แตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้าน ประสิทธิภาพและการนำไปใช้ควบคุมโดยชีววิธีในฟาร์มปศุสัตว์

House fly parasitoids: efficiency and using for biological control in livestock farm

อุบล ตังควานิช[1*]

Ubon Tangkawanit[1*]

บทนำ

แมลงวันบ้าน (*Musca domestica*) เป็นแมลงที่สร้างความรบกวนต่อมนุษย์ตามบ้านเรือน และสัตว์เลี้ยงในคอกปศุสัตว์ นอกจากนี้ยังนำเชื้อแบคทีเรีย รา และ โปรโตซัว ที่ติดกับลำตัว ปนเปื้อนในอาหารทำให้เกิดโรคท้องเสีย ติดเชื้อในทางเดินอาหาร เช่น โรคอหิวาตกโรค เป็นต้น (อาคม, 2538) ในทางปศุสัตว์ถึงแม้จะไม่มีรายงานการนำโรคที่เกิดจากแมลงวันบ้าน แต่การที่มีแมลงวันบ้านจำนวนมากทำให้เกิดความรำคาญและความเครียดในสัตว์ได้ ส่งผลต่อปริมาณผลผลิตในทางเศรษฐกิจ นอกจากนี้ยังอาจนำเชื้อโรคปนเปื้อนในอาหารสัตว์ และผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น เนื้อ และ นม เป็นต้น (Acevedo et al., 2009) แมลงวันบ้าน ไม่เพียงแต่เป็นปัญหาในประเทศไทยเท่านั้นแต่ยังพบมากในประเทศอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการเลี้ยงสัตว์ เช่น เดนมาร์ก นอร์เวย์ และ สหรัฐอเมริกา (Birkemoe and Oyrehagen, 2010) ในอดีตที่ผ่านมาเกษตรกรในหลายประเทศพยายามหาวิธีในการป้องกันกำจัดแมลงวันโดยใช้สารเคมี ได้แก่ cyromazine, 2,2-dichlorovinyl dimethyl phosphate, permethrin และ dichlorvos เป็นต้น (Srinivasan et al., 2008; Acevedo et al., 2009) แต่การใช้สารเคมีทำให้เกิดอันตรายต่อมนุษย์และสัตว์เลี้ยงและยังอาจเกิดการปนเปื้อนต่อผลิตภัณฑ์ เช่น น้ำนม (Srinivasan et al., 2008; Acevedo et al., 2009) และมูลสัตว์ (Skovgard, 2006) นอกจากนี้ยังมีรายงานการต้านทานต่อยาฆ่าแมลงของแมลงวันบ้านในหลายพื้นที่ (Srinivasan et al., 2008; Acevedo et al., 2009)

ปัจจุบันนักวิชาการและเกษตรกรในหลายประเทศให้ความสนใจการควบคุมแมลงวันโดยชีววิธีเพื่อลดการใช้สารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์เลี้ยงและผู้บริโภค โดยเฉพาะแตนเบียนดักแด้ที่มีความเฉพาะเจาะจงต่อดักแด้แมลงวัน (Skovgard, 2006) โดยแตนเบียนจะเข้าไปวางไข่และเจริญภายในดักแด้ทำให้ดักแด้เหล่านั้นไม่สามารถพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้ ดังนั้นการศึกษาชนิด ชีววิทยา นิเวศวิทยา รวมถึงประสิทธิภาพการนำแตนเบียนดักแด้แมลงวันไปใช้ในการควบคุมจึงเป็นข้อมูลสำคัญในการจัดการแมลงวันในฟาร์มปศุสัตว์

[1] ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, Khon Kaen, 40002

* Corresponding auther: ubonta@kku.ac.th

แมลงเบียน (parasitoids)

เป็นแมลงขนาดเล็ก มีลักษณะสำคัญคือมีช่วงหนึ่งของชีวิตอาศัยอยู่ในแมลงอาศัยหรือโฮสต์ แต่ตัวเต็มวัยมักพบอยู่เป็นอิสระ ต้องการแมลงอาศัยเพียงตัวเดียวในการเจริญเติบโต ส่วนใหญ่มักมีขนาดเล็กกว่าแมลงอาศัย (Yazdani and Agarwal, 1997) แมลงเบียนส่วนใหญ่ถูกจัดใน อันดับ Hymenoptera กลุ่มเดียวกับผึ้ง ต่อ และมด อันดับ Diptera หรือกลุ่มแมลงวัน และอันดับ Coleoptera หรือกลุ่มด้วง (Yazdani and Agarwal, 1997)

อนุกรมวิธานของแตนเบียนดักแด้แมลงวัน

แตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้านอยู่ในอันดับ Hymenoptera แต่จัดจำแนกในหลายวงศ์ ได้แก่ วงศ์ Chalcididae Encyrtidae, Eupelmidae, และ Pteromalidae (Gibson, 2000) ในประเทศไทยมีรายงานพบแตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้านในวงศ์ Encyrtidae คือชนิด *Exoristobia philippinensis* และวงศ์ Pteromalidae คือชนิด *Spalangia gemina, S. endius* และ *Pachycrepoideus vindemiae* (โกศล 2523; สิริภา และคณะ 2554)

ลักษณะสำคัญของแตนเบียนดักแด้แมลงวันที่พบในประเทศไทย (โกศล 2523; สิริภา และคณะ 2554) (Figure 1)

Spalangia sp. มีหนวด 10 ปล้อง ปลายกระบองหนวดมีปล้องเดียว หนวดติดชิดขอบปากห่างจากตารวม ช่องแบ่งหัวไหล่ (parapsidal groove) ชัดเจนสมบูรณ์ ลำตัวสีดำไม่แวววาว ส่วนท้องที่ติดกับอกคอดเป็นก้านเล็กๆ หนวดพับแบบข้อศอก *S. endius* มีขนาดเล็กกว่า *S. gemina*

Pachycrepoideus vindemiae มีหนวด 13 ปล้อง ปลายกระบองหนวดมี 3 ปล้อง ช่องแบ่งหัวไหล่ (parapsidal groove) ชัดเจนสมบูรณ์ ลำตัวเป็นสีโลหะ ท้องปล้องแรกและปล้องที่สองกว้าง มีส่วนบนที่ติดกับอกเป็นก้านสั้นๆ เส้นปีก marginal กว้างสม่ำเสมอกัน (Figure 2)

Exoristobia philippinensis มีส่วนหัวและลำตัวสีดำ เพศเมียปล้องกระบองหนวดมีขนาดใหญ่กว่าเพศผู้และใหญ่กว่าปล้องกลางหนวด หนวดปล้อง scape มีสีเหลือง ส่วนปีกมีเส้น marginal, postmaginal และ radius ยาวใกล้เคียงกัน

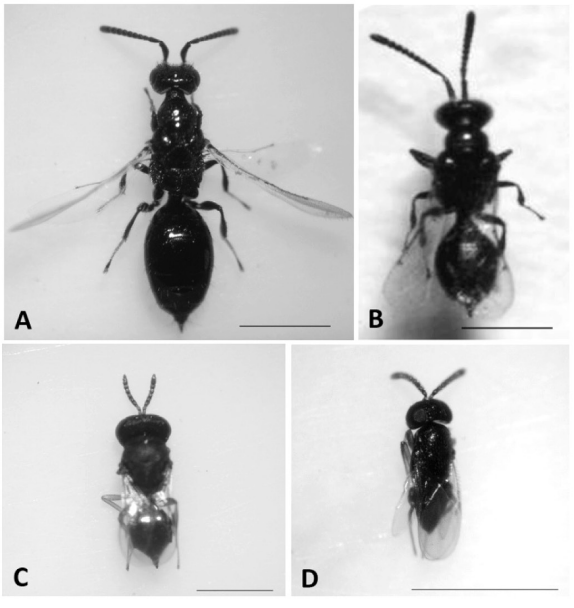


Figure 1 The house fly parasitoids; *Spalangia gemina* (A), *Spalangia endius* (B), *Pachycrepoideus vindemiae* (C) and *Exoristobia philippinensis* (D) (scale bar=1mm)

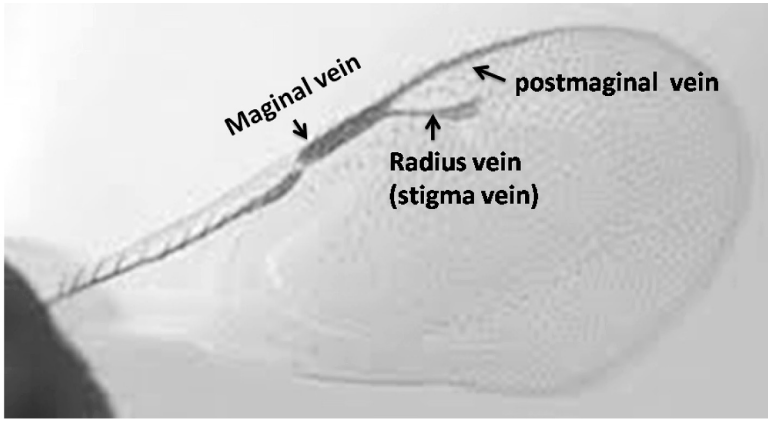


Figure 2 Wing of *Pachycrepoideus vindemiae*
Modified from: http://www.paroffit.org/public/public_content/show/13173?content_template_id=54

ชีววิทยาและพฤติกรรม

แตนเบียนดักแด้แมลงวันมีการเปลี่ยนแปลงรูปร่างระหว่างการเจริญเติบโตแบบซับซ้อน (hypermetamorphosis) วงจรชีวิตมี 4 ระยะ ได้แก่ ระยะไข่ ระยะหนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย (**Figure 3**) แต่การเปลี่ยนแปลงรูปร่างลักษณะนี้ต่างจากการเปลี่ยนแปลงรูปร่างแบบอื่นคือ ตัวหนอนแต่ละระยะมีรูปร่างแตกต่างกัน วงจรชีวิตเริ่มจากแตนเบียนเพศเมียวางไข่ภายในดักแด้ของแมลงวันบ้านโดยใช้อวัยวะวางไข่ที่ส่วนท้ายของลำตัวแทงผ่านปลอกหุ้มดักแด้แมลงวัน ไข่มีสีขาวขนาดเล็กประมาณ 0.1-0.2 มม รูปร่างยาวรี ระยะหนอนมี 2-3 ระยะและมีรูปร่างหลายแบบขึ้นกับชนิดของแตนเบียน เช่นแตนเบียนในวงศ์ Encyrtidae มีระยะหนอน 2 ระยะ ระยะแรกมีรูปร่างแบบ caudate คือเป็นระยะที่มีระยางค์ยื่นยาวจากส่วนท้ายลำตัว ระยะที่สองแบบ hymenopteriform มีลักษณะลำตัวแบ่งเป็นปล้องชัดเจน ในขณะที่แตนเบียนในวงศ์ Pteromalidae เช่น *Spalangia muscidarum* มีระยะหนอน 3 ระยะ ระยะแรกเป็นแบบ planidium คือมีเส้นขนหรือระยางค์ยื่นออกจากส่วนอกหรือส่วนท้ายลำตัวช่วยในการเคลื่อนที่ ระยะที่สองมีรูปร่างไม่ชัดเจนหรือระยะ intermediate เป็นระยะระหว่าง planidium และ hymenopteriform ระยะที่สามเป็นแบบ hymenopteriform ตัวหนอนของแตนเบียนทุกระยะจะกัดกินอาหารและน้ำเลี้ยงภายในตัวดักแด้ของแมลงวัน (**Figure 4**) ระยะดักแด้ของแตนเบียนเป็นแบบ exarate คือมีขาและปีกอยู่ภายนอกลำตัว เมื่อแตนเบียนพัฒนาจนเป็นระยะตัวเต็มวัยจะกัดปลอกหุ้มดักแด้แมลงวันบ้านออกมา ระยะเวลาที่แตนเบียนใช้ในการเจริญเติบโตภายในดักแด้แมลงวันไม่แน่นอน ขึ้นกับอุณหภูมิของสภาพแวดล้อม ส่วนใหญ่อยู่ที่ประมาณ 2-3 สัปดาห์แต่อาจเร็วกว่านั้นหากอุณหภูมิสูง (Richardson, 1913)

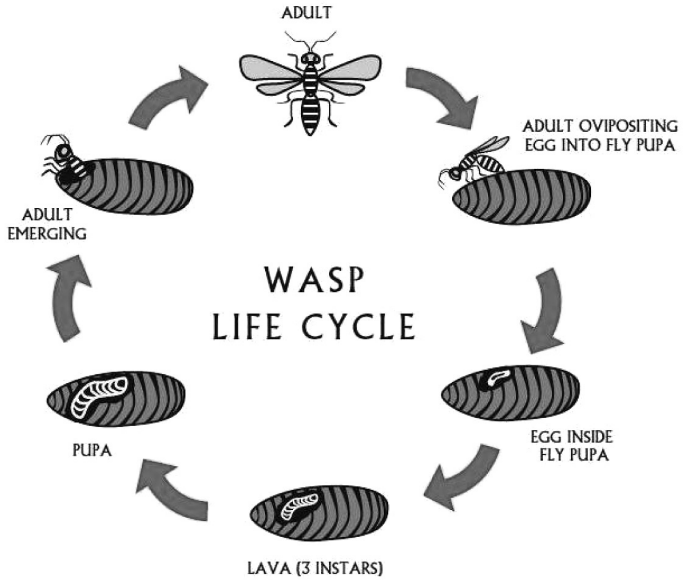


Figure 3 The life cycle of house fly parasitoids
Source: http://www.bioflycontrol.co.uk/controlmethods/wasp.aspx



Figure 4 The parasitoid larvae in the house fly pupae
Source: http://www.bugsinthenews.com/Nasonia%20vitripennis.htm

แตนเบียนดักแด้แมลงวันคล้ายกับแตนเบียนชนิดอื่นๆ คือมีระบบการสืบพันธุ์แบบ parthenogenesis ตัวเต็มวัยที่เกิดจากไข่ที่ไม่ได้รับการผสมพันธุ์มักเป็นเพศผู้ มีโครโมโซมเพียง 1 ชุด (n) ส่วนตัวเต็มวัยที่เกิดจากไข่ที่ได้รับการผสมพันธุ์เป็นเพศเมีย มีโครโมโซมจำนวน 2 ชุด (2n) แตนเบียนบางชนิดมีตัวเต็มวัยเพียงตัวเดียวเจริญพัฒนาจากดักแด้แมลงวันหนึ่งดักแด้ (solitary parasitoid) เช่นแตนเบียนในสกุล *Spalangia* แต่บางชนิดตัวอ่อนสามารถพัฒนาภายในดักแด้จนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัยได้หลายตัว (gregarious parasitoid) ได้แก่ แตนเบียนในสกุล *Exoristobia* เป็นต้น เมื่อตัวเต็มวัยออกจากดักแด้แล้วมักจับคู่ผสมพันธุ์ทันทีในบริเวณแหล่งเพาะพันธุ์ที่มีดักแด้แมลงวันอยู่ ตัวเต็มวัยมีอายุประมาณ 2 สัปดาห์ถึงหนึ่งเดือน

แต่แตนเบียนในสกุล *Spalangia* บางชนิดอาจมีชีวิตอยู่ได้ถึง 2-3 เดือน ตัวเต็มวัยส่วนใหญ่ได้รับอาหารจากของเหลวภายในแมลงอาศัย โดยเจาะดักแด้แมลงวันทำให้ของเหลวและเลือดออกมาที่ผิวลำตัว จากนั้นแตนเบียนจะเลียกินเป็นอาหาร ของเหลวที่ได้จากดักแด้มีโปรตีนเป็นส่วนประกอบซึ่งมีประโยชน์ในการพัฒนาไข่ของแตนเบียนเพศเมีย นอกจากดักแด้แมลงวันแล้วแตนเบียนยังสามารถกินอาหารประเภทอื่น เช่น น้ำหวานในธรรมชาติ เป็นต้น (Gibson, 2000) จากการศึกษาของ Sangeetha and Jebanesan (2010) พบว่าแตนเบียนชนิด *S. cameroni* และ *S. endius* ที่ได้รับทั้งน้ำหวานและดักแด้เป็นอาหารมักมีอายุนานกว่าแตนเบียนที่ได้รับดักแด้หรือน้ำหวานเพียงอย่างเดียว

แตนเบียนส่วนใหญ่ใช้หนวดซึ่งเป็นอวัยวะรับสารเคมี ในการค้นหาแหล่งอาศัยของแมลงอาศัย สารเคมีดังกล่าวอาจเป็นกลิ่นอาหารของแมลงอาศัย หรือกลิ่นที่มาจากตัวแมลงอาศัยเอง แตนเบียนส่วนใหญ่มักได้กลิ่นอาหารของแมลงอาศัยในระยะไกล และติดตามกลิ่นอาหารมายังแหล่งอาศัย จากนั้นจึงตามหากลิ่นจากตัวของแมลงอาศัยในการหาตำแหน่งที่แมลงดังกล่าวอาศัยอยู่เพื่อวางไข่ (Vinson, 1976) ในกรณีแตนเบียนดักแด้แมลงวันอาจหาแหล่งอาศัยของแมลงอาศัยจากกลิ่นมูลสัตว์ซึ่งเป็นอาหารของตัวอ่อนแมลงวัน แตนเบียนดักแด้แมลงวันแต่ละชนิดมีความสามารถในการหาแมลงอาศัยที่ระดับความลึกของดินแตกต่างกัน เช่น *Muscidifurax raptor* และ *S. gemina* มักหาแมลงอาศัยในบริเวณใกล้ผิวดิน แต่บางครั้งพบการเบียนที่ระดับความลึกประมาณ 6 ซม. *S. endius* หาแมลงอาศัยได้ในทุกระดับความลึกตั้งแต่ 0-6 ซม. และ *S. cameroni* มักเบียนแมลงอาศัยมากที่สุดที่ระดับความลึกประมาณ 1-2 ซม เป็นต้น (Geden, 2002)

เมื่อค้นพบดักแด้แล้วแตนเบียนจะเลือกดักแด้ที่เหมาะสมก่อนวางไข่ เช่น แตนเบียนในสกุล *Spalangia* มักใช้หนวดเคาะดักแด้เพื่อเลือกดักแด้ที่เหมาะสม ดักแด้ที่มีอายุน้อยมักให้รุ่นลูกที่มีขนาดใหญ่กว่าดักแด้ที่มีอายุมาก อายุของดักแด้ส่งผลต่ออัตราการเบียนของแตนเบียนดักแด้แมลงวันบางชนิด จากการศึกษาผลของอายุดักแด้ต่อการเบียนในแตนเบียนชนิด *S. cameroni* พบว่าอายุดักแด้ไม่ส่งผลต่ออัตราการขยายพันธุ์ และการอยู่รอดของรุ่นลูก ในขณะที่แตนเบียนชนิด *S. endius* และ *Muscidifurax raptor* มีอัตราการรอดชีวิตลดลงเมื่อแตนเบียนวางไข่ในดักแด้แมลงวันที่มีอายุมาก (King, 1998) จากการศึกษาของสิริภาและคณะ (2554) พบว่า แตนเบียนชนิด *S. gemina* และ *E. philippinensis* มีอัตราการเบียนลดลงเมื่อให้เบียนในดักแด้แมลงวันอายุมากขึ้น ในขณะที่อายุดักแด้ไม่มีผลต่อการเบียนในแตนเบียนชนิด *P. vindemiae*

นอกจากแมลงวันบ้านแล้ว แตนเบียนดักแด้อาจวางไข่ในแมลงวันอื่นๆที่เป็นศัตรูในคอกสัตว์อีกหลายชนิด เช่นแมลงวันคอกสัตว์ แมลงวันหัวเขียว แมลงวันลาย เป็นต้น แต่ส่วนใหญ่มักเบียนในแมลงวันบ้านและแมลงวันคอกสัตว์มากกว่าแมลงวันชนิดอื่น (Geden et al., 2006)

นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย

แตนเบียนแต่ละชนิดมีการกระจายตัวในช่วงเวลาที่แตกต่างกัน จากการศึกษาของ Romero et al. (2010) ในรัฐฟลอริดา ประเทศสหรัฐอเมริกา พบว่าแตนเบียนชนิด *Spalangia cameroni* สำรวจพบตลอดทั้งปี ในขณะที่ชนิด *S. nigroaenea* พบในช่วงเดือนกรกฎาคม สิงหาคม และกันยายน ซึ่งตรงกับฤดูร้อน ส่วนชนิด *S. endius* พบตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงเดือนพฤษภาคม แต่มีปริมาณมากที่สุดในเดือนมกราคม เป็นต้น อย่างไรก็ตามแตนเบียนบางชนิดมีการพักตัวเมื่ออยู่ในสภาพไม่เหมาะสม นอกจากนี้พบว่าอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมยังมีผลต่ออัตราการเบียน แตนเบียนดักแด้แมลงวันชนิด *S. gemina, S. cameroni* และ *Muscidifurax raptor* มีอัตราการเบียนและการขยายพันธุ์ที่อุณหภูมิ 30°C มากกว่าที่อุณหภูมิ 15, 20 และ 35°C (Geden, 1996) และพบว่าดักแด้แมลงวันภายในคอกวัวมีอัตราการถูกเบียนมากกว่าดักแด้แมลงวันบริเวณที่ระบายน้ำและรอบคอกตามลำดับ (Olbrich and King, 2003)

การนำแตนเบียนไปใช้และประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงวันบ้าน

แตนเบียนที่พบในธรรมชาติมีหลายชนิด แต่ชนิดที่ใช้ในการควบคุมโดยชีววิธีต้องสามารถปรับตัวและขยายพันธุ์ในสภาพแวดล้อมเฉพาะถิ่นได้ นอกจากนี้ในการปล่อยแตนเบียนต้องปล่อยด้วยจำนวนความถี่ และช่วงเวลาที่เหมาะสม แตนเบียนที่ดีต้องมีเปอร์เซ็นต์การฟักของแตนเบียนและอัตราส่วนของเพศเมียสูง ส่วนใหญ่มักปล่อยแตนเบียนด้วยอัตราประมาณ 200 ตัวต่อสัตว์เลี้ยง หรือ เพศเมียประมาณ 50-100 ตัวต่อตารางเมตร (Skovgard, 2004; Birkemoe and Oyrehagen, 2010) ทั้งนี้อาจปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์การระบาด ปัจจุบันในต่างประเทศมีการซื้อขายแตนเบียนดักแด้แมลงวันเพื่อการควบคุมโดยชีววิธี (augmentation biological control) โดยจัดส่งในรูปของดักแด้แมลงวัน ที่พร้อมจะฟักเป็นแตนเบียน ซึ่งสะดวก รวดเร็วและราคาไม่แพง อย่างไรก็ตามการนำเข้าแตนเบียนดังกล่าวจากต่างประเทศควรเป็นชนิดเดียวกับที่มีในท้องถิ่น (Tomberlin and Bográn, 2004) เพื่อป้องกันการรุกรานและสร้างความเสียหายต่อระบบนิเวศของสิ่งมีชีวิตต่างถิ่น หรือหากมีความจำเป็นต้องนำเข้าควรมีการศึกษาและตรวจสอบถึงผลกระทบก่อน

วิธีการปล่อยแตนเบียนอาจปล่อยในระยะตัวเต็มวัยหรือปล่อยในระยะพร้อมฟักจากดักแด้แมลงวัน โดยนำดักแด้แมลงวันที่ถูกเบียนประมาณ 2 สัปดาห์ใส่ในกรงตาข่ายหรือภาชนะบรรจุ แขวนไว้ใกล้คอกสัตว์เหนือพื้นดินประมาณ 1-2 เมตรเพื่อป้องกันอัตรายจากสัตว์เลี้ยง จากนั้นแตนเบียนจะฟักจากดักแด้ภายใน 1-2 วัน (Figure 4)

ที่ผ่านมามีการใช้แตนเบียนดักแด้แมลงวันในการควบคุมแมลงวันบ้านในฟาร์โคนม และฟาร์มสุกรในหลายประเทศ จากการศึกษาประสิทธิภาพของการใช้แตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้านเพื่อลดปริมาณแมลงวันในฟาร์มปศุสัตว์ พบว่าหลังการปล่อยแตนเบียนดักแด้แมลงวัน ส่งผลให้ปริมาณตัวเต็มวัยของแมลงวันในฟาร์มลดลงดังการศึกษาของ Skovgard (2004) พบว่าในฟาร์มที่ไม่มีการปล่อยแตนเบียนมีอัตราการเบียนของแตนเบียนดักแด้ในธรรมชาติประมาณ 8-10% ส่วนในฟาร์มที่มีการปล่อยแตนเบียนชนิด *S. cameroni* พบว่ามีอัตราการเบียนถึง 32.7-35.8% และจากการศึกษาของ Birkemoe and Oyrehagen (2010) ได้ปล่อยแตนเบียนชนิด *S. cameroni* ในฟาร์มสุกร พบว่ามีอัตราการเบียนดักแด้แมลงวันสูงถึง 39.9% อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของแตนเบียนยังขึ้นกับปัจจัยทางกายภาพ โดยมีอุณหภูมิเป็นปัจจัยหลัก จากรายงานของ Greene et al. (1998) พบว่าอุณหภูมิที่สูงกว่า 35°C ส่งผลให้อัตราการเบียนของ *S. nigroaenea* ลดลง ดังนั้นในการปล่อยศัตรูธรรมชาติจึงต้องคำนึงถึงฤดูกาลที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังมีปัจจัยทางชีวภาพที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การแข่งขันการเบียนระหว่างชนิดในกรณีที่ปล่อยแตนเบียนหลายชนิดพร้อมกัน เป็นต้น



Figure 4 Parasitoids released in dairy farm
Source: http://www.bugsforbugs.com.au/product/33

สรุป

จากการตรวจค้นเอกสารพบว่าแตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้านที่พบในประเทศไทยมี 4 ชนิด คือ *Exoristobia philippinensis*, *Spalangia gemina, S. endius* และ *Pachycrepoideus vindemiae* การศึกษาชีววิทยา พฤติกรรม นิเวศวิทยาและการแพร่กระจาย รวมถึงการศึกษาประสิทธิภาพของแตนเบียนดักแด้แมลงวันบ้าน เป็นขั้นตอนสำคัญในการควบคุมแมลงวันบ้านโดยชีววิธี ดังนั้นนักวิชาการด้านกีฏวิทยาควรเริ่มค้นคว้าวิจัยแก้ปัญหาแมลงวันบ้านในคอกสัตว์ในระยะยาว โดยการใช้ชีววิธี เพื่อลดการใช้สารเคมีซึ่งเป็นอันตรายต่อสัตว์และผู้เลี้ยง และเพื่อสามารถแก้ปัญหาได้ประสบความสำเร็จเช่นเดียวกับการใช้ศัตรูธรรมชาติในการควบคุมศัตรูพืชอื่นๆ มาแล้ว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ คุณสิริภา แก้วคำแสน ที่ให้ความช่วยเหลือในการถ่ายภาพแมลง

เอกสารอ้างอิง

โกศล เจริญสม. 2523. แตนเบียนคาลซิดอยด์. ศูนย์วิจัยควบคุมศัตรูพืชโดยชีวินทรีย์แห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ. กรุงเทพฯ.

สิริภา แก้วคำแสน, อุบล ตังควานิช, และนุชรีย์ ศิริ. 2554. เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเบียนดักแด้แมลงวันบ้านของแตนเบียนชนิด *Spalangia gemina, Pachycrepoideus vindemiae* (Hymenoptera: Pteromalidae) และ *Exoristobia philippinensis* (Hymenoptera: Encyrtidae. แก่นเกษตร 39 ฉบับพิเศษ: 208-212.

อาคม สังข์วรานนท์. 2538. กีฏวิทยาทางการแพทย์. โรงพิมพ์สหมิตรพริ้นติ้ง, นนทบุรี.

Acevedo G. R., M. Zapater and A.C. Toloza. 2009. Insecticide resistance of house fly, *Musca domestica* (L.) from Argentina. Parasitol Res. 105: 489-493.

Birkemoe T. and H. Oyrehagen, 2010. Parasitism of the house fly parasitoid *Spalangia cameroni* on Norwegian pig farms: local effect of release method. BioControl. 55:583-591.

Geden C.J. 2002. Effect of habitat depth on host location by five species of parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae, Chalcididae) of house flies (Diptera: Muscidae) in three types of substrates. Environ. Entomol. 31: 411-417.

Geden C.J. 2006. Modeling host attacks and progeny production of *Spalangia gemina*, *Spalangia cameroni*, and *Muscidifurax raptor* (Hymenoptera: Pteromalidae) at constant and variable temperatures. Biological Control. 7: 172-178.

Geden C. J., R. D. Moon, and J. F. Butler. 2006. Host ranges of six solitary filth fly parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae, Chalcididae) from Florida, Eurasia, Morocco, and Brazil. Environ. Entomol. 35: 405-412.

Gibson G.A.P. 2000. Illustrated key to the native and introduced chalcidoid parasitoids of filth flies in America north of Mexico (Hymenoptera: Chalcidoidea). Available: http://res2.agr.ca/ecorc/apss/chalkey/keyintro.htm. Accessed April. 14, 2012.

Greene G. L., Y. Guo, and H.Chen. 1998. Parasitization of house fly pupae (Diptera: Muscidae) by *Spalangia nigroaenea* (Hymenoptera: Pteromalidae) in cattle feedlot environments. Biol control 12: 7-13.

King B.H. 1998. Host age response in the parasitoid wasp *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae). J. Insect Behav. 11: 103-117.

Olbrich D. L. and B.H. King. 2003. Host and habitat use by parasitoids (Hymenoptera: Pteromalidae) of house fly and stable fly (Diptera: muscidae) pupae. The great lakes entomologist. 36: 179-190.

Richardson C.H. 1913. Studies on the habits and development of a hymenopterous parasite, *Spalangia muscidarum* Richardson. J. Morphol. 24: 513-557.

Romero A., J. A. Hogsette, and A. Coronado. 2010. Distribution and abundance of natural parasitoid (Hymenoptera: Pteromalidae) populations of house flies and stable flies (Diptera: Muscidae) at the University of Florida dairy research unit. Neotrop. Entomol. 39: 424-429.

Sangeetha P. and A. Jebanesan. 2010. Influence of food on adult parasitoid survival of *Spalangia cameroni* (Perkins) and *Spalangia endius* (Walker). Asian Journal of Science and Technology. 7: 127-129.

Skovgard H. 2004. Sustained releases of the pupal parasitoid *Spalangia cameroni* (Hymenoptera: Pteromalidae) for control of house flies, *Musca domestica* and stable flies *Stomoxys calcitrans* (Diptera: Muscidae) on dairy farms in Denmark. Biol Control. 30: 288-297.

Skovgard H. 2006. Search efficiency of *Spalangia cameroni* and *Muscidifurax raptor* on *Musca domestica* pupae in dairy cattle farms in Denmark. BioControl. 51:49-64.

Srinivasan R., P. Jambulingam, K. Gunasekaran, and P.S. Boopathidoss. 2008. Tolerance of house fly, *Musca domestica* L. (Diptera: Muscidae) to dichlorvos (76% EC) an insecticide used for fly control in the tsunami-hit coastal villages of southern India. Acta Trop. 105: 187-190.

Tomberlin, J. and C. E. Bográn. 2004. Using parasitoids to control house flies in confined animal facilities. Texas Cooperative Extension Publication No. E-224. The Texas A&M University System.

Vinson S.B. 1976. Host selection by insect parasitoids. Annu. Rev. Entomol. 21: 109-133.

Yazdani S.S., M.L. Agarwal. 1997. Elements of insect ecology. Narosa Publishing House. New Delhi.