วารสารเกษตรพระจอมเกล้า 32 : 3 (1-7)

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน *(Curcuma longa)* ไพล *(Zingiber cassumunas)* และข่า *(Alpinia galanga)* ในการควบคุมไรเชื้อรา *(Tyrophagus* sp.*)* โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส

Effectiveness of Essential Oils from Turmeric *(Curcuma longa),* Cassumunar Ginger *(Zingiber cassumunar)* and Galanga *(Alpinia galanga)* in Controlling the Mold Mite *(Tyrophagus* sp.*)* by Fumigation and Residual Contact Methods

อัจจิมา นุชโพธิ์[1] จรงค์ศักดิ์ พุมนวน[1] และอำมร อินทร์สังข์[1]

บทคัดย่อ

จากการทดสอบประสิทธิภาพการฆ่าของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพร 3 ชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) ต่อตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ด้วยวิธีการรมและการสัมผัส โดยวิธีการรมทดสอบในเครื่อง knockdown chamber ขนาด 25 L ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 และ 1.8 µl/L air รมนาน 1 ชั่วโมง ตรวจนับอัตราการตายที่เวลา 24 ชั่วโมง ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัสทดสอบในหลอดแก้วปลายเปิดซึ่งปิดด้วยกระดาษกรองทั้ง 2 ข้าง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.4 cm ยาว 3 cm ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol) 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 µl/cm^2 ตรวจนับอัตราการตายที่เวลา 12 และ 24 ชั่วโมง พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อรา โดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.66 µl/L air รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยจากไพล และข่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.819 และ 0.963 µl/L air ตามลำดับ และสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 µl/cm^2 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.040 µl/ cm^2 รองลงมาคือน้ำมันหอมจากไพลและข่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.059, 0.063 µl/ cm^2 ตามลำดับ

คำสำคัญ : Zingiberaceae, น้ำมันหอมระเหย, ไรเชื้อรา, *Tyrophagus* sp.

Abstract

The fumigant and residual contact toxicity of the essential oils obtained from 3 selected medicinal plants namely, turmeric (*Curcuma longa* Linn.), cassumunar ginger (*Zingiber cassumunar* Roxb.) and galanga (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) at various concentrations of 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2, 1.5 and 1.8 µl/L air against adult of mold mite (*Tyrophagus* sp.) were investigated. The fumigation was performed by applying those essential oils at mentioned concentrations in 25 L knockdown chamber with 1 hr fumigation time and mortality of mite was observed at 24 hr after treatment. As for the residual contact method, the bioassay was done in a glass tube 0.4 cm in diameter and 3 cm long and covered with filter paper on both ends. The various essential oil concentrations of 0 (95% ethanol), 0.02, 0.04, 0.06, 0.08, 0.10 µl/cm^2 were appiled and mortalities of mite were observed at 12 and 24 hr after treatment. The result showed that turmeric essential oil had a high potent fumigant toxicity against the mold mite. Remarkably, this essential oil gave 100% mortality of exposure period of 24 hr at 1.8 µl/L air and showed the LC_{50} of 0.66 µl/L air, followed by essential oils of cassumunar ginger

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตพืช คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and galanga that showed the LC_{50} values of 0.819 and 0.963 µl/L air, respectively. In addition, this essential oil was also highly toxic against the mold mite, showed 100% mortality by residual contact method at the concentration of 0.10 µl/cm^2. It presented the most effective LC_{50} value of 0.04 µl/ cm^2, followed by essential oils of cassumunar ginger and galanga that showed 0.059 and 0.063 µl/ cm^2, respectively.

Keywords : Zingiberaceae, essential oil, mold mite, *Tyrophagus* sp.

คำนำ

ไรและแมลงศัตรูในโรงเก็บเป็นปัญหาสำคัญของผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากสามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้ง่าย ทำให้มีประชากรเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยจะเข้าทำลายและก่อให้เกิดความเสียหายให้กับผลผลิตถึงประมาณ 5-10% (กรมการข้าว, 2556) ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จัดเป็นไรในโรงเก็บที่สำคัญชนิดหนึ่ง โดยเทวินทร์ และพลอยชมพู (2550) รายงานว่าผลิตภัณฑ์อาหารที่เก็บรักษาในโรงเก็บพบการเข้าทำลายของไรเชื้อรา (*Tyrophagus putrescentiae*) โดยทำลายไขมันและโปรตีนในผลิตผลทางการเกษตร นอกจากนั้น อำมร (2543) ได้กล่าวว่า ไรในโรงเก็บหรือไรผลิตผลทางการเกษตร (stored product mite หรือ stored food mite) เป็นไรที่นอกจากจะปนเปื้อนอยู่ในผลิตผลทางการเกษตรหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้แก่ ข้าวกล้อง ข้าวสาร ข้าวโพด ถั่ว บางชนิดยังเข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหารที่ถูกเก็บรักษาไว้เพื่อรอการจำหน่ายและบริโภค ได้แก่ ปลาหมึกแห้ง ปลาแห้ง กุ้งแห้ง ผลไม้อบแห้ง วุ้นเส้น แป้ง และอาหารสัตว์ ไรชนิดนี้สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำสุด 7-10 °C อุณหภูมิสูงสุดที่ 35- 37 °C และความชื้นสัมพัทธ์ 90% ไรสามารถเจริญเติบโตนับจากไข่ถึงตัวเต็มวัยได้ภายในเวลา 8-9 วัน เมื่อใช้จมูกข้าวสาลีเป็นอาหาร การสืบพันธุ์อย่างรวดเร็วของไรนั้นส่งผลกระทบต่อผลผลิตทางเศรษฐกิจ และไรยังก่อให้เกิดโรคภูมิแพ้กับมนุษย์อีกด้วย (Kondreddi *et al*., 2006) ในประเทศที่มีอากาศหนาว มักจะพบไรชนิดนี้ระบาดในอาหารที่มีไขมันและโปรตีนสูง เช่น แฮม เนยแข็ง เนื้อมะพร้าวแห้ง อาหารสำหรับเลี้ยงปลา ถั่วต่างๆ เมล็ดทานตะวัน (เทวินทร์, 2546) นอกจากนี้ในเขตร้อนพบไรชนิดนี้เข้าทำลายผลิตภัณฑ์อาหาร ได้แก่ ธัญพืช ชีส เมล็ดพืช อาหารยาสูบ และแป้ง (Sánchez and Castañera, 2005)

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) มีชื่อเรียกสามัญที่รู้จักกันโดยทั่วไปว่า 'mold mite' เนื่องจากมีรายงานว่า ไรชนิดนี้เป็นศัตรูที่สำคัญของเชื้อราที่เพาะเลี้ยงเพื่อการทดลองในห้องปฏิบัติการ นอกจากนั้นยังพบทำลายเส้นใยของเห็ดที่เจริญอยู่ในอาหารวุ้น และในวัสดุภายในถุงขณะบ่มเส้นใยอีกด้วย (Griffiths *et al*., 1985) ไรชนิดนี้สามารถเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้บนเชื้อราในสกุล *Euritium* และ *Pennicillium* แต่มีอัตราการเจริญเติบโต และแพร่ขยายพันธุ์ได้สูงสุดในเชื้อรา *Pennicillium cyclopium* จากการสำรวจในปี พ.ศ. 2544-2546 นี้พบว่า การทำลายของไรสามารถแพร่กระจายได้ทั้งพืชอาหารและวัตถุดิบอาหารสัตว์ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม ซึ่งสามารถเข้าทำลายได้เช่นเดียวกับแมลงศัตรูในโรงเก็บ (เทวินทร์ และพลอยชมพู, 2550)

การเข้าทำลายของไรในผลิตภัณฑ์ในโรงเก็บนั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ทาง คือทางตรงและทางอ้อม โดยการเข้าทำลายทางตรงคือตัวไรจะกินอาหารโดยตรง ทำให้น้ำหนักของผลิตภัณฑ์ลดลง นอกจากจะทำให้น้ำหนักของผลิตผลทางการเกษตรลดลงแล้ว ไรที่กินเมล็ดพันธุ์ยังทำให้คุณค่าทางโภชการลดลงอีกด้วย การทำลายของไรในโรงเก็บยังมีผลต่อการงอกของเมล็ด ไรในโรงเก็บยังส่งผลกระทบต่อผลิตผลทางการเกษตรทางอ้อม โดย Duek *et al*. (2001) รายงานว่าการกินอาหารของไรทำให้เกิดคราบปนเปื้อนและสิ่งขับถ่ายต่างๆ ทำให้มีกลิ่นเปลี่ยนแปลงไป นอกจากนี้ไรในโรงเก็บยังสามารถผลิตสารพิษ โดยมีสารก่อภูมิแพ้เป็นกลุ่มของสารพิษหลักได้ ซึ่งนอกจากที่กล่าวมาแล้วนี้ยังมีผลทางอ้อมอีกอย่างหนึ่งก็คือการเป็นพาหะนำเชื้อโรคที่เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์สู่ผลิตผลทางการเกษตร นอกจากทำให้เกิดความเสียหายทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพของผลผลิตโดยตรงแล้ว ไรยังเป็นพาหะทำให้เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปนเปื้อน และแพร่กระจายของเชื้อราและแบคทีเรีย ทำให้เกิดการเน่าเสียของผลผลิตทางการเกษตร และอาหารที่เก็บรักษาไว้ด้วย

หลายปีที่ผ่านมาการป้องกันกำจัดได้มีการใช้สารเคมีและสารสังเคราะห์ต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดมลพิษทางสิ่งแวดล้อมและยังส่งผลกระทบต่อสัตว์และสุขภาพของมนุษย์ ค่าใช้จ่ายในการใช้สารเคมีค่อนข้างสูง ในปัจจุบันมีการศึกษาโดยนำสารสกัดจากพืชสมุนไพรมาใช้กันอย่างกว้างขวาง และการใช้สารสกัดจากพืชและน้ำมันหอมระเหยจึงเป็นทางเลือกที่น่าสนใจในการควบคุมไรในโรงเก็บ (Isman, 2000; Lee *et al*., 2006) เนื่องจากพืชโดยเฉพาะพืชสมุนไพรมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภคและสิ่งแวดล้อม เช่น มีรายงานว่าพืชตระกูลขิง สามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บและแมลงศัตรูพืชได้ (กรมวิชาการเกษตร, 2554)

ในการศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน ไพล และข่า เพื่อควบคุมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส

อุปกรณ์และวิธีการ

1. การเพาะเลี้ยงไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.)

ไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ที่ใช้ในการทดลอง เก็บมาจากอาหารสัตว์ในเขตกรุงเทพมหานคร ทำการเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณในขวดเลี้ยงไร (mite bottle) นำมาเพาะเลี้ยงเพื่อเพิ่มปริมาณ (Figure 1A) โดยเก็บไว้ในตู้ควบคุมอุณหภูมิ (mite chamber) (Figure 1B) ซึ่งมีถาดพลาสติกใส่สารละลายอิ่มตัวของ KCl เพื่อเก็บรักษาความชื้นภายในตู้ที่ 25±1°C ส่วนอาหารที่ใช้เลี้ยง คือ อาหารหนูบดละเอียด จมูกข้าวสาลี และยีสต์ อัตราส่วนเท่ากับ 4:4:1 (ดัดแปลงจาก Insung and Boczek, 1995)

2. การสกัดน้ำมันหอมระเหย

นำพืชสมุนไพรแต่ละชนิด ได้แก่ ขมิ้นชัน (*Curcuma longa* Linn.) ไพล (*Zingiber cassumunar* Roxb.) และข่า (*Alpinia galanga* (L.) Willd.) มาสกัดเอาน้ำมันหอมระเหยโดยวิธีการกลั่นด้วยน้ำ (water distillation) โดยเติมน้ำพอท่วม ต้มจนเดือดเป็นเวลา 3-6 ชั่วโมง ไขส่วนที่เป็นน้ำมันหอมระเหยเก็บไว้ในภาชนะทึบแสงในตู้เย็นอุณหภูมิ 12°C เพื่อใช้ในการทดสอบกับไรเชื้อราต่อไป

3. การทดสอบน้ำมันหอมระเหยต่อไรเชื้อรา

3.1 การทดสอบโดยวิธีการรม

เตรียมไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) เพื่อทำการทดสอบโดยใช้พู่กัน 1 เส้น สุ่มเขี่ยตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) ไม่จำกัดเพศ จำนวน 10 ตัว ใส่ลงในกรงทดสอบไร (mite cage) (Figure 2A) ซึ่งมีขนาดกว้างxยาวxสูง 3x5x0.45 cm ทำการรมด้วยน้ำมันหอมระเหยจากพืช ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.3, 0.6, 0.9, 1.2 และ 1.5 µl/L air ด้วยใน knockdown chamber ขนาด 25 L (Figure 2B) (ดัดแปลงตามวิธีของอำมร และจรงค์ศักดิ์, 2552) รมนาน 1 ชั่วโมง และตรวจนับอัตราการตายที่ 24 ชั่วโมงทำการทดสอบทั้งหมด 3 ซ้ำการทดลองซ้ำละ 3 กรงทดสอบ

3.2 การทดสอบโดยวิธีการสัมผัส

ทำการทดสอบโดยหยดสารละลายน้ำมันหอมระเหยจากพืช ที่ความเข้มข้น 0 (95% ethanol), 0.02, 0.04, 0.06, 0.08 และ 0.10 µl/cm^2 ลงในหลอดแก้วปลายเปิดทั้งสองด้านขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 0.4 cm ยาว 3 cm แล้วกลิ้งหลอดแก้วเพื่อให้น้ำมันหอมระเหยได้เคลือบหลอดแก้วด้านในเขี่ยไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) จำนวน 10 ตัว ลงในหลอดแก้ว (Figure 3A) ปิดปลายหลอดแก้วด้วยกระดาษกรอง (Figure 3B) ตรวจนับอัตราการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตายที่เวลา 12 และ 24 ชั่วโมงหลังการทดสอบ ทำการทดลอง 3 ซ้ำการทดลอง ซ้ำละ 10 หลอด

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

การหาความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยวางแผนการทดลองแบบ CRD (completely randomized design) คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายของไร โดยใช้สูตรของ Abbott (Abbott's, 1925) และนำข้อมูลที่ได้ทั้งหมดมาวิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธีการ DMRT (Duncan's new multiple range test) ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($P < 0.05$) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SAS

จากข้อมูลขั้นต้น ทำการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชที่มีประสิทธิภาพสูงในความเข้มข้นต่างๆ กัน โดยใช้ Probit analysis ในการคำนวณค่า LC_{50} และ LC_{90} โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS

Figure 1 Mite culture sets, A: mite bottle B: mite chamber

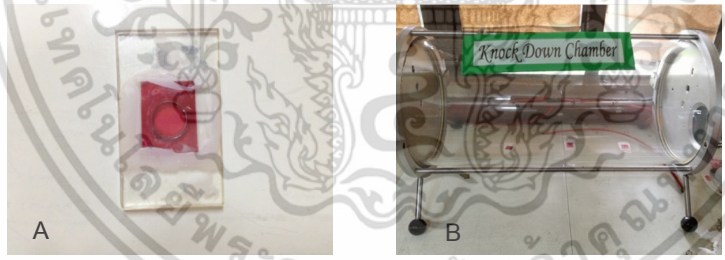

Figure 2 Fumigation test sets, A: mite cage, B: knockdown chamber

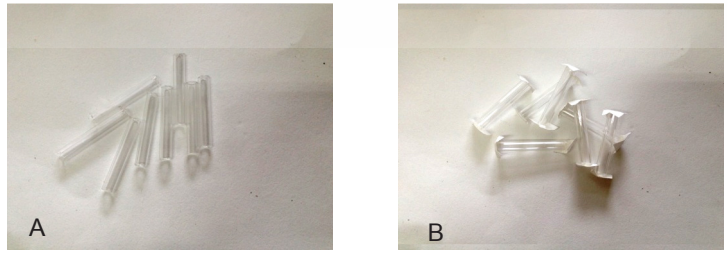

Figure 3 Residual contact test sets, A: Glass tube, B: glass tube covered with filter paper on both ends

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน ไพล และข่า ในการฆ่าตัวเต็มวัยของไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.660 µl/L air และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.342 µl/L air รองลงมาคือ น้ำมันหอมระเหยจากไพล และข่า โดยมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อ 92.9±6.1 และ 80.1±6.6 % มีค่า LC_{50} 0.819 และ 0.963 µl/L air ตามลำดับ และมีค่า LC_{90} เท่ากับ 1.951 และ 1.646 µl/L air ตามลำดับ (Table 1) ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 µl/cm^2 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04 µl/ cm^2 รองลงมาคือน้ำมันหอมจากไพลและข่า โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.059, 0.063 µl/ cm^2 ตามลำดับ (Table 2) และมีค่า LC_{50} ที่ 24 ชั่วโมง เท่ากับ 0.022, 0.029 และ 0.043 µl/ cm^2 ตามลำดับ (Table 3) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ อำมร และจรงค์ศักดิ์ (2552) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน และไพล สามารถฆ่าไรฝุ่น *(Dermatophagoides pteronyssinus)* ได้ โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.561 และ 0.704 µl/cm2 ตามลำดับ และจากการศึกษาของ จรงค์ศักดิ์และคณะ (2553) โดยวิธีการสัมผัส พบว่า น้ำมันหอมระเหยจากพืช ได้แก่ ไพล และขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรดีด *(Formicomotes heteromorphus)* มากกว่า 90 และ100% ที่ 12 ชั่วโมง ตามลำดับ นอกจากนั้น จรงค์ศักดิ์ และคณะ (2552) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน มีประสิทธิภาพในการฆ่าไรศัตรูเห็ด (*Luciaphorus perniciosus* และ *F. heteromorphus*) ได้มากกว่า 80%

Table 1 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. after fumigation with medicinal essential oils at various concentrations (24 hours).

Essential oils	Mortality (%) Concentrations (µl/L air)							LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	1.8				
Turmeric	0.0±0.0[a]	36.7±5.8[a]	48.5±7.9[a]	67.8±1.9[a]	86.0±12.2[a]	87.7±1.5[a]	100.0±0.0[a]	0.660	1.342	1.895	0.124
Cassumunar ginger	0.0±0.0[a]	33.9±9.2[ab]	33.8±7.9[ab]	61.0±5.6[b]	74.3±6.4[a]	80.0±6.5[a]	92.9±6.1[a]	0.819	1.646	1.550	0.105
Galanga	0.0±0.0[a]	23.5±7.4[b]	38.9±1.91[b]	52.0±3.5[c]	70.0±8.9[a]	70.0±4.5[b]	80.1±6.6[b]	0.963	1.951	1.298	0.097
% cv	-	27.9	18.6	7.6	14.2	6.9	6.6				

[1] Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT.

Table 2 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. caused by medicinal essential oils at various concentrations by contact method (12 hours).

Essential oils	Mortality (%) Concentrations (µl/cm^2)						LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.1				
Turmeric	0.0±0.0[a]	33.3±5.1[a]	45.3±8.4[a]	72.7±7.5[b]	100.0±0.0[a]	100.0±0.0[a]	0.040	0.069	48.70	3.071
Cassumunar ginger	0.0±0.0[a]	35.0±6.3[a]	45.5±4.4[a]	81.9±5.9[a]	71.4±10.9[b]	75.2±9.8[b]	0.059	1.108	21.58	1.780
Galanga	0.0±0.0[a]	27.66±8.37[a]	29.5±8.0[b]	71.0±7.8[b]	62.3±3.4[b]	62.3±3.9[c]	0.063	0.131	19.01	1.749
% cv	-	24.28	20.12	10.94	24.8	8.7				

[1] Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 3 Mortality percentage of *Tyrophagus* sp. caused by medicinal essential oils at various concentrations by contact method (24 hours).

Essential oils	Mortality (%) Concentrations (µl/cm^2)						LC_{50}	LC_{90}	Slope	SE
	0	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10				
Turmeric	0.0±0.0^a	72.8±10.3^a	83.0±10.8^a	86.3±9.0^a	100.0±0.0^a	100.0±0.0^a	0.022	0.051	44.69	3.542
Cassumunar ginger	0.0±0.0^a	60.4±9.4^b	72.4±17.4^a	81.9±5.9^{ab}	94.2±8.1^a	91.6±7.9^a	0.029	0.074	28.47	2.138
Galanga	0.0±0.0^a	50.3±9.9^b	52.8±15.5^b	73.9±10.2^b	80.5±8.7^b	73.5±7.5^b	0.043	0.109	19.38	1.725
% cv	-	18.6	23.5	12.3	8.7	8.5				

[1] Means in column followed by the same superscript letter were not significantly different (P<0.05) according to DMRT.

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจาก ขมิ้นชัน ไพล และข่า ในการฆ่าตัวเต็มวัยไรเชื้อรา (*Tyrophagus* sp.) โดยวิธีการรมและวิธีการสัมผัส พบว่า โดยน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันมีประสิทธิภาพในการฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการรมสูงสุด 100% ที่ระดับความเข้มข้น 1.8 µl/L air โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.66 µl/L air ส่วนการทดสอบโดยวิธีการสัมผัส พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชันสามารถฆ่าไรเชื้อราโดยวิธีการสัมผัสได้สูงสุด 100% ที่ 12 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้น 0.10 µl/cm^2 โดยมีค่า LC_{50} เท่ากับ 0.04 µl/ cm^2

เอกสารอ้างอิง

กรมวิชาการเกษตร. 2554. การใช้สมุนไพรป้องกันและกำจัดศัตรูพืช. (แหล่งออนไลน์). แหล่งที่มา : http://it.doa.go.th/pibai/pibai/n11/v_11-jan/kayaipon.html

กรมการข้าว. 2556. องค์ความรู้เรื่องข้าว. (แหล่งออนไลน์). แหล่งที่มา : http://www.brrd.in.th/rkb/postharvest/index.php-file=content.php&id=5.htm

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน อำมร อินทร์สังข์ และชัชฎา ยังนิตย์. 2552. การควบคุมไรศัตรูเห็ด *Luciaphorus perniciosus* Rack และ *Formicomotes heteromorphus* Magowski โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช. คณะเทคโนโลยีการเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

จรงค์ศักดิ์ พุมนวน พิฆเนศ รองพล และอำมร อินทร์สังข์. 2553. ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืชสมุนไพรในการฆ่าไรดีด. วารสารวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 38(1): 124-132.

เทวินทร์ กุลปิยะวัฒน์. 2546. ไรศัตรูเห็ด. เอกสารประกอบการอบรมเรื่อง แมลง-สัตว์ศัตรูพืชและการป้องกันกำจัด ครั้งที่ 12. กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยและพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

เทวินทร์ กุลปิยวัฒน์ และพลอยชมพู กรวิภาสเรือง. 2550. ไรศัตรูพืช. สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช. กรมวิชาการเกษตร

อำมร อินทร์สังข์. 2543. ไรในโรงเก็บและการป้องกันกำจัด. วารสารเกษตรพระจอมเกล้า. 18(1):73-76.

อำมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2552. ผลของน้ำมันหอมระเหยจากพืชต่อไรฝุ่น. วารสารวิทยาศาสตร์. มหาวิทยาลัยขอนแก่น 37(2): 183-191.

อำมร อินทร์สังข์ และจรงค์ศักดิ์ พุมนวน. 2553. การควบคุมไรในโรงเก็บ *Suidasia pontifica* Oudemans โดยใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช. วารสารกีฏและสัตววิทยา 28(1): 41-46.

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. Journal of Economic Entomology 18: 265-267.

Duek, L., Kaufman, G., Palevsky, E. and Berdicevsky, I. 2001. Mites in fungal cultures. Mycoses, 44(9-10): 390-394.

Griffiths, D.A., Eaton, K.K., and Downing F.S. 1985. Storage mites culturing, sampling techniques, identification and their role in house dust allergy in rural areas in the United Kingdom. Annals of Allergy, 55: 62-67.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Insung, A and Boczek., J. 1995. Effect of some extract of medicinal and spicy plant on acarid mites. 211-223. In Proceedings of the Symposium on Advances of Acarology in Poland. Poland.

Isman, M.B., 2000. Plant essential oils for pest and disease management. Crop Protection 19(8): 603-608.

Kondreddi, P.K., Elder, B.L., Morgan, M.S., Vyszenski-Moher, D.L. and Arlian, L.G. 2006. Importance of sensitization to *Tyrophagus putrescentiae* in the United States. Annals of Allergy, Asthma & Immunology 96(1): 124.

Lee, C.-H., Sung, B.-K. and Lee, H.-S. 2006. Acaricidal activity of fennel seed oils and their main components against *Tyrophagus putrescentiae*, a stored-food mite. Journal of Stored Products Research 42(1): 8-14.

Sánchez-Ramos, I and Castañera, P. 2005. Effect of temperature on reproductive parameters and longevity of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae). Experimental and Applied Acarology 36(1-2): 93-105.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้