บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความสำคัญของเพลี้ยอ่อนและการทำลายพืช

เพลี้ยอ่อน (*Aphis* spp.) เช่นเพลี้ยอ่อนผัก (mustard aphid, *lipaphis erysimi*) เพลี้ยอ่อนยาสูบ (green peach aphid) หรือเพลี้ยอ่อนยาสูบ *Myzus persicae* (ภาพที่ 2.1 ก) เป็นแมลงศัตรูพืชในอันดับ Hemiptera วงศ์ Aphidiae เป็นแมลงศัตรูพืชชนิดปากดูด ที่มีความสำคัญในระบบการปลูกพืชหลายชนิด ทั้งนี้ Surendra and Semtner (2006, pp. 65-67) อ้างว่าเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในหลายประเทศ โดยเพลี้ยอ่อนส่วนใหญ่เป็นแมลงศัตรูพืชที่สามารถทำลายพืชได้มากกว่าหนึ่งชนิด (Polyphagous insect) เพลี้ยอ่อนเป็นแมลงศัตรูพืชที่ก่อความเสียหายแก่พืชเศรษฐกิจหลายชนิดอย่างมีนัยสำคัญทั้งในประเทศไทยและต่างประเทศ จึงถือได้ว่าเป็นแมลงสำคัญที่มีทั้งผลต่อการลดศักยภาพการผลิตทางการเกษตรของเกษตรกร (Hill, 1997) อนึ่งมีรายงานด้านเศรษฐศาสตร์ว่าเพลี้ยอ่อนอาจทำความเสียหายให้กับผลผลิตพืชได้ถึง 12.79 ถึง 61.07 % (El-Defrawi and El-Harty, 2010; Rirkviree, 1967; Bänziger, 1976, 1977; Wongsiri, 1991) ทั้งนี้เพลี้ยอ่อนสามารถสร้างความเสียหายแก่พืชได้ทั้งในทางตรง โดยการดูดน้ำเลี้ยงจากส่วนต่างของพืช ส่งผลให้ส่วนที่ถูกทำลายมีอาการผิดรูป หงิกงอ และหลุดร่วง (phyllody) เนื่องจากเซลน้ำเลี้ยงถูกทำลาย (ภาพที่ 1.1 ข) โดยเพลี้อ่อนสามารถระบาดทำความเสียหายให้เก็บพืชทุกช่วงอายุ โดย เฉพาะในช่วงที่มีสภาพอากาศแห้งแล้ง หรือฝนทิ้งช่วง และหากมีการระบาดทำลายสูง อาจส่งผลให้ไม้ดอกเหี่ยวและอ่อนแอ ไม่ออกดอก และในธรรมชาติ มดเป็นปัจจัยช่วยในการระบาดของเพลี้ยอ่อน โดยมดอาศัยกินน้ำหวานที่เพลี้ยอ่อนถ่ายออกมา ทำให้เกิดราดำ โดยราดำนี้ทำให้พืชอาศัยโดยเฉพาะพืชปลูก เสียคุณค่าทางเศรษฐกิจ หรือหากเกิดการปกคลุมของราดำอย่างหนัก อาจรบกวนการสังเคราะห์แสงของพืช และส่งผลต่อการเจริญเติบโตรวมและหรือผลผลิตของพืชได้ และทางอ้อมโดยเป็นพาหะนำเชื้อไวรัสสู่พืชหลายชนิด และ มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเกิดความเสียหายทางเศรษฐกิจของพืชปลูก จากรายงานที่เกี่ยวข้องอ้างว่า เพลี้ยอ่อนฝ้าย (*Aphis gossypii* Glover) เป็นพาหะนำโรคไวรัส และไวรัสเหี่ยวเหลืองในแตงกวาญี่ปุ่น (Zucchini yellow mosaic virus; ZYMV) ซึ่งมีรายงานในระดับความถี่ของการเป็นพาหะนำโรคนี้สู่แตงกวาญี่ปุ่นถึง 90-40 % (Desbiez and Lecoq, 1997, pp.809-829) รวมทั้งนำโรคนี้สู่แตงโม และพืชวงศ์แตง (Cucurbitaceae) ชนิดอื่น ๆ เช่นแตงโม และแคนตาลูป ด้วย (Sánchez et al., 2001, pp. 305-311) นอกจากนี้ Desbiez and Lecoq, (1997, pp.809-829) ยังรายงานว่าเพลี้ยอ่อนยาสูบ (*Mizus persicae* (Sulzer)) เป็นพาหะนำโรค ZYMV นี้ด้วยเช่นกันในระดับความถี่ในระดับ 30 % อีกทั้งเพลี้ยอ่อนดังกล่าวยังสามารถนำโรค Hyoscyamus virus III (henbane mosaic potyvirus - HMV) มาสู่พืชหลายชนิด เพลี้ยอ่อนผัก *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (= *Aphis pseudobrassicae* Davis) ถูกพบว่าเป็นพาหะนำโรคใบด่าง (turnip mosaic potyviruses; TuMV) ในยาสูบและพืชผักวงศ์กะหล่ำ (ภาพที่ 2.2) โดยถูกระบุว่าเป็นแมลงพาหะที่มีศักยภาพสูงในการถ่อยทอดเชื้อไวรัสนี้ (Wang *et al*., 1998, pp. 1519–1524) เพลี้ยอ่อนข้าวโพด *Rhopalosiphum maidis* (Fitch) เป็นพาหะนำเชื้อไวรัส Soybean

mosaic virus แก่ถั่วเหลืองและทำให้เกิดการลดลงของผลผลิตถั่วเหลืองอย่างมีนัยสำคัญ (Abney *et al*.,1976, pp. 254-256) เพลี้ยอ่อนถั่วเหลือง (*Aphis glycines* Matsumura) ถูกพบว่าเป็นพาหะนำไวรัสโรคพืชมากกกว่าหนึ่งชนิดได้แก่ Alfalfa mosaic virus (AMV), Cucumber mosaic virus (CMV), Peanut mottle virus (PMV), Soybean mosaic virus (SMV), Tobacco ring spot virus (TRSV), and Tobacco vein-banding mosaic virus (TBMV) (Fang et al., 1985, pp. 41-46; Clark and Perry, 2002, pp. 1219-1222, Gray and Cilia, 2010)

อนึ่งเพลี้ยอ่อนเป็นแมลงศัตรูพืชสามารถพบทำลายพืชได้ตลอดปี โดยมีการกระจายตัวอ่อนเป็นแบบรวมกลุ่ม ซึ่งในพื้นที่ซึ่งมีปริมาณฝนสูง และมีศัตรูธรรมชาติคอยควบคุมประชากร หรือในแหล่งที่อยู่ซึ่งมีความสมดุลตามธรรมชาติ เพลี้ยอ่อนมักไม่ทำความเสียหายจนถึงระดับเศรษฐกิจ ทว่าการระบาดอาจสูงขึ้นหากมีการเกิดฝนทิ้งช่วงหรือในฤดูแล้ง

ก **ข**

ภาพที่ 2.1 ลักษณะของเพลี้ยอ่อนยาสูบ (green peach aphid หรือ Tobacco aphid) หรือเพลี้ยอ่อนยาสูบ *Myzus persicae* (ที่มา; bugguide.net, ม.ป.ป.) (ก) และสตรอเบอรี่ที่ถูกเพลี้ยอ่อนทำลายและมีอาการใบหงิก (Phyllody) (ข) ที่มา; www.wikipedia.org และ The Royal Horticultural Society (ม.ป.ป.)

ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างโรคไวรัสใบด่าง (alfalfa mosaic virus) ในมันฝรั่ง และ ไวรัสเหี่ยวเหลืองในแตงกวาญี่ปุ่น (Zucchini yellow mosaic virus; ZYMV) ซึ่งเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ ที่มา; wikipedia.org และ University of California (ม.ป.ป)

2.2 การป้องกันกำจัดเพลี้ยอ่อนโดยใช้สารเคมีและปัญหา

ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนโดยใช้สารเคมี (Chemical Control) มีการใช้น้ำสบู่ น้ำมันสะเดา น้ำมันที่มีส่วนผสมของพาราฟิล พ่นในพืชที่มีเพลี้ยอ่อนทำลาย โดยต้องมีการพ่นบริเวณใต้ใบจึงจะได้ผลซึ่งสารดังที่กล่าวมาจะฆ่าได้เพียงเพลี้ยอ่อนที่ได้รับสาร ณ วันที่พ่น ทำให้ต้องพ่นหลายครั้ง อนึ่ง มีรายงานชี้ว่าสารเหล่านี้เป็นอันตรายต่อศัตรูธรรมชาติ เช่นตัวห้ำ และตัวเบียน ซึ่งมีส่วนช่วยควบคุมปริมาณประชากรของเพลี้ยอ่อนโดยชีววิธีตามธรรมชาติ ที่อยู่ ณ วันเวลาที่พ่นด้วย และสารเหล่านี้อาจไม่สามารถฆ่าเพลี้ยอ่อนบางชนิดที่มีผนังลำตัวเหนาได้ เช่น woolly apple aphid หรือ woolly ash aphid นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำสบู่อาจเป็นพิษต่อพืช (phytotoxic) ได้ในบางกรณีเช่นการพ่นในสภาพที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 90°F.

สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่ใช้ควบคุมเพลี้ยอ่อนโดยทั่วไป ได้แก่สารที่ใช้พ่นทางไป ได้แก่ กลุ่ม Carbamate ได้แก่ methomyl pirimicarb กลุ่ม Organo - phosphate ได้แก่ thimet diazinon Omethoate dimethoate dichlorvos acephate Methamidophos Chlorpyrifos Malathion methamidophos กลุ่ม Cyclodiene endosulfan Phenylpyrazole fipronil Pyrethroids lambda - cyhalothrin taufluvalinate Permethrin Chloro - nicotinyl imidacloprid Pyridine azomethrine Oxamyl Oxydemeton-methyl Malathion diazinon Acephate Diazinon Methamidophos ซึ่งเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูงกว่ากลุ่มแรก และสามารถฆ่าแมลงได้ทั้งเพลี้ยอ่อนและศัตรูธรรมชาติ โดยที่บางชนิด เช่น Acephate ถูกห้ามใช้กับพืชอาหาร อีกทั้ง มีรายงานชี้ว่าการใช้สารเหล่านี้ซ้ำ อาจส่งผลให้แมลงพัฒนาต้านทานยาฆ่าแมลง (Flint, 2012; Stufkens *et al*., 2004, pp. 115-137)

ปัญหาของการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชในเพลี้ยอ่อนนอกจากความเป็นพิษต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมแล้ว ยังมีรายงานการพัฒนาการต้านทานสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงของเพลี้ยอ่อนหลายชนิด ได้แก่ เพลี้ยอ่อนยาสูบที่ลงทำลายเบญจมาศ เกิดการต้านทานสารป้องกันกำจัดแมลงกลุ่ม organophosphates ส่งผลให้ตาดอกของเบญจมาศได้รับความเสียหายจากการทำลายของ

เพลี้ยอ่อน อย่างหนักแม้ว่าจะมีการพ่นสารเคมีดังกล่าว (Gould, 1966, pp. 109–112) การต้านทานสารเคมีป้องกันกำจัดแมลง acephate และ methomyl ของเพลี้ยอ่อนทำลายผักสลัด lettuce aphid (*Nasonovia ribisnigri*) ในประเทศนิวซีแลนด์ ทำให้การใช้สารดังกล่าวไม่ได้ผลในการควบคุมเพลี้ยอ่อนนี้อีกต่อไป (Moore *et al*., 2010; Barber *et al*., 1999, pp. 17-23; Stufkens *et al*., 2004, pp. 115-137) และในปากีสถาน มีรายงานการพบการเกิดความต้านทานสารป้องกันกำจัดแมลงของเพลี้ยอ่อนฝ้าย ในระดับต่างๆ คือ ต้านทานสาร endosulfan, monocrotophos, profenofos, chlorpyrifos, quinalphos, pirimiphos-methyl, carbaryl และ methomyl ที่ระดับต่ำการเกิดความต้านทาน dimethoate, parathion-methyl และ thiodicarb ในระดับปานกลาง และการเกิดความต้านทาน parathion-methyl, ethion และ thiodicarb ในระดับสูง (Ahmad and Arif, 2008, pp. 523–531) ทั้งนี้ความต้านทานที่เกิดขึ้นนี้มีรายงานอ้างว่ามีความสัมพันธ์กับลักษณะพันธุกรรมของเพลี้ยอ่อน ซึ่งถูกควบคุมโดยยีนที่ควบคุมกลไกการผลิต และการทำงานของเอนไซม์ E4 esterase ที่ก่อให้เกิดความต้านทานต่อสารกลุ่ม organophosphate และ การแปรผันของการทำงานของเอนไซม์ acetylcholinesterase ที่ส่งผลให้เกิดความต้านทานสาร dimethyl carbamates ในเพลี้ยอ่อน (Edward *et al*., 2008, pp. 1523–1530)

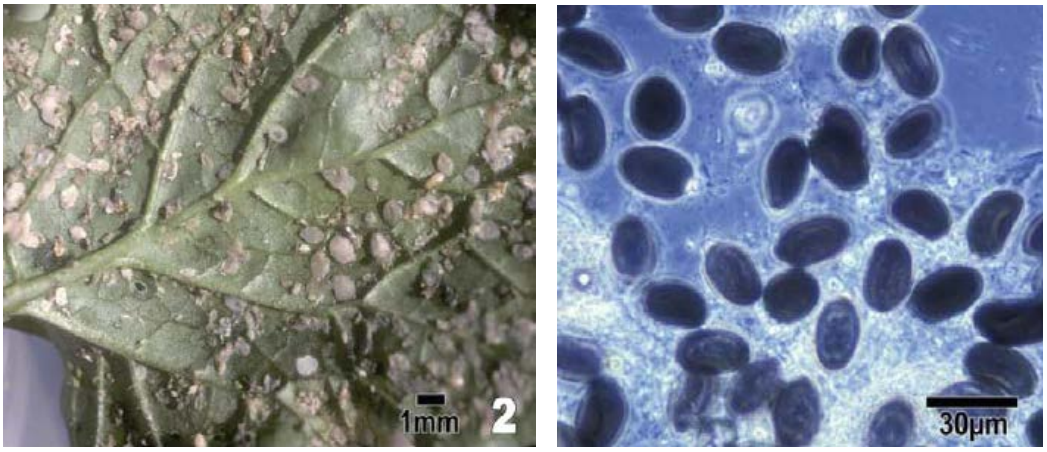
2.3 จุลินทรีย์โรคแมลงซึ่งทำลายเพลี้ยอ่อนตามธรรมชาติ

เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (entomopathogenic fungi) นับเป็นศัตรูตามธรรมชาติของเพลี้ยอ่อนชนิดหนึ่งที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในรูปแบบที่เรียกว่า ตัวควบคุมโดยชีววิธี (Biological control agents) สำหรับการควบคุมโดยชีววิธี (Biological control) ซึ่งหมายถึงการควบคุมจำนวนพืชหรือสัตว์ โดยปัจจัยที่ทำให้ตายเป็นสิ่งมีชีวิต ได้แก่ศัตรูธรรมชาติ เช่น ตัวห้ำ ตัวเบียน และเชื้อโรค รวมไปถึงการที่มนุษย์นำศัตรูธรรมชาติมาใช้ในการควบคุมจำนวนของศัตรูพืช หรือ วัชพืช (DeBach, and Rosen, 1991) เชื้อราสาเหตุโรคแมลงหลายชนิดที่มีแนวโน้มสามารถนำมาใช้เป็นตัวควบคุมเพลี้ยอ่อนศัตรูพืชโดยชีววิธีเช่น *Pandora* (*Erynia*) *neoaphidis* Remaudière & Hennebert, *Entomophthora planchoniana* Cornu, *Beauveria bassiana* (Balsamo), *Zoophthora radicans* (Brefeld) Batko, *Conidiobolus obscurus* (Hall and Dunn) Remaudiere, *Neozygites fresenii* (Nowakowski), *Paecilomyces fumosoroseus* (Wize) Brown and Smith และ *Aspergillus flavus* Link. (ศมาพร และคณะ, 2551; Chen *et al*., 2007; Copping, 2009; Shah and Pell, 2003, pp. 413-423) เชื้อรา *P. neoaphidis* (Remaudière & Hennebert) Humber หรือ *Erynia neoaphidis* Remaudière & Hennebert] เป็นเชื้อราโรคแมลง ซึ่งจัดอยู่ในอันดับ Entomophthorales และวงศ์ Entomophthoraceae ลักษณะสัณฐานวิทยาของสปอร์ของเชื้อรานี้มีลักษณะ ใส มีรูปร่างหลากหลาย รูปร่างกลม ไปจนถึงแบบผลเลมอน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 8-10 ไมโครเมตร (ศมาพร และคณะ, 2551; Chen *et al*., 2007, pp. 317-326; Shah and Pell, 2003, pp. 413-423) และบางชนิดได้ถูกนำ มาประยุกต์ใช้ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีในรูปแบบที่เรียกว่า biocontrol agents เช่น *Verticillium lecanii*, *B. bassiana*

และ *P. neaophidis* เป็นต้น (Copping, 2009, p. 75) แต่อย่างไรก็ตามในการที่จะคัดเลือกเชื้อราโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนศัตรูพืชนั้น ปัจจัยซึ่งมีความสำคัญต่อผลสำเร็จของการนำมาใช้ได้แก่ ความรุนแรงของเชื้อในการควบคุมเพลี้ยอ่อนเป้าหมาย และจากรายงานที่เกี่ยวข้องชี้ว่า เชื้อรา *P. neoaphidis* ซึ่งเป็นเชื้อราในอันดับ Entomophthorales และวงศ์ Entomophthoraceae เป็นเชื้อราโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรของเพลี้ยอ่อนซึ่งพบในความถี่ซึ่งสูงชนิดหนึ่ง (Chen *et al*., 2007, pp. 317-326) และเชื้อนี้พบระบาดทำลายเพลี้ยอ่อน ทั่วโลก (Wilding and Brady, 1984, pp. 683–691) มีรายงานว่าเชื้อนี้ทำลายเพลี้ยอ่อนฝ้ายและสามารถลดประชากรตลอดจนมีความสัมพันธ์ร่วมกับการขึ้นลงของประชากรของเพลี้ยอ่อนได้อย่างมีนัยสำคัญ (McLeod, *et al*. 1998, pp. 796-800) อีกทั้งมีรายงานว่าในสภาพแปลงปลูกการให้น้ำและการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงไม่มีผลเสียต่อประชากรของเชื้อรา *P. neoaphidis* (Leskovar and Black, 1994, pp. 363-370) แต่ในประเทศไทยแม้จะมีการสำรวจพบเชื้อราดังกล่าวทำลายเพลี้ยอ่อนศัตรูผักและแมลงศัตรูพืชหลายชนิดแต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาต่อยอดหรือการนำมาใช้ประโยชน์ (ศมาพร และคณะ,2549) อีกทั้งยังไม่มีการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น การแยกเชื้อบริสุทธิ์ การเพาะเลี้ยง การทดสอบความรุนแรง การเพิ่มปริมาณ รวมทั้งการใช้วิธีการจำแนกชนิดที่ถูกต้อง แต่ในต่างประเทศได้มีการดำเนินการนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนศัตรูพืชหลายชนิด จนถึงการศึกษาในระดับพันธุกรรม (David *et al*., 2003, pp. 75–81; Wilding *et al*., 1990, pp. 683–691)

เชื้อรา *Pandora neoaphidis* (Remaudière & Hennebert) Humber หรือ *Erynia neo aphidis* Remaudière & Hennebert] เป็นเชื้อราโรคแมลง ซึ่งจัดอยู่ในอันดับ Entomo phthorales และวงศ์ Entomophthoraceae ซึ่งลักษณะสัณฐานวิทยาจากการแยกเชื้อและศึกษาลักษณะสัณฐานวิทยาเบื้องต้นของเชื้อที่ทำลายเพลี้ยอ่อนผักที่ติดเชื้อ (ภาพที่ 2.3 ก) และพบว่าสปอร์ของเชื้อรานี้มีลักษณะ ใส มีรูปร่างหลากหลาย รูปร่างกลม ไปจนถึงแบบผลเลมอน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 8-10 ไมโครเมตร (ภาพที่ 1.3 ข) (ศมาพร และคณะ, 2551) *P. neoaphidis* เป็นเชื้อราโรคแมลงที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมประชากรของเพลี้ยอ่อนซึ่งพบในความถี่ซึ่งสูงชนิดหนึ่ง (Chen *et al*., 2007, pp. 317-326) ซึ่งจากรายงานต่างๆ ชี้ว่าเชื้อนี้พบระบาดทำลายเพลี้ยอ่อนทั่วโลก (Wilding and Brady, 1984) อีกทั้งยังมีความสามารถในการก่อโรคกับเพลี้ยอ่อนแม้ในสภาพอากาศเย็นหรือมีอุณหภูมิต่ำถึง 5 องศาเซลเซียส โดยสามารถระบาดทำลายเพลี้ยอ่อนในสภาพแปลงควบคู่ไปกับการมีแมลงตัวห้ำ และตัวเบียนของเพลี้ยอ่อน อีกทั้งยังสามารถอยู่ข้ามฤดูได้ในสภาพที่ไม่เหมาะสมในรูปของสปอร์พักตัว (resting spore) หรือ zygospores หรือ azygospores (Scorsetti, *et al*. 2012, pp. 196-203) อีกทั้ง *P. neoaphidis* เป็นเชื้อราที่เจริญเติบโตได้ดีในสภาพอากาศอบอุ่น และในสภาพแปลงปลูก โดยมีรายงานว่าในสภาพแปลงปลูกการให้น้ำและการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงไม่มีผลเสียต่อประชากรของเชื้อรานี้ ในอีกทางหนึ่ง Wilding (1986, pp. 683–691) ได้รายงานว่า *P. neoaphidis* สามารถก่อโรคให้กับ เพลี้ยอ่อนฝ้าย เพลี้ยอ่อนยาสูบ ส่วน Leskovar and Black (1994, pp. 363-370) ส่วน Pell *et al*., 2001, pp. 71-153) ได้รายงานว่า *P. neoaphidis* สามารถก่อโรคกับเพลี้ยอ่อนได้มากกว่า 71 ชนิด อีกทั้งมีรายงานเพิ่มเติมอีกว่าเชื้อนี้พบทำลายเพลี้ยอ่อนฝ้าย (*A. gossypii*) และสามารถลดประชากรได้อย่างมีนัยสำคัญ นอกจากนี้เชื้อ

ราน้ียังมีความสัมพันธ์ร่วมกับการขึ้นลงของประชากรของเพลี้ยอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ (McLeod, *et al*., 1998, pp. 796-800) และในต่างประเทศได้มีการดำเนินการนำมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อนศัตรูพืชหลายชนิด จนถึงการศึกษาในระดับพันธุกรรม (David *et al*., 2003, pp. 75–81; Wilding *et al*., 1990, pp. 683–691) ทว่าในประเทศไทยแม้จะมีการสำรวจพบเชื้อราดังกล่าวทำลายเพลี้ยอ่อนศัตรูผักและแมลงศัตรูพืชหลายชนิดแต่ยังไม่มีรายงานการศึกษาต่อยอดหรือการนำมาใช้ประโยชน์ (ศมาพร และคณะ, 2551) อีกทั้งยังไม่มีการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง เช่น การแยกเชื้อบริสุทธิ์ การเพาะเลี้ยง การทดสอบความรุนแรง การเพิ่มปริมาณ รวมทั้งการใช้วิธีการจำแนกชนิดที่ตามวิธีการทางด้านการศึกษาด้านโรควิทยาของแมลง (Insect pathology)



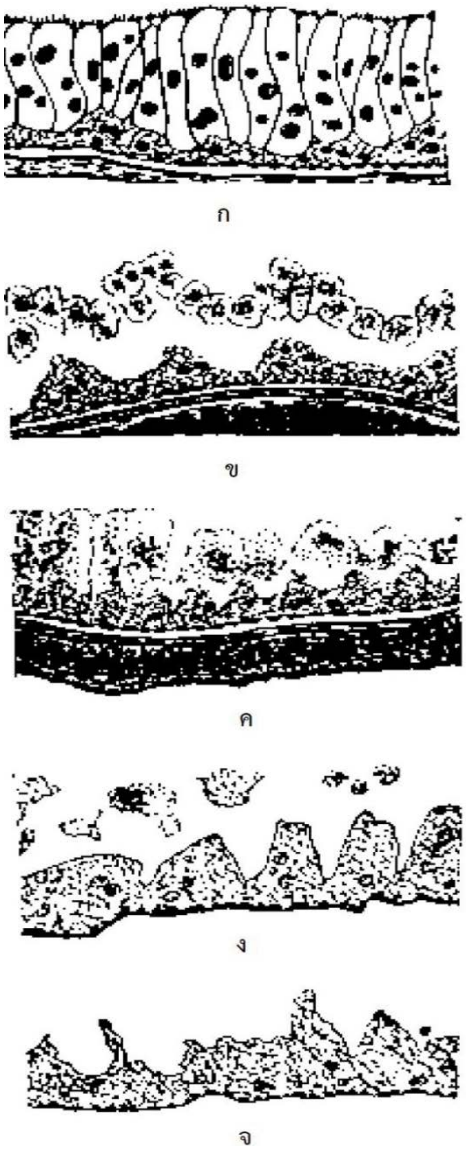
ก **ข**

ภาพที่ 2.3 กลุ่มของเพลี้ยอ่อนที่ตายจากการติดเชื้อรา *Pandora* (*Erynia*) *neoaphidis* (ก) สัณฐานวิทยาของสปอร์ของเชื้อรา (ข) (ที่มา: Steinkraus, 2006, pp. 125-131)

2.4 ความสามารถในการก่อโรคและการผลิตเอนไซม์ของเชื้อรา *Pandora neoaphidis*

ปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการก่อโรคของเชื้อราโรคแมลงหรือความรุนแรงของเชื้อรา สาเหตุโรคแมลง ได้แก่ ความสามารถในการยึดติดกับตัวอาศัย ความทานต่อสภาพแวดล้อม เช่น แสง อุณหภูมิ และความชื้น และสภาพของอาหารหรือวัสดุเพาะเลี้ยง ถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อความสำเร็จในการใช้ เชื้อราที่เพิ่มปริมาณได้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืช (Butt *et al*., 2001) และปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งคือ ความสามารถในการผลิตเอนไซม์ โดยเชื้อราโรคของแมลงแต่ละชนิดจะมีความสามารถในการผลิตเอนไซม์ที่สามารถย่อยผนังเซลโดยเฉพาะเอนไซม์ในกลุ่ม protease ของผนังสำตัวของแมลงเพื่อช่วยให้เชื้อสามารถงอกและแทงเส้นใยไปทำลายแมลงได้ รวมทั้งเชื้อที่เข้าไปข้างในตัวแมลงยังสามารถผลิตเอนไซม์ชนิดต่างๆ เพื่อย่อยสลายส่วนต่างๆ ภายในตัวของแมลงเพื่อใช้ในการดำรงชีวิตและขยายพันธุ์ (Steinhaus, 1976, p. 17) ทั้งนี้ระดับความรุนแรงของการก่อโรคของเชื้อมักขึ้นอยู่กับปริมาณ และความสามารถของเชื้อแต่ละชนิดหรือสายพันธุ์ ซึ่งอาจได้รับผล

โดยตรงจากลักษณะทางพันธุกรรม (genotypes) (Maurer *et al*., 1997, pp. 159–164) และมีรายงานยืนยันว่าการผลิตเอนไซม์มีความสัมพันธ์กับความรุนแรงในการ่อโรคกับแมลงอาศัย (Dias *et al*., 2008, pp. 301-306) นอกจากนี้มีรายงานว่าอาหารเทียมมีอิทธิพลต่อความรุนแรงของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง อีกด้วย และความสามารถในการผลิตเอนไซม์ protease ซึ่งมีความสำคัญต่อการแทงผ่านผิวของแมลง ตัวอาศัย ที่ถูกควบคุมโดยลักษณะพันธุกรรม (Rodríguez-Gómez *et al*., 2009, pp. 513-518)



ภาพที่ 2.4 ขั้นตอนซึ่งเซลของผนังลำตัวของแมลงถูกย่อยสลายโดยเอนไซม์ protease ที่ผลิตจากเชื้อราโรคแมลงอย่างช้าๆ ทำให้ผนังลำตัวส่วนที่ถูกย่อยสลายของแมลงค่อยค่อยเสียสภาพและบางลงตามลำดับจากภาพ ก – จ (ที่มา: ดัดแปลงจาก Steinhaus, 1967, p. 18)

2.5 กรอบแนวคิดในการวิจัย

เชื้อราโรคแมลงเป็นทรัพยากรจุลินทรีย์ตามธรรมชาติ ที่นับได้ว่าเป็นต้นทุนตามธรรมชาติซึ่งสามารถนำมาใช้ในระบบการควบคุมศัตรูพืชที่เน้นการใช้ประโยชน์จากทรัพยากรที่มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ ให้เกิดประโยชน์สูงสุด เป็นทรัพยากรที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้อีก (renewable resources) ในอีกแนวทางหนึ่ง การควบคุมโดยการใช้สารเคมีนั้น ถึงแม้จะเป็นวิธีที่ใช้อย่างแพร่หลายก็ตาม แต่ในปัจจุบันวิธีการดังกล่าวถูกพยายามหลีกเลี่ยง ลด และจำกัดการใช้ ดังนั้น การศึกษาปัจจัยที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการนำเชื้อราโรคแมลงท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์ในการควบคุมเพลี้ยอ่อน ซึ่งได้แก่การคัดเลือกหาสายพันธุ์ที่เหมะสมและมีประสิทธิภาพสูง ชนิดของอาหารเทียมและวัสดุเพาะที่เหมาะสม ซึ่งควรมีการประเมินผลกระทบจากการแสดงออกภายนอกเช่น อัตราการเจริญเติบโต การผลิตหน่วยสืบพันธุ์ รวมทั้งระดับชีวโมเลกุล จึงน่าจะเป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับการนำเชื้อรานี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี ซึ่งจะก่อให้เกิดทางเลือก (alternatives) ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชที่ประหยัด และปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม และเป็นปัจจัยการผลิตภายในท้องถิ่น ซึ่งน่าจะมีส่วนเสริมสร้างภูมิคุ้มกัน และความเข้มแข็งของของภาคเกษตรในอนาคตได้ อีกทั้งการเกษตรในปัจจุบันนอกจากที่จะเน้นการลดการใช้สารเคมีสังเคราะห์ซึ่งมีความเป็นพิษต่อมนุษย์ สิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ และสิ่งแวดล้อม ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชแล้ว ยังให้ความสำคัญกับการนำทรัพยากรในท้องถิ่นมาใช้ประโยชน์เพื่อลดการใช้ปัจจัยจากภายนอกซึ่งนำสู่ความพอพียงในระบบการเกษตร ซึ่งสอดคล้องกับยุทธศาสตร์การวิจัยที่ 6 ที่เกี่ยวกับการทำการเกษตรเพื่อความยั่งยืน มุ่งเน้นการวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตร และเพิ่มผลิตภาพการผลิตเพื่อพัฒนาศักยภาพสินค้าเกษตรที่สร้างรายได้หลักจากการส่งออกและสร้างรายได้ให้กับชุมชน รวมทั้งการพัฒนาเทคโนโลยีใหม่และการพัฒนาคุณภาพสินค้า มาตรฐานสินค้า ตลอดจนความปลอดภัยของอาหาร (Food Safety) ของนโยบายและยุทธศาสตร์การวิจัยของชาติ ฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2555-2559) (สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ, 2554)