บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

2.1 เชื้อรากำจัดแมลง (entomopathogenic fungi)

เชื้อรากำจัดแมลงเป็นกลุ่มเชื้อราที่มีความเฉพาะเจาะจงกับแมลงและอาร์โทรปอร์ดอื่นๆ เช่น แมงมุม ไร และเห็บ เป็นสาเหตทำให้สิ่งมีชีวิตเหล่านี้เกิดโรค และตาย โดยไม่ก่อให้เกิดโรคในพืช สัตว์ รวมถึงคน (มาลี, 2551)

เชื้อราจัดเป็นจุลินทรีย์กลุ่มใหญ่ มีหลายชนิดและมีรูปร่างแตกต่างกันมากมาย เชื้อรากำจัดแมลงแตกต่างจากจุลินทรีย์ชนิดอื่น คือ มีผนังเซลล์ที่ประกอบด้วยโพลีแซคคาไรด์โคติน (polysaccharidecotin) เซลล์เหล่านี้รวมกันเป็นเส้นใย เส้นใยรวมกันเป็นไมซีเลียม (mycelium) ส่วนใหญ่ขยายพันธุ์โดยการสร้างสปอร์ทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ ในการสืบพันธุ์แบบมีเพศจะสร้างสปอร์แบบ non-motile spores และ motile gametes หรือ zoospores ส่วนการสืบพันธุ์แบบไม่อาศัยเพศเชื้อราสร้างสปอร์ที่เรียกว่าโคนิเดีย (conidia) ที่เกิดที่ปลายเส้นใยและบลาสโตสปอร์ (blastospores) ซึ่งเป็นสปอร์ที่เกิดโดยการแตกหน่อของสปอร์เดิม โคนิเดียมีความทนต่อสภาพแวดล้อม ทำให้เชื้อรามีชีวิตอยู่ได้นาน จึงเป็นสาเหตุสำคัญในการทำให้แมลงเกิดโรคและแพร่กระจายไปในธรรมชาติ

เชื้อรากำจัดแมลง พบใน subdivision Mastigomycotina, Zygomycotina, Ascomycotina และ Deuteromycotina (ตาราง 2-1) เชื้อราเกือบทุกชนิดเข้าสู่แมลงโดยตรงทางผิวหนัง เอ็นไซม์ของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแมลงหลายชนิดถูกปล่อยออกมาในขณะที่สปอร์งอก และสปอร์มักมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง เพื่อให้สามารถติดแน่นอยู่กับผิวของแมลง เมื่อเชื้อราเข้าไปในช่องว่างในตัวแมลงจะขยายพันธุ์อย่างรวดเร็วและแพร่กระจายไปทั่วตัวแมลง เชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคแมลงบางชนิด ใน subdivision Mastigomycotina และ Zygomycotina ทำให้แมลงตายภายหลังที่ไมซีเลียมเจริญเติบโตทั่วตัวแมลง ทำให้แมลงขาดอากาศและตาย ส่วนเชื้อราใน subdivision Ascomycotina และ Deuteromycotina ทำให้แมลงตายเนื่องจากสารพิษที่เชื้อราปล่อยออกมาในช่วงเริ่มต้นของการเข้าทำลาย จากนั้นไมซีเลียมสร้างเส้นใยบนซากแมลง (Saprophyticcally) ในขณะที่เส้นใยของเชื้อราจะดูดน้ำและสารอาหารจากแมลงทำให้ ซากแมลงแห้ง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2-1 เชื้อราก่าจัดแมลง (entomopathogenic fungi) (Tanada and Kaya, 1993)

Subdivision	Class	Order	Genera
Mastigomycotina	Chytridiomycetes	Chytridiales	*Coelomycidium*
			Myiophagus
	Chytridiomycetes	Blastocladiales	*Coelomyces*
	Oomycetes	Lagenidiales	*Lagenidium*
	Oomycetes	Saprolegniales	*Leptolegnia*
			Couchia
Zygomycotina	Zygomycetes	Mucorales	*Sporodiniella*
	Zygomycetes	Entomophthorales	*Conidiobolus*
			Entomophaga
			Erynia
			Massospora
			Meristacrum
			Neozygites
Ascomycotina	Hemiascomycetes	Endomycetales	*Blastodendrion*
			Metschnikowia
			Mycoderma
			Saccharomyces
	Plectomycetes	Ascosphaerales	*Ascosphaera*
	Pyrenomycetes	Sphaeriales	*Cordyceps*
			Torrubiella
			Nectria
			Hypocrella
			Calonectria
	Laboulbeniomycetes	Laboulbeniales	*Filariomyces*
			Hesperomyces
			Trenomyces
	Loculoasomycetes	Myriangiales	*Myriangium*
	Loculoasomycetes	Pleosporales	*Podonectria*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2-1 (ต่อ) เชื้อราก่อโรคแมลง (entomopathogenic fungi)

Subdivision	Class	Order	Genera
Deuteromycotina			*Akanthomyces*
			Asehersonia
			Aspergillus
			Beauveria
			Culicinomyces
			Engyodontium
			Fusarium
			Giberllula
			Hisutella
			Hymenostibe
			Metarhizium
			Nomuraea
			Paecilomyces
			Paraisaria
			Pleurodesmospora
			Polycephalomyces
			Pseudogibellula
			Sorosporella
			Stilbella
			Tetranacrium
			Tilachlidium
			Tolypocladium
			Verticillium

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนใหญ่ไมซีเลียมของเชื้อรากำจัดแมลงจะออกมาจากตัวแมลงหลังจากที่แมลงตายแล้ว (ภาพ 2-1) ปกติแมลงที่ใกล้ตายจะเกาะติดกับต้นพืช จากนั้นไมซีเลียมที่อยู่ภายนอกตัวแมลงจะสร้างสปอร์ และสปอร์ค่อยๆ ถูกปลดปล่อยหรือฟุ้งกระจายอย่างรวดเร็วและเข้าสู่วงจรการเข้าทำลายแมลงตัวต่อไป โดยทั่วไปเชื้อราส่วนใหญ่มีเหยื่อหลากหลายทั้งแมลง และอาร์โธพอดอื่นๆ เช่น เห็บ และหมัด เป็นต้น แต่บางสายพันธุ์มีความแตกต่างกันมากในเรื่องของความเฉพาะเจาะจงเชื้อราหลายสายพันธุ์ทำลายเหยื่ออาศัยเพียงไม่กี่ชนิดที่ใกล้เคียงกันเท่านั้น (มยุรี, 2548)

เชื้อรากำจัดแมลงเป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กซึ่งเป็น contract biopesticide มีลักษณะการเข้าทำลายแมลงแตกต่างจากเชื้อก่อโรคในแมลงอื่นๆ ตรงที่เชื้อรากำจัดแมลงจะเข้าทำลายแมลงได้เมื่อสปอร์ของเชื้อราสัมผัสกับผิวนอกของแมลง และเข้าตามรูเปิดต่างๆ บนผิวภายนอกแล้วเจริญผ่านผนังลำตัว (cuticle) ของแมลงอย่างรวดเร็ว ส่วนเชื้อแบคทีเรีย และไวรัส แมลงต้องกินเข้าไปแล้วจึงจะออกฤทธิ์ทำลายแมลง แต่สำหรับเชื้อรากำจัดแมลงเมื่อแมลงกินสปอร์เข้าไปจะถูกขับถ่ายทางอุจจาระ (Burger, 1981)

ภาพ 2-1 ไมซีเลียมของเชื้อรา *B. bassiana* ที่เข้าทำลายมด และออกมาจากตัวหลังจากมดตาย (Thomas, 2007)

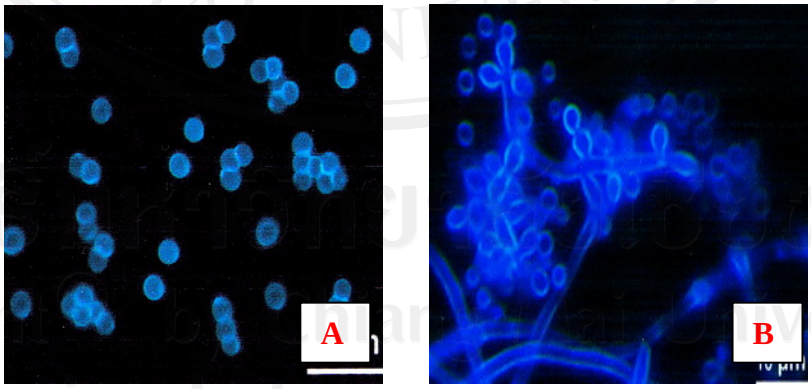
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.1.1 ลักษณะทั่วไปของเชื้อรากำจัดแมลง

2.1.1.1 เชื้อรา *Beauveria bassiana*

เชื้อรา *Beauveria bassiana* (ภาพ 2-2) เป็นเชื้อราที่อยู่ใน Class: Deuteromycetes Order: Moniliales (Hyphomycetes) ซึ่งมีความสำคัญเพราะทำให้เกิดโรคกับแมลงหลายชนิด และสามารถนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดแมลงในปัจจุบัน *B. bassiana* เป็นเชื้อราที่ขยายพันธุ์ด้วยการสร้าง conidia (ภาพ 2-3) โดยปกติจะสร้างบนยอดก้านชูสปอร์ซึ่งอยู่เป็นเดี่ยว หรืออยู่เป็นกลุ่มบนผนังลำตัวแมลง

ภาพ 2-2 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *B. bassiana*



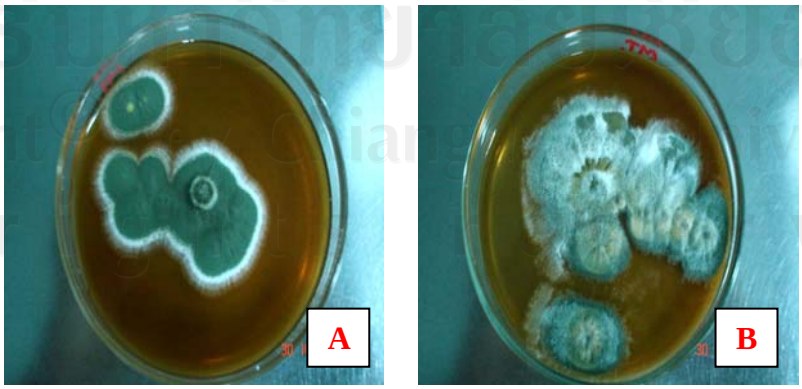
ภาพ 2-3 ลักษณะConidia (A) และ Conidophores (B) ของเชื้อรา *B. bassiana* (Malee, 2006)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Beauveria bassiana ทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า white muscardine disease พบครั้งแรกในหนอนไหม ซึ่งทำให้หนอนไหมมีลักษณะเหมือนมัมมี่ ที่มีเส้นใยและสปอร์สีขาวปกคลุมหนาแน่นทั่วตัว โรคที่เกิดจากเชื้อรานี้เดิมเรียกว่า mal del segno หรือ calcino แปลว่า ผงแห้งแคลเซียม ในปี 1912 Vuillemin ให้ชื่อสกุลเชื้อรานี้ใหม่ว่า *Beauveria* และ *bassiana* เป็น type species ของเชื้อราในสกุลนี้ ในปี 1954 Mac-Leod ได้ทำการศึกษา Taxonomy ของเชื้อรา พบว่าเชื้อรา *Botrytis bassiana* ที่มีรายงานทั้งหมดนั้นความจริงเป็นสายพันธุ์ต่างๆ ของ 2 species คือ *B. bassiana* สร้างสปอร์รูปทรงกลมและรูปไข่ในปริมาณเท่าๆกัน และ *B. tenella* สร้างสปอร์เฉพาะรูปไข่เท่านั้น

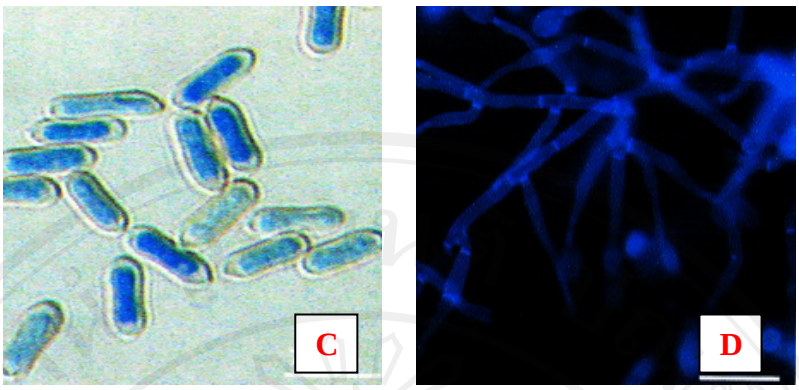
2.1.1.2 เชื้อรา *Metarhizium anisopliae*

Metarhizium anisopliae (ภาพ 2-4) เป็นเชื้อราที่อยู่ใน Class: Deuteromycetes Order: Moniliales (Hyphomycetes) ซึ่งทำให้เกิดโรคที่เรียกว่า green muscardine disease เชื้อราสกุลนี้พบครั้งโดย Metchnikoff ในปี 1878 สังเกตเห็น wheat cockchafer (*Anisoplia anustriaca*) เป็นโรคโดยมีเชื้อราสีขาวขึ้นปกคลุมทั่วตัวแมลงยกเว้นส่วนหัว แล้วต่อมาเชื้อราสีขาวจะเปลี่ยนเป็นสีเขียวเข้ม Sorokin ได้ให้ชื่อเชื้อรานี้ว่า *M. anisopliae* ในปี 1879 ซึ่งมีชื่อเป็น synnomym หลายชื่อ เช่น *Oospora destructor*, *Entomophthora anisopliae* และ *Penicilliun anisopliae* ต่อมาในปี 1915 Johnston ได้อธิบายว่าเชื้อรานี้มีการสร้างสปอร์ 2 แบบ คือ major และ minor โดยจะเกิดบนโฮสต์ต่างชนิดกัน ซึ่งสอดคล้องกับ Friederichs (1920) ที่พบว่าเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* มีการสร้างสปอร์ 2 แบบ คือ เชื้อรา *M. anisopliae* ที่มีการสร้างสปอร์ที่มีขนาดยาวประมาณ 10.6-12 ไมครอน และเชื้อรา *M. anisopliae* ที่มีการสร้างสปอร์ขนาดสั้นประมาณ 3.5-8.2 ไมครอน ในปี 1935 Petch ได้พบเชื้อราสกุลนี้อีก 2 ตัว คือ *M. album* และ *M. brunneum*, *M. anisopliae* เป็นเชื้อราที่ขยายพันธุ์ด้วยการสร้าง conidia (ภาพ 2-5) เช่นเดียวกับเชื้อรา *B. bassiana*



ภาพ 2-4 ลักษณะโคโลนี (A, B) ของเชื้อรา *M. anisopliae*

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

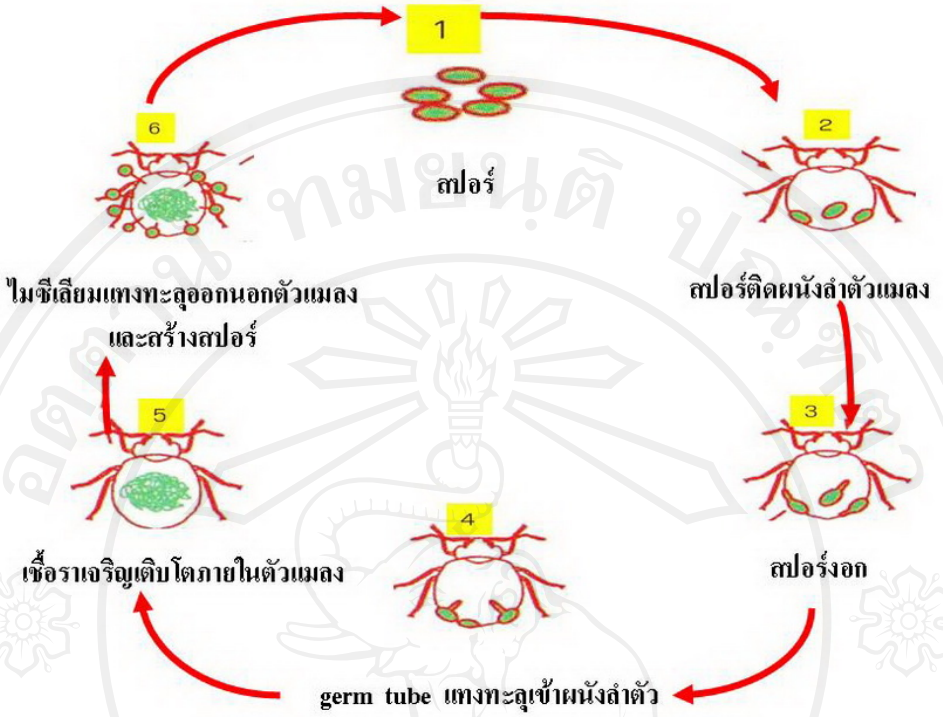


ภาพ 2-5 ลักษณะ Conidia (C) และ Conidophores (D) ของเชื้อรา *M. anisopliae* (Malee, 2006)

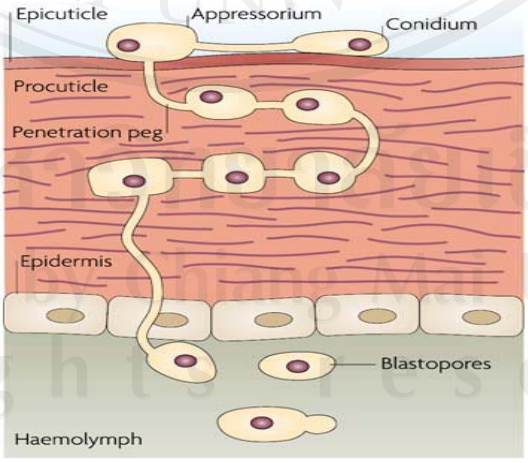
2.1.2 กลไกการเข้าทำลายของเชื้อรากำจัดแมลง

เชื้อรากำจัดแมลงส่วนมากเข้าสู่แมลงทางผนังลำตัว แต่มีบางชนิดที่เข้าตามช่องเปิดต่างๆ เช่น รูหายใจ หรือบาดแผลที่ผนังลำตัว ขั้นตอนการเข้าทำลายแมลง (ภาพ 2-6) เริ่มจากสปอร์ของเชื้อราตกลงบนผนังภายนอกลำตัวของแมลงเมื่อความชื้นเหมาะสมเชื้อราจะงอกส่วนที่เป็นท่อสั้นๆ (germ tube) แทงทะลุผนังลำตัวแมลงเข้าไป โดยจะเข้าบริเวณที่มีผนังบางๆ เช่น รอยต่อยระหว่างปล้อง หรือข้อต่อของระยางค์ต่างๆ การแทงทะลุผ่านผนังลำตัวแมลง (ภาพ 2-7) แตกต่างกันไปในเชื้อราแต่ละชนิด บางชนิดมีการสร้าง appressorium สำหรับการแทงทะลุผ่าน บางชนิดแทงทะลุผ่านด้วยเส้นใย นอกจากนี้เชื้อรายังมีการสร้างเอนไซม์ lipase ช่วยย่อยสลายชั้นไขมัน (wax layer) ที่เคลือบอยู่บนผนังลำตัว เอนไซม์ chitinase และ proteinase ช่วยย่อยสลายส่วนของเนื้อเยื่อ epidermis เมื่อเชื้อราเข้าไปในช่องว่างภายในตัวแมลง จะแย่งธาตุอาหารเพื่อใช้เจริญเติบโตและสร้างเส้นใยจนเต็มตัวแมลง เส้นใยเหล่านี้จะไปเบียดเบียน ทำลายอวัยวะต่างๆ ภายในลำตัวแมลง ทำให้แมลงตาย เมื่อแมลงตายเชื้อราจึงแทงทะลุผ่านผนังลำตัวออกมา โดยทั่วไปจะออกมาตรงจุดที่เชื้อราแทงเข้าไป จากนั้นจึงสร้างก้านชูสปอร์บนผนังลำตัวของแมลง และเริ่มสร้างสปอร์ซึ่งปกคลุมตัวแมลง ในที่สุดสปอร์เหล่านี้จะแพร่กระจายไปแล้วเข้าทำลายแมลงตัวอื่นๆ ต่อไป

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



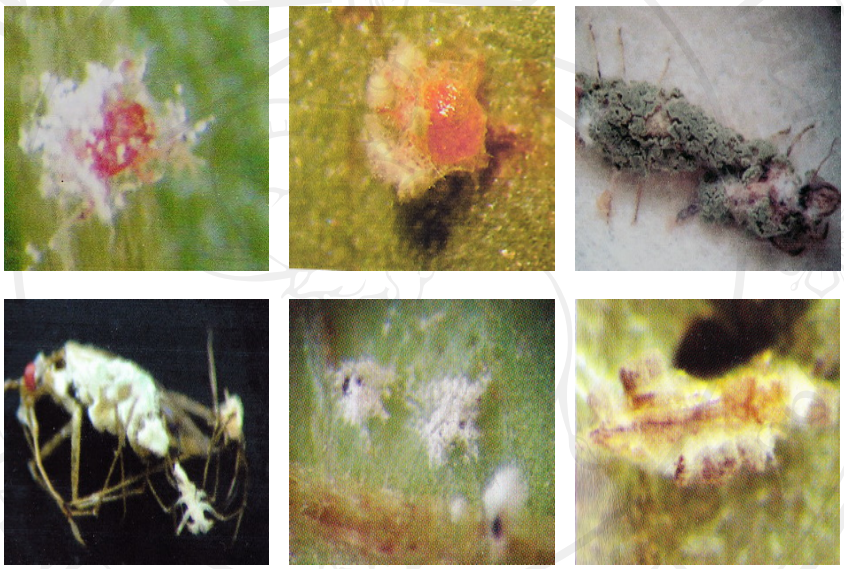
ภาพ 2-6 วงจรชีวิตของเชื้อราสาเหตุโรคแมลง (มาลี, 2551)



ภาพ 2-7 การแทงทะลุผ่านผนังลำตัวแมลงของเชื้อรา (มาลี, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เชื้อราก่อโรคแมลงกลุ่ม Mastigomycotina และ Zygomycotina แมลงอาศัยจะตายภายหลังที่เส้นใยเจริญเติบโตทั่วตัวแมลง ซึ่งขณะที่เส้นใยเจริญเติบโตจะทำให้แมลงขาดอากาศ หรืออดตาย ส่วนเชื้อรากลุ่ม Ascomycotina และ Deuteromycotina แมลงตายเนื่องจากสารพิษที่เชื้อราปล่อยออกมาในช่วงเริ่มต้นของการเข้าทำลาย และขณะที่เชื้อรามีการสร้างเส้นใยภายในในตัวแมลง เนื่องจากขณะที่เส้นใยมีการเจริญเติบโตจะดูดน้ำ และสารอาหารจากตัวแมลง จึงทำให้แมลงตายในที่สุด อาการของแมลงที่ตายจากเชื้อราจึงมีลักษณะแห้งแข็ง มีสปอร์ของเชื้อราขึ้นปกคลุม (ภาพ 2-8)



ภาพ 2-8 แสดงลักษณะของแมลงที่ตายด้วยเชื้อราสาเหตุโรคแมลง (มาลี, 2551)

2.1.3 ปัจจัยที่มีผลต่อการเกิดโรคของเชื้อรา

เชื้อราที่ทำให้เกิดโรคในแมลงจะมีความสัมพันธ์กับแมลงในลักษณะต่างๆ กัน การที่เชื้อราสามารถทำให้เกิดโรครุนแรงมากน้อยกับแมลงขึ้นอยู่ปัจจัยต่างๆ คือ

ก. ความรุนแรงของเชื้อ ขึ้นอยู่กับเชื้อแต่ละชนิดเพราะเป็นลักษณะทางพันธุกรรม ซึ่งไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ เทคโนโลยีที่ก้าวหน้าในปัจจุบันอาจช่วยทำให้เชื้อรามีประสิทธิภาพดีขึ้น แต่จะดีที่สุดถ้าเลือกใช้เชื้อราสายพันธุ์ที่มีความรุนแรงตามธรรมชาติ ความรุนแรงของเชื้อคือความสามารถในการเข้าทำลายแมลง และเอาชนะระบบภูมิคุ้มกันในตัวแมลง ทำให้แมลงเป็นโรคและตาย เชื้อราบางชนิดสร้างสารที่มีพิษรุนแรงฆ่าแมลงได้รวดเร็ว บางชนิดก็เพียงเข้าไปเจริญแย่งแร่ธาตุอาหารในตัวแมลงถ้าแมลงแข็งแรงอาจทนอยู่ได้นานหรืออาจกำจัดเชื้อราออกจากตัวได้ เชื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ราจะเข้าทำลายเนื้อเยื่อหรืออวัยวะของแมลงต่างกัน บางชนิดทำลายเนื้อเยื่อและอวัยวะหลายๆ อย่างพร้อมๆ กัน บางชนิดจะเฉพาะเจาะจงกับเนื้อเยื่อเฉพาะอย่าง นอกจากนั้นเชื้อราหลายชนิดมีความจำเพาะกับแมลงต่างชนิดกันด้วย ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้เชื้อราให้ตรงกับชนิดของแมลง ซึ่งจะมีระบุบนฉลากของภาชนะบรรจุ

ข. ตำแหน่งและวิธีการเข้าสู่ตัวแมลง เชื้อราต่างจากเชื้อโรคชนิดอื่นคือ เข้าสู่แมลงทางผนังลำตัว ดังนั้นเชื้อราที่สร้างเอนไซม์เพื่อช่วยย่อยสลายชั้นต่างๆ ของผนังลำตัวแมลง ทำให้สปอร์งอกแทงผ่านผนังลำตัวเข้าไปได้ ก็จะทำให้เกิดโรคกับแมลงได้ ส่วนแมลงที่มีชั้นของผนังลำตัวหนาก็อาจป้องกันตัวเองจากการเข้าทำลายของเชื้อราได้ นอกจากนี้เชื้อรายังเข้าสู่ตัวแมลงเข้าทางบาดแผลที่แมลงกัดกันเอง หรือเป็นแผลจากการถูกแมลงตัวห้ำกัด หรือแตนเบียนวางไข่

ค. สภาพแวดล้อม การระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อราในแมลงขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมมาก ที่สำคัญได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง เช่นเชื้อรา *Entomophthora sphaerosperma* เจริญได้ดีที่อุณหภูมิ 18 - 21 °C และสปอร์จะงอกได้ถึงร้อยละ 91-95 ที่อุณหภูมิ 16 °C ส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับเชื้อรา *Metarhizium anisopliae* คือ 25 – 30 °C และจะไม่เจริญเติบโตถ้าอุณหภูมิต่ำกว่า 10 °C ความชื้นก็จำเป็นมากสำหรับการงอกของสปอร์ เชื้อราหลายชนิดต้องการความชื้นถึงร้อยละ 95-100 สปอร์จึงจะงอกได้ เช่น ถ้าความชื้นในบรรยากาศสูงถึงร้อยละ 100 เชื้อรา *Nomuraea rileyi* จะทำให้แมลงตายได้ร้อยละ 100 ส่วนแสงแดดนั้นมีผลทั้งโดยทางตรงและทางอ้อม คือ รังสีอุลตราไวโอเล็ตในแสงแดดมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา ทำให้ตายหรือกลายพันธุ์ได้ ส่วนในทางอ้อมแสงแดดทำให้อุณหภูมิสูงขึ้นและความชื้นลดต่ำ ซึ่งมีผลต่อการงอกของสปอร์และการเจริญเติบโตของเชื้อรา ความมืดและสว่างมีผลต่อการสร้างสปอร์ชนิดต่างๆ ด้วย เนื่องจากเชื้อราที่ทำให้เกิดโรคแก่แมลง มีลักษณะการเข้าทำลายแมลงอาศัยแตกต่างไปจากเชื้อโรคอื่นๆของแมลง เช่น ไวรัส แบคทีเรีย และโปรโตซัว เป็นต้น ซึ่งเชื้อเหล่านี้ทำให้เกิดโรคแก่แมลงโดยการกิน แต่พบว่าเชื้อราส่วนใหญ่จะเข้าทำลายทางผิวนอกของแมลง สปอร์ของเชื้อราต้องงอกจากภายนอกแมลงอาศัยก่อนแล้วแทงทะลุผิวนอกเข้าไปในลำตัวแมลง ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำให้เกิดโรคแก่แมลง เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อโรคอื่นๆ เพราะว่าการที่จะชักนำให้เกิดการงอกของสปอร์ที่ผิวลำตัวแมลง มักขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อม มนุษย์ไม่สามารถควบคุมได้ อีกทั้งผิวลำตัวของแมลงก็มีส่วนที่ชักนำหรือยับยั้งการงอกของสปอร์ได้เช่นกัน การใช้เชื้อราควบคุมทางชีววิธีนั้น ส่วนใหญ่จะใช้ในวิธี introduction และ colonization คือ การนำเชื้อรามาปล่อยในพื้นที่ที่มีประชากรแมลงซึ่งอ่อนแอต่อโรค หรือการนำเชื้อรามาปล่อยเพื่อเพิ่มปริมาณเชื้อรา โดยเชื้อรานั้นควบคุมประชากรแมลงอยู่แล้วแต่มีปริมาณน้อย ได้มีการพยายามที่จะช่วยให้เชื้อราแพร่กระจายในธรรมชาติ โดยใช้สปอร์เชื้อราในรูปน้ำหรือฝุ่น หรือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ปล่อยแมลงที่เป็นโรคไปในธรรมชาติ เนื่องจากเชื้อราสามารถควบคุมแมลงที่เป็นพยาธิภายนอกได้ ต้องอาศัยการชักนำที่เหมาะสมของสิ่งแวดล้อม จึงทำให้การทดลองหลายครั้งไม่ได้ผลตามความคาดหมาย เพราะไม่สามารถบังคับสิ่งแวดล้อมได้ ความล้มเหลวของการนำเชื้อรามาใช้เกิดจากการไม่เข้าใจปัจจัยที่เกี่ยวข้องและวิธีการที่นำไปใช้ไม่เหมาะสมกับ สภาพแวดล้อมนั้นๆ และใช้เชื้อราปริมาณไม่เพียงพอต่อการควบคุม (มาลี, 2251)

Baird (1956, 1958 a,b) รายงานว่า มีการพยายามใช้เชื้อรากำจัดแมลงถึง 41 ครั้ง จึงจะประสบผลสำเร็จในการควบคุมแมลง 28 ชนิด และนำเชื้อราที่สนใจมาใช้ได้เพียง 2 เชื้อเท่านั้น ได้แก่ *Beauveria bassiana* และ *Metarrhizium anisopliae* ในประเทศรัสเซียได้ผลิตเชื้อรา *Beauveria bassiana* ในรูปผง มีชื่อทางการค้าว่า Beauverin และในอเมริการผลิตในรูปผงเช่นเดียวกัน แต่เป็นเพียงการทดลองจำหน่ายเท่านั้น

2.1.4 หลักการใช้เชื้อรากำจัดแมลง

สิ่งที่สำคัญที่ต้องคำนึงในการใช้เชื้อรากำจัดแมลง คือต้องทำให้สปอร์ของเชื้อราไปติดตามส่วนใดส่วนหนึ่งของแมลงให้ได้ การพ่นจึงต้องพยายามพ่นให้ถูกตัวแมลง หรือต้องให้เชื้อรามีความคงทนอยู่ได้นานที่สุด เพื่อให้แมลงมารับเอาสปอร์ติดไปกับตัวแมลง

หลักการนำเอาเชื้อรากำจัดแมลงไปใช้มี 3 แบบดังนี้

ก. การใช้แบบระยะยาว (Introduction and Colonization)

เป็นการควบคุมพยาธิภายนอกที่รบกวนสัตว์ในระยะยาว โดยการนำเชื้อราเข้าไปแพร่ระบาดในประชากรของพยาธิภายนอก แล้วให้เชื้อราปรับตัวให้คงอยู่ในสภาพแวดล้อมนั้นๆ ได้ ทั้งนี้เพื่อการตัดวงจรชีวิตของพยาธิภายนอก ซึ่งสามารถใช้กับพยาธิภายนอกที่มีระยะใดระยะหนึ่งอยู่ในดิน โดยหว่านเชื้อราลงในดินหรือบริเวณพื้นคอก ทุ่งหญ้าเลี้ยงสัตว์ และรอบๆ โรงเรือนที่ใช้เลี้ยงสัตว์ เพื่อให้พยาธิภายนอกที่มีระยะการเจริญเติบโตอยู่ในดินได้รับเชื้อรา ทำให้พยาธิภายนอกตายหรือไม่สามารถลอกคราบเป็นระยะการเจริญเติบโตต่อไปได้ ตัวอย่างเช่น

ข. ใช้แบบเดียวกับสารเคมี (Microbial insecticide)

การใช้เหมือนกับการใช้สารฆ่าแมลง คือ พ่นเชื้อราบนตัวสัตว์บ่อยครั้งเพื่อให้ได้ผลในการป้องกันกำจัดพยาธิภายนอกอย่างรวดเร็ว และเด็ดขาด

ค. การใช้แบบผสมผสาน (Integrated control)

เป็นวิธีการที่เหมาะสมมากที่สุด เนื่องจากในความเป็นจริงไม่มีวิธีการใดที่กำจัดพยาธิภายนอกได้ทั้งหมด และเชื้อราไม่สามารถกำจัดพยาธิภายนอกได้ทุกชนิด เนื่องจากสัตว์เลี้ยงอาจมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พยาธิภายนอกหลายชนิดในเวลาเดียวกัน การใช้วิธีควบคุมพยาธิภายนอกหลายๆ วิธีร่วมกันช่วยทำให้สามารถกำจัดได้ผลดียิ่งขึ้น เช่น การใช้เชื้อราร่วมกับสารเคมี หรือสารสกัดจากพืช เป็นต้น (มาลี, 2251)

2.2 เห็บโค (Cattle Tick)

เป็นเห็บชนิด one-host-tick คือ ช่วงระยะเวลาของการเจริญเติบโตทั้งหมดตั้งแต่ระยะตัวอ่อนจนถึงตัวเต็มวัยจะเกิดขึ้นบนสัตว์ตัวเดียวกันตลอดเวลา และจะลงจากตัวสัตว์เพียงครั้งเดียว คือ ระยะที่ตัวเมียดูดเลือดจนตัวเป่งเต็มที่ (engorged female) เพื่อลงมาหาที่วางไข่ (นุชา, 2545)

มักพบในบริเวณที่มีอากาศร้อนชื้น ในอเมริการกลาง อเมริกาใต้ อาฟริกา ออสเตรเลีย และประเทศไทย โฮสต์ที่สำคัญ คือ โค รองลงมาคือ ม้า และสามารถพบได้ทั่วไปในแพะ แกะ และกวาง ในโค มักเกาะบน คอ อก รักแร้ ขาหนีบ ท้อง และอวัยวะสืบพันธุ์ บางครั้งอาจพบตัวอ่อนและตัวกลางวัยในใบหูของโฮสต์ เห็บตัวอ่อน ตัวกลางวัย และตัวเต็มวัย อาจพบได้ตลอดปีบนตัวโฮสต์ ในบริเวณที่มีอากาศร้อนชื้น (อาคม, 2537)

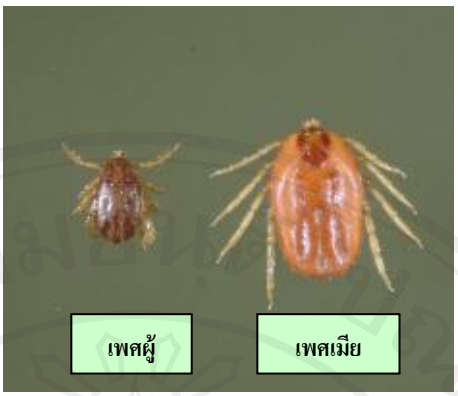
<u>ลักษณะทางอนุกรมวิธานของเห็บโค</u>

ชื่อสามัญ	Tropical cattle tick
ชื่อวิทยาศาสตร์	*Boophilus microplus* Canestrini
ชื่อพ้อง	*Boophilus australis*
วงศ์	Ixodidae
อันดับ	Acarina

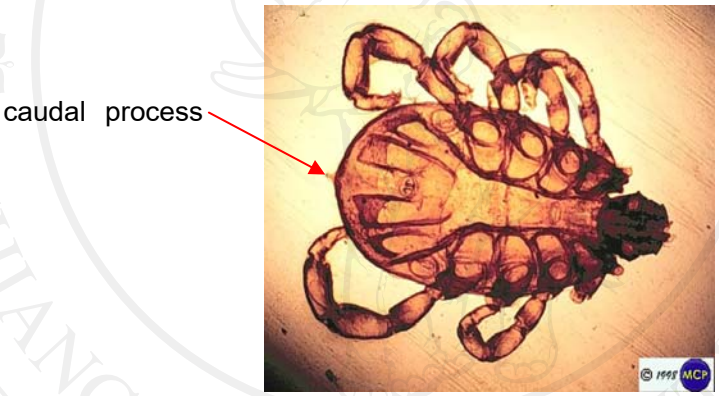
2.2.1 รูปร่างลักษณะ

เห็บโคมีรูปร่างลักษณะคล้ายถั่วหรือลูกนัท เห็บตัวเต็มวัยเพศเมียที่ลอกคราบใหม่มีลักษณะสีน้ำตาลอ่อน มีความยาวประมาณ 2.0-3.0 มล. กว้างประมาณ 1.5-2.0 มล. ส่วนเห็บเพศผู้จะมีขนาดเล็กกว่าเห็บเพศเมีย (ภาพ 2-9) มีความยาวประมาณ 1.5-2.0 มล. กว้างประมาณ 1.0-1.5 มล. ที่ส่วนท้ายลำตัวของเห็บเพศผู้มีลักษณะคล้ายหางเล็กๆ ยื่นออกมา (caudal process) (ภาพ 2-10) ในเห็บเพศเมียไม่พบ anal groove ส่วนในเพศผู้พบ anal groove จางๆ โดยส่วนของ anal groove อยู่ล้อมรอบ anus ทางตอนท้าย (ภาพ 2-11) เห็บพวกนี้มีตาแต่ไม่มี festoons palps และ hypostome ที่พบมีลักษณะสั้น (ภาพ 2-12)

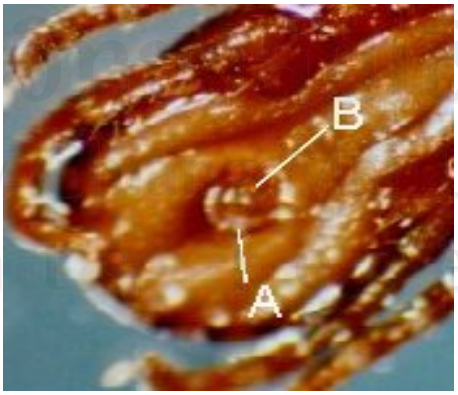
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2-9 รูปร่างลักษณะของเห็บเพศผู้และเห็บเมีย (Matthews and Walker, 2007)

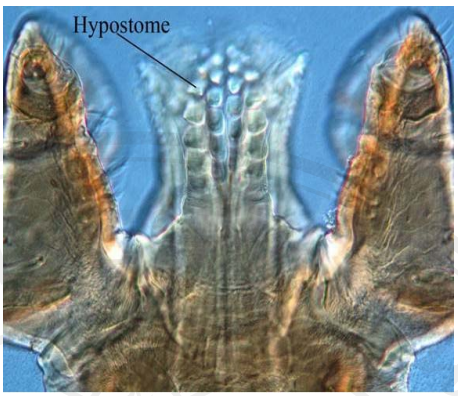


ภาพ 2-10 caudal process ของเห็บเพศผู้ (Pereira, 2006)



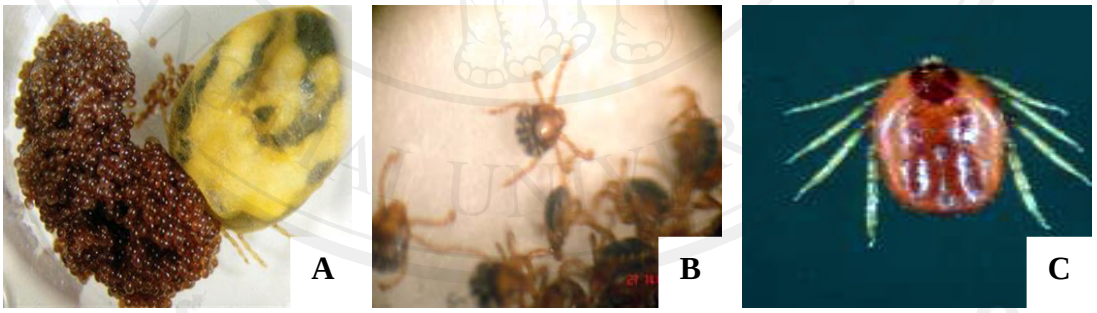
ภาพ 2-11 anal groove (A) และ anus (B) ของเห็บ (Frank and Manship, 2008)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพ 2-12 hypostome ของเห็บ (Knee and Proctor, 2006)

ไข่เห็บมีสีน้ำตาล รูปร่างกลมรี มีความยาวประมาณ 0.8 มล. ความกว้างประมาณ 0.3 มล. ถูกเคลือบด้วยสารที่เป็นขี้ผึ้ง เพื่อป้องกันไข่เห็บจากการสูญเสียน้ำ และทำให้ไข่เห็บสามารถเกาะติดกันเป็นกลุ่ม (ภาพ 2-13 A) ตัวอ่อนของเห็บมี 6 ขา มีสีน้ำตาลแดง (ภาพ 2-13 B) ลำตัวยาวประมาณ 1.0-1.5 มล. กว้างประมาณ 0.5-1.0 มิลลิเมตร และห็บระยะตัวกลางวัย มี 8 ขา (ภาพ 2-13 C) สีและรูปร่างคล้ายเห็บในระยะตัวอ่อน ลำตัวยาวประมาณ 2.0-3.0 มล.กว้างประมาณ 1.5-2.0 มล.

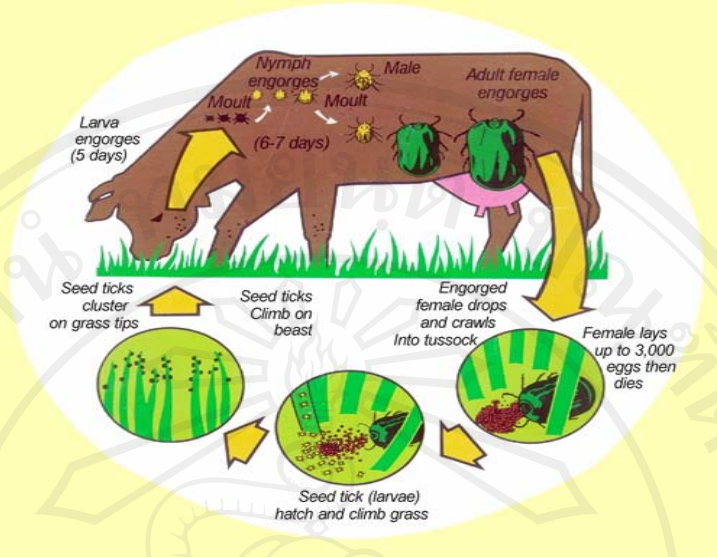


ภาพ 2-13 ลักษณะของไข่เห็บ (A) เห็บระยะตัวอ่อน (B) และเห็บระยะตัวกลางวัย (C)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.2 วงจรชีวิต

วงจรชีวิตของเห็บ (ภาพ 2-14) โดยทั่วไปมี 4 ระยะ คือ ระยะไข่, ระยะตัวอ่อน (larvae) มี 6 ขา ซึ่งเรียกว่า seed tick, ระยะตัวกลางวัย (nymph) มี 8 ขา และตัวเต็มวัย (adult) มี 8 ขา โดยตัวกลางวัยและตัวเต็มวัยก่อนดูดเลือดโคจะมีลักษณะแบนเรียกว่า flat tick เมื่อดูดกินเลือดของโคเข้าไปลำตัวขยายออกจนเปล่งเรียกว่า engorged tick

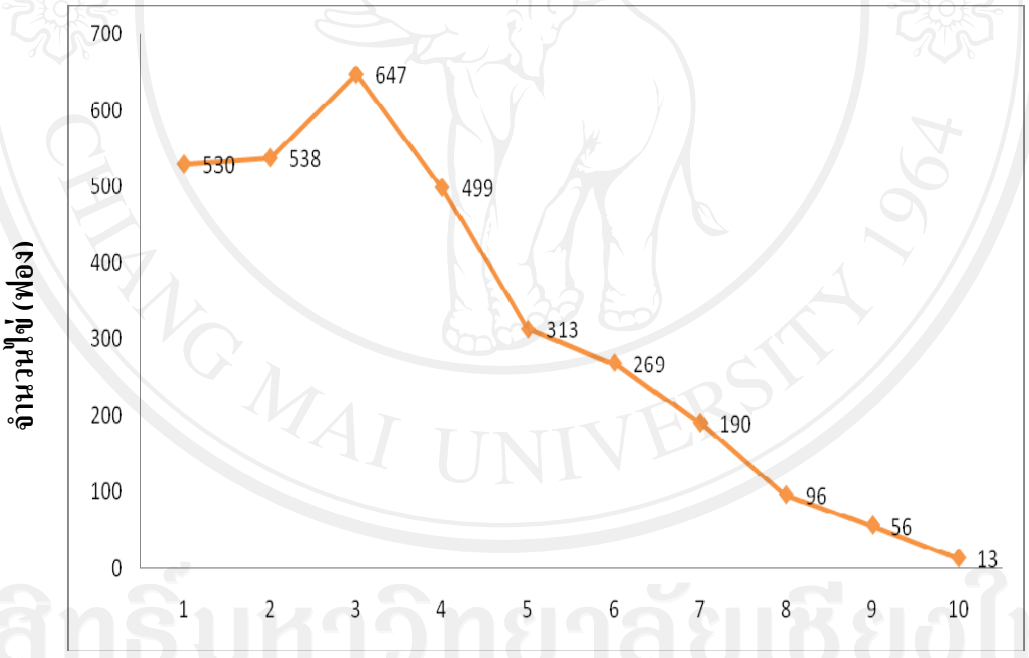


ภาพ 2-14 วงจรชีวิตของเห็บโค (Macleod, 2009)

การผสมพันธุ์ของเห็บเกิดบนตัวโค หลังจากผสมพันธุ์แล้วเห็บตัวเมียดูดกินเลือดจนตัวเป่ง (ภาพ 2-15) จากนั้นทิ้งตัวลงพื้นดินและคลานไปหาบริเวณที่เหมาะสมสำหรับวางไข่ หลังจากหล่นลงพื้นแล้วประมาณ 2-3 วัน ตัวเมียเริ่มวางไข่ (วางไข่หมดภายใน 10-20 วัน) เห็บตัวเมียที่ทิ้งตัวลงจากพื้นจะเตรียมความพร้อมที่จะวางไข่ โดยการโค้งส่วนหัวลงมาจนกระทั่งส่วนหัวนอนทอดตัวไปตามพื้นผิวด้านล่างของลำตัวใกล้รูเปิดของระบบสืบพันธุ์ อวัยวะสืบพันธุ์ (Gene's organ) จะยื่นออกมาระหว่าง basis capituli และ scutum อวัยวะสืบพันธุ์จะขยายใหญ่ออกเป็น 2 lobes ภายในมีต่อมมากมายซึ่งทำหน้าที่ขับสารที่เป็นขี้ผึ้ง ไข่ที่ถูกขับออกมาจากรูเปิดของระบบสืบพันธุ์จะได้รับขี้ผึ้งซึ่งจะห่อหุ้มไข่ของเห็บไว้ ขี้ผึ้งจะช่วยป้องกันไข่ของเห็บจากการสูญเสียน้ำ และทำให้ไข่สามารถติดกันได้เป็นก้อน เห็บเพศเมีย 1 ตัวสามารถวางไข่ได้ 728-4,316 ฟอง (ภาพ 2-16) เมื่อวางไข่หมดเห็บเพศเมียจะตาย ไข่ฟักออกเป็นตัวอ่อนภายใน 15-23 วัน ระยะการฟักตัวของไข่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ หากในเขตอากาศร้อนและร้อนชื้น ช่วงระยะเวลาการฟักของไข่ตามปกติจะสั้นลง แต่ถ้าอากาศหนาวช่วงระยะเวลาการฟักของไข่ก็จะยาวนานขึ้น (อาคม, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2-15 เห็บเพศเมียที่ดูดเลือดจนเป่ง (engorge) (Mafra, 2007)



ภาพ 2-16 กราฟแสดงจำนวนไข่ของเห็บโคที่วางไข่ต่อวัน ที่อุณหภูมิ 30 ºC ความชื้นสัมพัทธ์ 80 % (ดัดแปลงจาก Sukhapesna *et al.*, 1970)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระยะตัวอ่อนมีขา 6 ขา ซึ่งในระยะนี้ตามปกติจะยังคงอยู่รวมกันเป็นกลุ่มใกล้บริเวณที่ฟักออกจากไข่ การอยู่รวมกันเป็นกลุ่มเป็นวิธีป้องกันการตายจากความแห้งแล้ง ภายหลังการฟักออก 1 สัปดาห์ตัวอ่อนยังไม่ดูดกินเลือดของโค เมื่อตัวอ่อนเตรียมตัวกินเลือดจะมาดักรอโคอยู่บนใบหญ้า ต้นไม้เล็กๆหรือกิ่งไม้ เมื่อโคเคลื่อนที่ผ่านมาตัวอ่อนจะขึ้นเกาะโคและหาบริเวณที่สามารถดูดเลือดได้ เช่น บนแผงคอ อก รักแร้ ขาหนีบท้อง อวัยวะสืบพันธุ์และใบหู บางครั้งอาจเคลื่อนที่บนตัวโคหลายวันจนกว่าจะพบตำแหน่งที่เหมาะสมต่อการดูดเลือด จากนั้นจะดูดกินเลือดจนตัวเป่งโดยกินเลือดโคนาน 5-7 วันแล้วจึงลอกคราบเป็นตัวกลางวัยซึ่งมี 8 ขา ระยะตัวกลางวัยมีชีวิตที่ยาวนานกว่าระยะตัวอ่อน ตัวกลางวัยจะกินเลือดโคต่อไปอีกประมาณ 1 สัปดาห์เพื่อลอกคราบเป็นตัวเต็มวัย หลังจากผสมพันธุ์ ตัวเต็มวัยเพศเมียดูดเลือดอีก 1 สัปดาห์แล้วทิ้งตัวลงสู่พื้นดินเพื่อวางไข่ต่อไป ระยะเวลาโดยรวมที่เห็บกินเลือดอยู่บนตัวโคประมาณ 3-4 สัปดาห์ ระยะตัวอ่อนสามารถอยู่ได้นาน 30-150 วันในสภาพแวดล้อมที่มีความชื้นสูง

2.2.3 นิสัยการกินอาหารของเห็บ

เห็บเป็นปรสิตที่แท้จริงต้องการเนื้อเยื่อของเหลว และเลือดสำหรับการเจริญเติบโต เห็บส่วนมากเกาะบริเวณที่ชอบบนตัวโค เห็บบางชนิดชอบเกาะบริเวณ dewlap ไหล่ และ บริเวณระหว่างขา เห็บจะเกาะโดยใช้ digits ของ chelicerae ตัดผ่านผิวหนังของโฮสต์ และการเกาะยึดโดยการสอด hypostome เข้าไปในบาดแผล ความเร็วในการดูดกินเลือดแปรเปลี่ยนไปตามชนิดของเห็บ และในระยะต่างๆ ของเห็บชนิดเดียวกัน การดูดกินเลือดของเห็บเพศเมียจะเกิดขึ้นทีละน้อย และจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งวันสุดท้ายของการดูดกินเลือด ลำตัวของมันจะเต็มไปด้วยเลือดอย่างรวดเร็ว โดยจะดูดกินเลือดนาน 7 - 12 วัน

สำหรับการกินเลือดจนตัวเป่งของเห็บเพศเมีย พบว่ามีการสร้างผนังชั้น cuticle ใหม่ในช่วงระหว่างการดูดเลือดอย่างช้าๆ เพื่อที่จะรับน้ำหนักของเลือดจำนวนมากที่เห็บกินเข้าไป ในระหว่างการดูดกินเลือด salivary secretions จะถูกฉีดเข้าไปในบาดแผลซึ่งสารนี้จะช่วยในการไชทะลุผิวหนังของโฮสต์ ป้องกันการแข็งตัวของเลือดและของเหลวต่างๆในร่างกายโฮสต์ เพื่อที่จะทำให้เห็บดูดกินเลือดได้โดยตรง salivary secretions ของเห็บบางชนิดจะทำให้เกิดความระคายเคือง เจ็บและอักเสบนานหลายวัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สัญชาตญาณและการปรับตัวของเห็บ

เห็บมีสัญชาตญาณและการปรับตัวให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมตลอดเวลา โดยมีการเปลี่ยนแปลงต่างๆ ดังนี้

1. การเพิ่มความต้านทานต่อความร้อน หรือความเย็น
2. เพิ่มความสามารถในการอดอาหารได้เป็นระยะเวลาที่ยาวนาน
3. เพิ่มความสามารถในการผลิต หรือการวางไข่ได้เป็นจำนวนมาก
4. มีการปรับตัวเพื่อให้สามารถได้อยู่ในโฮสต์หลายชนิด

พวก *Boophilus* spp. มีการปรับตัวเพื่อให้เกิดการลอกคราบบนตัวโฮสต์ ซึ่งต่างจากเห็บสายพันธุ์อื่นๆ ที่ต้องทิ้งตัวเองลงพื้นเพื่อลอกคราบ และยังมีการปรับการดูดกินเลือดจากโฮสต์ โดยจะดูดกินเลือดทีละน้อยและใช้เวลานานหลายวันกว่าจะได้ขนาดประมาณ 1/3 ของการ engorge การเกิด engorge อย่างสมบูรณ์ เห็บเพศเมียจะต้องดูดเลือดต่อไปอีก 2-3 ชั่วโมง จากนั้นจึงสามารถทิ้งตัวลงจากโฮสต์เพื่อวางไข่ต่อไป การที่ดูดกินเลือดในช่วงแรกอย่างช้าๆ และเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงหลังของการ engorge เพื่อลดโอกาสที่ engorge female ถูกโฮสต์กัดมันจนตัวของมันแตก และยังป้องกันพวกนกซึ่งหากินบนตัวสัตว์มาจิกกินก่อนที่ตัวมันจะได้ทิ้งตัวลงสู่พื้นดินเพื่อวางไข่

2.2.4 ความเสียหายทางเศรษฐกิจ

1. เห็บ 1 ตัว สามารถดูดกินเลือดได้ถึง 0.5-1 มล. โคที่มีเห็บเป็นจำนวนมากจะทำให้เกิดโรคโลหิตจางและอาจทำให้โคตายได้ จากการทดลองของ Barnett (1961) พบว่าเห็บ *Boophilus* spp. 20,000 ตัวไม่สามารถทำให้โคหนุ่มตายได้ แต่ในโคสาวที่มี *Bophilus* spp. เพียง 500 ตัว ก็สามารถฆ่าโคสาวให้ตายได้

2. สุขภาพของโคและกระบืออ่อนแอ แคระแกรน โลหิตจาง ทำให้ผลผลิตทั้งเนื้อและนมลดต่ำลง

3. แผลจากการถูกเห็บกัดเป็นสาเหตุชักนำให้แมลงวันมาวางไข่ เกิดหนอนแมลง (screw worm)

4. ทำให้หนังสัตว์เสียราคา ราคาตก หรือไม่สามารถใช้การได้

5. ทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายสูงในการควบคุมและกำจัดเห็บ

6. การใช้สารเคมีในการป้องกันรักษาเห็บโคอาจเป็นอันตรายต่อเกษตรกรผู้ใช้สารเคมี และอาจมีการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยเฉพาะในน้ำนม

7. เป็นพาหะของโรค เช่น Babesiosis , Anaplasmosis (นุชา, 2545)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากรายงานภาวะโรคระบาดในสัตว์ ของสำนักควบคุม ป้องกัน และบำบัดโรคสัตว์ พบการระบาดของโรค Babesiosis และ Anaplasmosis ในประเทศไทย ส่วนใหญ่จะเกิดกับโคเนื้อ และโคนม มากกว่าโคพันธุ์พื้นเมืองที่เลี้ยงกันโดยทั่วไป (ตาราง 2-2) ทั้งนี้อาจเนื่องจากสายพันธุ์ของโคเนื้อ และโคนมที่นำมาเลี้ยงในประเทศไทยยังอ่อนแอต่อเชื้อโรคที่มีเห็บเป็นตัวพาหะของโรค และนอกจากนี้ยังสามารถพบโรค Babesiosis และ Anaplasmosis ในสัตว์เลี้ยงอื่นๆ เช่น แพะ แกะ และสุนัข เป็นต้น

ตาราง 2-2 รายงานการเฝ้าระวังโรคระบาดสัตว์ทางห้องปฏิบัติการ ปี 2547- 2551 (ดัดแปลงจากสำนักควบคุม ป้องกัน และบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2551)

โรค (Diseases)		รายงานสะสมระหว่าง ปี 2547- 2551					
		สัตว์ในฝูง (ตัว)	ป่วย (ตัว)	ตาย (ตัว)	ส่งตรวจ (ตัว)	พบ (ตัว)	พบ (ครั้ง)
Anaplasmosis	โคเนื้อ	124	6	2	346	114	20
	โคนม	1,613	8	5	341	83	26
	โคพื้นเมือง	6	1	-	14	3	3
	กระบือ	-	-	-	38	12	7
	แพะ, แกะ	944	-	-	846	114	20
	รวม	**2,687**	**15**	**7**	**1,585**	**326**	**76**
Babesiosis	โคเนื้อ	134	12	8	52	21	14
	โคนม	174	22	22	67	15	13
	โคพื้นเมือง	20	8	-	20	8	8
	กระบือ	57	3	5	6	2	2
	แพะ, แกะ	-	-	-	162	8	2
	รวม	**385**	**45**	**35**	**307**	**54**	**39**
Anaplasmosis + Babesiosis		-	-	-	84	21	1

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เห็บเป็นพาหะนำเชื้อโรคหลายชนิด เช่น ไวรัส ริกเก็ตเซีย แบคทีเรีย และโปรโตซัว ซึ่งทำให้เกิดโรคที่สำคัญ และร้ายแรงทั้งคน และสัตว์ (ณรงค์ และคณะ, 2549)

น้ำลายที่หลั่งออกมาจากเห็บมีบทบาทสำคัญที่สุดในการนำโรค โดยทำหน้าที่เป็น ตัวกลางสำหรับการถ่ายทอดเชื้อที่ทำให้เกิดโรคต่างๆ เช่น โรค Piroplasmosis หรือโรค Babesiosis (โรคเยี่ยวแดง) ที่เกิดจากเชื้อ *Babesia bigemina* และ *Babesia bovis* ที่มีเห็บเป็นพาหะ เชื้อเหล่านี้จะผ่านมากับน้ำลายของเห็บที่หลั่งขณะดูดกินเลือดโค (ฐิติมา และวีร่า, 2550)

เห็บที่ดูดกินเลือดจนเป่ง (engorged) จะมี excretory product ซึ่งอาจประกอบไปด้วย pathogenic organisms เชื้อที่ทำให้เกิดโรคเหล่านี้สามารถเข้าไปในร่างกายสัตว์โดยผ่านทางบาดแผลที่ถูกเห็บกัด และบาดแผลอื่นๆ บนผิวหนัง การดึงเห็บออกจากโฮสต์โดยความไม่ระวังอาจเป็นผลทำให้ตัวของเห็บแตกและปล่อยสิ่งต่างๆในทางเดินอาหารออกมายังรอบๆ บาดแผล เป็นสาเหตุของการนำโรค Tularemia และบาดแผลที่เกิดจากการกัดของเห็บจะเป็นสาเหตุทำให้โฮสต์ถูกโจมตีโดยพวก screw worm (อาคม, 2537)

โรคบาบีซีโอซีส (Babesiosis) หรือโรคไพโรพลาสโมซีส (Piroplasmosis) (โรคเยี่ยวแดง; Red Water Fever)

ลักษณะเฉพาะของโรค

ไข้สูง, ปัสสาวะสีแดงเข้ม (hemoglobinuria) (ภาพ 2-17) และโลหิตจาง หรือดีซ่าน

ภาพ 2-17 ลักษณะของปัสสาวะสีแดงเข้ม (สำนักงานควบคุม ป้องกันและบำบัดโรคสัตว์ กรมปศุสัตว์, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สาเหตุ

เกิดจากเชื้อ *Babesia* spp. (ภาพ 2-18) ซึ่งเป็นเชื้อโปรโตซัวขนาดเล็ก รูปร่างเปลี่ยนแปลงได้ แต่โดยทั่วไปจะเห็นเป็นรูปคล้ายลูกแพร์ (pear shape) อยู่ติดกันเป็นคู่ โดยทำมุมกันที่ปลายด้านหนึ่ง อาศัยอยู่ในเม็ดเลือดแดงของสัตว์มีกระดูกสันหลัง และแพร่พันธุ์แบบไม่มีเพศ โดยการแบบการแบ่งตัว (binary fission) หรือโดยการแตกหน่อ (budding) หรือชัยโซโกนี (schizogony) หลังจากที่เพิ่มจำนวนแบบไม่มีเพศแล้ว และทำให้เม็ดเลือดแดงแตก เชื้อ *Babesia* spp. จะอยู่ในอยู่ในพลาสม่าชั่วขณะ แล้วเข้าไปในเม็ดเลือดแดงอีก และแพร่พันธุ์แบบไม่มีเพศต่อไปเรื่อยๆ ส่วนการสืบพันธุ์แบบมีเพศจะเกิดขึ้นในเห็บซึ่งเป็นพาหะของโรค เชื้อ *Babesia* spp. ที่พบในประเทศไทย มี 2 ชนิด คือ *B. bigemina* และ *B. bovis* (นุชา, 2545)

ภาพ 2-18 ลักษณะของเชื้อ *Babesia* spp. ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดง (วีรพล, 2551)

เชื้อ *B. bigemina* พบ merozite ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงมักอยู่ในรูปลูกแพร์ คู่ (paired pear shape) และทำมุมแหลม merozite มีขนาด 4.5-2.5 μ และเชื้อ *B. bovis* พบ merozite ที่อยู่ในเม็ดเลือดแดงมีหลายรูปแบบ ที่พบมาก คือ รูปอะมีบอยด์ (amoeboid) รูปวงแหวน หรือรูปลูกแพร์คู่แต่ทำมุมป้าน merozite มีขนาด 2.4-1.5 μ

การติดต่อ

เห็บ *B. microplus* เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ โดยเห็บเพศเมีย เมื่อดูดเลือดสัตว์ที่มีเชื้อ *Babesia* spp. จนอิ่มตัว เชื้อ *Babesia* spp. จะมีการสืบพันธุ์ในเห็บ ทั้งแบบมีเพศและไม่มีเพศ เชื้อจะเข้าไปอยู่ในรังไข่ของเห็บ และเชื้อจะติดกับไข่ ฉะนั้นเมื่อไข่ฟักออกมาเป็นตัวอ่อนก็จะมี

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

เชื้ออยู่ในตัวเห็บ เรียกว่า เป็นการแพร่เชื้อโดยผ่านรังไข่ (transovarian transmission) หรือเรียกว่า การติดเชื้อแบบ vertical ถ้าเห็บติดเชื้อ *B. bigemina* สามารถแพร่เชื้อได้ในเห็บระยะตัวกลางวัย และตัวเต็มวัยเท่านั้น โดย sporozite ที่อยู่ในต่อมน้ำลายเป็นระยะติดต่อ ซึ่งใช้ระยะเวลาประมาณ 5-7 วัน แต่ถ้าเห็บติดเชื้อ *B. bovis* จะแพร่เชื้อได้ทั้ง 3 ระยะ คือ ตั้งแต่ระยะตัวอ่อน ตัวกลางวัย และตัวเต็มวัย (Tina, 2007)

อาการ

ระยะการฟักตัวของโรคประมาณ 2-3 สัปดาห์ อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *B. bigemina* และเชื้อ *B. bovis* โดยทั่วไปจะคล้ายกัน โคที่ป่วยจะมีไข้สูงกว่า 105 ºF ไม่กินอาหาร กระเพาะรูเมนไม่เคลื่อนไหว มักแยกตัวออกจากฝูง ขนยุ่ง หูตก หายใจเร็ว หัวใจเต้นเร็ว นอนหรือยืนหลังโก่ง เยื่อชุ่มสีแดงเข้ม และในรายเฉียบพลัน จะพบปัสสาวะสีแดงเข้ม (red water) เนื่องจากมีฮีโมโกลบินในปัสสาวะ (hemoglobinuria) เมื่อเม็ดเลือดแดงถูกทำลายมากโคจะเกิดภาวะโลหิตจาง (hemolytic anemia) และเกิดดีซ่านตามมา หากโครีดนมป่วยเพราะติดเชื้อนี้ จะพบว่าผลผลิตน้ำนมจะลดลงมาก และโคท้องอาจแท้งได้

อาการของโรคที่เกิดจากเชื้อ *B. Bovis* จะรุนแรงและรวดเร็ว โดยมีไข้สูง อ่อนเพลีย และตายเร็วกว่าการติดเชื้อ *B. bigemina* โดยมีอัตราการตายสูงถึง 70-80% เนื่องจากการติดเชื้อ *B. bovis* จะทำให้พลาสม่าซึมออกจากหลอดเลือด และมีการขยายตัวของหลอดเลือด (vasodilation) เกิดการแข็งตัวของเลือด เป็นผลทำให้เกิดการหยุดชะงักของระบบหมุนเวียนโลหิต และเกิดการช็อคขึ้น โดยเฉพาะเส้นเลือดในสมอง ซึ่งเป็นผลทำให้เกิดความผิดปกติที่สมองโค และแสดงความผิดปกติทางระบบประสาท คือ เดินโซเซ ไล่ชนคน หรือโคตัวอื่น ชัก และคอแหงนบิด

วิการ

ซากสัตว์จะมีลักษณะซีดและเหลือง เนื่องจากดีซ่าน (ภาพ 2-19) น้ำดีจะเข้มข้นและอาจมีลักษณะเป็นเม็ดแกรนูล (granular) นอกจากนี้ อาจจะพบภาวะเลือดออก (haemorrhage) ที่บริเวณถุงหุ้มหัวใจ (วีรพล, 2547) ม้ามขยายใหญ่และยุ่ย น้ำปัสสาวะที่คั่งอยู่ในกระเพาะปัสสาวะจะมีสีแดง หรือสีน้ำตาล ในรายที่มีอาการทางประสาท พบสมองมีเลือดคั่งอยู่ทั่วไป และพบเม็ดเลือดแดงจำนวนมากที่มีเชื้ออยู่ในหลอดเลือด หรืออาจพบเพียงการบวมน้ำรอบเส้นเลือด และเซลล์สมองเท่านั้น (อำนวย, 2551)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภาพ 2-19 ลักษณะของเนื้อเยื่อทั่วไปมีสีเหลืองหลังจากการได้รับเชื้อ *Babesia* spp. (มานพ, 2534)

การป้องกันและควบคุมโรค

- ควบคุม และกำจัดเห็บ โดยการใช้ยากำจัดเห็บพ่นบนตัวสัตว์ และบริเวณคอก
- ให้ยาป้องกัน Imizol® โดยให้ขนาด 3 มก.ต่อน้ำหนักตัวสัตว์ 1 กิโลกรัม จะป้องกันโรคได้นาน 3-12 สัปดาห์
- หลีกเลี่ยงการเคลื่อนย้ายสัตว์จากแหล่งที่ปลอดโรค เข้าไปในแหล่งที่มีโรคหรือนำสัตว์ที่มีเชื้อเข้าไปในแหล่งที่ปลอดโรค

ประทีบ และคณะ (2534) ศึกษาระบาดวิทยาของโรคไข้เห็บในฟาร์มโคเนื้อ รายงานว่าฟาร์มโคเนื้อพันธุ์พื้นเมืองผสมบราห์มัน อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ เลี้ยงโคเนื้อมาประมาณ 10 ปี โดยเริ่มจากจำนวนไม่ถึง 10 ตัว จนมีจำนวน 30 กว่าตัว โดยไม่มีการนำโคเข้าฝูงใหม่เลย และโคเหล่านี้ปราศจากเห็บมา 1-2 เดือน หลังจากที่เจ้าของโคนำโคจากลพบุรี อยุธยา และลาดพร้าวเข้ามาเลี้ยงรวมในฝูง โคที่เลี้ยงอยู่เดิมในฟาร์ม พบว่าเกิดการตายด้วยโรค Babesiosis 7 ตัว และตายด้วยโรค Anaplasmosis 5 ตัว เนื่องจากโคที่นำเข้ามาเลี้ยงใหม่มีเชื้อทั้ง 2 ชนิด และโคที่เลี้ยงอยู่เดิมปลอดจากโรคทั้งสอง ทำให้ไม่มีภูมิคุ้มกันมาก่อน จึงทำให้โคที่เลี้ยงอยู่เกิดการตายขึ้น

การรักษา

ให้ยาไปทำลายเชื้อ *Babesia* spp. ในร่างกายสัตว์ ยาที่เลือกใช้ ได้แก่

1. Berenil® (Diminazine aceturate)

   ให้ขนาด 3.5 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. โดยฉีดเข้ากล้ามเนื้อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2. Imizol ® (Imidocarb dipropionate)

ให้ขนาด 1.2 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนัง

3. Acaprin ® (Quinuronium sulfate)

ให้ขนาด 1.0 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. โดยฉีดเข้าใต้ผิวหนัง ยานี้อาจทำให้เกิดการแพ้ โดยมีอาการน้ำลายไหล เหงื่อออก อุจจาระ-ปัสสาวะไหล อ่อนเพลีย หากพบสัตว์มีอาการแพ้ให้ใช้ adrenalin เป็นยาแก้แพ้

4. ให้ยาบำรุง

เนื่องจากสัตว์ที่ป่วยมีอาการอ่อนเพลีย และโลหิตจาง หรืออาจต้องให้เลือด หากสัตว์ป่วยโลหิตจางอย่างรุนแรง

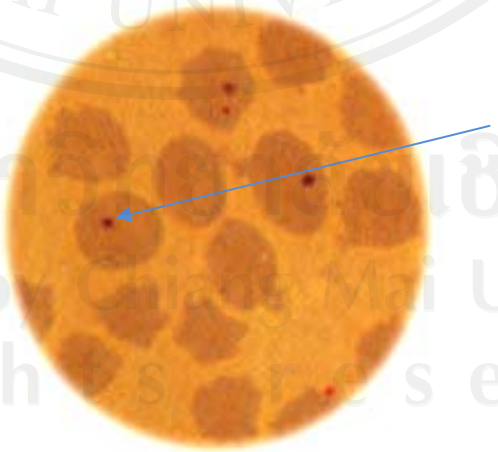
โรคอะนาพลาสโมซิส (Anaplasmosis) หรือโรคไข้ถุงน้ำดี (Gall sickness)

ลักษณะเฉพาะของโรค

เป็นโรคติดเชื้อแบบเฉียบพลันมาก ถึงเรื้อรัง ในสัตว์เคี้ยวเอื้อง สัตว์มีลักษณะมีไข้ โลหิตจาง และดีซ่าน

สาเหตุ

เกิดจากเชื้อ *Anaplasma centrale* หรือ *Anaplasma marginale* ซึ่งเป็นเชื้อริกเก็ตเซีย รูปร่างกลม (ภาพ 2-20) ไม่มีไซโตพลาสซึม (cytoplasm) เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.2-0.5 µ อยู่บนเม็ดเลือดแดงของโค กระบือ แพะ และแกะที่ติดเชื้อ เพิ่มจำนวนโดยการแบ่งตัว (binary fission)



ภาพ 2-20 เชื้อ *Anaplasma centrale* ในเม็ดเลือดแดงของโค (ทัศนีย์, 2539)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การติดต่อ

ติดต่อโดยมีเห็บ และแมลงดูดเลือด เช่น แมลงวันคอก และเหลือบเป็นพาหะ โดยการถ่ายเชื้อแบบโดยตรง เกิดการระบาดในฝูงสัตว์จากเลือดสัตว์ที่มีเชื้อในฝูง และมีการใช้อุปกรณ์ร่วมกันโดยไม่ได้ทำความสะอาดคราบเลือดที่ติดอยู่ เช่น การตัดเขา การตอน การติดเบอร์หู หรือการใช้เข็มร่วมกันในการทำวัคซีนและการเจาะเลือด เป็นต้น (นุชา, 2545)

อาการ

ความรุนแรงของโรคจะเพิ่มขึ้นตามอายุ โดยลูกโคจะเป็นแบบอ่อนๆ ไม่ตาย หรืออัตราการตายต่ำ โครุ่นจะเป็นโรครุนแรงขึ้น แต่อาจป่วยแบบเรื้อรังหรืออาจฟื้นตัวจากโรคได้ ส่วนโคที่โตเต็มที่จะเป็นโรครุนแรงกว่าโครุ่น และตายภายใน 1-4 วัน หลังแสดงการป่วย อัตราการตายร้อยละ 20-50 อาการที่พบโดยทั่วไป คือ ซึม ไม่กินอาหาร มีไข้ (104-106 ºF) ปริมาณน้ำนมลดลงอย่างรวดเร็วในโคนม ต่อมามีลักษณะโลหิตจาง มีสภาพขาดน้ำ (dehydration) ท้องผูก ปัสสาวะมีสีเหลืองคล้ายฟางข้าว และน้ำหนักลด สัตว์ท้องอาจแท้ง และหากเป็นนานขึ้นจะพบลักษณะดีซ่าน สัตว์ป่วยอาจตายเนื่องจากขาดออกซิเจน (hypoxia) ขณะเคลื่อนย้าย หรือขณะกำลังรักษา

วิการ

ซากสัตว์ที่ตาย พบภาวะดีซ่าน ถุงน้ำดีขยายใหญ่ ตับขยายใหญ่และมีน้ำดีแทรก (ภาพ 2-21) ม้ามและต่อมน้ำเหลืองขยายใหญ่และมีเลือดคั่ง กล้ามเนื้อหัวใจมีจุดเลือดออก สีของปัสสาวะปกติ ซึ่งต่างจากโรคบาบิซิโอซิส (วีรพล, 2547)

ภาพ 2-21 ลักษณะของตับขยายใหญ่ และถุงน้ำดี มีน้ำดีสีเขียวเข้มขังอยู่เต็ม หลังจากติดเชื้อ *Anaplasma* spp. (มานพ, 2534)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

การป้องกันและควบคุมโรค

กำจัดเห็บและแมลงดูดเลือดที่เป็นพาหะของโรคทั้งบนตัวสัตว์และทั้งที่แหล่งเพาะพันธุ์ และไม่ใช้อุปกรณ์ต่างๆ ร่วมกันโดยไม่ล้างทำความสะอาด ไม่นำสัตว์ที่ปลอดโรคมาเลี้ยงในแหล่งที่มีโรค หรือไม่นำสัตว์จากแหล่งที่มีโรคไปเลี้ยงในแหล่งที่ปลอดโรค หากจำเป็นต้องมีการเคลื่อนย้ายต้องเฝ้าระวังโรคอย่างเข้มงวด รีบรักษาทันทีที่สัตว์ป่วยหรือฉีด Imidocarb dipropionate (Imizol ®) 3 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. ในวันแรก หรือภายใน 1 สัปดาห์ของการเคลื่อนย้ายสัตว์

การรักษา

ฉีด Oxytetracycline ขนาด 10 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. นาน 5-7 วัน หรือฉีดจนกระทั่งไข้ลด และฉีดต่ออีก 2 วัน หรือฉีด Imidocarb dipropionate (Imizol ®) 3 มก./ นน.สัตว์ 1 กก. โดยฉีดเพียงครั้งเดียว หากสัตว์ป่วยโลหิตจางขั้นรุนแรงอาจจำเป็นต้องมีการให้เลือด โดยให้ประมาณ 4-12 ลิตร ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของโลหิตจาง กรณีที่สัตว์มีสภาพขาดน้ำมากๆ อาจต้องให้น้ำทาง stomach tube หรือใช้ dextrose ทางเส้นเลือด (หากสัตว์โลหิตจางด้วยต้องให้ช้าๆ และให้อย่างระมัดระวัง และอาจพบการบวมน้ำหลังการให้สารน้ำ) และการให้ยาระบายอย่างอ่อน เช่น mineral oil อาจจำเป็นในกรณีที่สัตว์ท้องผูก การจับสัตว์เพื่อทำการรักษา ต้องทำอย่างระมัดระวังไม่กระทำรุนแรง เนื่องจากสัตว์อาจเกิดภาวะ hypoxia ขณะรักษาและตายได้

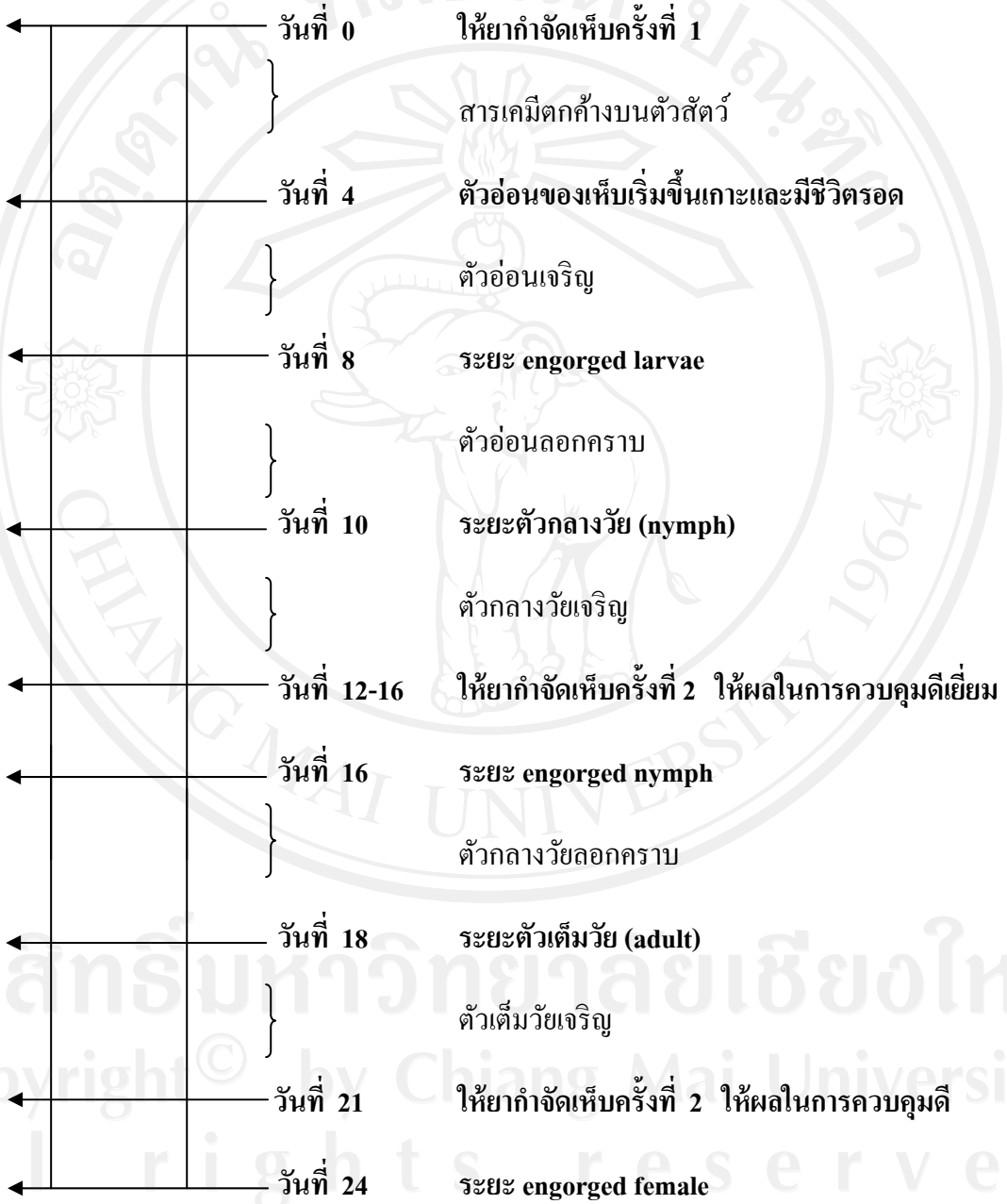
2.2.5 การควบคุมเห็บ

หลักการในการควบคุมและกำจัดเห็บให้ได้ผล คือ การป้องกันการเจริญของ engorged female tick ระยะที่จะลงมาจากสัตว์เพื่อวางไข่ ซึ่งเห็บเพศเมียแต่ละตัวจะมีไข่จำนวนมาก (อาจมากถึง 4,400 ใบ) วงจรชีวิตของเห็บตั้งแต่ตัวอ่อนจนกระทั่งเป็น engorged female ใช้เวลา 21 วัน หากมีการใช้สารเคมีในความเข้มข้นที่ถูกต้องเหมาะสมและได้ผลดีในการควบคุมเห็บ พบว่ามากกว่า 99% ของเห็บที่เกาะกินเลือดจะถูกฆ่าตาย และสารเคมีตกค้างอยู่บนผิวหนังของสัตว์ได้อีกประมาณ 4 วัน ซึ่งทำให้ตัวอ่อนของเห็บที่เกาะหรืออาศัยในระยะดังกล่าวตายไปด้วย แต่หลังจากนั้นแล้วตัวอ่อนที่ไม่ตายและเจริญเป็น engorged female ต่อไป

ฉะนั้นประมาณ 24 วันหลังการใช้สารเคมีบนตัวสัตว์จะสามารถพบ engorged female ได้อีก ดังนั้นเพื่อเป็นการควบคุมเห็บอย่างได้ผล ต้องใช้สารเคมีซ้ำอีกก่อนช่วงเวลา 24 วัน หลังการให้สารเคมีครั้งแรก เช่น อาจเป็นวันที่ 21 หลังการใช้สารเคมีในการควบคุมเห็บครั้งแรก ซึ่งเป็นการควบคุมเห็บได้ผลดียิ่งและสามารถตัดวงจรชีวิตของเห็บได้เป็นส่วนใหญ่ แต่หากเป็นการใช้ยากำจัดเห็บในช่วงที่ตัวกลางวัยกำลังลอกคราบ (วันที่16-17) คราบของมันจะทำหน้าที่ในการป้องกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตัวกลางวัย และทำให้ยืดระยะการลอกคราบให้นานออกไป ดังนั้นเมื่อลอกคราบเสร็จก็จะหมดช่วงยาออกฤทธิ์ ฉะนั้นในการให้ซ้ำควรให้ตอนช่วงที่ตัวกลางวัยกำลังเจริญเติบโตก่อนลอกคราบ คือ ระหว่างวันที่10-16 หลังจากการให้ยารอบแรก ซึ่งอาจเป็นวันที่ 12-14 จะเป็นการควบคุมที่ให้ผลดีเยี่ยม (ภาพ 2-22)



ภาพ 2-22 แสดงวงจรชีวิตของเห็บและระยะเวลาในการควบคุมเห็บที่ได้ผลดีเยี่ยมและดี (ดัดแปลงจากอาคม, 2537)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.2.5.1 การควบคุมเห็บบนตัวสัตว์

การควบคุมเห็บบนตัวปศุสัตว์นิยมใช้วิธีการฉีดพ่น (spraying) วิธีการจุ่ม(dipping) เป็นส่วนใหญ่ นอกจากนี้อาจใช้วิธีเทน้ำยาราดบนตัวสัตว์ (pour on) และปัจจุบันได้มียาใช้สำหรับฉีดเข้าไปในร่างกายสัตว์โดยตรงทางชั้นใต้ผิวหนัง

ยาฆ่าเห็บที่ควรเลือกใช้ในปัจจุบัน

1) butacarb (สารกลุ่มคาร์บาเมต)

ใช้ขนาด 20% ร่วมกับ HCH 38% และ phenol 38% สารผสมดังกล่าวใช้ในขนาดความเข้มข้น 0.05 % ในรูปแบบผสมน้ำอาบ หรือจุ่มเช็ด

2) coumaphos (Asuntol®, Co-ral®)

ใช้ขนาดความเข้มข้น 0.05% ในรูปแบบผงละลายน้ำ ใช้อาบหรือจุ่มเช็ด

3) flumethrin (bayticol®)

ใช้ขนาดความเข้มข้น 30-75 ppm ใช้อาบ หรือจุ่มเช็ด

4) cypermethrin

ใช้ในขนาดความเข้มข้น 150 ppm ใช้อาบ หรือจุ่มเช็ด

5) Ivermectin 1% ยาสำหรับฉีดในโค-กระบือ

ใช้ในขนาด 200 ไมโครกรัมต่อน้ำหนักตัว 1 กิโลกรัมหรือ 1 มล.ต่อน้ำหนักตัว 50 กิโลกรัม (วัฒนศักดิ์, 2550)

2.2.5.2 การควบคุมเห็บนอกตัวสัตว์

การควบคุมเห็บนอกตัวสัตว์ จัดว่ามีความสำคัญและต้องทำควบคู่ไปกับการควบคุมเห็บบนตัวสัตว์จึงจะทำให้การควบคุมเห็บมีประสิทธิภาพดี มีวิธีการควบคุมหลายวิธี ดังนี้

1) การเผาทุ่งหญ้า

วิธีนี้จะทำลายเห็บระยะตัวอ่อน ระยะตัวกลางวัย และระยะตัวเต็มวัย ของเห็บที่อาศัยตามพืชต่างๆ และหญ้า ที่ขึ้นอยู่ในบริเวณที่จะทำการเผา

2) การปรับสภาพพื้นดิน

เช่น การทำให้ไข่เห็บบนดินได้ถูกแสงแดดโดยตรง การไถพรวนฝังไข่เห็บให้ลึก ไข่เห็บขาดความชื้นทำให้ไม่สามารถฟักออกมาเป็นเห็บระยะอื่นๆ ได้ นอกจากนี้การนำเอาโคออกจากพื้นที่ที่ทำการปรับสภาพดิน ก็เป็นการลดจำนวนของเห็บระยะตัวอ่อน เนื่องจากเห็บตัวอ่อนตายเพราะไม่มีโคให้ดูดเลือดเพื่อมาเป็นอาหารในการดำรงชีวิตได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

3) การทำให้เห็บอดอาหาร

โดยทั่วไปแล้วการทำให้เห็บอดอาหารเป็นวิธีที่ไม่นิยมปฏิบัติ เนื่องจากเห็บบางสายพันธุ์สามารถมีชีวิตอยู่ได้นานโดยไม่ต้องกินอาหาร และยังพบว่าสัตว์ชนิดอื่นๆ ที่ไม่ใช่โคสามารถเป็น host ของมันได้

4) การใช้สารไล่เห็บ อาจใช้ได้ในบางสภาวการณ์

สามารถใช้ประโยชน์ได้ในกรณีที่คนเข้าไปในบริเวณที่มีเห็บเป็นจำนวนมาก สารที่ใช้ขับไล่เห็บแล้วให้ผลดีสารที่ใช้ เช่น dimethyl phethalate

5) ศัตรูตามธรรมชาติ

ผึ้ง ต่อ แตน บางชนิดเป็นปรสิตของเห็บ และสามารถกำจัดเห็บได้โดยเฉพาะ ในระยะตัวกลางวัย นอกจากนี้ยังพบว่ามดและนกบางชนิดก็สามารถกำจัดเห็บได้เช่นกัน (วัฒนศักดิ์, 2550)

2.2.6 ความต้านทานของเห็บโคต่อยาฆ่าเห็บ

สมัยก่อนมีการใช้น้ำยาอาบที่มีส่วนประกอบของ arsenic ในการควบคุมเห็บ ข้อดีของสารเคมีชนิดนี้คือ ราคาถูก มีความคงตัวดี และสามารถละลายน้ำได้อย่างสมบูรณ์ ส่วนข้อเสีย คือ ทำให้ผิวหนังของโค หรือสัตว์เลี้ยงที่ใช้สารเคมีนี้ เกิดการไหม้อย่างรุนแรง หากจุ่มลงในน้ำยาอาบหรือสเปรย์ด้วยน้ำยาที่มีความเข้มข้นมากกว่าปกติ และหากในพื้นที่ที่มีการใช้ arsenic มีการระบาดของเห็บ *Boophilus* spp. อยู่จะไม่สามารถควบคุมได้ เนื่องจาก *Boophilus* spp. มีความดื้อต่อสารเคมีชนิดนี้ จึงได้มีการเปลี่ยนมาใช้สารเคมีกำจัดเห็บในกลุ่ม Chlorinated hydrocarbon จำพวก DDT และ BHC แทนการใช้ arsenic โดยอาคม (2537) ได้สรุปว่า การดื้อยาฆ่าแมลงของเห็บ *Boophilus microplus* จะเกิดหลังจากการใช้ยาฆ่าเห็บติดต่อกัน 8-10 ช่วงอายุของเห็บ หรือประมาณ 2 ปี

2.3 การศึกษาเชื้อรากำจัดแมลงเพื่อควบคุมและกำจัดพยาธิภายนอกในสัตว์

จากการศึกษาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมเห็บ พบว่า เชื้อราที่ก่อโรคในแมลงศัตรูพืชสามารถเข้าทำลายเห็บได้มีดังนี้ *Aspergillus* 11 สายพันธุ์ *Beauveria* 3 สายพันธุ์ *Fusarium* 3 สายพันธุ์ *Paecilomyces* 1 สายพันธุ์ และ *Verticillium* 3 สายพันธุ์ (Cherepannova, 1964; Barci , 1997) และ *Metarhizium anisopliae* (Gindin *et al.*, 2001; Garcia *et al.*, 2005)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Gindin *et al.* (2001) ได้ทำการศึกษาเชื้อราก่าจัดแมลงจำนวน 5 สายพันธุ์ดังนี้ *B. bassiana*, *M. anisoplia* , *M. flavovirid* , *M. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. ต่อการเกิดโรคในเห็บ *B. annulatus* (Ixodidae) ระยะไข่เห็บ, ระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัยเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่ม ผลการทดสอบการเกิดโรคในไข่เห็บ *B. annulatus* พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* ทำให้ไข่ฝ่อสูงกว่ากลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 70, 98 และ 0 ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยเชื้อรา *B. bassiana* ทำให้ไข่เห็บสามารถฟักออกได้เพียงร้อยละ 1.8-6.2 ของไข่เห็บที่ใช้ในการทดสอบ และเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไข่เห็บสามารถฟักออกได้เพียงร้อยละ 19.5-30.6 ของไข่เห็บที่ใช้ในการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ส่วนเชื้อรา *M. flavoviride*, *M. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. พบว่าอัตราการฝ่อของไข่เห็บ *B. annulatus* ไม่แตกต่างกับกลุ่มความคุม ($p>0.05$) ส่วนเห็บ *B. annulatus* ระยะตัวอ่อน พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *M. flavoviride* ทำให้เห็บระยะตัวอ่อนตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม และเชื้อราก่าจัดแมลงสายพันธุ์อื่นๆ (ร้อยละ 90.6 100 และ 0) ($p<0.05$) และเห็บ *B. annulatus* ระยะตัวเต็มวัย พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บตายได้สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 90-100 ส่วนเชื้อรา *M. flavoviride*, *B. bassiana* , *M. fumosoroseus* และ *Verticillium* spp. ทำให้เห็บมีอัตราการตายอยู่ในช่วงร้อยละ 25-60 เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และอัตราการฟักออกของไข่เห็บ *B. annulatus* จากเห็บเพศเมียที่ได้รับเชื้อ พบว่า เห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไข่เห็บฟักออกต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 7-8 และ 0 ตามลำดับ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Lui *et al.* (1989) ที่ได้ทำการทดสอบการเกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท 7 และ *M. anisopliae* ไอโซเลท 43 ต่อเห็บ *B. annulatus* (Ixodidae) ระยะไข่เห็บ ระยะตัวอ่อน และระยะตัวเต็มวัยเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่ม ผลการทดสอบการเกิดโรค พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท 7 ทำให้เห็บทุกระยะยะตายสูงกว่ากลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 80-100 และ 0 ตามลำดับ ($p<0.05$) โดยเฉพาะเห็บ *B. annulatus* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่มที่กำลังวางไข่ ซึ่งเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท 7 จะทำให้อัตราการวางไข่ของเห็บที่ได้รับเชื้อราลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) นอกจากนี้ Gindin *et al.* (2001) ยังทดลองเปรียบเทียบความสามารถในการทำเกิดโรคเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ในรูปสารแขวนลอยน้ำกลั่น และในรูปสารแขวนลอยน้ำมันต่อเห็บ *R. appendiculatus* และเห็บ *A. variegatum* ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^9$ สปอร์ต่อมล. จากผลการทดลองพบว่า ทั้งเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ในรูปสารแขวนลอยน้ำมัน ทำให้เห็บระยะตัวอ่อน *R. appendiculatus* และเห็บ *A. variegatum* ตายได้ถึงร้อยละ 100 ($p<0.05$) ในเห็บในระยะตัวกลางวัย และระยะตัวเต็มวัย *R. appendiculatus* และเห็บ *A. variegatum* ที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์ในน้ำมัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตายได้สูงกว่าเห็บในระยะตัวกลางวัย และระยะตัวเต็มวัยที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์ในน้ำกลั่นอย่างมีนัยสำคัญ (ร้อยละ100 และ 80 ตามลำดับ) ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับ Maranga *et al.* (2005) ได้เปรียบเทียบการเกิดโรคของเห็บ *A. variegatum* โดยใช้สารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำกลั่น และสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำมัน พบว่า เห็บ *A. variegatum* ที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำมันมีอัตราการตายสูงกว่าเห็บที่พ่นด้วยสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลงในน้ำกลั่น คิดเป็นร้อยละ 94 และ 49 ตามลำดับ

Bittencourt *et al.* (1994 a,b) ได้ทำการศึกษาโดยการจุ่มไข่เห็บ *R. appendiculatus* ลงในสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *M. anisophiae* ที่ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมล. พบว่ามีไข่เห็บฝ่อไม่สามารถฟักออกได้ถึงร้อยละ 96 และเมื่อจุ่มเห็บเพศเมียที่กินเลือดจนอิ่มลงในสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *M. anisopliae* ที่ความเข้มข้น $2.7x10^8$ สปอร์ต่อมล. พบว่า เห็บเพศเมียมีอัตราการตายถึงร้อยละ 100

Kaaya *et al.* (1996) ศึกษาการควบคุมเห็บโดยใช้เชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ในกระต่าย จำนวน 3 ตัว โดยผูกถุงไนลอนที่บรรจุเห็บ *A. variegatum* จำนวน 30 ตัวต่อถุง มัดทั้งหูซ้ายและหูขวา ทิ้งไว้ 2 วัน เพื่อให้เห็บเกาะติดกับหูของกระต่าย และทำการพ่นสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมล. ในปริมาณ 5 มล.ต่อหู 1 ข้าง กลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ในปริมาณ 5 มล.ต่อหู 1 ข้าง พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้อัตราการตายของเห็บ *A. variegatum* สูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) engorgement weight ของเห็บในกลุ่มควบคุมสูงกว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) ส่วนอัตราการฟักออกของไข่ พบว่า เห็บในกลุ่มควบคุมและเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* มีอัตราการฟักออกของไข่สูงกว่าเห็บในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) และความล้มเหลวของการวางไข่ในเห็บที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* สูงกว่าเห็บในกลุ่มควบคุมและเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* ($p<0.05$)

การศึกษาในโค ใช้โคพันธุ์ Zebu จำนวน 5 ตัว ผูกถุงไนลอนที่บรรจุเห็บ *R. appendiculatus* จำนวน 50 ตัวต่อถุง โดยมัดทั้งหูซ้ายและหูขวา ทิ้งไว้ 2 วัน เพื่อให้เห็บเกาะติดกับหู พ่นสารสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ความเข้มข้น 10^9 สปอร์ต่อมล. ในปริมาณ 10 มล.ต่อหู 1 ข้าง กลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วพ่นในปริมาณ 10 มล. พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* และ เชื้อรา *B. bassiana* ทำให้อัตราการตายของเห็บสูงกว่ากลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 83, 77.5 และ 17 ตามลำดับ($p<0.05$) ส่วน engorgement weight ของเห็บในกลุ่มควบคุมสูงกว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) และจำนวนไข่ของเห็บที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* น้อยกว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* และ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

เห็บในกลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญ นอกจากการศึกษาในโคแล้ว Kaaya *et al.* (1996) ยังได้ศึกษาเชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ควบคุมเห็บ *A. variegatum* ในกระต่าย โดยผูกถุงที่บรรจุเห็บ จำนวน 30 ตัวต่อถุง โดยมัดทั้งหูซ้ายและหูขวา ทิ้งไว้ 2 วัน เพื่อให้เห็บเกาะติดกับหูของกระต่าย จากนั้นพ่นด้วยสารละลายเชื้อรา *B bassiaa* และ *M. anisopliae* ความเข้มข้น 10^8 สปอร์ต่อมล. พ่นในปริมาณ 5 มล.ต่อหู 1 ข้าง กลุ่มควบคุมใช้น้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วพ่นในปริมาณ 5 มล.ต่อหู 1 ข้าง พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้อัตราการตายของเห็บ *A. variegatum* สูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) engorgement weight ของเห็บในกลุ่มควบคุมสูงกว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* และเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) อัตราการฟักออกของไข่ พบว่าเห็บในกลุ่มควบคุมและเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* มีอัตราการฟักออกจากไข่สูงกว่าเห็บในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ($p<0.05$) และเห็บที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ไม่สามารถวางไข่ได้สูงกว่าเห็บในกลุ่มควบคุมและเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* ($p<0.05$)

ไพลิน และคณะ (2551) ได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับเห็บ *B. microplus* เพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่มของเชื้อรา *B. bassiana, M. anisopliae, M. flavoriride*, *P. fumosoroseus, P. farinosus และ V. lecanii* โดยทำการจุ่มเห็บลงในสารแขวนลอยสปอร์ความเข้มข้น $5x10^8$ สปอร์ต่อมล. จากการทดสอบพบว่า เชื้อรา *B. bassiana, M. anisopliae* และ *P. fumosoroseus* ทำให้เห็บตายได้ ร้อยละ 100 และได้มีการศึกษา พบว่า เชื้อราที่นิยมใช้เพื่อควบคุมเห็บ คือ เชื้อราในสกุล *B. bassiana* และ *M. anisopliae* เนื่องจากเชื้อราทั้งสองกลุ่มนี้สามารถแพร่กระจายได้ในหลายภูมิประเทศแม้แต่ในสภาพที่มีความชื้นต่ำ และมีผลต่อเห็บหลายชนิด รวมทั้งสามารถทำลายไข่ของเห็บได้ (Camposs *et al.*, 2005; Correia *et al.*, 1994; Garcia *et al.*, 2005; Hall and Papierok, 1982) และจากการศึกษาของ Mwangi *et al*. (1994) ได้นำเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* มาควบคุมเห็บ *R. appendiculatus* ระยะตัวเต็มวัย พบว่าเชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ทำให้เห็บมีอัตราการตายสูงกว่ากลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 73, 35 และ 0 ตามลำดับ ($p<0.05$) ส่วนในเห็บเพศเมียที่ดูดเลือดจนอิ่ม พบว่าเห็บที่ได้รับเชื้อรา *M. anisopliae* มีอัตราการตายของเห็บสูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* คิดเป็นร้อยละ 81 และ 74 ตามลำดับ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Kaaya *et al.* (1996) ที่ได้ทำการพ่นเชื้อรา *B. bassiana* และ *M. anisopliae* ความเข้มข้น $1x10^{10}$ สปอร์ต่อมล. ลงบนไข่เห็บ *R. appendiculatus* พบว่า อัตราการฟักไข่ลดเหลือร้อยละ 48 และ 17.5 ตามลำดับ ($p<0.05$)

Polar *et al.* (2005) ได้ศึกษาความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท ARSEF3297 และ IMI386697 ต่อเห็บ *B. microplus* บนตัวโค โดยใช้ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมล. ผลการศึกษา พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท ARSEF3297 สามารถ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทำให้เห็บ *B. microplus* เกิดโรคตายได้สูงกว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท IMI386697 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ คิดเป็นร้อยละ 89 และ 29 ตามลำดับ($p<0.05$) ส่วน Frazzon *et al*. (2002) ได้ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 12 ไอโซเลท ต่อเห็บ *B. microplus* ระยะตัวตัมวัยที่ดูดเลือดจนเป่งที่ระดับความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมล. ผลการศึกษา พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 10 ไอโซเลท สามารถทำให้เห็บเกิดโรคและตายได้ถึงร้อย 100 และ 5 วันหลังจากการพ่นเชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลทที่เหลือที่ไม่มีการตายของเห็บถึงร้อยละ 100 พบว่า อัตราการตายของเห็บเพิ่มขึ้นจากเดิมร้อยละ 50 ($p<0.05$) จากนั้นยังได้ศึกษาต่อถึงค่า LC_{50} โดยได้นำเชื้อรา เชื้อรา *M. anisopliae* ไอโซเลท E6S1 ซึ่งให้ผลการเกิดโรคดีที่สุด มาทดสอบหาค่า LC_{50} โดยเจือจางระดับความเข้มข้นออกเป็น 10^9, 10^8, 10^7, 10^6 และ 10^5 สปอร์/มล. ผลการศึกษา พบว่า ที่ระดับความเข้มข้น 10^6 และ 10^5 สปอร์/มล. ทำให้เห็บตายได้มากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ได้ดีกว่าที่ระดับความเข้มข้นอื่นๆ คิดเป็นร้อยละ 93 และ 53 ตามลำดับ ส่วนที่ระดับความเข้มข้น 10^9 สปอร์/มล. พบว่า เห็บเกิดความล้มเหลวในการวางไข่ได้มากที่สุด ($p<0.05$) และ Zhioua *et al.* (1997) ได้นำเชื้อรา *M. anisopliae* มาทดสอบกับเห็บ *Ixodes scapularis* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนตัวเป่ง พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถทำให้เห็บ *I. scapularis* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนตัวเป่ง ตายได้ถึงร้อยละ 100 ภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน

Kheirabadi *et al.* (2006) ได้นำเชื้อรา *M. anisopliae*, *B. bassiana* และ *L. psalliotae* ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมล. ต่อการควบคุมเห็บ *R. annulatus* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนเป่ง ระยะตัวอ่อน และการติดเชื้อผ่านไข่ พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บระยะตัวเต็มวัยตายได้สูงที่สุดคิดเป็นร้อยละ 90-100 รองลงมา คือ เชื้อรา *B. bassiana* คิดเป็นร้อยละ 70 ส่วนเชื้อรา *L. psalliotae* ให้อัตราการตายของเห็บตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนอิ่มตายได้ต่ำที่สุด (ร้อยละ 56.60) และความล้มเหลวในการวางไข่พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้อัตราการวางไข่ของเห็บลดลงมากที่สุด (ร้อยละ 89.10) รองลงมาคือเชื้อรา *L. psalliotae* (ร้อยละ56.30) และเชื้อรา *B. bassiana* มีผลต่อการวางไข่ของเห็บต่ำที่สุด (ร้อยละ 35.50) ส่วนอัตราการฟักออกพบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* มีผลต่อการฟักออกของไข่เห็บมากที่สุดคิดเป็นร้อยละ 88.69 รองลงมาคือ เชื้อรา *B. bassiana* (ร้อยละ 78.15) และเชื้อรา *L. psalliotae* มีผลต่อการฟักออกของไข่เห็บต่ำที่สุดคิดเป็นร้อยละ 59.74 และ Monteiro *et al.* (1998) ได้ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* ต่อระยะตัวกลางวัยของเห็บ *R. sanguineus* พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* และ *B. bassiana* สามารถทำให้เกิดโรคกับเห็บ *R. sanguineus* ทั้ง 3 ระยะ ($p<0.05$) โดยเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บ *R. sanguineus* ตายอยู่ในช่วงร้อยละ 13.30 -

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

96.00 และเชื้อรา *B. bassiana* ตายอยู่ในช่วงร้อยละ 60-90 ส่วนค่า LC_{50} ของเชื้อรา *M. anisopliae* อยู่ในช่วง $1.3x10^{4}$-$4.3x10^{6}$ สปอร์ต่อมล. และค่า LC_{50} ของเชื้อรา *B. bassiana* อยู่ในช่วง $2.2x10^{5}$-$1.2x10^{6}$ สปอร์ต่อมล. ส่วน Bittencourt *et al*. (1996) ที่ได้ ค่า LD_{50} ของเชื้อรา *B. bassiana* เป็น $6.83x10^{6}$ สปอร์ต่อมล. ส่วน Hartelt *et al.* (2007) ได้ทำการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคของเชื้อรา *B. bassiana* และเชื้อรา *M. anisopliae* ต่อเห็บ *I. ricinus* ระยะตัวเต็มวัยที่ดูดเลือดจนอิ่ม ระยะตัวอ่อน และระยะตัวกลางวัย พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้เห็บ *I. ricinus* ทั้ง 3 ระยะมีอัตราการตายสูงกว่าเชื้อรา *B. bassiana* อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) จากนั้นได้นำเชื้อรา *M. anisopliae* จำนวน 3 ไอโซเลท คือ ไอโซเลท 97, ไอโซเลท X-1c และ ไอโซเลท 43 มาหาค่า LC_{50} พบว่าไอโซเลท 97 ให้ความรุนแรงของการเกิดโรคมากกว่าไอโซเลทอื่นๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ $1.4X10^{6}$ สปอร์ต่อมล. และมีค่า LT_{50} เท่ากับ 14 วัน

Posdas and Lecuona (2008) ได้ศึกษาไอโซเลทของเชื้อรา *B. bassiana* ต่อการควบคุมเห็บ *R.* microplus พบว่า เชื้อรา *B. bassiana* ไอโซเลท 259 และ ไอโซเลท 98 สามารถทำให้จำนวนไข่ จำนวนตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่ ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) และพบค่า LC_{50} ในไข่เป็น $1x10^{7}$ สปอร์ต่อมล. และตัวอ่อนที่ฟักออกจากไข่เป็น $1.15x10^{7}$ สปอร์ต่อมล.

นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาโดยนำเชื้อรา *B. bassiana* มาทดสอบกับไร *Psoroptes* spp. เพศเมียระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่ โดยทำการพ่นสารแขวนลอยสปอร์เชื้อราลงบนตัวไรและไข่ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^{8}$ สปอร์ต่อมล. พบว่า อัตราการวางไข่ของไรในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ไม่แตกต่างกับกลุ่มควบคุมคิดเป็นร้อยละ 72.5 และ 76.0 ($p>0.05$) และอัตราการฟักออกของไข่ในกลุ่มที่ได้รับเชื้อรา *B. bassiana* ต่ำกว่าไข่ในกลุ่มควบคุม คิดเป็นร้อยละ 90.2 และ 39.4 ตามลำดับ (Lekimme *et al*., 2006) ส่วน Smith *et al*. (2000) ได้นำเชื้อรา *H. thompsonii* และเชื้อรา *M. anisopliae* มาทดสอบกับไร *Psoroptes* spp. ในระยะตัวเต็มวัยเช่นเดียวกัน โดยทำการพ่นสารแขวนลอยสปอร์ที่ระดับความเข้มข้น $1x10^{7}$ สปอร์ต่อมล. พบว่าเชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไรระยะตัวเต็มวัยมีอัตราการตายสูงกว่าเชื้อรา *H. thompsonii* คิดเป็นร้อยละ 71 และ 0 ตามลำดับ ($p<0.05$) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Wall *et al.* (1999) ได้ทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคในไร *P. ovis* ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียด้วยการพ่นสารแขวนลอยสปอร์เชื้อรากำจัดแมลง *H. thompsonii* และเชื้อรา *M. anisopliae* ความเข้มข้น $1x10^{7}$ สปอร์ต่อมล. พบว่า เชื้อรา *H. thompsonii* ไม่สามารถทำให้ไร *P. ovis* เกิดโรคได้ ส่วนเชื้อรา *M. anisopliae* สามารถทำให้ไร *P. ovis* เกิดโรค และติดเชื้อได้ถึงร้อยละ 70 และยังทำให้ไรตายได้ถึงร้อยละ 50 ภายใน 2-3 วัน ส่วน Brook and Wall (2001) ได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ทดสอบการเกิดโรคของเชื้อรา *M. anisopliae* ความเข้มข้น $1x10^8$ สปอร์ต่อมล. ในไร *P. ovis* พบว่า เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไรมีอัตราการตายได้ร้อยละ 50 ภายในระยะเวลา 3 วัน หลังการพ่นเชื้อ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม การที่เชื้อรา *M. anisopliae* ทำให้ไรตายได้ดีกว่าเชื้อรา *H. thompsonii* ทั้งนี้เนื่องมาจากเชื้อรา *M. anisopliae* มีการสร้างสารพิษชื่อ destruxins ซึ่งสารพิษนี้จะทำให้แมลงเป็นอัมพาตและตายได้ในที่สุด (Ferron, 1981)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved