

การศึกษาชีววิทยาและการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง *Dolichocybe indica* Mahunka
ในเห็ดโดยการใช้สารฆ่าไร

Studies on Biology and Control of Dolichocybid Mite, *Dolichocybe*
indica Mahunka on Mushrooms by Application of Some Acaricides

พิเชฐ เขาวนวัฒนวนวงศ์

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์

อัจฉรา พยัพพานนท์^{1/}

มานิตา คงชื่นสิน

พลอยชมพู กรวิภาสเรือง

กลุ่มกีฏและสัตววิทยา ^{1/}กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

บทคัดย่อ

การศึกษากการเพิ่มปริมาณไรลูกโป่ง ชีววิทยา การทำลาย อาหาร และการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง ประกอบด้วย 5 การทดลอง คือ 1. วิธีการเลี้ยงไรลูกโป่งให้ได้ปริมาณมาก 2. ชีววิทยาของไรลูกโป่ง 3. การทำลายเห็ดหูหนูของไรลูกโป่ง 4. ศึกษาเห็ดชนิดต่างๆที่เป็นอาหารของไรลูกโป่ง และ 5. ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่งระยะก่อนห้องในสภาพโรงเรือน ที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ซึ่งอุณหภูมิอยู่ระหว่าง $27 \pm 2^{\circ} \text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 3\%$ และที่โรงเรือนเพาะเห็ดกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ระหว่างเดือนตุลาคม พ.ศ. 2548-กันยายน พ.ศ. 2552 ผลการทดลองพบว่า วิธีการเลี้ยงไรลูกโป่งให้ได้ปริมาณมากพอเพียงต่อความต้องการและสะดวกต่อการนำไปใช้ในงานทดลองด้านต่างๆ คือ การใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างใส่ในขวดฝาเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 8.5 ซม. โดยใส่เมล็ดข้าวฟ่างสูง 1.5 ซม. จากกันขวด ไรลูกโป่งเพศเมียระยะก่อนห้องใช้เวลาบาน เฉลี่ย 3.22 วัน ไรลูกโป่งเพศเมียระยะตั้งห้องใช้เวลาบานเฉลี่ย 7.22 วัน สามารถให้ลูกได้เฉลี่ย 109.53 ตัว/เพศเมีย การทำลายเห็ดหูหนูของไรลูกโป่งจำนวน 200 ตัว/ก้อน ในขณะที่เส้นใยเริ่มเดิน มีผลทำให้ผลผลิตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ถูกไรลูกโป่งทำลาย

เห็ดที่ไรลูกโป่งสามารถทำลายได้ 4 ชนิด ได้แก่ เห็ดหูหนู เห็ดเข็มเงิน เห็ดแครง และเห็ดยานางิ ส่วนเห็ดที่ไรลูกโป่งไม่สามารถทำลายได้ ได้แก่ เห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้า เห็ดกระด้าง เห็ดนางรม เห็ดนางรมอังกาเรี และเห็ดหอมและสารฆ่าไรที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง ได้แก่ amitraz อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร pyridaben อัตรา 15 กรัม/น้ำ 20 ลิตร propargite อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร และ fenbutatin oxide อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร

พบไรลูกโป่งในขวดหัวเชื้อเห็ดสูงสุดในเดือน มิถุนายน โดยพบมากถึง 100% รองลงมาคือเดือนกันยายน พบ 4% ไม่พบไรลูกโป่งในเดือน มกราคม พฤษภาคม กรกฎาคม และ กันยายน

คำนำ

เห็ดถูกนำมาใช้เป็นอาหารของมนุษย์เป็นเวลานานแล้ว มีหลักฐานว่าเห็ดเกิดขึ้นบนโลกมานานกว่า 130 ล้านปี ก่อนที่มนุษย์จะเกิดขึ้นบนโลก (พิมพ์กานต์, 2543) ในปี พ.ศ. 2544/2545 ผลผลิตเห็ดมีมูลค่าประมาณ 5,446 ล้านบาท (ชาญยุทธ์, 2544) จัดว่ามีมูลค่าการผลิตสูงอย่างหนึ่ง และส่วนใหญ่บริโภคภายในประเทศ โดยเฉพาะเห็ดยานางิเป็นเห็ดชนิดหนึ่งที่เกษตรกรนิยมเพาะเนื่องจากได้ราคาดีและเป็นที่ต้องการของตลาด แต่การเพาะเห็ดชนิดนี้มีศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งคือ ไรลูกโป่ง *D. indica* ตัวเต็มวัยเพศเมียมีความยาวของลำตัวเฉลี่ย 132.81 ไมครอน กว้างเฉลี่ย 52.97 ไมครอน ลำตัวแคบ ด้านท้ายมน ลำตัวด้านหน้าจะแคบ ส่วนกว้างที่สุด จะอยู่ตรงบริเวณกึ่งกลางลำตัว ตัวมีสีขาวใส ผนังลำตัวเรียบ บนลำตัวด้านหลังส่วนหน้ามีขน ซึ่งมีลักษณะพิเศษคือ bothrydium 1 คู่ ตัวเต็มวัยเพศผู้มีรูปร่างลักษณะโดยทั่วไปคล้ายเพศเมีย แต่ลำตัวอ้วนและสั้นกว่าเพศเมียเล็กน้อย ความยาวของลำตัวเฉลี่ย 114.06 ไมครอน กว้างเฉลี่ย 64.06 ไมครอน

ตัวใสไม่มีสี บนหลังบริเวณลำตัวด้านหลังส่วนหน้าไม่มีขน bothrydium ไรชนิดนี้สามารถเคลื่อนไหวยึดตัวได้รวดเร็ว และจะเคลื่อนไหวยึดตลอดเวลา เพศเมียเมื่อออกจากท้องแม่และได้รับการผสมพันธุ์จากเพศผู้แล้ว ส่วนท้องบริเวณที่อยู่ถัดจากขา 2 คู่แรกลงมา (hysterosoma) จะค่อยๆขยายพองออกคล้ายลูกโป่ง และหยุดการเคลื่อนไหวยึด ตัวติดแน่นอยู่กับวัสดุที่ใช้เพาะเห็ด ส่วนท้องของไรเพศเมียที่ขยายพองออกนี้ จะมีขนาดโตขึ้นจนสามารถมองเห็นได้ชัดเจนด้วยตาเปล่า มีลักษณะเป็นเม็ดกลมใส หัวท้ายแหลม ภายในมีไข่และตัวอ่อนเจริญอยู่ ขนาดตัวของเพศเมียขณะท้อง ไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอ่อนภายในท้องและอาหารที่เพศเมียกินเข้าไป เมื่อตัวอ่อนในใกล้จะฟักจากท้องแม่ เม็ดกลมๆเหล่านี้จะมีสีขาวขุ่นหรือขาวอมเหลือง เป็นศัตรูสำคัญของเห็ดที่เพาะเป็นการค้าหลายชนิด เช่น เห็ดเป่าฮื้อ เห็ดนางรม เห็ดนางรมภูฐาน เห็ดหูหนู และเห็ดหอม (วัฒนาและคณะ, 2529) ไรชนิดนี้ยังเป็นศัตรูสำคัญของเห็ดยานางิ โดยทำลายเส้นใยเห็ดยานางิทั้งในระยะที่เส้นใยกำลังเจริญอยู่ในขวดหัวเชื้อ ซึ่งทำด้วยเมล็ดข้าวฟ่าง และในก้อนเชื้อเห็ดที่กำลังบ่มเส้นใย จะทำลายเส้นใยที่อยู่ในขวด ทำให้เส้นใยบาง และยังทำให้ปนเปื้อนมาสู่ก้อนเชื้อเห็ด เมื่อถ่ายใส่ก้อนเชื้อเห็ด ไรเพิ่มจำนวนมากขึ้น จะทำลายเส้นใยเห็ดที่กำลังเจริญเติบโตเป็นสีขาวรอบๆก้อนเชื้อเห็ดหายไป เหลือแต่วัสดุที่ใช้เพาะเป็นสีน้ำตาล ทำให้ไม่สามารถเจริญให้ดอกดังเช่นปกติได้

ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับชีววิทยาและสารฆ่าไรที่จะนำมาใช้ในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่งในเห็ดที่ไรชนิดนี้ทำลาย เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

วิธีดำเนินการ

อุปกรณ์

- ไรลวกโป่ง
- ฟู่กัน, เข็มเขี่ย, จานรอง, กล้อง stereomicroscope, น้ำกลั่น, procep, hand lens
- เชื้อเห็ดหูหนูและอื่นๆ
- อุปกรณ์ในการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ, อาหารเลี้ยงเชื้อ PDA, ตู้เขี่ยเชื้อ, แอลกอฮอล์, สำลี
- โรงเพาะเห็ด
- ขวดฝาเกลียวขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 8.5 ซม.
- ขวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. สูง 4 ซม.
- เครื่องพ่นขนาดเล็ก
- สารจับใบ
- สารฆ่าไร
 - pyridaben (Sanmite 20% WP)
 - amitraz (Mitac 20% EC)
 - propargite (Omite 30 30% WP)
 - fenbutatin oxide (Fenbutatin Oxide 50% SC)
- ขวดเชื้อเห็ดหูหนู
- ก้อนเชื้อเห็ดหูหนู

วิธีการ

1. ศึกษาวิธีการเลี้ยงไรลวกโป่งให้ได้ปริมาณมาก

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 ซ้ำๆละ 2 ขวด มีทั้งหมด 3 กรรมวิธี ดังนี้ คือ

1. ใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างสูง 1.5 ซม. จากก้นขวด
2. ใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างสูง 3.0 ซม. จากก้นขวด
3. ใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างสูง 4.5 ซม. จากก้นขวด

ทำการปล่อยไรลวกโป่งในระยะก่อนท้อง จำนวน 20 ตัว/ขวด ในทุกกรรมวิธีทิ้งไว้ 15 วัน ทำการตรวจนับปริมาณไรลวกโป่งในระยะก่อนท้อง โดยสุ่มเมล็ดข้าวฟ่างซ้ำละ 10 เมล็ด บันทึกปริมาณไรลวกโป่ง/เมล็ด ในแต่ละกรรมวิธีและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

2. ศึกษาชีววิทยาของไรลวกโป่ง

ใส่ไรลวกโป่งระยะก่อนท้องที่ฟุ้งออกจากท้องแม่จำนวน 1 ตัว/ขวด (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม.) บนเส้นใยเห็ดหูหนู เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตจนกระทั่งเข้าสู่ระยะตั้งท้อง เช็ดผลทุก 24 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวเต็มวัยออกจากท้องแม่ บันทึกระยะตัวเต็มวัยเพศเมียระยะก่อนท้อง ระยะตั้งท้อง และจำนวนลูกที่ได้

3. ศึกษาการทำลายเห็ดหูหนูของไรลวกโป่ง

เปรียบเทียบ 2 กรรมวิธีแบบรวมกลุ่มมี 10 ซ้ำๆละ 5 โดยเตรียมถูงก้อนเชื้อโดยมีส่วนผสมของซีลี้อยและอาหารเสริม หนึ่งฆ่าเชื้อโดยไม่อัดความดัน แล้วเติมหัวเชื้อเห็ดหูหนูลงไปในถูงบ่มก้อนเชื้อ กรรมวิธีที่ 1 ไม่ใส่ไรลวกโป่งในก้อนเชื้อ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 ใส่ไรลวกโป่งระยะก่อนห้อง 200 ตัวในก้อนเชื้อ 1 ก้อน บันทึกน้ำหนักของผลผลิตและนำมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ โดยทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยผลผลิตของ 2 กรรมวิธี โดยใช้สถิติ t-test

4. ศึกษาเห็ดชนิดต่างๆ ที่เป็นอาหารของไรลวกโป่ง

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 6 ซ้ำๆละ 3 ขวด มีทั้งหมด 11 กรรมวิธี ดังนี้ คือ

1. เห็ดนางรม
2. เห็ดเป่าฮื้อ
3. เห็ดเข็มเงิน
4. เห็ดนางรมฮังการี
5. เห็ดขอนขาว
6. เห็ดหูหนู
7. เห็ดนางฟ้า
8. เห็ดแครง
9. เห็ดกระด้าง
10. เห็ดหอม
11. เห็ดยานางิ

เริ่มทำการทดลองโดยใส่ไรลวกโป่งระยะก่อนห้องที่ฟุ้งออกจากห้องแม่จำนวน 2 ตัว/ขวด (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2 ซม. สูง 4 ซม.) บนเส้นใยเห็ดทั้ง 12 ชนิด เพื่อให้เจริญเติบโตจนกระทั่งเข้าสู่ระยะตั้งห้อง เชื้อผลทุก 24 ชั่วโมง จนกระทั่งตัวเต็มวัยออกจากห้องแม่ บันทึกระยะตัวเต็มวัยเพศเมียระยะก่อนห้อง ระยะตั้งห้องและจำนวนลูกที่ได้และนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

5. ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรในการป้องกันกำจัดไรลวกโป่งระยะก่อนห้องในสภาพโรงเรือน

วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 4 ซ้ำๆละ 5 ก้อน มีทั้งหมด 5 กรรมวิธี

1. pyridaben 0.015% (15 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)
2. amitraz 0.040%(40มล./น้ำ 20 ลิตร)
3. propargite 0.06% (40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)
4. fenbutatin oxide (10 กรัม/น้ำ 20 ลิตร)
5. ไม่พ่นสารฆ่าไร (พ่นน้ำเปล่า)

เริ่มทำการทดลองโดยการเติมหัวเชื้อข้าวฟ่างจำนวน 20 ขวด แล้วปล่อยให้ไรลวกโป่ง ระยะก่อนห้องลงในขวดหัวเชื้อข้าวฟ่างจำนวน 200 ตัว/ขวด เก็บไว้นาน 15 วัน นำเอาเชื้อเห็ดบนเมล็ดข้าวฟ่างที่มีไรลวกโป่งจำนวน 200 ตัว/เมล็ด วางบนจานแก้ว 1 ขวด/1 จานแก้ว ใช้ forcep แยกเมล็ดข้าว

ฟางแต่ละเมล็ดออกจากกัน ฟนสารฆ่าไรแต่ละชนิด และไม่ฟนสารฆ่าไร(ฟนน้ำเปล่า) แต่ละกรรมวิธี ผสมสารจับใบ 250 ppm ใส่เมล็ดข้าวฟางลงในถุงก้อนเชื้อจำนวน 5 เมล็ด/ก้อน ทำซ้ำละ 5 ก้อน บ่มก้อนเชื้อไว้ในโรงเรือนเป็นเวลา 15 วัน เช็คผลโดยตรวจนับปริมาณไรลูกโป่ง โดยวิธีการให้คะแนน โดยดัดแปลงจากวิธีการของ Horsfall and Barratt(1945) ดังนี้คือ

คะแนน	ตัว/พท. ถุงพลาสติก 1 ตร.ซม.
0	= 0 ตัว/เมล็ด
1	= 1-3 ตัว/เมล็ด
2	= 4-6 ตัว/เมล็ด
3	= 7-12 ตัว/เมล็ด
4	= 13-25 ตัว/เมล็ด
5	= 26-50 ตัว/เมล็ด
6	> 50 ตัว/เมล็ด

4. บันทึกปริมาณไรลูกโป่ง/พท.ถุงพลาสติก 1 ตร.ซม. โดยการสุ่มถุงละ 4 จุด ในแต่ละกรรมวิธีและนำข้อมูลมาวิเคราะห์ผลทางสถิติ

6.สำรวจความเสียหายของขวดเชื้อเห็ดที่เกิดจากไรลูกโป่ง

1. แผนการทดลอง

2. กรรมวิธี

3. วิธีปฏิบัติการทดลอง ทำการสำรวจความเสียหายของขวดเชื้อเห็ดที่เกิดจากไรลูกโป่ง โดยสุ่มเก็บตัวอย่างขวดเชื้อเห็ดจากแหล่งผลิต ต.ท่าตะคร้อ อ.หนองหญ้าปล้อง จ.เพชรบุรี จำนวน 100 ขวด เพื่อนำมาตรวจหาการเข้าทำลายของไรลูกโป่งในขวดเชื้อเห็ด ทำการสุ่มตัวอย่างทุกเดือน เดือนละ 1 ครั้ง

4. บันทึกปริมาณความเสียหายของขวดเชื้อเห็ดที่ถูกไรลูกโป่งเข้าทำลาย นำผลมาวิเคราะห์หา%ความเสียหายในแต่ละเดือน และสรุปผล

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2548 สิ้นสุด กันยายน 2553

ห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ห้องปฏิบัติการและโรงเพาะเห็ดกลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ศึกษาวิธีการเลี้ยงไรลูกโป่งให้ได้ปริมาณมาก

จากผลการทดลองทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่ากรรมวิธีที่ 1 ใช้หัวเชื้อข้าวฟางสูง 1.5 ซม. จากกันขวด ให้ปริมาณไรลูกโป่งระยะก่อนห้อง 82.867 ตัว/เมล็ด กรรมวิธีที่ 2 ใช้หัวเชื้อข้าวฟางสูง 3 ซม.

จากกันขวดให้ปริมาณไรลวกโป่ง 72.167 ตัว/เมล็ด และกรรมวิธีที่ 3 ใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างสูง 4.5 ซม. จากกันขวดให้ปริมาณไรลวกโป่ง 67.667 ตัว/เมล็ด (ตารางที่ 1) ปริมาณไรลวกโป่งในทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2. ศึกษาชีววิทยาของไรลวกโป่ง

จากการศึกษาชีววิทยาของไรลวกโป่งในห้องปฏิบัติการกลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่อุณหภูมิ $27 \pm 2^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ $65 \pm 3\%$ พบว่าวงจรชีวิตของไรลวกโป่งประกอบไปด้วยตัวเต็มวัยเพศเมีย ซึ่งมี 2 ระยะ คือ ระยะก่อนท้องซึ่งมีลำตัวแคบยาว ลำตัวด้านหน้าจะแคบเล็ก ด้านท้ายของลำตัวจะกว้างกว่าด้านหน้า ลำตัวมีสีขาวยใส ผงงลำตัวเรียบ ระยะนี้เป็นระยะที่ว่องไวมาก เคลื่อนไหวได้รวดเร็วและเคลื่อนไหวตลอดเวลา ตัวเต็มวัยเพศเมียเมื่อฟักออกมาจะผสมพันธุ์กับเพศผู้ทันที เมื่อตัวเต็มวัยฟักหมดแล้วท้องแม่จะแตก ตัวเต็มวัยเพศเมียจะออกมาดูกินเส้นใยเห็ดระยะนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 3.22 วัน จากนั้นจะหยุดการเคลื่อนไหว ท้องเริ่มใหญ่ มีสีขาวยุ่นคล้ายสีเหลืองปนเขียว และค่อยๆ พองออกขึ้นเรื่อยๆ ตรงส่วนท้องบริเวณที่อยู่ถัดจากขา 2 คู่หน้าลงมา จนมีลักษณะคล้ายลูกโป่ง โดยใช้ส่วนปากเกาะอยู่ที่เส้นใยเห็ด จากนั้นจะเป็นท่อนยาวเป็นมันสะท้อนแสง ภายในมีไข่และตัวอ่อนเจริญอยู่ ขนาดตัวของเพศเมียขณะท้องไม่แน่นอน ขึ้นอยู่กับจำนวนตัวอ่อน ระยะนี้ใช้เวลาเฉลี่ย 7.23 วัน สามารถให้ลูกได้ 109.53 ตัว/ตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง ส่วนตัวเต็มวัยเพศผู้มีรูปร่างคล้ายเพศเมียแต่ลำตัวอ้วนและสั้นกว่าเพศเมียเล็กน้อย ตัวใส ไม่มีสี

3. ศึกษาการทำลายเห็ดหูหนูของไรลวกโป่ง

ความเสียหายของเห็ดหูหนูที่เกิดจากไรลวกโป่ง พบว่ากลุ่มที่ใส่ไรลวกโป่งสามารถเก็บผลผลิตได้เฉลี่ย 71.72 กรัม/ก้อน ส่วนกลุ่มที่ไม่ใส่ไรลวกโป่งได้ผลผลิตเฉลี่ย 121.32 กรัม/ก้อน (ตารางที่ 2) กลุ่มที่ใส่ไรลวกโป่งทำให้ผลผลิตลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ใส่ไร โดยมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง

4. ศึกษาเห็ดชนิดต่างๆที่เป็นอาหารของไรลวกโป่ง

ไรลวกโป่งสามารถเจริญเติบโตจนครบอายุขัยบนเส้นใยเห็ดรวม 4 ชนิด ได้แก่ เห็ดหูหนู เห็ดเข็มเงิน เห็ดแครง และเห็ดยานางิ ส่วนที่เหลืออีก 6 ชนิด คือ เห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้า เห็ดกระด้าง เห็ดนางรม เห็ดนางรมฮังการี เห็ดหอม ไรลวกโป่งไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ในระยะตัวเต็มวัยเพศเมีย ก่อนท้องบนเห็ดเข็มเงิน ไรลวกโป่งใช้เวลาในการเจริญเติบโตรองลงมาเฉลี่ย 3.780 วัน มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบการใช้เวลาในการเจริญเติบโตบนเห็ดหูหนู เห็ดยานางิ และเห็ดแครง เฉลี่ย 3.22, 3.220 และ 3.165 วัน และเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้เวลาในการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยเพศเมียก่อนท้องบนเห็ดทั้ง 3 ชนิด พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในระยะตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง บนเห็ดเข็มเงิน ไรลวกโป่ง ใช้เวลาในการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเฉลี่ย 5.332 มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับการใช้ระยะเวลาในการเจริญเติบโตของตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้องบนเห็ดยานางิ ซึ่งใช้เวลาน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้

ระยะเวลาในการเจริญเติบโตบนเห็ดแครง และเห็ดหูหนู พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ จำนวนลูกที่ได้จากตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้องของไรลูกโป่งบนเห็ดยานางิ มีจำนวนน้อยที่สุดเฉลี่ย 92.165 ตัว/เพศเมียตั้งท้อง 1 ตัว มีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนลูกที่ได้บนเห็ดเข็มเงิน เห็ดหูหนู และ เห็ดแครง เฉลี่ย 109.688, 109.528 และ 103.862 ตัว/เพศเมียตั้งท้อง 1 ตัว และเมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนลูกที่ได้บนเห็ดทั้ง 3 ชนิดพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (ตารางที่ 3)

5. ทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่งระยะก่อนท้องในสภาพโรงเรือน

การทดลองที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรชนิดต่างๆ ต่อไรลูกโป่งศัตรูสำคัญของเห็ดหูหนู พบว่าปริมาณประชากรของไรลูกโป่งในกรรมวิธีพ่นด้วยสารฆ่าไร amitraz, propargite, pyridaben, และ fenbutatin oxide เฉลี่ย 0.080, 0.080, 0.103 และ 0.103 ค่ะแนบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าไร ซึ่งมีปริมาณประชากรของไรลูกโป่งเฉลี่ย 4.208 ค่ะแนบ

การทดลองที่ 2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าไรชนิดต่างๆ ต่อไรลูกโป่ง พบว่าให้ผลเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1 โดยมีปริมาณประชากรของไรลูกโป่งในกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารฆ่าไร amitraz, propargite, pyridaben และ fenbutatin oxide เฉลี่ย 0.103, 0.103, 0.080 และ 0.103 ค่ะแนบ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีไม่พ่นสารฆ่าไร ซึ่งมีปริมาณประชากรของไรลูกโป่งเฉลี่ย 3.168 ค่ะแนบ (ตารางที่ 4)

ก่อนที่จะศึกษาข้อมูลต่างๆ เกี่ยวกับไรลูกโป่งนั้น จำเป็นต้องศึกษาหาวิธีการเลี้ยง เพื่อเพิ่มปริมาณไรลูกโป่งให้ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อการทดลอง จากผลการทดลองทั้ง 3 กรรมวิธี พบว่าวิธีที่ดีที่สุด คือ การใช้ขวดฝาเกลียวปากกว้าง 5 ซม. สูง 8.5 ซม. ใส่เมล็ดข้าวฟ่างสูง 1.5 ซม. เพราะเป็นการเตรียมหัวเชื้อข้าวฟ่างที่ทำได้ รวดเร็ว และสะดวกในการนำมาใช้ปฏิบัติงาน สามารถนำเอาไรออกจากขวดมาใช้ทดลองได้ง่าย สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อย และเพิ่มปริมาณไรลูกโป่งได้ตามต้องการ วิธีการเลี้ยงไรลูกโป่งนี้ได้วิธีการเช่นเดียวกับวิธีการเลี้ยงไรติดของเทวินทร์และคณะ(2547) ซึ่งได้พบวิธีการเลี้ยงไรติดให้มีปริมาณมากโดยการใช้ขวดฝาเกลียวปากกว้าง 5 ซม. สูง 8.5 ซม. ใส่เมล็ดข้าวฟ่างสูง 1.5 ซม.

ไรลูกโป่งสามารถเคลื่อนไหวได้รวดเร็วมากในระยะตัวเต็มวัยเพศเมียบก่อนท้อง เมื่อผสมพันธุ์แล้วก็จะเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง ภายในท้องแม่มีไข่และตัวอ่อนเจริญอยู่ มีวงจรชีวิตเหมือนไรติด(เทวินทร์และคณะ, 2552) คือมีระยะตัวเต็มวัยเพศเมียบก่อนท้อง ตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง ระยะตัวเต็มวัยเพศเมียบก่อนท้องของไรลูกโป่งและไรติดใกล้เคียงกัน คือ เฉลี่ย 3.22 และ 3.00 วัน ส่วนในระยะตัวเต็มวัยเพศเมียบก่อนท้องสามารถเคลื่อนไหวได้รวดเร็วมาก โดย 1.การเดิน 2. ติดไปกับแมลง มนุษย์ สัตว์เลี้ยง 3. ขวดเชื้อเห็ดและ 4. ก้อนเชื้อเห็ด ดังนั้นต้องรักษาความสะอาดของโรงเรือนโดยไม่

ทั้งก่อนเชื้อเห็ดที่เพาะแล้วไว้ใกล้โรงเรือน เพราะว่าโรอาจจะเดิน ติดไปกับแมลง มนุษย์ สัตว์เลี้ยงและ ติดไปกับขวดเชื้อเห็ดและก้อนเชื้อเห็ด

เห็ดชนิดต่างๆ ที่เป็นอาหารของไรลูกโป่งจำนวน 4 ชนิด ได้แก่ เส้นใยเห็ดหูหนู เห็ดแครง เห็ดเข็มเงินและเห็ดยานางิ โดยสามารถเจริญเติบโตจนครบอายุขัย ให้ลูกมากที่สุดเฉลี่ย 109.668ตัว/ตัว เต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง 1 ตัว บนเห็ดเข็มเงิน รองลงมาเฉลี่ย109.528, 103.862 และ 92.165 ตัว บนเห็ดหูหนู เห็ดแครง และ เห็ดยานางิ แต่ไม่ดูตกินเส้นใยเห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้า เห็ดกระด้าง เห็ดนางรม เห็ดนางรมฮังการี และ เห็ดหอม เหตุที่ไรลูกโป่งไม่ดูตกินเส้นใยเห็ดดังกล่าว เนื่องจากเห็ดต้านทานต่อการทำลายของไรลูกโป่ง ที่เป็นกลไกต้านทานที่เกิดจากไรลูกโป่งไม่ชอบดูตกินเส้นใยเห็ดดังกล่าว(non-preference mechanism) เช่นเดียวกับการศึกษาของ punpeng(1990) ที่พบว่าเพลี้ยกระโดดหลังขาวไม่ทำลายข้าวบางพันธุ์ ด้วยกลไกการต้านทานแบบ non-preference จากข้อมูลนี้สามารถนำไปปรับใช้ในการเพาะเห็ดหูหนู เห็ดแครง เห็ดเข็มเงินและเห็ดยานางิได้ โดยในช่วงที่พบไรลูกโป่งระบาดมากบนเห็ดทั้ง 4 ชนิด ให้หยุดเพาะเห็ดชนิดดังกล่าวก่อน และเปลี่ยนไปเพาะเห็ดชนิดอื่นๆ ที่ไรลูกโป่งไม่ดูตกินเส้นใย เพื่อเป็นการลดปัญหาที่จะเกิดจากริดโรคไรลูกโป่ง ถ้าหากไม่สามารถหลีกเลี่ยงการเพาะเห็ดดังกล่าว เมื่อตรวจพบว่ามึไรลูกโป่งระบาดในขวดหัวเชื้อบนเมล็ดข้าวฟ่าง ให้ทำการรมด้วยสารรมฟอสฟีนอัตรา 1 เม็ด รมนาน 72 ชั่วโมง หรือ 2 เม็ด รมนาน 48 ชั่วโมง ในภาชนะรมขนาดความจุ 0.5 ลบ.ม.(เทวินทร์และคณะ, 2552ก)แล้วถ่ายเชื้อเห็ดลงบนก้อนและทำการพันสารฆ่าไรคลุมที่จุกสำลี

ก้อนเชื้อเห็ดที่กำลังบ่มเส้นใย เมื่อถูกไรศัตรูเห็ดเข้าไปทำลายเส้นใยในก้อน มีผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก เช่น ฉัตรชัยและคณะ (2543) ศึกษาความเสียหายของเห็ดขอนขาวที่เกิดจากริดโรคไรขาปลา พบว่าก้อนเชื้อเห็ดที่ถูกไรขาปลาทำลาย ส่งผลให้ผลผลิตลดลง 92.6% จากสายพันธุ์ปราจีนบุรี และลดลง 89.7% จากสายพันธุ์ภูผาม่าน ทั้ง 2 การทดลองให้ผลเป็นไปในทางเดียวกัน คือ ก้อนเชื้อเห็ดที่กำลังบ่มเส้นใย เมื่อถูกไรศัตรูเห็ดเข้าไปทำลายเส้นใยในก้อน มีผลทำให้ผลผลิตลดลงอย่างมาก เทวินทร์และคณะ(2552ก) ศึกษาความเสียหายของเห็ดนางรมฮังการี พบว่าก้อนเชื้อเห็ดที่ถูกไรกัดทำลายเส้นใยในระยะบ่มเส้นใย ส่งผลให้ผลผลิตลดลง 74.16% จากการศึกษาความเสียหายของเห็ดหูหนูในครั้งนี้ พบว่าก้อนเชื้อเห็ดที่ถูกไรลูกโป่งทำลายเส้นใยในระยะบ่มเส้นใย ส่งผลให้ผลผลิตลดลง 40.88 % ทั้ง 4 การทดลองนี้ให้ผลเป็นไปในทางเดียวกัน ดังนั้นเกษตรกรผู้เพาะเห็ดต้องควบคุมไรศัตรูเห็ด มิให้เข้าไปทำลายเชื้อเห็ดในก้อนในระยะบ่มเส้นใย

ประสิทธิภาพของสารฆ่าไร 4 ชนิด ได้แก่ amitraz, pyridaben, propargite และ fenbutatin oxide พบว่าสารฆ่าไรทั้ง 4 ชนิด มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง นอกจากป้องกันกำจัดไรลูกโป่งได้ผลดีแล้ว สารฆ่าไรทั้ง 3 ชนิด ได้แก่ amitraz, pyridaben และ propargite ยังสามารถป้องกันกำจัดศัตรูผสมที่สำคัญได้แก่ ไรสนิมส้มและไรขาวพริก (กลุ่มกีฏและสัตววิทยา, 2551) นอกจากนี้สาร pyridaben ยังสามารถป้องกันกำจัดไรขาปลาได้ดีอีกด้วย (ฉัตรชัยและคณะ, 2543) สารฆ่าไร propargite อัตรา 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพต่ำในการป้องกัน

กำจัดไรดีด (เทวินทร์และคณะ 2552ก) แต่สารนี้อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตร มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง การใช้สารฆ่าไรนับเป็นวิธีการหนึ่งที่เกษตรกรยังจำเป็นต้องใช้เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับผลผลิตเห็ด แต่ให้ใช้ในการพ่นโรงเรือนหลังจากทำความสะอาดเพื่อกำจัดไรศัตรูเห็ดที่ยังหลงเหลืออยู่ และให้พ่นคลุมปากขวดหัวเชื้อและปากถุงก้อนเชื้อในระยะบ่มเส้นใย เพื่อป้องกันไร มิให้เข้าไปก้อนและขวด (เทวินทร์และคณะ, 2552 ข)

6.สำรวจความเสียหายของขวดเชื้อเห็ดที่เกิดจากไรลูกโป่ง

จากการสำรวจความเสียหายของขวดเชื้อเห็ดที่เกิดจากไรลูกโป่งที่ ต.ท่าตะคร้อ อ.หนองหญ้าปล้อง จ.เพชรบุรี โดยทำการสุ่มขวดเชื้อที่เสียมาตรวจหาไรลูกโป่งในขวดหัวเชื้อ จำนวน 100 ขวด โดยเริ่มสำรวจตั้งแต่เดือน มกราคม 2553 จนถึงเดือน กันยายน 2553 พบไรลูกโป่งในขวดหัวเชื้อมากที่สุด 100 ขวดในเดือน มิถุนายน รองลงมาพบไรจำนวน 4 ขวด ในเดือนสิงหาคม ในเดือนมีนาคม พบไรจำนวน 3 ขวด ในเดือน กุมภาพันธ์ และเดือนเมษายน พบไรจำนวน 2 ขวดเท่ากัน ส่วนในเดือน มกราคม พฤษภาคม กรกฎาคม และ กันยายน ไม่พบไรลูกโป่ง ในการสุ่มสำรวจ 9 ครั้ง ตรวจพบไรลูกโป่ง 5 ครั้ง ไม่พบ 4 ครั้ง และพบจำนวนไรลูกโป่งมากกว่า 100 ตัว 2 ครั้ง คือในเดือนมิถุนายน และ สิงหาคม และพบไรลูกโป่งต่ำกว่า 1001 ตัวในเดือน กุมภาพันธ์ มีนาคม และ เมษายน (ตารางที่ 5)

ตารางที่ 1. ปริมาณประชากรของไรลูกโป่ง ก่อนห้องที่ 15 วัน ภายหลังจากปล่อยไร 30 ตัว ลงในขวดหัวเชื้อ

กรรมวิธี	ปริมาณไรลูกโป่ง/เมล็ดข้าวฟ่าง
ความสูงของหัวเชื้อ 1. ซม. จากก้นขวด	82.87 ^{1/}
ความสูงของหัวเชื้อ 3.0 ซม. จากก้นขวด	72.167
ความสูงของหัวเชื้อ 4.5 ซม. จากก้นขวด	67.667
F-test	ns

ตารางที่ 2. แสดงผลผลิตเฉลี่ยของเห็ดหูหนู

กรรมวิธี	ผลผลิตเฉลี่ยของเห็ดหูหนู(กรัม/ก้อนเชื้อ)
ไม่ใส่ไรลูกโป่ง	121.32 a ^{1/}
ใส่ไรลูกโป่งก่อนห้อง 200 ตัว/ก้อนเชื้อ	71.72 b
T-test	*

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 3. แสดงค่าเฉลี่ยช่วงเวลาการเจริญเติบโตและความสามารถในการให้ลูกของไรลูกโป่งเมื่อเลี้ยงบนเห็ดชนิดต่างๆ ที่เป็นอาหารภายใต้ห้องปฏิบัติการที่อุณหภูมิ $27\pm 2^{\circ}\text{C}$ และความชื้นสัมพัทธ์ $65\pm 3\%$

กรรมวิธี	ตัวเต็มวัยเพศเมียก่อนท้อง	ตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง	จำนวนลูกที่ได้/ตัวเต็มวัยเพศเมียตั้งท้อง
	(วัน)	(วัน)	
เห็ดหูหนู	3.222 a	7.228 c	109.528 a
เห็ดยานางิ	3.165 a	6.557 b	92.165 b
เห็ดแครง	3.220 a	7.223 c	103.862 a
เห็ดเข็มเงิน	3.780 b	5.332 a	109.668 a
CV(%)	6.1	5.3	8

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ตารางที่ 4. ประสิทธิภาพของสารฆ่าไรบางชนิดในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่งที่โรงเรือนเพาะเห็ดเขตจตุจักร กรุงเทพฯ ระหว่างเดือนตุลาคม 2549 – กันยายน 2550

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยของประชากรไรลูกโป่ง (คะแนน/พื้นที่ถุงพลาสติก 1 ตร.ชม.)	
	การทดลองที่ 1	การทดลองที่ 2
Amitraz	0.080 a ^{1/}	0.103 a
Propargite	0.080 a	0.103 a
Pyridaben	0.103 a	0.080 a
Fenbutatin oxide	0.103 a	0.103 a
Control	4.208 b	3.168 b
CV (%)	13.1	50.6

^{1/} ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกัน ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ตารางที่ 5 จำนวนขวดหัวเชื้อที่พบไรลูโก้ทำลายจากการสุ่มตรวจขวดหัวเชื้อ จำนวน 100 ขวด ต.ท่าตะคร้อ อ.หนองหญ้าปล้อง จ.เพชรบุรี ระหว่างเดือน มกราคม-กันยายน 2553

เดือน	จำนวนขวดที่พบไรลูโก้	%	จำนวนไรที่พบ
มค. 53	0	0	0
กพ. 53	2	2	น้อยกว่า 100 ตัว/ขวด
มีค. 53	3	3	น้อยกว่า 100 ตัว/ขวด
เม.ย. 53	2	2	น้อยกว่า 100 ตัว/ขวด
พค. 53	0	0	0
มีย. 53	100	100	มากกว่า 100 ตัว/ขวด
กค. 53	0	0	0
สค. 53	4	4	มากกว่า 100 ตัว/ขวด
ก.ย. 53	0	0	0

สรุปผลการทดลอง

วิธีการเลี้ยงไรลูกโป่งให้ได้ปริมาณมากเพียงพอต่อความต้องการและสะดวกต่อการนำไปใช้ในงานทดลองด้านต่างๆ คือ การใช้หัวเชื้อข้าวฟ่างใสในขวดฝาเกลียว ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ซม. สูง 8.5 ซม. โดยใส่เมล็ดข้าวฟ่างสูง 1.5 ซม. จากก้นขวด

วงจรชีวิตของไรลูกโป่งประกอบไปด้วยตัวเต็มวัยเพศเมียซึ่งมี 2 ระยะ คือ ระยะก่อนท้องซึ่งเป็นระยะที่วางไข่มาก เคลื่อนไหวได้รวดเร็ว ใช้เวลานานเฉลี่ย 3.22 วัน และระยะตั้งท้อง/ใช้เวลานานเฉลี่ย 7.22 วัน ส่วนระยะไข่และตัวอ่อนพักอยู่ภายในท้องแม่ เมื่อท้องแม่แตกลูกจะออกจากท้องแม่เป็นตัวเต็มวัย เพศเมียสามารถให้ลูกได้ 109.53 ตัว/เพศเมีย 1 ตัว

ไรลูกโป่งจำนวน 200 ตัว/ก้อน ทำลายเส้นใยเห็ดหูหนูในก้อนเชื้อเห็ดในระยะบ่มเส้นใย มีผลทำให้ผลผลิตลดลง เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ถูกไรลูกโป่งทำลาย

เห็ดชนิดต่างๆ ที่ไรลูกโป่งสามารถทำลายได้ได้แก่ เห็ดหูหนู เห็ดครง เห็ดเข็มเงินและเห็ดยานางิ ส่วนเห็ดชนิดต่างๆ ที่ไรลูกโป่งไม่สามารถทำลายได้ได้แก่ เห็ดขอนขาว เห็ดนางฟ้า เห็ดกระด้าง เห็ดนางรม เห็ดนางรมฮังการี และ เห็ดหอม

สารฆ่าไรที่มีประสิทธิภาพดีในการป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง ได้แก่ 1.amitraz อัตรา 40 มล./น้ำ 20 ลิตร 2.pyridaben อัตรา 15 กรัม/น้ำ 20 ลิตร 3.propargite อัตรา 40 กรัม/น้ำ 20 ลิตรและ 4.fenbutatin oxide อัตรา 15 มล./น้ำ 20 ลิตร

จากการสำรวจความเสียหายจากไรลูกโป่งของขวดเชื้อเห็ดที่ ต.ท่าตะคร้อ อ.หนองหญ้าปล้อง จ.เพชรบุรี พบความเสียหายจากไรลูกโป่งในขวดหัวเชื้อสูงสุด มากถึง 100%ในเดือน มิถุนายน รองลงมาคือเดือน สิงหาคม พบ 4% เดือนมีนาคม พบ 3 % ส่วนเดือน กุมภาพันธ์ และ เมษายน พบ 2% ช่วงเวลาที่ต้องระวังการเข้าทำลายของไรลูกโป่งในขวดหัวเชื้อคือช่วงเดือนมิถุนายน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณอนุพงษ์ กลุ่มงานจุลชีววิทยาประยุกต์ กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช ที่ได้โปรดช่วยอนุเคราะห์เตรียมหัวเชื้อเห็ดชนิดต่างๆ เพื่อใช้ในการทดลอง ตลอดจนทุกท่านที่มีส่วนช่วยในงานทดลองนี้ จนทำให้งานทดลองสำเร็จ สามารถแนะนำแก่เกษตรกรได้

เอกสารอ้างอิง

- กลุ่มกีฏและสัตววิทยา. 2551. คำแนะนำการป้องกันกำจัดแมลงและสัตว์ศัตรูพืชปี 2551. โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด, กรุงเทพฯ. 295 หน้า.
- ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, อัญชลี เชียงกุล และ วัฒนา จารณศรี. 2543. ไรโซปลา, หน้า 23-42. ใน : แมลงและสัตว์ศัตรูพืช. เอกสารวิชาการประกอบการประชุมสัมมนาทางวิชาการ ครั้งที่ 13 ประจำปี 2543. กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- ชาญยุทธ์ ภาณุทัต. 2544. ข้อมูลประกอบการตัดสินใจเพาะเห็ด, หน้า 1-12. ใน : เห็ดไทย 2544. สมาคมนักวิจัยและเพาะเห็ดแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, วัฒนา จารณศรี และศุภนิธย์ หิรัญประดิษฐ์. 2547. การป้องกันกำจัดไรตีดในเห็ดนางรม, หน้า 136-144. ใน : รายงานการประชุมทางวิชาการครั้งที่ 5 ภาคบรรยาย 20-21 พฤษภาคม 2547. ณ ศูนย์การศึกษาและฝึกอบรมนานาชาติ มหาวิทยาลัยแม่โจ้, จังหวัดเชียงใหม่.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์, อัจฉรา พยัพพานนท์, วิภาดา วังศิลาบัตร, มานิตา คงชื่นสิน, พิเชฐ เซาว์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2552 ก. การป้องกันกำจัดไรลูกโป่ง *Dolichocybe indica* Mahunka ในเห็ดนางัวโดยการใส่สารรมฟอสฟีน. ว.กีฏและสัตววิทยา 26(1) : 24-32.
- เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์ อัจฉรา พยัพพานนท์ วิภาดา วังศิลาบัตร มานิตา คงชื่นสิน พิเชฐ เซาว์วัฒนวงศ์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2552 ข. ไรตีดในเห็ดและการป้องกันกำจัด. ว.วิชาการเกษตร 27(1) : 2-25.
- พิมพ์กานต์ อร่ามพงษ์พันธ์. 2543. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับเห็ด, หน้า 1-8. ใน : การเพาะเห็ดเศรษฐกิจ. เอกสารประกอบการฝึกอบรม. กลุ่มงานจุลชีววิทยาประยุกต์, กองโรคพืชและจุลชีววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- วัฒนา จารณศรี, ฉัตรชัย ศฤงฆไพบุลย์, มานิตา คงชื่นสิน และ นवलศรี วงษ์ศิริ. 2529. การศึกษาลักษณะทางอนุกรมวิธานของไรศัตรูเห็ดในประเทศไทย, หน้า 1-35 ใน : รายงานผลการค้นคว้าและวิจัยปี 2529. กลุ่มงานอนุกรมวิธานและวิจัยไร, กองกีฏและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร.
- Horsfall, J.G. and R.W. Barratt. 1945. An improved grading system for measuring plant disease. Cited by J.S. Rogers, C.W. McCoy and M.M. Manners. Standardized Visual Comparison Keys for Rapid Estimations of Citrus Rust Mite (Acari : Eriophyidae) Populations. J. Econ. Entomol. 87(6) : 1507-1512 (1994).
- Punpeng, V. 1990. Varietal Resistance of Rice to Whitebacked Planthopper, *Sogatella furcifera* (Horvath). M.S. thesis, Kasetsart University, Bangkok. 97 p.