เชียงใหม่สัตวแพทยสาร 2554; 9(3): 223-234

บทความรับเชิญ (Invited review article)

ศักยภาพเชื้อราแมลงในการควบคุมเห็บ

Potential of entomopathogenic fungi for the control of ticks

มาลี ตั้งระเบียบ

สถาบันวิจัยเทคโนโลยีเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดลำปาง

E-mail address: sriwanmal@yahoo.com

บทนำ

การควบคุมและกำจัดเห็บโคนิยมใช้สารเคมี เพราะหาซื้อได้ง่ายใช้สะดวก และจะเห็นเห็บโคตายได้ในทันที แต่ปัจจุบัน ด้วยกระแสโลกที่มีการตระหนักถึงสุขภาพและสภาพแวดล้อมมากขึ้น จึงได้มีการนำชีววิธีมาใช้ในการกำจัดเห็บ เชื้อราแมลง (entomopathogenic fungi) เป็นอีกวิธีหนึ่งที่มีศักยภาพนำมาใช้ควบคุมเห็บได้ เพราะเห็บก็เหมือนสิ่งมีชีวิตทั้งหลาย ที่เป็นโรคตาย และหากเกิดการระบาดของโรคเห็บจะตายและยากในการควบคุมการระบาดของโรค เชื้อราแมลงหลายชนิด เช่น *Metarhizium Beauveria Isaria* ล้วนมีประสิทธิภาพในการทำให้เห็บเกิดโรคและตายทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตาม ประสิทธิภาพนั้นขึ้นอยู่กับ สกุล ชนิดและไอโซเลทของเชื้อราด้วยเช่นกัน โดยเชื้อราเหล่านี้สามารถฆ่าเห็บได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะไข่ ไปจนถึงระยะตัวเต็มวัย รวมทั้งมีผลต่ออัตราการวางไข่ด้วย และด้วยเชื้อราเจริญเติบโตได้โดยใช้อาหารในตัวแมลง ดังนั้นเชื้อราจึงสามารถทำลายเห็บได้หลายชนิดรวมทั้งแมลงชนิดอื่นๆ ด้วย

ผลกระทบเชิงเศรษฐกิจ

การควบคุมกำจัดเห็บตั้งแต่อดีตเป็นต้นมาจนถึงในปัจจุบันทำโดยการใช้สารเคมีสังเคราะห์ในการกำจัดเพื่อการลดปริมาณเห็บบนตัวสัตว์ หรือในแหล่งที่อยู่อาศัยของเห็บ ถึงแม้ว่าการใช้สารเคมีฆ่าเห็บจะเห็นผลได้รวดเร็วและแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้ทันท่วงที แต่การใช้สารเคมีบ่อยครั้งทำให้เกิดผลเสียตามมา กล่าวคือ เห็บมีความสามารถในการต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ ทำให้ต้องมีการนำเข้าสารออกฤทธิ์ใหม่อย่างต่อเนื่อง ซึ่งสารเคมีดังกล่าวต้องนำเข้าจากต่างประเทศจึงมีราคาแพงทำให้ในแต่ละปีประเทศไทยสูญเสียเงินเป็นจำนวนมาก และยังเกิดผลข้างเคียง กล่าวคือ เกิดการตกค้างของสารเคมีในเนื้อและผลิตภัณฑ์จากสัตว์ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อผู้บริโภคโดยเฉพาะอย่างยิ่งปัญหาการตกค้างของสารเคมีในน้ำนม[1] รายงานว่า จากการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์นมพร้อมดื่มในประเทศไทย 356 ตัวอย่าง พบสารฆ่าแมลงในกลุ่มออร์แกโนคลอรีน 340 ตัวอย่าง หรือคิดเป็นร้อยละ 95.5 โดยที่สาร

ฆ่าแมลงส่วนใหญ่คือ ดีดีที (DDT; dichlodiphenyl-trichloethane) ซึ่งเป็นสารฆ่าแมลงที่มีค่าครึ่งชีวิต (half-life) นาน 3-10 ปี จึงเสื่อมสลายได้ยากในธรรมชาติ ก่อให้เกิดสารตกค้างในสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงได้มีความพยายามศึกษาหาวิธีการควบคุมเห็บ ที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายของเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์ในการซื้อสารเคมีฆ่าเห็บสังเคราะห์ที่มีราคาแพง ช่วยลดปริมาณนำเข้าสารเคมีฆ่าเห็บจากต่างประเทศ อันเป็นการช่วยลดการจ่ายเงินออกนอกประเทศ ลดอันตรายที่จะเกิดกับเกษตรกรผู้เลี้ยงสัตว์และปริมาณสารพิษตกค้างในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งไม่ก่อให้เกิดสายพันธุ์เห็บที่ต้านทานต่อสารเคมี การควบคุมเห็บโดยวิธีการควบคุมทางชีวภาพ (biological control) โดยการนำศัตรูเห็บที่มีอยู่ในธรรมชาติ เช่น ไวรัส (virus) แบคทีเรีย (bacteria) เชื้อรา (fungi) โปรโตซัว (protozoa) ไส้เดือนฝอย (nematode) หรือแม้แต่ตัวห้ำ (predator) มาควบคุมปริมาณเห็บ[2-6]

เชื้อราสาเหตุโรคแมลง หรือเชื้อรากำจัดแมลง

เชื้อราสาเหตุโรคแมลง (entomopathogenic fungi) หลายชนิด อาทิ เช่น *Aspergillus, Beauveria, Paecilomyces, Metarhizium* และ *Verticillium* พบว่าเชื้อราสาเหตุโรคแมลง เป็นวิธีการทางชีวภาพที่สามารถควบคุมศัตรูพืชให้อยู่ในระดับสมดุลได้ และมีความสามารถในการทำให้เห็บเกิดโรคตายได้[7-8] ประกอบกับเมื่อพิจารณาถึงสภาพแวดล้อมและวงจรชีวิตของเห็บจะเห็นได้ว่ามีผลต่อการเพิ่มศักยภาพของเชื้อราเป็นอย่างมาก กล่าวคือ การที่เห็บเพศเมียที่กินเลือดจนอิ่มตัวแล้วต้องมีการปล่อยตัวลงพื้นเพื่อไปวางไข่ และจะอาศัยอยู่ในบริเวณดังกล่าว อย่างน้อย 5-7 วัน ซึ่งระยะดังกล่าวเป็นระยะที่พอเพียงสำหรับที่เชื้อราจะเข้าทำลายเห็บเพศเมียได้ และด้วยการทำลายของเชื้อรา ซึ่งเริ่มจากสปอร์เชื้อราติดที่ผนังของเห็บแล้วจะงอกส่วนของ germ tube แทงทะลุผ่านผนังลำตัวเข้าไปภายในทำให้เห็บตายได้ในที่สุด เมื่อเห็บเพศเมียตายก็ไม่สามารถวางไข่ได้ซึ่งเป็นการตัดวงจรชีวิตของเห็บ หรือถ้าเห็บไม่ตาย เชื้อรายังมีผลในการลดปริมาณการวางไข่ของเห็บได้อีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งจะส่งผลทำให้ประชากรของเห็บลดลงในที่สุด นอกจากนี้จากวงจรการทำลายเห็บโดยเชื้อรา เมื่อเห็บตายเชื้อราจะเจริญเติบโตภายในตัวเห็บและสร้างสปอร์ขึ้นมาใหม่และแพร่กระจาย ทำให้สปอร์เหล่านี้สามารถเข้าทำลายตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ในบริเวณดังกล่าวได้อีกทางหนึ่งด้วย ประกอบกับสปอร์ของเชื้อรามีความคงทน สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมได้นาน และเมื่อใดที่สภาพแวดล้อมกลับมาเหมาะสมอีกครั้ง สปอร์ก็จะสามารถที่จะเจริญและเข้าทำลายเห็บได้ อีกทั้งเชื้อรายังไม่ก่อปัญหาด้านสุขภาพสัตว์หากสปอร์ของเชื้อราปะปนไปกับน้ำดื่มและอาหารของสัตว์ เนื่องจากสปอร์ของเชื้อราจะถูกทำลายด้วยน้ำย่อยในระบบทางเดินอาหารและถูกขับถ่ายออกมาปนกับมูลสัตว์[9]

เชื้อราสาเหตุโรคแมลงหรือเชื้อรากำจัดแมลงเหล่านี้มีความเฉพาะเจาะจง เป็นสาเหตุทำให้

แมลงหรืออาร์โทรปอร์ด อื่นๆ เช่น แมงมุม ไร เห็บ เกิดโรคตายเท่านั้น โดยไม่ก่อให้เกิดโรคในพืช สัตว์ชนิดต่างๆ รวมถึงคนแต่อย่างใด เชื้อราจัดเป็นจุลินทรีย์กลุ่มใหญ่ มีหลายชนิด และมีรูปร่างแตกต่างกันมากมาย มีลักษณะแตกต่างจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น คือ มีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์ และไคติน เซลล์เหล่านี้รวมกันเป็นเส้น เรียกว่า ไฮฟี (hyphae) ซึ่งไฮฟีรวมกันเป็นไมซีเลียม (mycelium) เชื้อราบางชนิดขยายพันธุ์ด้วยการแบ่งตัวของเส้นใย แต่ส่วนใหญ่ขยายพันธุ์ด้วยการสร้างสปอร์ซึ่งสร้างได้ทั้งจากการสืบพันธุ์แบบมีเพศและไม่มีเพศ ในการสืบพันธุ์แบบมีเพศ สร้างสปอร์แบบ non-motile spores และ motile gametes หรือ zoospores ส่วนในการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเชื้อราสร้างสปอร์ที่เรียกว่า โคนิเดีย (conidia) ที่เกิดที่ปลายเส้นใย และ บลาสโตสปอร์ (Blastospores) ซึ่งเป็นสปอร์ที่เกิดโดยการแตกหน่อของสปอร์เดิม โคนิเดียมีความทนทานต่อสภาพแวดล้อม ทำให้เชื้อรามีชีวิตอยู่ได้นาน จึงเป็นตัวการที่สำคัญในการทำให้แมลงเกิดโรคและแพร่กระจายไปในธรรมชาติ

เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคกับแมลงมีทั้งชนิดที่เป็นลักษณะเชื้อสาเหตุของโรคที่แท้จริง (obligate parasite) เจริญเติบโตเฉพาะในตัวแมลงเท่านั้น แบบ semi parasite คือ สามารถเจริญเติบโตได้ทั้งในตัวแมลงและในอาหารเลี้ยงเชื้อ และ saprophyte คือ เชื้อราอาศัยบนซากพืช ซากสัตว์และอินทรียวัตถุที่เชื้อราใช้เป็นอาหาร ทั้งนี้เชื้อราที่เป็นสาเหตุโรคแมลง พบใน 2 Kingdom ได้แก่ Kingdom Protoctista ได้แก่ Phylum Oomycota และ Chytridiomycota สำหรับ Kingdom Mychota ประกอบด้วย 3 Phylum คือ Zygomycotina, Ascomycotina และ Deuteromycotina ทั้งนี้รายละเอียดเชื้อราในแต่ละ Phylum แสดงในตารางที่ 1 และนอกจากนี้ ในเชื้อราแต่ละสกุลยังประกอบไปด้วยเชื้อราอีกหลายชนิดที่เป็นสาเหตุของโรคแมลง เช่น

1. สกุล *Beauveria* ได้แก่ *B. bassiana* และ *B. brongniartii*

2. สกุล *Metarhizium* ได้แก่ *M. album*

- *M. anisopliae* มี 2 var. ได้แก่ *M. anisopliae* var. anisopliae และ *M. anisopliae* var. majus

- *M. flavoviride* มี 3 var ได้แก่ *M. flavoviride* var. flavoviride *M. flavoviride* var. minus และ *M. flavoviride* (acridid hosts)

3. สกุล *Paecilomyces* ได้แก่ *P. farinosus, P. javanicus, P. amoeneroseus, P. fumosoroseus, P. tenuipes, P. lilacinus* และ *P. cinnamomeus*

4. สกุล *Verticillium* ได้แก่ *V. lecanii* และ *V. hemipterigenum* ลักษณะการเข้าทำลายและการทำให้เกิดโรคเชื้อราส่วนมากจะเข้าสู่แมลงทางผนังลำตัว แต่อาจมีราบางชนิดที่เข้าตามช่องเปิดต่างๆ เช่น รูหายใจ หรือบาดแผลที่ผนังลำตัว การเข้าทำลายเริ่มจากโคนิเดียของเชื้อราตกลงบนผนังลำตัวของแมลง ความชื้นที่อยู่ที่ผนังลำตัวแมลง จะทำให้เชื้อรางอกและสร้าง germ tube แทงทะลุผ่านผนังลำตัว

แมลงเข้าไป การแทงทะลุผ่านผนังลำตัวแมลงแตกต่างกันไปในเชื้อราแต่ละชนิด บางชนิดมีการสร้าง appressorium สำหรับการแทงทะลุ บางชนิดแทงทะลุผ่านด้วยเส้นใย นอกจากนี้เชื้อรามีการสร้างเอนไซม์ต่างๆ เช่น lipase ช่วยย่อยสลายชั้นไขมันที่เคลือบอยู่บนผนังลำตัว หรือเอนไซม์ chitinase และ proteinase ช่วยย่อยสลายชั้นต่างๆ ของผนังลำตัว เมื่อเชื้อราเข้าไปในช่องว่างภายในตัวแมลงจะใช้อาหารในตัวแมลงเพื่อเจริญเติบโตและสร้างเส้นใยจนเต็มช่องว่างในตัวแมลง เส้นใยเหล่านี้จะไปเบียดเบียนอวัยวะต่างๆ ภายในตัวแมลงทำให้แมลงตาย หรือเชื้อราบางชนิดมีการสร้างสารพิษทำลายแมลง เมื่อแมลงตายเชื้อราจึงแทงทะลุผ่านผนังลำตัวออกมา โดยทั่วไปจะออกมาตรงจุดที่เชื้อราแทงเข้าไป จากนั้นจึงสร้างก้านชูสปอร์บนผนังลำตัวของแมลงและเริ่มสร้างสปอร์ซึ่งจะคลุมตัวแมลงในที่สุด สปอร์เหล่านี้จะปลิวแพร่กระจายไปเพื่อเข้าทำลายแมลงตัวอื่นๆ ต่อไป

เชื้อราแมลงกับการควบคุมเห็บ

การศึกษาต่างๆ ที่ผ่านมาที่พบว่า มีเชื้อราที่ก่อให้เกิดโรคแมลงได้หลายชนิดที่มีความสัมพันธ์กับเห็บ อาทิเช่น *Aspergillus* 11 สายพันธุ์ *Beauveria* 3 สายพันธุ์ *Fusarium* 3 สายพันธุ์ *Paecilomyces* 1 สายพันธุ์ และ *Verticillium* 3 สายพันธุ์[7,10-11] ได้มีการศึกษาวิจัยพบว่าเชื้อราที่นิยมใช้เพื่อควบคุมแมลง โดยเฉพาะในเห็บเป็นเชื้อราในสกุล *Beauveria bassiana* และ *Metarhizium anisopliae* เนื่องจากเชื้อราทั้งสองกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายได้ในหลายภูมิประเทศแม้แต่ในสภาพที่มีความชื้นต่ำ มีผลต่อเห็บหลายชนิด รวมทั้งสามารถทำลายไข่ของเห็บได้[12-15] และพบว่าเชื้อรามีผลต่อการทำลายเห็บได้หลายชนิด[16-18]

พบว่าเชื้อรา 5 สายพันธุ์ได้แก่ *B. bassiana, M. anisopliae, M. flavoviridae , I. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. มีผลต่อการเกิดโรคในเห็บ *Boophilus annulatus* Canestrini ทุกระยะการเจริญเติบโต[8] โดยเชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* ทำให้ไข่ฝ่อร้อยละ 70, 98 ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยเชื้อรา *B. bassiana* ทำให้ไข่เห็บสามารถฟักออกได้เพียงร้อยละ 1.8-6.2 ส่วนเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไข่เห็บสามารถฟักออกได้เพียงร้อยละ 19.5-30.6 ส่วนเชื้อรา *M. flavoviridae, P. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. พบว่าอัตราการฝ่อของไข่เห็บไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุม ($p>0.05$) ส่วนเห็บระยะตัวอ่อน พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *M. flavoviride* ทำให้เห็บระยะตัวอ่อนตายร้อยละ 90.6-100 เช่นเดียวกับตัวเต็มวัย พบว่า การตายสูง ร้อยละ 90-100 ส่วนเชื้อรา *M. flavoviride, B. bassiana , P. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. ทำให้เห็บมีอัตราการตายอยู่ในช่วงร้อยละ 25-60 และยังพบว่าระยะตัวเต็มวัยเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่มที่กำลังวางไข่ ทำให้อัตราการวางไข่ของเห็บที่ได้รับเชื้อราลดลงร้อยละ 90 และจากการศึกษาของ Mwangi[19] นำเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* มาควบคุมเห็บ *Rhipicephalus appendiculatus* ระยะตัวอ่อน

พบว่าเชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ทำให้เห็บมีอัตราการตาย เท่ากับ 73 และ 35 ตามลำดับ ส่วนในเห็บเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่ม พบว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* มีอัตราการตายของเห็บสูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* คิดเป็นร้อยละ 81 และ 74 ตามลำดับ ส่วนอัตราการฟักไข่ *R. appendiculatus* พบว่าอัตราการฟักไข่ลดเหลือร้อยละ 48 สำหรับเชื้อรา *B. bassiana* และ 17.5 สำหรับ *M. anisopliae* ตามลำดับ สำหรับการศึกษาของ Kaaya[20] ได้ทำการศึกษาโดยการจุ่มไข่เห็บ *R. appendiculatus* ลงในสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่ามีไข่เห็บฝ่อไม่สามารถฟักออกได้ถึงร้อยละ 96 และเมื่อจุ่มเห็บเพศเมียที่กินเลือดจนอิ่มลงในสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น $2.7x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่า เห็บเพศเมียมีอัตราการตายถึงร้อยละ 100

สำหรับ *Amblyomma variegatum* พบว่า *M. anisopliae* ทำให้อัตราการตายของเห็บในระยะตัวเต็มวัย สูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* ส่วนอัตราการวางไข่และฟักไข่ พบว่า เห็บที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* มีอัตราการวางไข่ และฟักไข่น้อยกว่า กลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *Metarhizium* sp.[21] ได้มีการศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท ARSEF3297 และ IMI386697 ต่อเห็บ *B. microplus* บนตัวโค[22-23] โดยใช้ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท ARSEF3297 สามารถทำให้เห็บ *B. microplus* เกิดโรคตายได้สูงกว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท IMI386697 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คิดเป็นร้อยละ 89 และ 29 ตามลำดับ($p<0.05$) มีการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 12 ไอโซเลท ต่อเห็บ *B. microplus* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนเป่งที่ระดับความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร[24] ผลการศึกษา พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 10 ไอโซเลท สามารถทำให้เห็บเกิดโรคและตายได้ถึงร้อยละ 100 ที่ 5 วันหลังจากการพ่นเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลทที่เหลือที่ไม่มีการตายของเห็บถึงร้อยละ 100 พบว่า อัตราการตายของเห็บเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 50 จากนั้นยังได้ศึกษาต่อถึงค่า LC50 พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท E6S1 มีความรุนแรงในการเกิดโรคได้มากที่สุด[25] ได้นำเชื้อรา *M. anisopliae* มาทดสอบกับเห็บ *Ixodes scapularis* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนตัวเป่ง พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถทำให้เห็บ *I. scapularis* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนตัวเป่ง ตายได้ถึงร้อยละ 100 ภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน

การควบคุมเห็บ *R. annulatus* ด้วยเชื้อรา *M. anisopliae*, *B. bassiana* และ *L. psalliotae* ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บระยะตัวเต็มวัยตายได้สูงร้อยละ 90-100 รองลงมา คือ เชื้อรา *B. bassiana* ร้อยละ 70 ส่วนเชื้อรา *L. psalliotae* ให้อัตราการตายของเห็บตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนอิ่มตายได้ต่ำที่สุด

ร้อยละ 56.60 สำหรับผลต่อการวางไข่พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้อัตราการวางไข่ลดลง ร้อยละ 89.10 รองลงมาคือเชื้อรา *L. psalliotae* ร้อยละ 56.30 และเชื้อรา *B. bassiana* มีผลต่อการวางไข่ ร้อยละ 35.50 ส่วนอัตราการฟักออกพบว่า เชื้อรา *L. psalliotae* มีผลต่อการฟักออกของไข่มากที่สุด รองลงมา คือ *B. bassiana* ส่วน *M. anopliae* มีผลต่อการฟักออกของไข่เห็บต่ำที่สุด[26] นอกจากนั้นยังได้มีการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ต่อระยะตัวกลางวัยของเห็บ *R. sanguineus*[27] พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* สามารถทำให้เกิดโรคกับเห็บ *R. sanguineus* ทั้ง 3 ระยะ โดยเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บ *R. sanguineus* ตายร้อยละ 13.30-96.00 และเชื้อรา *B. bassiana* ตายร้อยละ 60-90 สำหรับเชื้อราต่อเห็บ *I. ricinus* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนอิ่ม ระยะตัวอ่อน และระยะตัวกลางวัย เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บ *I. ricinus* ทั้ง 3 ระยะมีอัตราการตายสูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และจากการนำมาหาค่า LC_{50} พบมีความแตกต่างกันระหว่างไอโซเลท ไอโซเลท 97 ให้ความรุนแรงของการเกิดโรคมากกว่าไอโซเลทอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ $1.4X10^6$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร[28] เช่นเดียวกันกับรายงานของ Posadas[23] ที่พบความแตกต่างของความรุนแรงของเชื้อรา *B. bassiana* ระหว่างไอโซเลท มีความแตกต่างกันทางสถิติ

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาโดยนำเชื้อรา *B. bassiana* มาทดสอบกับไร *Psoroptes* spp. เพศเมียระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่ โดยทำการพ่นสารแขวนลอยสปอร์เชื้อราลงบนตัวไรและไข่ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่า อัตราการวางไข่ของไรในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 72.5 และ 76.0 ($p>0.05$) และอัตราการฟักออกของไข่ในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ต่ำกว่าไข่ในกลุ่มควบคุม ร้อยละ 90.2 และ 39.4 ตามลำดับ[29] มีการศึกษาเพิ่มเติมโดยนำเชื้อรา *Hirsutella thompsonii* และเชื้อรา *M. anisopliae* มาทดสอบกับไร *Psoroptes* spp. ในระยะตัวเต็มวัยเช่นเดียวกัน[30] โดยทำการพ่นสารแขวนลอยสปอร์ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^7$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไรระยะตัวเต็มวัยมีอัตราการตายสูงกว่าเชื้อรา *H. thompsonii* คิดเป็นร้อยละ 71 ซึ่งสอดคล้องกับอีกการศึกษาที่ได้ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคในไร *P. ovis* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียด้วยการพ่นสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลง *H. thompsonii* และเชื้อรา *M. anisopliae* ความเข้มข้น $1x10^7$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร[31] พบว่า เชื้อรา *H. thompsonii* ไม่สามารถทำให้ไร *P. ovis* เกิดโรคได้ ส่วนเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถทำให้ไร *P. ovis* เกิดโรค และติดเชื้อได้ถึงร้อยละ 70 ภายใน 2-3 วัน ส่วน Brook[28] ได้ทดสอบการเกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* ความเข้มข้น $1x10^8$

สปอร์ต่อมิลลิลิตร ในไร *P. Ovis* พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไรมีอัตราการตายได้ร้อยละ 50 ภายในระยะเวลา 3 วัน

สำหรับในประเทศไทย[4,17] ได้ทำการทดสอบความสามารถของเชื้อรา 6 ชนิด ได้แก่ *B. bassiana, M. anisopliae, M. flavoviride, P. fumosoroseus, P. farinosus* และ *V. lecanii* รวมทั้งหมด 14 ไอโซเลท ที่ระดับความเข้มข้น $5x10^8$ โคนิเดียต่อในการทำให้เกิดโรคกับเห็บ *B. microplus* เพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่ม พบว่าเชื้อราจำนวน 12 ไอโซเลท จาก 14 ไอโซเลทมีความสามารถในการทำให้เห็บตาย ไอโซเลทที่มีอัตราการตายได้ร้อยละ 100 ได้แก่ *B. bassiana* 6241 และ 5335 , *M. anisopliae* 6079 และ 7965 , *P. fumosoroseus* 2507 ส่วนเทิดไทย[5] ได้ทดสอบเชื้อรา *M. anisopliae* 6 ไอโซเลท *M. flavoviride* จำนวน 2 ไอโซเลท และ *P. fumosoroseus* 1 ไอโซเลท พบว่า อัตราการตายมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ สกุล ชนิด และไอโซเลท และเชื้อราสามารถเข้าทำลายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต และพบว่าเชื้อรามีความสามารถในการควบคุมเห็บได้ในสภาพแปลง ในขณะที่เชื้อรา *B. bassiana* ทั้ง 12 ไอโซเลท ที่นำมาทดสอบ มีความสามารถทำให้เห็บโคทุกระยะการเจริญเติบโตเกิดโรคตายได้ทุกไอโซเลท ทั้งในสภาพห้องปฏิบัติการและโรงเรือนเลี้ยงสัตว์[6,17]

ความสามารถของเชื้อราในการทำให้เห็บตายขึ้นอยู่กับ ชนิดของเห็บ และสกุล ชนิด ไอโซเลทของเชื้อราแล้ว รูปแบบของเชื้อราที่นำมาใช้ก็มีความสำคัญอย่างยิ่ง มีการศึกษาเปรียบเทียบความสามารถในการทำเกิดโรคเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ในรูปสารแขวนลอยน้ำกลั่น และในรูปสารแขวนลอยน้ำมันต่อเห็บ *R. appendiculatus* และเห็บ *A. variegatum* ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^9$ สปอร์ต่อมิลลิลิตร จากผลการทดลองพบว่า[8] ทั้งเชื้อรา *B. bassiana* และ เชื้อรา *M. anisopliae* ในรูปสารแขวนลอยน้ำมัน ทำให้เห็บระยะตัวอ่อน ตัวกลางวัย และระยะตัวเต็มวัยของ *R. appendiculatus* และเห็บ *A. variegatum* ตายได้ถึงร้อยละ 100 ซึ่งสูงกว่าที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์ในน้ำกลั่น อย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาหนึ่งที่ได้เปรียบเทียบการเกิดโรคของเห็บ *Amblyo-mma variegatum* โดยใช้สารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำกลั่น และสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำมัน[21] พบว่า เห็บ *A. varie-gatum* ที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำมันมีอัตราการตายสูงกว่าเห็บที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำกลั่น คิดเป็นร้อยละ 94 และ 49 ตามลำดับ

บทสรุป

เชื้อราแมลงหลายสกุล หลายชนิด ได้แก่ *Beauveria bassiana Metarhizium anisopliae Metarhizium flavoviride, Paecilomyces fumosoroseus Paecilomyces farinosus และ Verticillium lecanii, Lecanicillium psalliotae, Hirsutella thompsonii, Aspergillus, Fusarium*

ตารางที่ 1 การจัดจำแนกเชื้อราสาเหตุของโรคแมลง (Classification of entomopathogenic fungi)

Phylum	**Class**	**Order**	**Family**	**Genus**
Oomycota	Oomycetes	Lagenidiales		Lagenidium
		Saprolegniales		Aphanomycopsis
				Atkinsiella
				Couchia
				Leptolegnia
Chytridiomycota	Chytridiomycetes	Blastocladiales	Coelomomycetaceae	Coelomomyces
				Coelomycidium
				Catenaria
		Chytridiales		Myriophagus
Zygomycota	Zygomycetes	Entomophthorales	Ancylistaceae	Conidiobolus
				Basidiobolus
			Entomophthoraceae	Entomophthora
				Entomophaga
				Erynia
				Eryniopsis
				Furia
				Massospora
				Strongwellsea
				Pandora
				Orthomyces
				Tarichium
				Zoophthora
			Neozygitaceae	Neozygites
				Thaxterosporium
		Mucorales	Mucoraceae	Sporodiniella
	Trichomycetes	Amoebidiales		Amoebiales
Basidiomycota	Phragmobasidiomycetes	Septobasidiales		Septobasidium
				Uredinella
Ascomycota	Plectomycetes		Ascosphaerales	Ascoaphaera
	Sordariomycetes	Hypocreales	Hypocreaceae	Cordycepioideus
				Hypocrella
			Nectriacea	Nectria
		Clavicipitales	Clavicipitaceae	Hypocrella
				Metacordyceps
				Regiocrella
				Torrubiella
			Cordycipitaceae	Cordyceps
			Ophiocordycipitaceae	Ophiocordyceps
				Elaphocordyceps

Phylum	Class	Order	Family	Genus
Deuteromycota	Coelomycetes	Sphaeropsidles		Aschersonia
				Tetranacrium
	Hyphomycetes	Moniliales		Acremonium
				Akanthomyces
				Aschersonia
				Aspergillus
				Beauveria
				Culicinomyces
				Fusarium
				Gibellula
				Hirsutella
				Hymenostilbe
				Metarhizium
				Nomuraea
				Paecilomyces
				Paraisaria
				Pseudogibellula
				Sorosporella
				Sporothrix
				Tetracrium
				Tilachlidiopsis
				Tolypocladium
				Verticillium

มีศักยภาพในนำมาควบคุมเห็บ แต่อย่างไรก็ตามประสิทธิภาพของเชื้อราแต่ละชนิดนั้นแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ สกุล ชนิด และไอโซเลท โดยสามารถนำไปควบคุมเห็บศัตรูสำคัญของสัตว์ได้หลายชนิด เช่น *Boophilus annulatus, Rhipicephalus appendiculatus, Amblyomma variegatum, Boophilus microplus, Ixodes scapularis, Rhipicephalus annulatus, Rhipicephalus sanguineus* โดยเชื้อราสามารถทำให้เห็บตายได้ทุกระยะการเจริญเติบโต ตั้งแต่ระยะไข่ ตัวอ่อน ตัวกลางวัย และตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนอิ่มตัว และเชื้อรายังมีผลต่อการฟักออกของไข่ และอัตราการวางไข่อีกด้วย นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อรามีประสิทธิภาพในการควบคุมไรได้ เช่น ไร *Psoroptes* spp และไร *P. Ovis* เป็นต้น ดังนั้นการพัฒนาเชื้อราแมลงเพื่อใช้ควบคุม และแมลงศัตรูสัตว์สำคัญชนิดอื่นๆ จึงเป็นอีกแนวทางหนึ่งของการควบคุมศัตรูสัตว์โดยชีววิธี

เอกสารอ้างอิง

1. จันทร์ทิพย์ ธำรงศรีสกุล. สถานการณ์สารพิษตกค้างในผลิตภัณฑ์นมในประเทศไทย. ข่าวสารวัตถุมีพิษ. 2538; 22: 26-31.
2. Samish M, Rehacek J. Pathogens and predators of ticks and their potential in biological control. Annual Review of Entomology. 1999; 44: 159-82.
3. Kaaya GP, Hassan S. Entomogenous fungi as promising biopesticide for tick control. Experimental and applied Acarology. 2000; 24: 913-26.
4. ไพลิน หินสนิท, วสันต์ จี๋ดอกแก้ว, อาทิตยา ธรสัตย์เมธี. ศักยภาพของเชื้อราสาเหตุโรคแมลงในการควบคุมเห็บโค. [ปัญหาพิเศษ]. ลำปาง: มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง. 2551; 13-15.
5. เทิดไทย ปอสูงเนิน. ความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อราและไส้เดือนฝอยสาเหตุโรคแมลงในเห็บโค *Boophilus microplus* Canestrini. [วิทยานิพนธ์]. ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น; 2552
6. ปาริชาติ แก่งอินทร์. การใช้เชื้อรา *Beauveria bassiana* เพื่อควบคุมเห็บในโคเนื้อลูกผสม. [วิทยานิพนธ์].ขอนแก่น: มหาวิทยาลัยขอนแก่น. 2553; 89 หน้า
7. Kalsbeek V, Frandsen F, Steenberg T. Entomopathogenic fungi associated with *Ixodes ricinus* ticks. Exp Appl Acarol. 1995; 19: 45-51.
8. Gindin G, Samish M, Alekseev E, Giazer I. The susceptibility of *Boophilus annulatus* (Ixodidae) tick to entomopathogenic fungi. Bio Sci Technol. 2001; 11: 111-8.
9. Burger HD. Microbial control of pest and plant disease. New York: Academic press; 1981.
10. Barci LAG. Biological control of the cattle tick *Boophilus microplus* (Acari, Ixodidae) in Brazil. Arq Inst Biol. 1997; 64: 95-101.
11. Cherepanova NP. Fungi which are found on ticks. Bot Z Mosk. 1964; 49: 696-9.
12. Campos RA, Arruda W, Boldo JT, daSilva MV, deBarros NM, deAzevedo JL, et al. *Boophilus microplus* infection by *Beauveria amorpha* and *Beauveria Bassiana:* SEM analysis and regulation of subtilisin-like proteases and chitinases. Current Micro. 2005; 50: 257-61.
13. Garcia MV, Monteiro AC, Szabo MJP, Prette N, Bechara GH. Mechanism of infection and colonization of *Rhipicephalus sanguineus* eggs by *Mertarhizium anisopliae* as revealed by scanning electron microscopy and hitopathology. Brazil. J Micro. 2005;

36: 368-72.

14. Castineiras A, Jimeno G, Lopez M, Sosa LM. Effect of *Beauveria bassiana, Metarhizium anisophiae* (Fungi, Imperfecti) and *Pheidole megacephala* (Hymenoptera, Formicidae) on eggs of Boophilus *microplus* (Acarina: Ixodidae). Rev Salud Anim. 1987; 9: 288-93.
15. Correia ACB, Monterio AC, Fiorin C. The effect of *Metarhizium anisoptiae* concentrations on *Boophilus microplus* under laboratory conditions. Sim Control Biol Gramado RS Anais. 1994; 4: 98.
16. Camposs RA, Arruda W, Boldo JT. *Boophilus microplus* infection by *Beauveria amorpha* and Beauveria Bassiana: SEM analysis and regulation of subtilisin-like proteases and chitinases. Current Micro. 2005; 50: 257-61
17. มาลี ตั้งระเบียบ, กรกฎ งานวงศ์พาณิชย์. ผลของเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* ต่อเห็บโค (*Boophilus microplus*). เชียงใหม่-สัตวแพทยสาร. 2552; 7(1): 7-17.
18. Hall RA, Papierok B. Fungi as biological control and medical importance. Parasitol. 1982; 84: 220-40.
19. Mwangi EN, Kaaya GP, Eeeuman S, Kimondo MG, Ouna E. Experimental and natural infections of the tick *Rhipicephalus appendiculatus* with entomopathogenic fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. J Afr Zool. 1995; 109: 151-60.
20. Kaaya GP, Mwangi EN, Ouna EA. Prospects for biological control of livestick ticks, *Rhipicephalus appendiculatus* and *Amblyomma variegatom*, using the entomogenous fungi Beauveria *bassiana* and *Metarhizium anisopliae*. J Invertebr Pathol. 1996; 67: 15-20.
21. Maranga RO, Kaaya GP, Mueke JM, Hassanail A. Effect of combining the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on the mortality of the tick Amblyomma variegatum in relation to seasonal changes. Mycopat. 2005; 159: 527-32.
22. Polar P, Kairo MTK, Peterkin D, Moore D, Pegram R, John SA. Asse-ssment of fungal isolates for development of a Myco-Acaricide for cattle tick control. Research. 2005; 39: 341-55.
23. Posadas JU, Lecuona RE. Selection of Native Isolate of Beauveria bassiana

for the Microbial Control of *Rhipicephalus* microplus. Jour. Med. Entomo. 2008; 46(2): 284-91.

24. Frazzon ANG, Junior IS, Masuda A, Schrank A, Vainstein MH. In vitro assessment of *Metarhizium anisopliae isolates* to control the cattle tick *Boophilus microplus*. Vet Parasitol. 2000; 94: 117-25.

25. Zhioua E, Browning M, Johnson PW, Ginsberg HS, Lebrun RA. Pathogenicicty of the entomopathogenic fungus *Metarhizium anisopliae* (De-uteromycetes) to Ixodes scapularis (Acari ; Ixodidae). J Parasitol. 1997; 83: 815-8.

26. Kheirabadi KP, Haddadzadeh H, Abyaneh MR, Bokaie S, Zare R, Ghazavi M, et al. Biological control of *Rhipicephalus annulatus* by different strains of *Metarhizium anisopliae, Beauveria bassiana* and *Lecanicillium psalliotae fungi*. Parasitol. Res. 2007; 100: 1297-302.

27. Monteiro SG, Bittencourt VPEP, Daemon E, Faccini JLH. Pathogenicity under laboratory conditions of the fungi *Beauveria bassiana* and *Metarhizium anisopliae* on larvae of the tick *Rhipicephalus sangguineus* (Acari: Ixodidae). Rev Bras Parasitol Vet. 1998; 7(2): 113-6.

28. Hartelt K, Wurst E, Collatz J, Zimmermann G, Kleespies RG, Oehme RM, et al. Biological control of the tick *Ixosides ricinus* with entomopathogenic fungi and nematode: Preliminary results from laboratory experiments. Inter Juor Med Microbiol. 2007; 298: 214-320.

29. Lekimme M, Mignon B, Tombeux S, Focant C, Mar"chal F, Losson B. In vitro entomopathogenic activity of *Beauveria bassiana* against *Psoroptes* spp. (Acari: Psoroptidae). Vet Parasitol. 2006; 139: 196-202.

30. Smith KE, Wall R, French NP. The use of entomopathogenic fungi for the control of parasitic mites, *Psoroptes* spp. Vet Parasitol. 2000; 92: 97-105.

31. Brooke AJ. Wall R. Infection of Psoroptes mites with the fungus *Metarhizium anisopliae*. Exp Appl Acarol. 2001; 25: 869-80.