

มุมมองเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืช แมลงศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ

Aspects of Plant-Insect Pests - Natural Enemies Interactions

พัชนี ชัยวัฒน์¹

Patchanee Chaiyawat¹

ABSTRACT

Some aspects of plant, insect pest and natural enemy interactions were reviewed and concluded. Plant was the biggest and most important producer in the ecosystem. All energy utilized by organisms was fixed in an utilizable form by plant through photosynthesis. Energy flow in the ecosystem through food chains and food webs in the trophic system. Understanding of food chains and food webs was therefore, foundational to the design and implementation of biological and natural control in pest management. Plant and insect having profound interactions in the ecosystem. Insect species diversity was positively related to plant species diversity and plant structural diversity.

MacArthur and Wilson (1967) initiated the idea r-K continuum of that K-strategists were good competitors and adapted to stable habitats, while r-strategists were good colonizers and high dispersable. A synoptic model of population growth of an insect species was developed by Southwood and Comins (1976). K-selected species was in stable environment with density dependent and natural enemies playing important roles in population regulation. And while r-selected species was in unstable environments with high natality rate and density independent. Intrinsic and extrinsic defenses of plant were shown by Van Emden and Way (1972). Intrinsic defense included physical morphors of plant, toxins and phytochemicals. Extrinsic defense was plant beneficial from natural enemies in term of natural enemies reducing numbers of abundance of herbivores, therefore plant gained more chance to survive. Integration of plant resistance and biological control among trophic levels in pest management, was one of methods that sustained natural resources in the agricultural ecosystem.

๑

Keywords : Plant-insect interactions, intrinsic defense, extrinsic defense, natural enemies, insect pests, insect population growth, integrated pest management

¹ ศูนย์วิจัยข้าวปราจีนบุรี อ.บ้านสร้าง จ.ปราจีนบุรี

¹ Prachinburi Rice Research Center, Amphoe Bansang, Prachin Buri Province

บทคัดย่อ

ปฏิสัมพันธ์ระหว่างพืช แมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติสรุปได้ว่า พืชเป็นผู้ผลิตอาหารที่มีจำนวนมากและสำคัญที่สุดในระบบนิเวศ พลังงานแสงอาทิตย์และแร่ธาตุถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานเคมีในรูปที่สิ่งมีชีวิตใช้ประโยชน์ได้โดยผ่านขบวนการสังเคราะห์แสงของพืช พลังงานถูกถ่ายเทโดยผ่านลูกโซ่และสายใยอาหารในลำดับชั้นของอาหารในระบบนิเวศ ฉะนั้น ความเข้าถึงเรื่องลูกโซ่และสายใยอาหาร จึงเป็นหลักการและพื้นฐานของการนำสิ่งมีชีวิตมาควบคุมสิ่งมีชีวิตด้วยกันในการจัดการศัตรูพืชและมนุษย์ พืชและแมลงมีปฏิสัมพันธ์อย่างลึกซึ้งในระบบนิเวศ ความหลากหลายชนิดของแมลงขึ้นอยู่กับความหลากหลายชนิดของพืชและความหลากหลายของโครงสร้างของพืช

MacArthur and Wilson (1967) ได้ริเริ่มเรื่อง r-K continuum โดยสิ่งมีชีวิตที่เป็น k strategists เป็นพวกที่มีความสามารถในการแก่งแย่งสูง และปรับตัวได้กับถิ่นที่อยู่ที่มีเสถียรภาพ และสิ่งมีชีวิตพวกที่เป็น r-strategists เป็นพวกที่มีความสามารถในการเข้าครอบครองถิ่นสูง และมีความสามารถในการแพร่กระจายตัว Southwood and Comins (1976) ได้พัฒนารูปแบบการเติบโตของประชากรแมลง โดย k-selected species เป็นพวกที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีเสถียรภาพ โดยมีความหนาแน่นของประชากรและศัตรูธรรมชาติเป็นตัวควบคุมกำหนดการเติบโตของจำนวนประชากร ในขณะที่ r-selected species เป็นสิ่งมีชีวิตที่อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่มีเสถียรภาพ มีอัตราการเกิดสูง และความหนาแน่นของประชากรไม่ได้เป็นตัวควบคุมกำหนดการเติบโตของจำนวนประชากร Van Emden and Way (1972) ได้เสนอรูปแบบการป้องกันภัยของพืช การป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายในต้นพืชได้รวมถึงลักษณะทางกายภาพของพืช สารพิษ และสารเคมีที่พืชผลิตขึ้น แต่การป้องกันที่เกิดจาก

ภายนอกพืชจะอยู่ในรูปที่พืชได้ประโยชน์จากการที่ศัตรูธรรมชาติได้ลดจำนวนแมลงศัตรูพืชให้น้อยลง ทำให้พืชมีโอกาสอยู่รอดมากขึ้น การผสมผสานระหว่างวิธีการใช้พืชพันธุ์ต้านทานและชีววิธีในการจัดการแมลงศัตรูพืช เป็นวิธีการหนึ่งในการรักษาทรัพยากรธรรมชาติในระบบนิเวศเกษตรให้ยั่งยืน

คำหลัก : ปฏิสัมพันธ์ของพืชและแมลง การป้องกันภัยของพืช ศัตรูพืช ศัตรูธรรมชาติ รูปแบบการเติบโตของประชากรแมลง การจัดการแมลงศัตรูพืช

คำนำ

ความหมายของประชากร (population) คือ สิ่งมีชีวิตที่เป็นชนิดเดียวกันแต่ตัวมาอยู่รวมกันในที่เดียวกัน เมื่อประชากรของสิ่งมีชีวิตหลายชนิดมาอยู่ในพื้นที่เดียวกันเรียกว่า ชุมชน (community) ในระบบนิเวศโดยทั่วไปมี ชุมชนของพืช ชุมชนของสัตว์ และชุมชนของแมลง ชุมชนของพืชมีอิทธิพลอย่างลึกซึ้งต่อชุมชนของแมลงที่ใช้อาศัยจากชุมชนของพืชนั้น (Price and Waldbauer, 1982) ในระบบนิเวศ พืชคือผู้ผลิตอาหารที่มีจำนวนมากที่สุด ความหลากหลายของชนิดพืชมีความสัมพันธ์กับความหลากหลายของชนิดแมลงในทางบวก และความหลากหลายของชนิดแมลงก็สัมพันธ์กับความหลากหลายของโครงสร้างของพืชแต่ละชนิดในทางบวกด้วย (Murdoch *et al.*, 1972; Price, 1976; Mayse and Price, 1978)

โซ่อาหารและลำดับชั้นอาหารในระบบนิเวศ

โซ่อาหารและลำดับชั้นของอาหารในระบบนิเวศเป็นความสัมพันธ์ของกระบวนการถ่ายทอดพลังงานในรูปอาหารระหว่างสิ่งมีชีวิตเป็นทอดๆ ลำดับของการถ่ายทอดพลังงานในธรรมชาติมีประมาณ 4-5 ระดับ ตัวอย่างห่วงโซ่อาหารในระบบนิเวศของข้าวขึ้นน้ำ ได้แก่

ขึ้นอยู่กับอัตราการเติบโตของประชากรแมลง ซึ่งสัมพันธ์กับจำนวนศัตรูธรรมชาติของแมลงชนิดนั้น แมลงที่เป็น r-selected species ที่ไปครอบครองถิ่นที่อยู่ใหม่จะมีอัตราการออกลูกหลานสูงมากจนศัตรูธรรมชาติไม่สามารถควบคุมได้ ทำให้ประชากรแมลงแพร่กระจายออกมาภายนอกถิ่นที่อยู่ (epidemic population) ส่วนแมลงพวกที่เป็น K-selected species อาศัยอยู่ในถิ่นที่อยู่ที่มีเสถียรภาพ เป็นถิ่นที่มีศัตรูธรรมชาติเป็นจำนวนมาก แมลงพวกนี้จะใช้พลังงานส่วนใหญ่ในการป้องกันตนเองให้พ้นจากการถูกล่าเป็นเหยื่อของศัตรูธรรมชาติ ศัตรูธรรมชาติจะมีบทบาทสำคัญต่อกลุ่มประชากรที่อาศัยอยู่ภายในถิ่น (endemic level) โดยปกติพวกตัวห้ำและตัวเบียนจะเข้าครอบครองถิ่นที่อยู่ใหม่ช้ากว่าแมลงศัตรูพืช เพราะถ้าตัวห้ำตัวเบียนได้เข้ามาครอบครองถิ่นที่อยู่ใหม่เร็ว อาจมีปัญหาเรื่องการขาดแคลนอาหารที่เป็นเหยื่อคือศัตรูพืช เนื่องจากจำนวนประชากรแมลงศัตรูพืชยังมีน้อย เพราะเพิ่งอพยพมาอยู่ในถิ่น ประกอบกับตัวห้ำและตัวเบียนมีความสามารถในการออกลูกหลานต่ำ จึงเป็นผลทำให้เกิดการระบาดของแมลงศัตรูพืชในต้นฤดูปลูก หรือหลังจากมีการพ่นสารฆ่าแมลง ซึ่งได้ฆ่าทั้งแมลงศัตรูพืชและศัตรูธรรมชาติ (Price and Waldbauer, 1982)

เมื่อแมลงเข้าครอบครองถิ่นที่อยู่ใหม่ ต้องปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมทางกายภาพที่รุนแรงและไม่เหมาะสมต่อการอยู่รอด ปัจจัยควบคุมจำนวนประชากรที่สำคัญจึงเป็นปัจจัยของสภาพภูมิอากาศที่รุนแรง ความหนาแน่นของประชากร ไม่ได้เป็นตัวกำหนดจำนวนประชากรของแมลงชนิดนั้น (density independent) การปรับตัวของแมลงที่ดีที่สุดคือการมีลูกหลานให้มาก ซึ่งเป็นแมลงพวก r-strategist ในทางตรงข้ามหลังจากที่ r-strategist ได้ตั้งถิ่นฐานครอบครองถิ่นที่อยู่ในชุมชนแล้ว ปัจจัยที่ควบคุมความอยู่รอดที่สำคัญที่สุดคือ การถูกล่าเป็นเหยื่อ และการแข่งขันจากแมลงหรือสิ่งมีชีวิตต่างชนิด การปรับตัวที่ดี

ที่สุดคือ มีความสามารถในการแก่งแย่งสูง และป้องกันตนเองให้รอดพ้นจากการถูกล่าเป็นเหยื่อ ความหนาแน่นของจำนวนประชากร จะเป็นตัวควบคุมจำนวนประชากรด้วย (density dependent) เพราะในเวลาต่อมาการแก่งแย่งเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความหนาแน่นของจำนวนประชากรมากขึ้น และการเข้าครอบครองถิ่นของชนิดตัวห้ำและตัวเบียนมากขึ้น ปฏิสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตในชุมชนมีบทบาทสำคัญในการควบคุมให้แมลงหรือสิ่งมีชีวิตแต่ละชนิดอยู่ในสภาพที่สมดุล แมลงพวกนี้จะปรับเปลี่ยนมาเป็น K-strategist ในขบวนการครอบครองถิ่น เมื่อใดที่จำนวนประชากรมีระดับที่สมดุล สิ่งมีชีวิตนั้นจะปรับเปลี่ยนจาก r-strategists เป็น K-strategist

ตัวอย่างของแมลง r-strategists ได้แก่ milkweed bug (*Oncopeltus fasciatus*) ในอเมริกาเหนือ ในเขตอบอุ่นอากาศหนาวเย็น เพศเมียจะวางไข่ทันทีหลังจากที่เป็นตัวเต็มวัย และมีจำนวนไข่มากถึง 560 ฟอง และมีจำนวนไข่มากในช่วงแรกของตัวเต็มวัย ส่วนแมลง K-strategist *Oncopeltus unifasciatellus* เป็นแมลงที่อยู่ในสกุลเดียว milkweed bug ในอเมริกาเหนือ แต่พบในอเมริกาใต้ มีภูมิอากาศร้อน เพศเมียวางไข่เพียง 324 ฟอง อัตราการเติบโตของประชากรในเขตอบอุ่นจะเร็วและมากกว่าในเขตร้อน เนื่องจากในเขตอบอุ่นสภาพภูมิอากาศไม่เหมาะสมต่อการอยู่รอด

รูปแบบการป้องกันภัยของพืช

Van Emden and Way (1972) แบ่งรูปแบบการป้องกันภัยของพืชเป็น 2 แบบคือ การป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายในต้นพืช และการป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายนอก ดังนี้

- (1) การป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายในพืช
การป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายในพืช โดยพืชสามารถผลิตสารเคมี สารพิษ หรือผลผลิตสารที่ทำให้ผู้ที่บริโภคพืชเข้าไปแล้วย่อยยาก หรือไม่ย่อย

(digestibility reducers) หรือการที่ต้นพืชมีลักษณะทางกายภาพที่แมลงไม่ชอบที่จะใช้พืชชนิดนั้นเป็นอาหาร ที่อยู่อาศัยหรือวางไข่ เช่น พืชมีหนามแหลม (trichomes) หรือมีผนังเซลล์หยาบ มียางเหนียว มีกลิ่นของสารเคมีขับไล่แมลง (repellant) หรือสร้างสารลิกนิน (lignification) พืชพันธุ์ต้านทานแมลงควรมีลักษณะทางกายภาพที่แมลงไม่ชอบที่จะกินพืชนั้นเป็นอาหาร ใช้เป็นที่อยู่อาศัย วางไข่ หรือมีส่วนประกอบของสารเคมีที่มีผลต่อระบบสืบพันธุ์ของแมลง ทำให้แมลงไม่สามารถพัฒนาและออกรอดได้ ซึ่ง Painter (1951) ได้แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ระหว่างพืช และแมลงที่กินพืช (herbivore) รวมทั้งปัจจัยภายในพืชที่เกี่ยวข้องกับความต้านทานต่อแมลงศัตรูพืช

(2) การป้องกันภัยที่เกิดจากปัจจัยภายนอกพืช

การป้องกันภัยจากปัจจัยภายนอกต้นพืชเป็นการที่ต้นพืชได้ประโยชน์จากศัตรูธรรมชาติโดยรอดพ้นจากการถูกแมลงศัตรูพืชทำลาย การที่ศัตรูธรรมชาติ ตัวทำหรือตัวเบียน ล่าเหยื่อแมลงศัตรูพืชเป็นการลดจำนวนแมลงหรือสัตว์ที่กินพืชเป็นอาหาร ทำให้พืชมีโอกาสอยู่รอดมากขึ้น โดยทำให้พืชรอดพ้นจากการทำลายของแมลงมากขึ้น Van Emden and Way (1972) ได้แสดงถึงอิทธิพลของปัจจัยต้านทานภายนอก ซึ่งเป็นพวกศัตรูธรรมชาติ (extrinsic resistance) ที่มีผลต่อประชากรแมลงศัตรูพืชของพืชต้านทาน

การใช้พันธุ์ต้านทานและชีววิธีในการจัดการศัตรูพืช : ผลสมผสานในระหว่างอันดับชั้นของอาหาร

การใช้พืชพันธุ์ต้านทานผลสมผสานกับการใช้ชีววิธีในการจัดการแมลงศัตรูพืช เป็นการนำหลักการป้องกันตนเองให้พ้นภัยของพืช ซึ่งเป็นกลไกความต้านทานของพืชต่อแมลงที่เกิดขึ้นในธรรมชาติในลำดับชั้นอาหาร (trophic system) มาผสมผสานกับหลักการที่ศัตรูธรรมชาติทำให้พืชได้ประโยชน์ โดยการลดจำนวนแมลงศัตรูพืชให้น้อยลง ด้วยการล่าแมลงศัตรู

พืชเป็นเหยื่อ ทำให้พืชมีโอกาสอยู่รอดมากขึ้น ซึ่งทั้งพืชและศัตรูธรรมชาติต่างฝ่ายได้รับประโยชน์ซึ่งกันและกันโดยผู้บริโภคที่อยู่ในลำดับชั้นของอาหารที่ต่างกัมนักกิจกรรมที่เอื้อประโยชน์ซึ่งกันและกัน ศัตรูธรรมชาติได้ประโยชน์จากพืช โดยการที่พืชมีลักษณะทางกายภาพที่เอื้อประโยชน์ต่อศัตรูธรรมชาติ เช่น มีลักษณะทรงพุ่มเปิด ทำให้แมลงศัตรูพืชง่ายต่อการถูกล่าเป็นเหยื่อ หรือศัตรูธรรมชาติได้ประโยชน์จากพืชโดยการกินหรือดูดน้ำเลี้ยง หรือน้ำหวานจากพืชเป็นอาหารในเวลาที่ยาตแคลนเหยื่อ ได้แสดงให้เห็นว่าพืชอาจได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ หรือพืชไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ในขบวนการป้องกันตนเองให้อยูรอด ในทำนองเดียวกันศัตรูธรรมชาติอาจได้ประโยชน์หรือเสียประโยชน์ หรือไม่ได้และไม่เสียประโยชน์ในระบบของสายใยอาหาร

การจัดการแมลงศัตรูพืชที่ถูกต้องและเหมาะสม

การจัดการแมลงศัตรูพืชที่ถูกต้องและเหมาะสมเป็นการนำวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชวิธีการต่างๆ เช่น การใช้สารเคมี การใช้พันธุ์ต้านทาน การเขตกรรม การใช้วิธีกล การใช้ชีววิธี หรือการใช้กฎหมาย มาผสมผสานกับความรู้ ความเข้าใจ ในเรื่องของการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยใช้ศัตรูธรรมชาติ (natural control) ความรู้ในเรื่องระบบนิเวศของพืช รวมถึงการพิจารณาถึงระดับเศรษฐกิจในการตัดสินใจก่อนการใช้สารฆ่าแมลง (economic threshold) เพื่อให้แมลงศัตรูพืชและสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ ในระบบนิเวศมีจำนวนที่สมดุลตามธรรมชาติ โดยจำนวนประชากรของแมลงศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติมีความสมดุล และมีความมั่นคงของสายใยอาหารในระบบนิเวศ สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาคือวิธีการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมไม่ทำลายระบบนิเวศ และไม่ทำลายระบบเกษตรที่ยั่งยืน ประโยชน์ที่ได้รับจากการจัดการแมลงศัตรูพืชอย่างเหมาะสมและถูกต้องได้คือ (1) สามารถรักษาผลผลิตไม่ให้เสียหายทางเศรษฐกิจ (2) ช่วยลด

ปัญหาพืชตกค้างของสารฆ่าแมลงในผลผลิต เนื่องจากใช้สารฆ่าแมลงอย่างมีเหตุผลและจำเป็นเท่านั้น (3) เป็นการประหยัดลดต้นทุนการผลิต (4) ส่งเสริมสิ่งมีชีวิตในระบบนิเวศให้มีความสมดุล (5) อนุรักษ์สิ่งแวดล้อมไม่ให้เกิดมลพิษ ซึ่งมีผลให้มนุษย์มีสุขภาพที่ดีสมบูรณ์ และ (6) มีระบบนิเวศของการปลูกพืชที่ยั่งยืน

สรุปและคำแนะนำ

พืช ศัตรูพืช และศัตรูธรรมชาติ หรือสิ่งมีชีวิตอื่น มีบทบาทสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างลึกซึ้ง ในสายใยอาหารของระบบนิเวศหนึ่งๆ และอยู่ในภาวะที่สมดุลและยั่งยืน เมื่อใดที่ระบบของสายใยอาหารถูกรบกวนให้เสียสมดุล เช่น การใช้สารฆ่าแมลงอย่างไม่จำกัดขอบเขต หรือการล่าเหยื่อของมนุษย์โดยไม่จำกัด มีผลทำให้สิ่งมีชีวิตนั้นสูญพันธุ์ (distinction) หรือเกิดการระบาดของแมลงหรือสิ่งมีชีวิตชนิดใหม่ แนวทางที่ควรปฏิบัติในการจัดการแมลงศัตรูพืชที่ถูกต้องและเหมาะสม สิ่งสำคัญคือวิธีการนั้นต้องเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ไม่ทำลายระบบของสายใยอาหารและไม่ทำลายระบบเกษตรยั่งยืน

เอกสารอ้างอิง

MacArthur, R. H. and E. O. Wilson. 1967. The Theory of Island Biogeography. Monogr. In : Population Biology, I, Princeton University Press, Princeton, N.J.

Mayse, M.A. and P.W. Price. 1978. Seasonal development of soybean arthropod communities in East Central Illinois. *Agro-Ecosystems* 4 : 387-405.

Murdoch, W.W.; F.C. Evans and C.H. Peterson.

1972. Diversity and pattern in plants and insects. *Ecology* 53 : 819-829.

Painter, R. H. 1951. Insect resistance in crop plants. Macmillan, New York. 520 pp.

Price, P.W. 1976. Colonization of crops by arthropods: Non-equilibrium communities in soybean fields. *Environ. Entomol.* 5 : 605-611.

Price, P.W. and G.P. Waldbauer. 1982. Ecological aspects of pest management. In : Robert L. Metcalf and W.H. Luckman (eds.), Introduction to insect pest management. Second edition. A Wiley Inter-science Publication.

Southwood, T.R.E. 1975. The dynamics of insect populations. Pages 151-199. In : D. Pinetel, (ed.), Insects, science and society. Academic Press, New York.

Southwood, T.R.E. 1977. The relevance of population dynamic theory to pest status. Pages 35-54. In : J. M. Cherrett and G.R. Sagar, (eds.), Origins of pest, parasite, disease and weed problems. *Br. Ecol. Soc. Symp.* 18.

Southwood, T.R.E. and H.N. Comins. 1976. A synoptic population model. *J. Anim. Ecol.* 45 : 949-965.

Van Emden, H. f. and M. J. Way. 1972. Host plants in the population dynamics of insects. In : Van Emden, H.F. (ed.), Insect-plant relationships. Symp. Royal Entomol. Soc. London. 6 : 181-199.