เพื่อให้การใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด ส่งผลให้ลดปริมาณสารพิษตกค้างในผลผลิตและสิ่งแวดล้อม

3. จากข้อมูลที่ได้อาจนำไปสู่การศึกษาการดูดซับสารฆ่าศัตรูพืชและสัตว์ชนิดอื่นโดยสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยต่อไป

ขอบเขตการวิจัย

1. การวิจัยครั้งนี้ทำในระดับห้องปฏิบัติการ (laboratory scale)

2. ศึกษาความสามารถในการดูดซับสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตในน้ำ ที่มีความเข้มข้นของสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยระดับต่าง ๆ โดยใช้น้ำที่เกษตรกรตำบลบางเหรียง อำเภอควนเนียง จังหวัดสงขลา ใช้ในการผสมสารฆ่าแมลงเป็นตัวแทนของน้ำในการวิจัย และใช้ดินบริเวณแหล่งน้ำนั้นเป็นตัวแทนของสารอินทรีย์คาร์บอนในน้ำ สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟตที่ใช้ศึกษาอยู่ในรูปผลิตภัณฑ์ 4 ชนิด คือ ทามารอน (เมทามิโดฟอส), เพอร์เฟคไธออน (ไดเมทโธเอท), โฟลิดอน (เมทิล-พาราไธออน) และคาร์ไบครอน (โปรฟีโนฟอส) ซึ่งเป็นชนิดที่มีการใช้มากในประเทศไทย และในพื้นที่ที่เก็บน้ำตัวอย่าง

3. นำผลการทดลองที่ได้มาหาความสัมพันธ์ของปริมาณสารอินทรีย์คาร์บอนแขวนลอยกับปริมาณสารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต โดยใช้หลักการทางสถิติ เพื่อเสนอแนะแนวทางการจัดการการใช้สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์กาโนฟอสเฟต