

**รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์**  
**ประสิทธิภาพของพืชพื้นบ้านไทยต่อการควบคุมด้วงวงข้าวโพดในข้าวสาร**  
**Efficiency of domestic plants on the control of maize weevil of**  
**milled rice grain**

**รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น และ รศ. ดร. ญัฐฐา เลหากุลจิตต์**

**1. ความสำคัญ และที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย**

ประชากรส่วนใหญ่ของประเทศไทยมีอาชีพเกษตรกรรม ซึ่งนำระบบเกษตรกรรมแผนใหม่ หรือเกษตรเคมีมาใช้เพื่อมุ่งเน้นการผลิตเพื่อการค้า โดยนำเอาเทคโนโลยีทางการเกษตรใหม่ ๆ มาใช้แทนแรงงานคนและแรงงานสัตว์ รวมทั้งใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช ทำให้ส่งผลกระทบต่อสุขภาพของเกษตรกร ผู้บริโภค และสภาพแวดล้อม แนวทางในการแก้ไขปัญหา คือ การใช้ระบบเกษตรอินทรีย์ และการประยุกต์ใช้การป้องกันกำจัดศัตรูพืช โดยไม่ใช้สารเคมีเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมีในการผลิตพืชให้ปลอดภัยจากสารเคมี (รินทรา ทิมา, 2546) การใช้สารธรรมชาติจากพืชเป็นแนวทางหนึ่งในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยไม่ใช้สารเคมี ในพืชมีสารที่พืชใช้ในการดำรงชีวิต (สุรพล วิเศษสรรรค์, 2546) หรือมีสารที่ยับยั้งการเจริญเติบโตของพืชชนิดอื่น (allelopathy) (Chon และคณะ, 2005) ซึ่งเป็นสารสำคัญที่เรียกว่าสารทุติยภูมิ (secondary plant substances) บางชนิดมีผลกระทบต่อแมลงศัตรูพืช ในการยับยั้งการสร้างฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบ ยับยั้งปฏิกิริยาของเอนไซม์ทำลายพืชของแมลง ยับยั้งการกิน ขับไล่แมลง และป้องกันโรคพืช (สุรพล วิเศษสรรรค์ และคณะ, 2544; สุรพล วิเศษสรรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545) พืชที่อยู่ในประเทศไทยหลายชนิดที่มีศักยภาพนำมาใช้เป็นสารป้องกันกำจัดศัตรูพืช (ลาวัลย์ จีระพงษ์, 2542; กองบรรณาธิการเกษตรธรรมชาติ, 2545; สุรพล วิเศษสรรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545; รุ่งระวี เต็มศิริฤกษ์กุล และคณะ, 2547) เป็นต้น ดังนั้นการศึกษานี้จึงเป็นการศึกษารวบรวมชนิดพืชที่ใช้เป็นแหล่งของสารกำจัดศัตรูพืช โดยเฉพาะแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ

ข้าวเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทย ปริมาณการส่งออกข้าวของไทย (ทั้งในรูปของข้าวสาร ข้าวหนึ่ง) อยู่ในอันดับต้นๆ (ลำดับที่ 1 หรือที่ 2) ของโลก อย่างไรก็ตามการส่งออกข้าวของไทย จำเป็นที่จะต้องรวบรวมผลผลิต ก่อนการส่งออก โดยจะเก็บรวบรวมในโรงเก็บ (storage house) ผลผลิตที่เก็บในโรงเก็บเหล่านี้มักจะได้รับ ความเสียหายระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งมาจากหลายสาเหตุทั้ง environmental factor ได้แก่ ความชื้น และอุณหภูมิของอากาศภายในโรงเก็บ และสาเหตุที่สำคัญอีกประการหนึ่ง biological factor ได้แก่ นก หนู และแมลง จากรายงานของ กรมวิชาการเกษตร (2545) ระบุว่า การเข้าทำลายข้าวของแมลงศัตรูข้าวทำความเสียหายให้แก่ข้าวในโรงเก็บมากที่สุด จากการที่ FAO (1984) สสำรวจความเสียหายของผลผลิตทางการเกษตรที่เกิดจากแมลงทั่วโลกเฉลี่ย 5 - 10 % และในบางประเทศอาจสูงถึง 50 % ซึ่งการทำลายของแมลงนั้นทำให้เกิดความเสียหายต่อข้าวทั้งในด้านปริมาณและคุณภาพ ทำให้คุณภาพของข้าวไม่ได้มาตรฐานของตลาดต่างประเทศ สินค้าที่ได้ส่งออกถูกประท้วงหรือส่งกลับคืน เพราะพบความเสียหายของข้าว และมีปริมาณของแมลงมากเกินไปจนกำหนด ซึ่งทำให้ชื่อเสียงของประเทศเสียหาย และยังทำให้ข้าวและผลผลิตทางการเกษตรอื่นๆ จำหน่ายไม่ได้ หรือจำหน่ายได้ในราคาที่ไม่ดี ทำให้ประเทศสูญเสียเงินไปเป็นจำนวนมาก และแมลงที่ก่อให้เกิดปัญหามากที่สุดในข้าวสาร คือ ด้วงวงข้าวโพด (maize weevil) หรือนิยมเรียกว่า “มอดข้าวสาร” การป้องกันความเสียหายของข้าวจากด้วงวงข้าว (Sitophilus oryzae L.) นิยมใช้สารเคมี เนื่องจากใช้สะดวก และให้ผลเร็ว แต่สารเคมีเหล่านั้นทำให้เกิด

การตกค้างในสิ่งแวดล้อม รวมทั้งส่งผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์ ทำลายสิ่งมีชีวิตที่เป็นประโยชน์ ทำให้ศัตรูเป้าหมายเกิดความต้านทาน อีกทั้งยังมีผลกระทบทางการค้า เนื่องจากถูกใช้เป็นข้อกีดกันทางการค้า (trade barrier) (กรมวิชาการเกษตร, 2545) แนวทางในการลดการใช้สารเคมีในโรงเก็บวิธีหนึ่ง คือ การใช้สารจากพืช (plant products) ซึ่งสามารถใช้ได้หลายรูปแบบ เช่น แบบผง (powder) และแบบสารสกัด (plant extract) โดยมีรายงานว่าใบของ *Cassia sophora* ที่บดเป็นผงคลุกกับข้าวกล้องในอัตราส่วนร้อยละ 5 (w/w) สามารถป้องกันการวางไข่ของด้วงวงข้าวสารได้ (Kestenholz และคณะ, 2005) ส่วนสารสกัดจากพืชได้แก่ volatile oils, alkaloids และ terpenoids (รัตนา อินทรานุกุล, 2547) โดยเฉพาะสารสกัด terpenoids 5 ชนิด คือ 3-keto-22-hydroxonoceradiene, onoceratriene, onoceradienedione, lansiolic acid และ lansiolic acid A จากส่วนของเปลือกลำต้นของกลางสาต สามารถยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวได้ โดยที่ onoceradienedione ยับยั้งได้ดีที่สุดในขณะที่สาร terpenoids ของพืชจำพวก Rutales เช่น มะฮอกกานี และ cedar ที่สามารถยับยั้งการกินอาหารของด้วงวงข้าวได้ดี คือ humilinolide C และ gedunin (Omar และคณะ, 2005) นอกจากนี้การใช้โปรตีนจากแป้งถั่ว (pea flour) ความเข้มข้นร้อยละ 1 (w/w) สามารถใช้ไล่ด้วงวงข้าวและเป็นพิษทำให้ตัวแก่ของด้วงวงข้าวตายได้ร้อยละ 100 ทำให้อายุการเก็บรักษาข้าวสารได้นานขึ้น (Kumar และคณะ, 2004) ดังนั้นในการศึกษานี้จึงมุ่งเน้นรวบรวมพืชจากธรรมชาติมาทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันและควบคุมการเข้าทำลายของมอดข้าวสาร ซึ่งจะเป็ประโยชน์ต่อข้าวที่ปลูกจากระบบเกษตรอินทรีย์ และเป็นการเพิ่มศักยภาพในการนำพืชตามธรรมชาติที่หาได้ง่าย ลดต้นทุนค่าใช้จ่าย เป็นการเพิ่มมูลค่าของพืชที่นำมาใช้ และเพิ่มมูลค่าของสินค้าข้าวอีกทางหนึ่งด้วย

## 2. วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษารวบรวมชนิดของพืชท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันควบคุมด้วงวงข้าว
- 2.2 เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของพืชจำนวน 20 ชนิดต่อการป้องกันควบคุมด้วงวงข้าวในระหว่างการเก็บรักษาข้าวสารอินทรีย์

## 3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

- 3.1 รวบรวมข้อมูลและคัดเลือกพืชท้องถิ่นที่มีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงวงข้าว
- 3.2 ศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการควบคุมด้วงวงข้าว จากพืชที่รวบรวมได้จากข้อ 7.1 ไม่ต่ำกว่า 20 ชนิด (เช่น ขมิ้น กระเพรา น้อยหน่า มะนาว มะกรูด แมงลัก ดอกสารภี ดอกต้อยตุง กระเทียม ใบขี้เหล็ก ใบชะพลู กานพลู ขิง ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน พริกขี้หนู ว่านน้ำ หางไหลแดง หญ้าแห้วหมู และหญ้าวงช้าง)
- 3.3 การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดเพื่อประเมินคุณสมบัติการเป็นสาร biopesticide โดยใช้สมุนไพรรวม (ผง)เข้มข้น 0, 0.5, 1, 2 และ 5% (w/w) ทดสอบกับตัวเต็มวัยด้วงวงข้าวโพด
  - 3.3.1 ทดสอบประสิทธิภาพในการไล่ต่อด้วงวงข้าวโพด (repellency bioassays) โดยใช้เทคนิค 'cup bioassay technique' ตรวจนับทุก 1, 12, 24, 48 ชั่วโมง
  - 3.3.2 ทดสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษต่อด้วงวงข้าวโพด (toxicity) บันทึกอัตราการตายทุก 24 ชั่วโมง
- 3.4 นำสมุนไพรรวมที่มีประสิทธิภาพดีที่สุดจากข้อ 7.3 มาทดสอบในการควบคุมด้วงในระหว่างการเก็บรักษาข้าวหอมมะลิ ทั้งข้าวกล้องและข้าวขัดขาว เปรียบเทียบกับข้าวหอมมะลิเคมี

3.5 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดย LSD (Least Significant Difference) แบบ DMRT (Duncan's New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

#### 4. ทฤษฎี สมมุติฐาน (ถ้ามี) และกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

1. พืชท้องถิ่นของไทยมีประสิทธิภาพในการนำมาใช้ในการควบคุมศัตรูพืชได้ต่างกัน
2. พืชท้องถิ่นต่างชนิดกัน และความเข้มข้นของพืชต่างกันมีประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงวงข้าวโพดได้ต่างกัน

#### 5. การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

ถึงแม้ว่าประเทศไทยส่งออกสินค้าเกษตรเป็นรายได้หลัก และใช้นโยบายควบคุมคุณภาพและความปลอดภัยของผลผลิต (food safety) สำหรับการค้าระหว่างประเทศ ซึ่งมีการแข่งขันอย่างเสรีจากประเทศคู่ค้าที่สำคัญ ได้แก่ สหรัฐอเมริกา ญี่ปุ่น และสหภาพยุโรป เป็นต้น (สำนักงานเศรษฐกิจการคลัง กระทรวงการคลัง, 2549) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณการนำเข้าสารกำจัดศัตรูพืชกลับมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น (สำนักควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 2549) สารกำจัดศัตรูพืชที่นำมาใช้ก่อให้เกิดปัญหาหลายประการ (Johnson, 2003) แนวทางในการลดปัญหามีหลากหลาย เช่น การใช้สารเคมีอย่างถูกต้องและเหมาะสม การใช้กฎหมายบังคับ (กรมควบคุมมลพิษ, 2538) การใช้พันธุ์พืชต้านทานศัตรูพืช การควบคุมโดยวิธีกล (เช่น การใช้กับดักแมลง ใช้สี และไฟล่อแมลง) การใช้วิธีการอื่น (เช่น การทำให้แมลงเป็นหมัน) การเขตกรรมและระบบปลูกพืชหมุนเวียน การควบคุมแมลงศัตรูพืชโดยชีววิธี (เช่น การใช้จุลินทรีย์ควบคุมแมลงศัตรูพืช การใช้ตัวห้ำ และตัวเบียน การใช้ plant-incorporated-protectants: PIPs) (Szuhay, 2006) และการใช้สารสกัดจากพืชตามธรรมชาติ (plant extract) ซึ่งการนำสารสกัดมาควบคุมศัตรูพืชได้รับความสนใจมากขึ้น เนื่องจากไม่มีฤทธิ์ตกค้างที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตอื่นนอกเป้าหมาย โดยรายงานวิจัยหลายฉบับยืนยันผลการศึกษาตรงกันว่าสารสกัดจากพืชสมุนไพรหลายชนิดมีผลต่อการควบคุมการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืชเกษตรได้หลากหลาย เช่น สารสกัดจากพืช *Dysoxylum malabaricum* Bedd. (วงศ์ Meliaceae) ช่วยควบคุมแมลง *Anopheles stephensi* Liston (วงศ์ Culicidae) (Nathan และคณะ, 2006) ใบยาสูบใช้กำจัดแมลงจำพวกเพลี้ยอ่อนและหนอนผีเสื้อ โล่ต้นใช้ในการป้องกันกำจัดหนอนผีเสื้อ (อ้างอิงในธรรมศักดิ์ ทองเกตุ, 2544) สารสกัดจากพืช *Melia azedarach* ใช้ควบคุมแมลง elm leaf beetle (*Xanthogaleruca luteola*) (Defagó และคณะ, 2006) เป็นต้นประกอบกับแหล่งความหลากหลายของชนิดพืชท้องถิ่นภายในประเทศมีมากกว่า 250,000 ชนิด เป็นพืชมีเมล็ด (seed plants or higher plants) ประมาณ 245 วงศ์ (family) 1,763 สกุล (genus) และ 9,002 ชนิด (species) และเป็นพืชชั้นต่ำจำพวกเฟิร์น (pteridophytes) อีกประมาณ 620 ชนิด (อ้างอิงในราชันย์ ภูมา, 2549) ดังนั้นการศึกษารวบรวมความหลากหลายของพืชที่สามารถนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชจะเป็นประโยชน์กับสินค้าเกษตรของไทย เป็นการลดสารตกค้าง ลดการนำเข้าสารเคมีกำจัดศัตรูพืช และเป็นการเพิ่มมูลค่าสินค้าเกษตรของไทยอีกด้วย

ประชาชนส่วนใหญ่ของไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรม สามารถผลิตสินค้าเกษตรและส่งออกไปจำหน่ายยังประเทศต่างๆ นำรายได้เข้าประเทศปีละหลายหมื่นล้านบาท สินค้าเกษตรที่สำคัญ ได้แก่ ข้าว อย่างไรก็ตามปัญหาที่มักพบในการเก็บรักษาผลผลิตทางการเกษตรเพื่อการส่งออก หรือเพื่อเก็บไว้บริโภคภายในประเทศ คือ การเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช (insect infestation) โดยอาจมีการเข้าทำลายตั้งแต่

ปลูก จนถึงเก็บเกี่ยว และการเก็บรักษา ซึ่งมีปัจจัยหลายๆด้านเข้ามาเกี่ยวข้องต่อการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพืช ได้แก่ สภาพแวดล้อมของแปลงปลูก สถานที่เก็บรักษา สถานที่บรรจุ รวมถึงการขนส่ง และในปัจจุบันการป้องกันการเข้าทำลายของแมลงในโรงเก็บผลผลิตนิยมใช้สารเคมีรม (fumigation) ซึ่งเป็นวิธีการที่ประหยัด เห็นผลเร็ว และสามารถจัดการแมลงศัตรูพืชในโรงเก็บได้หลายชนิด ซึ่งสารที่นิยมใช้ในการรมมักเป็นสาร biologically active ระเหยได้ง่าย ไม่ไวไฟ ไม่กัดกร่อน และไม่ดูดซึมเข้าเมล็ดธัญพืช ได้แก่ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) และ phosphine ถึงแม้ว่าเมทิลโบรไมด์จะมีประสิทธิภาพในการควบคุมแมลงได้ดีแต่ในปัจจุบันมีข้อห้ามเนื่องจากสารนี้ทำลายโอโซนในชั้นบรรยากาศ (WMO, 1995) และยังเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่น (รวมทั้งมนุษย์) ส่วน phosphine นอกจากเป็นพิษต่อคนแล้ว ยังส่งผลให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสาร phosphine ได้ และสารเคมีเหล่านี้ถูกห้ามนำมาใช้ในการรมเมล็ดธัญพืช โดยเฉพาะพืชอินทรีย์ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นในการพัฒนาสารจากธรรมชาติที่ไม่ก่อให้เกิดโทษมาทดแทนสารเคมีที่ใช้ในการรมแมลงศัตรูพืช มีรายงานระบุว่าน้ำมันหอมระเหย (essential oil) จากพืชหลายชนิดมีประสิทธิภาพในการกำจัดศัตรูพืช แต่ยังไม่มีการนำมาใช้ในรูปของผงบด (powder) ประเทศไทยมีความหลากหลายทางชีวภาพของพืชพรรณ (biodiversity) มาก การประยุกต์ใช้พืชบดผงในการควบคุมแมลงศัตรูพืชจะเป็นการเพิ่มศักยภาพของสาร biological activities ซึ่งนอกจากจะเป็นการเพิ่มมูลค่าของข้าวและสารจากธรรมชาติแล้ว ยังสามารถใช้เป็นต้นแบบหรือเทคนิคไปใช้พัฒนาในการผลิตพืชอินทรีย์ เพื่อการพัฒนาการเกษตรที่ยั่งยืนต่อไป

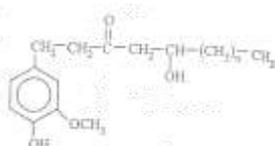
ปัญหาในระหว่างการเก็บรักษาข้าวจากแมลงศัตรูในระหว่างการเก็บรักษามีสูงมากกว่าร้อยละ 5 ของผลผลิตข้าว (ประยูร และคณะ, 2528) ซึ่งแมลงในโรงเก็บที่เป็นปัญหาสำคัญในระหว่างการเก็บรักษาข้าว โดยทำความเสียหายทั้งทางตรงและทางอ้อมด้วยการเป็นสื่อกลางนำพาจุลินทรีย์หรือสิ่งปนเปื้อนอื่นๆ เข้ามาทำลาย ซึ่งมีหลายชนิดได้แก่ ฝี่เสื่อข้าวเปลือก (angoumois grain moth) ตัวงวงข้าว (rice weevil) มอดหัวป้อมหรือมอดข้าวเปลือก (lesser grain borer) มอดสยาม (siamese grain beetle) มอดฟันเลื่อย (saw-toothed grain beetle) เป็นต้น แต่แมลงศัตรูข้าวที่พบได้ในประเทศไทยและเป็นปัญหามากที่สุดในระหว่างการเก็บรักษา คือ ตัวงวงข้าวโพด (maize weevil) *Sitophilus zeamais* Motschulsky (Coleoptera: Curculionidae) อยู่ในวงศ์ Curculionidae ซึ่งจัดเป็นวงศ์ขนาดใหญ่ ตัวงวงข้าวโพดเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญที่สุด (Pintureau และคณะ, 1991) ต่อเมล็ดที่ใช้ทำพันธุ์หรือเพื่อการบริโภครวมทั้งข้าวเปลือก และมอดแป้ง (flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) Coleoptera : Tenebrionidae) ในการเข้าทำลายของตัวงวงข้าวโพดนั้น ตัวเต็มวัยใช้กรรมที่ปลายงวงเจาะเมล็ดพืชเป็นรูทรงกระบอกเพื่อวางไข่ ตัวอ่อนจะกัดกินเมล็ดภายในจนเป็นดักแด้ และเจาะเมล็ดออกมาเมื่อเป็นตัวแก่ ทำให้เมล็ดพืชถูกทำลายเป็นโพรงด้านในเหลือแต่เปลือกใช้ประโยชน์ไม่ได้ ส่วนมอดแป้งจะวางไข่ปะปนในอาหาร มีสีขาวครีม ฟักเป็นตัวในระยะ 4-6 วัน หนอนมีสีครีมปนเหลือง ลำตัวเป็นปล้องๆเห็นชัด จากนั้นจะเข้าดักแด้ และกลายเป็นตัวเต็มวัย เป็นประเภท secondary pest คือ ไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชได้ด้วยตัวเองได้เหมือนตัวงวงข้าว แต่จะเข้าทำลายซ้ำภายหลังแมลงทำลายเป็นรู แต่เป็นศัตรูที่สำคัญ เพราะสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้แป้งมีกลิ่นเหม็นและเปลี่ยนสี กลิ่นจะติดทนในแป้ง สามารถทำลายไข่และตัวอ่อนของแมลงชนิดอื่น รวมทั้งสามารถทำลายเมล็ดพืชแป้งชนิดต่างๆ ไร่ข้าว เครื่องเทศ กาแฟ โกโก้ ผลไม้แห้ง และหนังสัตว์ได้อีกด้วย

เมล็ดธัญพืช เช่น ข้าว ข้าวสาลี ถั่วชนิดต่างๆ เป็นต้น มีแมลงปนเปื้อนและเข้าทำลายตั้งแต่การเก็บเกี่ยว ระหว่างการเก็บรักษา จนกระทั่งถึงผู้บริโภค การที่แมลงเข้าทำลายเมล็ดธัญพืชนั้นมีปัจจัยหลายประการ เช่น สภาพอากาศเก็บเกี่ยว สภาพแวดล้อม ความสะอาดของภาชนะเก็บ และกรรมวิธีการเก็บรักษา

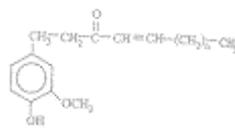
ในประเทศกำลังพัฒนาได้พยายามใช้วิธีการต่างๆ เพื่อลดการปนเปื้อนจากแมลงในอุตสาหกรรมผลิตธัญพืชและเมล็ดพันธุ์ วิธีการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูพืชซ้ำๆ มีหลายวิธีแต่ต้องคำนึงถึงและระมัดระวังในการจัดการผลิตผลการเกษตร เพราะใช้เป็นอาหารของคนและสัตว์ วิธีการป้องกันและกำจัดแมลงศัตรูในโรงเก็บสามารถแบ่งได้ 2 แบบ คือ การไม่ใช้สารเคมีและการใช้สารเคมี (สำนักวิจัยและพัฒนาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, 2548) ได้แก่ 1) วิธีทางกล ได้แก่ การรักษาความสะอาดโรงเก็บ อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ การใช้สารหรือวัสดุคลุมเมล็ด (กุสุมา นวลวัฒน์ และคณะ, 2548; Kumar และคณะ, 2004; Kavallierato, 2006 ; สำนักวิจัยและพัฒนาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, 2548) 2) วิธีทางกายภาพ ได้แก่ การลดความชื้น เมล็ดที่เก็บรักษาที่ความชื้นสูงมีความเหมาะสมกับการเจริญเติบโตของแมลง การฉายรังสี (Hiroshi และคณะ, 1997; Cotton, 1963; Howe และคณะ, 1956; Sirisoontarak และ Noomhorm, 2006; กุสุมา นวลวัฒน์ และคณะ, 2548) 3) วิธีทางชีวภาพ การใช้แมลงศัตรูธรรมชาติ (พิมลพร นันทะ, 2536)

สำหรับการป้องกันแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร เช่น ดั้วงวงข้าวโพด โดยการไม่ใช้สารเคมีนั้นอีกวิธีหนึ่งที่กำลังเป็นที่สนใจ คือ การใช้สารจากพืชสมุนไพรมาใช้ควบคุมป้องกันดั้วงวงข้าวโพด โดยรูปแบบการนำสารจากพืชมาใช้สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น น้ำมันระเหยง่าย (essential oils) สารสกัดหยาบ (crude extracts) และผงแห้งบดละเอียด (powders) (สังวาล สมบูรณ์ และคณะ, 2547) ซึ่งวิธีที่ทำให้พืชแห้งโดยคงคุณภาพของสมุนไพร ควรจะทำให้แห้งโดยวิธีที่เร็ว และใช้อุณหภูมิที่ต่ำ เพราะการใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งพืช จะทำให้สารสำคัญในพืชสลายหรือเปลี่ยนแปลงไปได้ การทำแห้งอาจจะทำได้โดย 1) Air drying ซึ่งเป็นการทำให้แห้งในอากาศอาจจะเป็นการทำแห้งในที่ร่ม (shade drying) หรือ ตากแดด (sun drying) 2) Artificial heat เป็นการทำให้แห้งโดยใช้ความร้อนจากพลังงานอื่น เช่น ไฟฟ้า ได้แก่การทำให้แห้งโดยใช้ตู้อบ ซึ่งจะมีการควบคุมอากาศที่ผ่านเข้าออกและอุณหภูมิ วิธีนี้จะดีกว่าวิธีแรกที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้แน่นอน (นันทวัน บุญยะประภัสร์, 2534)

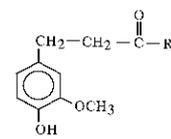
พืชที่มีรายงานว่าสามารถป้องกันแมลงศัตรูในโรงเก็บได้มีอยู่หลายชนิด เช่น ขิง พริกขี้หนู ตะไคร้ มะกรูด ขมิ้น กานพลู เมล็ดน้อยหน่า มะนาว แมงลัก และ กระเพรา (ผู้สติ สายชนะพันธ์, 2546) โดยลักษณะของพืชและสารออกฤทธิ์ที่สำคัญ ได้แก่ สารออกฤทธิ์ในขิง ได้แก่ จินเจอร์อล (gingerol) โชกาออล (shogaol) และซิงเจอโรน (zingeron) (รูปที่ 2,3 และ 4) (รัตนา, 2545) น้ำมันขิงที่เตรียมใหม่ๆ มี gingerol เป็นองค์ประกอบหลัก ส่วน shogaol และ zingerone เป็นสารที่ไม่เกิดตามธรรมชาติ แต่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมีขณะที่เตรียมและเก็บน้ำมันขิง โดย gingerol เปลี่ยนเป็น shogaol ซึ่งมีกลิ่นหอมฉุนมากกว่า ด้วยปฏิกิริยาดีไฮเดรชัน (dehydration) และเปลี่ยนเป็น shogaol ด้วยปฏิกิริยาริโทร-อัลดอล (retro-aldol) (Chen และ Ho, 1986)



Gingerol



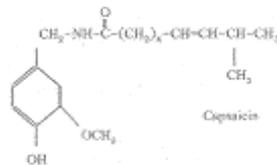
Shogaol



Zingerone

สารออกฤทธิ์ในพริก มีชื่อ ว่า แคพไซซิน (capsaicin) มีชื่อทางเคมีว่า 8-methyl-N-vanillylnon-6-enamides แคพไซซิน เป็น อัลคาลอยด์ (alkaloid) ชนิดหนึ่ง รูปร่างเป็นผลึกรูปใบไม้เล็กๆ สีขาว สารให้ความเผ็ดนี้จะมีอยู่ในพริกแทบทุกชนิด แต่จะมีปริมาณมากน้อยแตกต่างกันออกไปตามชนิด พันธุ์ แหล่ง

ปลุก และความแก่ของผลพริก แคปไซซินมีคุณสมบัติไม่ละลายในน้ำเย็น รสเผ็ดร้อนของพริกจะอยู่บริเวณไส้หรือรอกพริก ซึ่งมีเมล็ดเกาะอยู่ นอกจากนี้ยังมีสารที่ให้รสเผ็ดอื่นๆ ที่พบในพริก เช่น dihydrocapsaicin, nordihydrocapsaicin, homocapsaicin และ homodihydrocapsaicin ซึ่งอาจรวมเรียกสารประกอบเหล่านี้ว่า แคปไซซินอยด์ (capsaisinoids) แต่เนื่องจากว่าจะพบแคปไซซินในปริมาณที่มากกว่าจึงมักจะเรียกสารประกอบที่ให้ความเผ็ดว่า แคปไซซิน ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเป็นสารขับไล่แมลง เป็นพิษต่อระบบอาหารของแมลง



สูตร โครงสร้างของกลุ่มสารให้ความเผ็ดในพริก

สารสำคัญในน้ำมันหอมระเหยในเหง้าและกาบใบ ซึ่งประกอบด้วยสารซิทรัล (Citral), ยูจีนอล (Eugenol), เจอรานิออล (Geraniol), ซิโตรเนลลอล (Citronellol), เมอร์ซีน (Myrcene), การบูร (Camphor), เฟอฟูรอล (Furfural), ลูทีโอลิน (Luteolin), Cymbopogonol, Cymbopogone, Nerol, Linalool, Dipentene, Citronelol, Cymbopol, 1,4-Cineolie มีรายงานว่า citronella oil ซึ่งพบในตะไคร้หอม เป็นสารป้องกันยุงลายได้ดี (สุจิตังจร เข้มทอง, 2544 อ้างจาก Christopher ,1947)

สารสำคัญในใบและผลมะกรูด เมื่อนำมากลั่นด้วยไอน้ำจะให้ น้ำมันหอมระเหยในปริมาณ 0.08 % และ 4 % ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยจากใบมะกรูดของไทย มีองค์ประกอบที่สำคัญได้แก่ citronellal 65.4 % , citronellol geranyl acetate delta-cadiene 6.4 % , citronellyl acetate 5.1 % , beta-pinene sabinene 4.9 % , isopulegol 4.9 % และยังมีสารประกอบอื่นๆ อีก ส่วนน้ำมันหอมระเหยจากผิวมะกรูด มีองค์ประกอบที่สำคัญ ได้แก่ beta-pinene 30 % , limonene 29.2 % , citronellal 4.2 % , alpha-pinene 2.5 % , myrcene 1.4 % และ 1,8 cineol 1.3 % (นิจศิริ เรื่องรังษี และ พยอม ตันติวัฒน์, 2534) มีรายงานว่า cineole เป็นสารกลุ่ม monoterpenoids มีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารธรรมชาติที่สามารถตัววงวงข้าว มอดแป้ง และมอดพินเลี้ยงได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ที่ความเข้มข้น 50 µg/ml air (Lee และคณะ, 2003) สอดคล้องกับการศึกษาของ Tripathi และคณะ (2001) ที่รายงานว่า 1,8 cineol มีฤทธิ์ทั้งในลักษณะสัมผัสตาย เป็นสารรม และมีผลยับยั้งการกินอาหารของมอดแป้งได้

สำหรับการศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการควบคุมแมลงศัตรูโรงเก็บ มีการศึกษาดังต่อไปนี้

1. เป็นสารไล่แมลง (repellent) ให้แมลงไม่มาวางไข่ ส่วนมากเป็นสารที่มีกลิ่น เช่น น้ำมันหอมระเหยที่มีส่วนผสมของสารเคมีหลายชนิด สามารถพบได้ในพืชจำพวก สะระแหน่ กระเพรา โหระพากานพลู หรือ ยูคาลิปตัส เป็นต้น ซึ่งสารดังกล่าวสามารถไล่แมลงได้เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็ก จึงสามารถระเหยได้ง่าย รวดเร็ว เช่น สาร eugenol ในกระวาน กานพลู โหระพา มีการออกฤทธิ์สูงในการไล่ยุง สาร linalool ในมะนาว และสาร limonoids ในเลี่ยน ไล่หนอนเจาะผลโกโก้ และมอดแป้งได้ (สุรพล วิเศษสรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545) มีรายงานว่า Wong และคณะ(2005) ทดลองใช้สารสกัดจากพืช 5 ชนิดได้แก่ citronella, garlic oil, neem extract, pine

oil และ pyrethrum เพื่อเป็นสารไล่แมลง (insect repellent) ซึ่ง citronella มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่แมลง

2. ระวังการกินของแมลง (antifeedant) สารประเภทนี้มักจะมีรสขม หรือมีรสฝาด หรือเป็นสารที่มีส่วนประกอบของ alkaloids เช่น สารในกลุ่มของ sesquiterpenes อย่าง pinguison และ absinthin มีผลยับยั้งการกินอาหารของตัวอ่อนหนอนเจาะมันฝรั่งได้ (สุรพล วิเศษสรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545) โดยที่สารเหล่านี้จะไปจับกับ binding site ที่ตุ่มรับรสของแมลงทำให้แมลงไม่ยอมกินอาหาร เช่น สารสกัด onoceradienedione ที่สกัดได้จากเปลือกลำต้นของกลางสาต และสาร humilinolide C และ gedunin ที่สกัดได้จากพืชจำพวก Rutales คือ มะฮอกกานี และ cedar ซึ่งเป็นสาร terpenoid นั้นสามารถใช้เป็นสารยับยั้งการกินอาหารของด้วงงวงข้าวได้ (Omar และคณะ, 2005)

3. ยับยั้งการเจริญเติบโตของแมลง โดยมีผลให้ฮอร์โมนที่ใช้ในการลอกคราบของหนอนลดน้อยลง ทำให้หนอนลอกคราบไม่ได้และตายในที่สุด เช่น สาร azadirachtin ในใบและเมล็ดสะเดา ซึ่งเป็นสาร triterpenoid จะไปรบกวนการเจริญเติบโตของแมลง โดยที่สูตรโครงสร้างของ azadirachtin นั้นมีลักษณะคล้ายกับฮอร์โมน ecdysone ซึ่งมีหน้าที่ช่วยในการลอกคราบของแมลง สาร azadirachtin จะไปยับยั้งการสร้างฮอร์โมน ทำให้แมลงไม่สามารถลอกคราบได้ จึงหยุดการเจริญเติบโตในที่สุด

4. เป็นพิษโดยตรงต่อแมลง ทำให้แมลงตาย โดยที่สารออกฤทธิ์ของพืชจะไปออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทของแมลง โดยการไปยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ Acetylcholinesterase (Ach) โดยโมเลกุลของสารจากพืช จะจับกับเอนไซม์ดังกล่าวที่ serine hydroxyl group ทำให้เอนไซม์ไม่สามารถทำงานได้ ผลที่ตามมาคือมีการสะสมของ acetylcholine ซึ่งเป็นสารสื่อประสาท จึงมีการกระตุ้นของกระแสประสาทอย่างรุนแรง (hyperexcitation) แมลงแสดงอาการกระวนกระวาย สั่น เคลื่อนไหวไปมาและชัก กระตุกในที่สุดเป็นอัมพาต สารออกฤทธิ์ที่สามารถฆ่าแมลงได้ เช่น สารนิโคตินในใบยาสูบ สาร azadirachtin จากใบ หรือเมล็ดของสะเดา และน้ำมันหอมระเหยจาก peppermint, oregano, basil และ rosemary สามารถกำจัดด้วงงวงข้าวได้ (Shaaya และคณะ, 1997) สาร herculin ในพืชจำพวก มะตูม มะนาว ส้มเกลี้ยง มะกรูด ซึ่งสารชนิดนี้จะมีกลิ่นของ isobutylamide ที่ออกฤทธิ์เป็นพิษเหมือนสารไพรีธรอยด์ (สุรพล วิเศษสรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545)

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Chander และคณะ (1992) ศึกษาการใช้น้ำมันระเหยง่ายและผงบดละเอียดของพืชตระกูล Zingiberaceae ร่วมกัน(น้ำมันระเหยง่าย 8 mg/kg กับผงบดละเอียด 1-10 g/kg) สามารถควบคุมการเพิ่มประชากรของมอดแป้งได้ โดยไม่ทำให้คุณภาพการหุงต้มของข้าวเปลี่ยนไป แต่ทำให้สีของเมล็ดข้าวเปลี่ยนเล็กน้อย

Hiroshi และคณะ (1997) ศึกษาการใช้อุณหภูมิต่ำที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของด้วงงวงข้าวโพด และด้วงงวงข้าว อย่างไร โดยที่การทดลองนี้จะใช้อุณหภูมิ 30 25 20 15 10 และ 5 องศาเซลเซียสในการทดลอง พบว่า เมื่อทำการลดอุณหภูมิลง อัตราการใช้ออกซิเจนและการเคลื่อนไหวของแมลงทั้งสองชนิดก็มีแนวโน้มที่ลดลงด้วย (แปรผันตรงกับอุณหภูมิ) โดยที่การลดอุณหภูมิต่ำลงนี้จะมีผลต่อด้วงงวงข้าวมากกว่าด้วงงวงข้าวโพด แต่ก็ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก

Shaaya และคณะ (1997) ศึกษาถึงการใช้น้ำมันที่สกัดได้จากพืชสมุนไพรต่างๆ มาเป็นสารรมและสารฆ่าแมลงในโรงเก็บ ในการศึกษาน้ำมันหอมระเหยจาก peppermint, oregano, basil และ rosemary พบว่า ปริมาณต่ำสุดที่สามารถทำให้ด้วงงวงข้าวตายได้ 50 % คือ 7.5, 15.4, > 15 และ > 15  $\mu\text{l}$  / l ตามลำดับ และ ปริมาณต่ำสุดที่สามารถทำให้มอดแป้งตายลงได้ 50 % คือ 11.1, > 15, > 15

และ  $> 15 \mu\text{l} / \text{l}$  ตามลำดับ ในขณะที่การศึกษาการใช้น้ำมันถั่วเหลืองมาคลุกกับเมล็ดข้าวสาลี เพื่อป้องกันและกำจัด ตัวงวงข้าวนี้ พบว่า การใช้น้ำมันถั่วเหลืองที่อัตรา 10 g/kg เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (ไม่มีการคลุกเมล็ดข้าวกับน้ำมัน) การใช้น้ำมันถั่วเหลืองคลุกเมล็ดข้าวสาลี มีผลทำให้การเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรของตัวงวงข้าวโพด ต่ำกว่า ชุดควบคุม เมื่อทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 15 เดือน

Papachristos และ Stamopoulos (2002) กล่าวว่า ไอรอะเหยจากการกลั่นน้ำมันหอมระเหย จำนวน 13 ชนิด รวมทั้งขึ้นฉ่าย (*Apium graveolens*) สามารถต้านทานแมลงพวก *Acanthoscelides obtectus* (Say) ได้ ซึ่งสารสกัดที่นำมาทดสอบมีบทบาทในการไล่แมลง ความสามารถในการออกไล่ลดลง อัตราการฟักออกจากไข่ลดลง อัตราการตายของหนอนที่เกิดใหม่เพิ่มขึ้น และผลกระทบเหล่านี้ยังสามารถส่งต่อไปยังลูกหลานได้ด้วย โดยพบอัตราการยับยั้งในแมลงตัวผู้มากกว่าตัวเมีย

Tapondjou และคณะ (2002) ศึกษาใบ *C. ambrosioides* ในรูปแบบบดผงและ สกัดเป็นน้ำมันหอมระเหย สามารถใช้เป็นสารกำจัดแมลงในโรงเก็บ โดยทดสอบกับแมลงในโรงเก็บ 6 ชนิด คือ *Callosobruchus chinensis*, *C. maculatus*, *Acanthoscelides obtectus*, *Sitophilus granarius*, *S. zeamais* และ *Prostephanus truncatus*

Boeke และคณะ (2004) ศึกษาพืช African plants บดผงเพื่อใช้ป้องกันการเข้าทำลายถั่วของตัวงวงเขียว โดยที่ผงของ *Nicotiana tabacum*, *Tephrosia vogelii* และ *Securidaca longepedunculata* สามารถช่วยลดการเพิ่มขึ้นของลูกช่วงที่หนึ่งของตัวงวงเขียวได้ ในขณะที่ *Clausena anisata*, *Dracaena arborea*, *Momordica charantia* และ *Blumea aurita* สามารถใช้เป็นสารไล่แมลงได้

Kumar และคณะ (2004) ศึกษาการใช้โปรตีนที่สกัดได้จากแป้งถั่วมาเป็นสารป้องกันตัวงวงข้าวสาลี พบว่าการใช้โปรตีนจากแป้งถั่ว (pea flour) ความเข้มข้นร้อยละ 1 (w/w) สามารถใช้ไล่ตัวงวงข้าวและเป็นพิษทำให้ตัวแก่ของตัวงวงข้าวตายได้ร้อยละ 100 ทำให้อายุการเก็บรักษาข้าวสาลีได้นานขึ้น

Kestenholz และคณะ (2005) รายงานว่าใบของ *Cassia sophera* ที่บดเป็นผงคลุกกับข้าวกล้องในอัตราส่วนร้อยละ 5 (w/w) สามารถป้องกันการออกลูก หรือการฟักไข่ของตัวงวงข้าวสาลีได้

Omar และคณะ (2005) ศึกษาการใช้สารสกัด terpenoid จากพืชในวงศ์ Rutale มาใช้เป็นสารยับยั้งการกินอาหารของตัวงวงข้าว พบว่าสารสกัด terpenoids 5 ชนิด คือ 3-keto-22-hydroxyonoceradiene, onoceratriene, onoceradienedione, lansiolic acid และ lansiolic acid A จากส่วนของเปลือกลำต้นของกลางสาต สามารถยับยั้งการกินอาหารของตัวงวงข้าวได้ โดยที่ onoceradienedione ยับยั้งได้ดีที่สุด ในขณะที่สาร terpenoids ของพืชจำพวก Rutales เช่น มะฮอกกานี และ cedar ที่สามารถยับยั้งการกินอาหารของตัวงวงข้าวได้ดี คือ humilinolide C และ gedunin

Wong และคณะ (2005) ทดลองใช้สารสกัดจากพืช 5 ชนิดได้แก่ citronella, garlic oil, neem extract, pine oil และ pyrethrum เพื่อเป็นสารไล่แมลง (insect repellent) ซึ่ง citronella มีประสิทธิภาพดีที่สุดในการไล่ red beetle 4 ชนิดในภาชนะบรรจุ muesli และ wheat germ มากกว่านั้น ได้เคลือบสารสกัดเหล่านี้ลงบนกระดาษบรรจุภัณฑ์ พบว่า citronella ที่เคลือบประมาณ  $0.2 \text{ g/m}^2$  สามารถลด beetle ได้ประมาณร้อยละ 50 และยังพบว่า citronella มีความคงทนซึ่งสามารถไล่แมลงได้ถึง 16 สัปดาห์

Liu และคณะ (2006) ศึกษาสารสกัด isoalantolactone ที่สกัดจากพืช *Inula racemosa* ซึ่งเป็นพืชพื้นเมืองของประเทศจีน พบว่าสามารถใช้เป็นสารกำจัดตัวงวงข้าวสาลีได้ โดยที่ความเข้มข้น  $3000 \mu\text{g ml}^{-1}$  สามารถกำจัดแมลงได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายในระยะเวลา 5 วัน และค่า  $\text{LD}_{50}$  ของสารสกัด

isoalantolactone คือ 123.57, 707.21, 655.31 และ 610.50  $\mu\text{g ml}^{-1}$  ในวันที่ 5, 10, 15 และ 20 ของการทดลอง ตามลำดับ

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ เช่น การเผยแพร่ในวารสาร จดสิทธิบัตร ฯลฯ และหน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นแนวทางในการพัฒนาการใช้พืชสมุนไพรไทยในการป้องกันการทำลายของมอดข้าวสาร
2. เพื่อเป็นประโยชน์แก่ผู้ประกอบการ ผู้บริโภค เกษตรกรในการลดใช้สารเคมีที่อันตรายและเป็นประโยชน์ต่อสุขภาพ
3. เป็นแนวทางเพิ่มศักยภาพการใช้พืชผักพื้นบ้านหรือสมุนไพรไทยเพื่อควบคุมแมลงในโรงเก็บโดยไม่มีสารเคมีตกค้างในผลผลิต
4. สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับพืชสมุนไพรและข้าวที่สำคัญของไทย
5. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชเกษตรชนิดอื่นๆได้

### หน่วยงานที่นำผลงานไปใช้ประโยชน์

1. เกษตรกรผู้ผลิตพืช โดยเฉพาะพืชผักกินใบ
2. หน่วยงานที่เกี่ยวข้อง เช่น กระทรวงเกษตรและสหกรณ์ กรมส่งเสริมการเกษตร สำนักงานเกษตรจังหวัด/อำเภอ/ตำบล

## 7. แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

ถ่ายทอดเทคโนโลยีโดยผ่านสื่อประชาสัมพันธ์ต่างๆ เช่น แผ่นพับ เอกสารคำแนะนำ และทำรายงานสรุปผลการวิจัย พร้อมส่งเอกสารให้หน่วยงานที่เกี่ยวข้องและบุคคลเป้าหมายทราบ

## 8. วิธีการดำเนินการวิจัย และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

9.1 เก็บรวบรวมข้อมูล โดยการสำรวจ ตรวจสอบเอกสาร ใช้แบบสอบถาม เพื่อรวบรวมพืชที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมด้วงงวงข้าว

9.2 การศึกษาประสิทธิภาพของพืชในการควบคุมด้วงงวงข้าว

### 9.2.1 เตรียมอุปกรณ์

- ตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motsch.)
- ข้าวที่ใช้ในการทดลอง ได้แก่ ข้าวหอมมะลิสุรินทร์ 4 ชนิด คือ ข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องธรรมดา และข้าวขัดขาวธรรมดา
- พืชที่ใช้มาจากข้อ 13.1 ไม่ต่ำกว่า 20 ชนิด (เช่น ขมิ้น ใบกระเพรา ใบน้อยหน่า ใบมะนาว ใบมะกรูด ใบแมงลัก ดอกสารภี ดอกต้อยติ่ง กระเทียม ใบขี้เหล็ก ใบชะพลู กานพลู ขิง ตะไคร้หอม ตะไคร้บ้าน พริกขี้หนู ว่านน้ำ หางไหลแดง หญ้าแห้วหมู และหญ้าวงช้าง)
- ขวดปากกว้างใช้สำหรับเลี้ยงแมลงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร สูง 12 เซนติเมตร
- ขวดพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร
- ตู้อบ (hot-air oven) รุ่น D-91126 Schwabach บริษัท Memmert ประเทศเยอรมันนี

- เครื่องชั่งละเอียด รุ่น Dragon 303 บริษัท Mettler-Toledo
- เครื่องวัดความชื้น (Sartorius, รุ่น MA 50/ MA 100)
- ตู้เย็นปรับอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส
- เครื่องปั่นผสม (blender) รุ่น Otto super blender บริษัท Circuit Breaker
- ผ้าขาวบาง
- อุปกรณ์ต่างๆ เช่น ที่คีบ พู่กัน ซ้อนก้านยาว กระดาษซับ

## 9.2.2 การเตรียมวัตถุดิบ

### 9.2.2.1 การเตรียมข้าวสารที่ใช้ในการทดลอง

ข้าวสารที่ใช้เป็นข้าวหอมมะลิ ก่อนที่จะนำข้าวสารมาใช้ในการทดลอง ต้องมีการนำข้าวสารที่ได้มา Freeze เพื่อกำจัดแมลงอื่นๆ ที่อาจมีการปนเปื้อน โดยถ้า Freeze ที่อุณหภูมิ 12 องศาเซลเซียส จะสามารถทำให้แมลงหยุดการเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ได้ และถ้าอุณหภูมิลดลงถึง -2 องศาเซลเซียส จะมีผลให้แมลงตายหมด การ Freeze จะใช้เวลา 7 วัน จากนั้นจะนำไปเก็บไว้ในตู้เย็นปกติ (Kestenholtz และคณะ, 2005) เมื่อจะทำการทดลองจึงนำออกมาใช้ต่อไป ซึ่งก่อนจะนำข้าวสารมาใช้ต้องมีการวัดความชื้นของเมล็ดข้าวสาร เพราะว่าหากเมล็ดมีความชื้นมากเกินไปจะมีผลทำให้เมล็ดขึ้นรา และอาจส่งผลกระทบต่อการเพิ่มจำนวนของแมลงในการทดลองได้ (จันทร์หา เป็นสุข, 2545)

### 9.2.2.2 การเตรียมแมลงสำหรับการทดลอง

นำตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพด *Sitophilus zeamais* Motsch. มาปล่อยในขวดแก้วปากกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร ที่บรรจุข้าวสารหอมมะลิ ขวดละ 150 กรัม ปล่อยด้วงวง ขวดละ 100 ตัว ปิดฝาขวดด้วยกระดาษซับ นำไปเลี้ยงไว้ในห้องที่มีการควบคุมอุณหภูมิ ที่ 25 องศาเซลเซียส ทิ้งไว้เป็นเวลา 7 วันเพื่อเพิ่มปริมาณของด้วงวงไว้ใช้ในการทดลอง

### 9.2.2.3 การเตรียมพีชสมุนไพรแห้ง

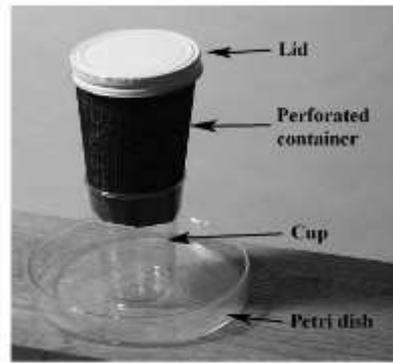
นำพืชทั้ง 20 ชนิด มาอบด้วยเครื่อง hot air oven จนมีความชื้นประมาณ 9-14 % จากนั้นนำมาบดด้วยเครื่องบด จนได้เป็นผงละเอียดขนาด 60 mesh

## 9.2.3 ศึกษาประสิทธิภาพของพืชทั้ง 20 ชนิด

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของพืชทั้ง 20 ชนิด เพื่อคัดเลือกพืชที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุดมาประมาณ 6 ชนิด มาทำการศึกษาประสิทธิภาพของพืช และคุณภาพทางประสาทสัมผัสต่อไป โดยการทดสอบที่นำมาใช้เพื่อคัดเลือกพืชที่มีประสิทธิภาพดีเบื้องต้น คือ การทดสอบการเป็นสารไล่ของพืชบดผง และ ทดสอบความเป็นพิษ(อัตราการตาย)

### 1. การทดสอบการเป็นสารไล่ของพืชบดผง

นำข้าวสารจำนวน 100 กรัม มาผสมด้วยพีชสมุนไพรบดผงแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 2.5 และ 5 % (w/w) จากนั้นนำข้าวสารที่ผสมผงสมุนไพรแล้วมาใส่ลงใน Perforated container (ซึ่งขนาดของรูควรจะใหญ่พอที่ด้วงวงสามารถจะออกมาได้) (ดังรูปที่ 7) แล้วจึงนำตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวโพดใส่ลงไป 10 ตัว เก็บไว้ในที่อุณหภูมิห้อง ทำการนับจำนวนของด้วงวงที่ออกมาถึงบริเวณของ Petri dish และ ถ้วยพลาสติก ที่ระยะเวลา 1, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in RCBD (Randomized complete block design)



รูปที่ 7 Cup bioassay

2. ทดสอบความเป็นพิษ นำข้าวหอมมะลิทั้ง 4 ชนิด ชนิดละ 100 กรัม มาผสมด้วยสมุนไพรบดผงแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 2.5 และ 5 % (w/w) จากนั้นนำข้าวหอมมะลิที่ผสมแล้ว มาใส่ลงในขวดแก้วปากกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร นำตัวเต็มวัยของด้วงวงข้าวใส่ลงไป 20 ตัว ปิดด้วยกระดาษขับ บันทึกอัตราการตายของด้วงวงข้าวโพดที่ 1, 2, 3 และ 4 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in RCBD (Randomized complete block design)

3. ทดสอบความคงทนของพืชสมุนไพรบดผง (stability) นำข้าวสารจำนวน 100 กรัม มาผสมด้วยสมุนไพรบดผงแต่ละชนิด ที่ความเข้มข้น 0, 0.5, 2.5 และ 5 % (w/w) จากนั้นนำข้าวสารที่ผสมแล้ว มาใส่ลงในขวดแก้วปากกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร (เก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 3 เดือน) จากนั้นจึงนำมาเปรียบเทียบกับข้าวสารที่ผสมกับพืชสมุนไพรใหม่ ๆ

4. ทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส (sensory evaluation) ของข้าวสาร โดยใช้วิธีทดสอบแบบ 9-point hedonic scale โดยผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 15 คน กำหนดระดับคะแนน 1-9 โดย 9 หมายถึงชอบมากที่สุด และ 1 หมายถึงไม่ชอบมากที่สุดโดยทดสอบด้าน สี กลิ่น และการยอมรับโดยรวม ส่วนข้าวสุกทดสอบทางด้านกลิ่น สี รสชาติ ลักษณะปรากฏและเนื้อสัมผัส

9.3 วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ย โดย LSD (Least Significant Difference) แบบ DMRT (Duncan New Multiple Range Test) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

## 9. ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย (ให้ระบุขั้นตอนอย่างละเอียด)

ระยะเวลาที่การวิจัย 2 ปี ตั้งแต่ตุลาคม 2552-กันยายน 2554

รายการ	ระยะเวลา
1. วางแผนการทดลอง	ตค.-ธค. 52
2. ออกแบบสอบถาม สํารวจ และสรุปผล	มค.53-พค.53
3. เตรียมวัสดุุดิบ และทดสอบในข้าวหอมมะลิ	มิย.53-ธค.53
4. ศึกษาประสิทธิภาพในการควบคุมด้วงวงข้าวโพด	มค.54 -พค.54
5. ทดสอบประสิทธิภาพในการเก็บรักษาข้าวหอมมะลิ	เมย.54-สค.54
6. สรุปผลและรายงานฉบับสมบูรณ์	สค.54- กย.54

## 10. ผลการทดลอง

### 11.1 ผลของการรวบรวมพืชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชและการคัดเลือกพืชที่สามารถนำมาควบคุมศัตรูข้าวในโรงเก็บ

การรวบรวมข้อมูลชนิดพืชในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจากแหล่งข้อมูลเบื้องต้น เช่น เอกสารงานประชุมวิชาการ งานวิจัยต่างๆในการใช้พืช หรือสารสกัดจากพืชเพื่อควบคุมแมลงศัตรูพืช และแมลงศัตรูในโรงเก็บ บทความจากสื่ออินเทอร์เน็ตในเรื่องการกำจัดศัตรูพืช สามารถรวบรวมพืชที่ป้องกัน และควบคุมศัตรูพืช เช่น แมลง หนอน และตัวหนอน เชื้อรา แบคทีเรีย หรือเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรคพืชได้ 300 ชนิด โดยแบ่งพืชตามวงศ์ของพืชได้ 95 วงศ์ คือ Acanthaceae, Alliaceae, Amaranthaceae, Amaryllidaceae, Anacardiaceae, Annonaceae, Apocynaceae, Araceae, Araliaceae, Asclepiadaceae, Asphodelaceae, Avicenniaceae, Balsaminaceae, Barringtoniaceae, Begoniaceae, Bignoniaceae, Bombacaceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Buddlejaceae, Capparidaceae, Caricaceae, Cassythaceae, Casuarinaceae, Celastraceae, Chloranthaceae, Combretaceae, Commelinaceae, Compositae, Connaraceae, Crassulaceae, Cucurbitaceae, Cyperaceae, Dioscoreaceae, Dipterocarpaceae, Ebenaceae, Erythroxylaceae, Euphorbiaceae, Gelsemiaceae, Geraniceae, Gesneriaceae, Goodeniaceae, Gramineae, Guttiferae, Illiciaceae, Irvingiaceae, Juglandaceae, Labiatae, Laecarpaceae, Lauraceae, Leguminosae-Caesalpinioideae, Leguminosae-Mimosoideae, Leguminosae-Papilionoideae, Liliaceae, Linaceae, Malvaceae, Meliaceae, Menispermaceae, Moraceae, Moringaceae, Myrsinaceae, Myrtaceae, Nyctaginaceae, Oxalidaceae, Palmae, Passifloraceae, Pinaceae, Piperaceae, Plumbaginaceae, Polygonaceae, Portulacaceae, Punicaceae, Rhizophoraceae, Rubiaceae, Rutaceae, Sapindaceae, Saururaceae, Scrophulariaceae, Simaroubaceae, Smilacaceae, Solanaceae, Stemonaceae, Sterculiaceae, Strychnaceae, Styracaceae, Taccaceae, Theaceae, Thunbergiaceae, Tiliaceae, Ulmaceae, Umbelliferae, Urticaceae, Verbenaceae, Zingiberaceae, Zygophyllaceae (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 วงศ์ของชนิดพืชทั้ง 300 ชนิด มี 95 วงศ์

วงศ์	ชนิดพืช	เอกสารอ้างอิง
Acanthaceae	ดอียดัง ทองพันชั่ง พญาขอ เสนียด ฟ้ายะลายใจร ขาไก่ เหงือกปลาหมอ	คำทริห์ รุ่งสุข และคณะ (2535); คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล (2535)
Alliaceae	กระเทียม กุยช่าย หอมใหญ่ หอมแดง	วิทย์ เทียงบูรณธรรม (2539)
Amaranthaceae	พันงู ผักขมหัว ผักเป็ดไทย ผักโขม	อำนาจ อิศรากร ณ ออยุธยา (2536)
Amaryllidaceae	พลับพลึง ว่านเศรษฐี	วิทย์ เทียงบูรณธรรม (2539)
Anacardiaceae	มะม่วงหิมพานต์	วิทย์ เทียงบูรณธรรม (2539)
Annonaceae	ทุเรียนเทศ นมวัว น้อยหน่า น้อยโหน่ง และลำดวน	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546); ผุสดี สายชนะพันธ์ (2546)
Apocynaceae	อีไถ รำเพย โมกหลวง ทุ่งฟ้า ระย่อม	มะลิวรรณ ประวัง (2547); อำนาจ อิศรากร ณ ออยุธยา (2536)
Araceae	เขี้ยวหมื่นปี เดหลีใบกล้วย เสน่ห์จันทร์แดง ผือก และว่านน้ำ	เต็ม สมิตินันท์ (2544)

Araliaceae	หนุ่ฆานประสานกาย	ดำหริท์ รุ่งสุข และคณะ (2535)
Asclepiadaceae	รัก เถาวัลย์แดง นมตำเลีย	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Asphodelaceae	ว่านหางจระเข้	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Avicenniaceae	แสมทะเล	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Balsaminaceae	เทียนดอก	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Barringtoniaceae	จิก	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Begoniaceae	ส้มกุ้ง	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Bignoniaceae	เพกา	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Bombacaceae	ง้าว	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Boraginaceae	หญ้างวงช้าง	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Brassicaceae	กะหล่ำปลี กะหล่ำดาว คนน้ำ	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Buddlejaceae	ราชาวดีป่า	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Capparidaceae	ผักเสี้ยน แฉง	สังวาล สมบูรณ์ (2549); อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Caricaceae	มะละกอ	ผุสดี สายชนะพันธ์ (2546)
Cassythaceae	สังวาลพระอินทร์	สุภาณี พิมพ์สมาน (2546)
Casuarinaceae	สนทะเล	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Celastraceae	กระทงลาย	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
วงศ์	ชนิดพืช	เอกสารอ้างอิง
Chloranthaceae	กระดุกไม้	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Combretaceae	สมอพิเภก สมอตุ้ง สมอไทย สะแกนา หูกวาง เล็บมือนาง	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Commelinaceae	ผักปลาบ	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Compositae	โกฐจุฬาลัมพา กระชับ ดาวเรือง บัวตอง ไพรทรม์ สาบเสือ สาบหมา สาบแครงสาบกา ผักคราดหัวแหวน ทานตะวัน กันจ้ำขาว คำฝอยขลุ่ ตานหมอน ผักแครด	สุภาณี พิมพ์สมาน (2546);
Connaraceae	ลอบแถบ	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Crassulaceae	คว่ำตายหงายเป็น	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Cucurbitaceae	แตงไทย มะระ มะระขี้เหล็ก ฟักข้าว บวบเหลี่ยม	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Cyperaceae	หญ้าแห้วหมู	ผุสดี สายชนะพันธ์ (2546)
Dioscoreaceae	กลอย	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Dipterocarpaceae	พะยอม	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Ebenaceae	มะเกลือ มะริด	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Erythroxylaceae	ไทรทอง	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Euphorbiaceae	คำแสด พญาไร้ใบ ละหุ่ง สลอด แสยก สบู่ดำ หญ้าไต้ใบ สบู่แดง สลัดได ว่านพระฉิม ว่านธรณีสาร ตาตุ่มทะเล ชันทองพญาบาท ประคำไก่ ลูกไต้ใบ ส้มเช้า น้ำมันราชสีห์	สุภาณี พิมพ์สมาน (2546);เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Geraniceae	เจอร์ราเนียม	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Gelsemiaceae	มะลิรอก	
Gesneriaceae	เอื้องหงอนไก่	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Goodeniaceae	รักทะเล	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)
Gramineae	ตะไคร้ ตะไคร้หอม ตองกง ไม้ป่า หญ้าไขเหา หญ้าปล้อง หญ้าแฝก หญ้าคา	ผุสดี สายชนะพันธ์ (2546)
Guttiferae	มังคุด ส้มแขก และสารภี	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Illiciaceae	จันทร์แปดกลีบ	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Irvingiaceae	กระบก	อำนาจ อิศรางกูร ณ อยุธยา (2536)

Juglandaceae	ค่าหุด	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Labiatae	กะเพรา แมงลัก โหระพา คนทีสอ พิมเสนต้น สระแหม่น หญ้านกเขา บึงหอม หญ้าหนวดแมว ลำมะงา แมงลักคา	มุสตี สายชนะพันธ์ (2546) อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Laocarpaceae	ไทรย้อย	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Lauraceae	เทพธำโร ทำมิ่ง อบเชย การบูร	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Leguminosae- Caesalpinioideae	สวาด ชาด แสมสาร ชัยพฤกษ์ ชุมเห็ดเล็ก คุณ สะเดาข้าง และหางนกยูงไทย ชี้เหล็ก สีเสียด มะขาม ชุมเห็ดเทศ	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Leguminosae- Mimosoideae	ส้มป่อย สะบ้า ติ่งถ่อน หนามชี้แรด	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Leguminosae- Papilionoideae	แคบ้าน เถาวัลย์เปรียง มะกล่ำตาหนู มันแกว ทองกวาว ทองโหลง กวาวเครือขาว หญ้าเถล็ดหอย ทางไหลขาว และ ทางไหลแดง ถั่วลิสง สารพัดพิษ เถาชี้หนอน ชะเอมเทศ คราม ทางกระรอก ทองหลาง แคฝรั่ง	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536);เสรี กลิ่น จันทร์ (2546)สำนักงานเกษตรอำเภอเชียงใหม่ (2546)
Liliaceae	ดอด้ง สามสิบ	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Linaceae	ป่าน	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Malvaceae	ชบา หญ้าขัดใบยาว ครอบจักรวาล	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Meliaceae	लगาสด ลองกอง ประยงค์ เลียน สะเดาไทย สะเดาอินเดีย ควินิน ตะบูนดำ	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546);มะลิวรรณ ประวัง(2547)
Menispermaceae	ขมิ้นเครือ บอระเพ็ด ย่านาง หมาน้อย	“
Moraceae	หม่อน ข่อย ปอกระสา	“
Moringaceae	มะรุม	“
Myrsinaceae	พิลังกาสง จันทเทศ	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Myrtaceae	กานพลู ฝรั่ง เสม็ดขาว หัว ชะเมา และยูคาลิปตัส	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Nyctaginaceae	บานเย็น เฟื่องฟ้า และผักขมหิน	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Oxalidaceae	ส้มกบ	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Palmae	หมาก	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536);เต็ม สมิตินันท์(2544)
Passifloraceae	กะทกรก	มะลิวรรณ ประวัง(2547)
Pinaceae	สนสามใบ	-
Piperaceae	ข้าวพุล ดีปลี และพริกไทย	มุสตี สายชนะพันธ์ (2546)
Plumbaginaceae	เจตมูลเพลิงขาว เจตมูลเพลิงแดง	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Polygonaceae	ผักแว่น ผักไผ่น้ำ	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Portulacaceae	ผักเบี้ยใหญ่	สุภาณี พิมพ์สมาน (2546)
Punicaceae	ทับทิม	มะลิวรรณ ประวัง(2547)
Rhizophoraceae	โกงกางใบเล็ก	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Rubiaceae	เข็มขาว เข็มแดง คัดเค้า ตดหมูตดหมา ยอบ้าน	สุภาณี พิมพ์สมาน (2546)
Rutaceae	มะกรูด มะนาว ส้มโอ ส้มเขียวหวาน ส่องฟ้า หมอน้อย กระเจาะ แก้ว	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546); มุสตี สายชนะพันธ์ (2546);มะลิวรรณ ประวัง(2547)
Sapindaceae	คอแลน เงามะ ลำไย โคกกระออม และมะค่าตีควาย	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Saururaceae	ผักคาวตอง	
Scrophulariaceae	ผักแยง	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Simaroubaceae	ประทัดจีน คนทา กอมขม ราชดัด ปลาไหลเผือก	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Smilacaceae	เถาวัลย์ยักษ์	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Solanaceae	ข้า้แป้น โทงเทง พริกขี้หนู มะแว้งเครือ มะแว้งนก มะเขือ เทศ ยาสูบ ลำโพงกลาสลัก และลำโพง	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546); มะลิวรรณ ประวัง (2547)
Stemonaceae	หนอนตายหยาก	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)

Sterculiaceae	ลำโพง เทียนดำ	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Strychnaceae	แสลงใจ	เต็ม สมิตินันท์ (2544)
Styracaceae	กำยาน	
Taccaceae	ว่านพังพอน ค้างคาวดำ	รัตยา นวลหล้า (2546)
Theaceae	ชา มังคาน	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Thunbergiaceae	รางจืด	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Tiliaceae	ปอ ปอกระเจา	วิทย์ เทียงบูรณธรรม(2539)
Ulmaceae	กระเจา	เสรี กลิ่นจันทร์ (2546)
Umbelliferae	ผักชี ผักชีลาว คื่นฉ่าย	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
Urticaceae	ขอบชะนางขาว ขอบชะนางแดง หญ้าหนอนตาย	คณะเภสัชฯ ม.มหิดล (2535);
Verbenaceae	ผกากรอง ไข่น้ำ นางแย้ม เทียนหยด ท้าวยายม่อม คนที่ เขมา นมสวรรค์	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536);เสรี กลิ่น จันทร์ (2546)
Zingiberaceae	กระชาย กระวาน ขมิ้น ข่า ข่าเล็ก ขิง ไพล เปราะป่า กระเทียม กระเจียว เร่ว ว่านนางคำ ว่านม้าขาว ว่านชั้กมดลูก และเอื้องหมายนา	สุสติ สายชนะพันธ์ (2546);คณะเภสัชฯ ม.มหิดล (2535);
Zygophyllaceae	หนามกระสุน	อำนาจ อิศรากร ณ อยุธยา (2536)
ระบุไม่ได้	สามโซก ว่านเอ็นเหลือง	-

## 11.2 คัดเลือกและทดสอบพืชที่มีความเหมาะสมในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ (จากเทคนิค MCDM) ในห้องปฏิบัติการ

คัดเลือกพืชที่มีความเหมาะสมในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (MCDM) จำนวน 20 ชนิด ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ พืชที่เหมาะสมสูงในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ จำนวน 11 ชนิด คือ กระเทียม กะเพรา กานพลู ขมิ้น ขิง พริกขี้หนู มะกรูด มะนาว แมงลัก ขี้เหล็ก ตะไคร้หอม และพืชที่เหมาะสมปานกลางและต่ำในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ จำนวน 9 ชนิด คือ ข้าวปลู ต้อยติ่ง ตะไคร้ น้อยหน่า ว่านน้ำ สารภี หญ้าวงช้าง หญ้าแห้วหมู และหางไหลแดง จากนั้นจึงทดสอบพืชที่มีความเหมาะสมสูงในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บเปรียบเทียบกับพืชที่มีความเหมาะสมปานกลางและต่ำในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ เพื่อเป็นการยืนยันผลการทดสอบการวิเคราะห์การคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมในการควบคุมแมลงศัตรูข้าวในโรงเก็บ โดยใช้วิธีวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (MCDM) ซึ่งผลของการทดสอบประสิทธิภาพของพืชชนิดผงในห้องปฏิบัติการสำหรับใช้ในการควบคุมด้วงวงข้าวโพดในข้าวสารมีดังนี้

### 11.2.1 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่และสารฆ่าด้วงวงข้าวโพดของพืชชนิดผง 20 ชนิด

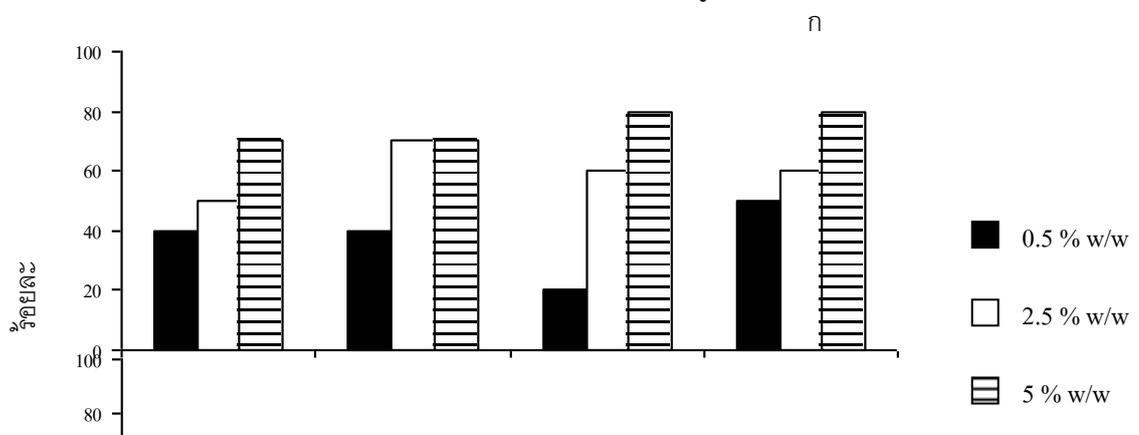
#### 11.2.1.1 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่และสารฆ่าของพืชที่มีความเหมาะสมสูง

พืชที่มีความเหมาะสมสูงในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บที่คัดเลือก 11 ชนิด คือ กระเทียม กะเพรา กานพลู ขมิ้น ขิง พริกขี้หนู มะกรูด มะนาว แมงลัก ขี้เหล็ก และตะไคร้หอม

#### กระเทียม

กระเทียมบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ คือ สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวเคมีและไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 70 ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวอินทรีย์ ในขณะที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ไม่ถึงร้อยละ 50 (รูปที่ 1 ก) มีรายงานว่ากระเทียมบดร้อยละ 5 และ 10 (โดยน้ำหนัก) ที่มีผลในการยับยั้งการวางไข่ และการทำลายของแมลงศัตรูในโรงเก็บชนิดอื่น เช่น ด้วงแก้วเขียวได้ (มลนิภา ศรีมาตริภิมย์ และคณะ, 2546) เนื่องจากกระเทียมมีสารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันแมลงศัตรูในโรงเก็บได้ (Deb, 1980) เช่น สาร monosulfide, disulfide และ trisulfide ซึ่งเป็นสารกำมะถัน (Yu และคณะ, 1989)

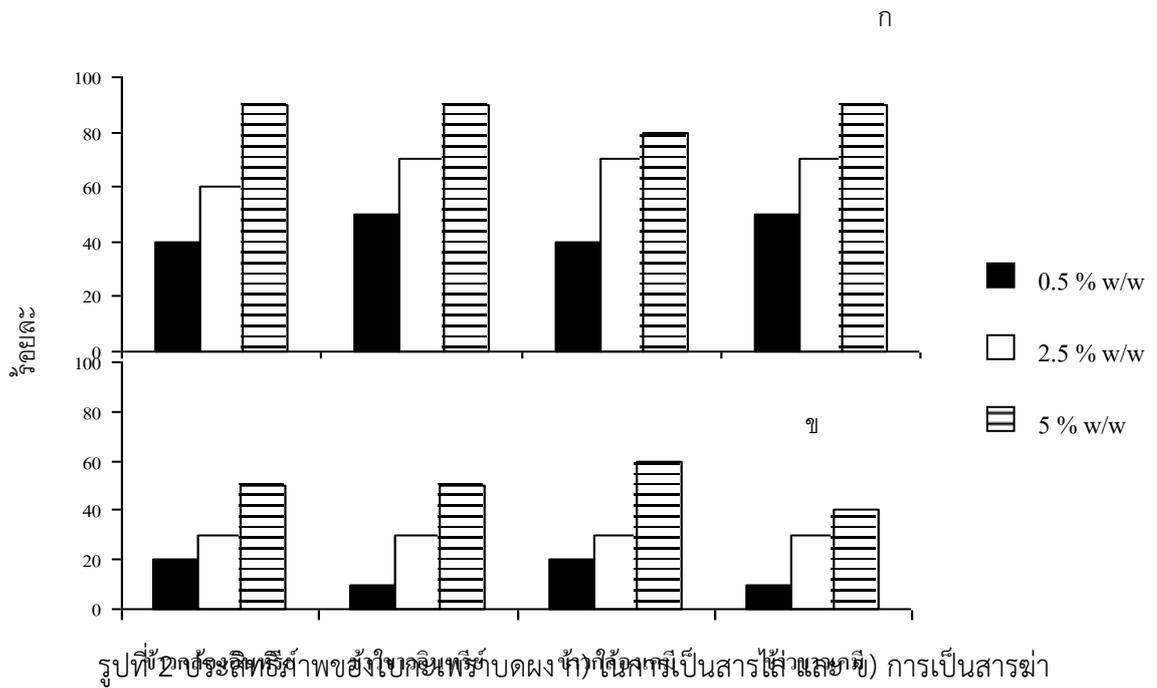
ส่วนประสิทธิภาพในการฆ่าของกระเทียมบดผง พบว่าที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 50 รองลงมาคือในข้าวกล้องเคมีและข้าวขัดขาวอินทรีย์สามารถฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 40 ในขณะที่กระเทียมบดผงอัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพการฆ่าด้วงวงข้าวโพดต่ำกว่าร้อยละ 30 ในทุกชนิดข้าว และที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) ไม่สามารถฆ่าด้วงวงข้าวโพดในข้าวได้ (รูปที่ 1 ข)



รูปที่ 1 ประสิทธิภาพของกระเทียมบดผง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

#### กะเพรา

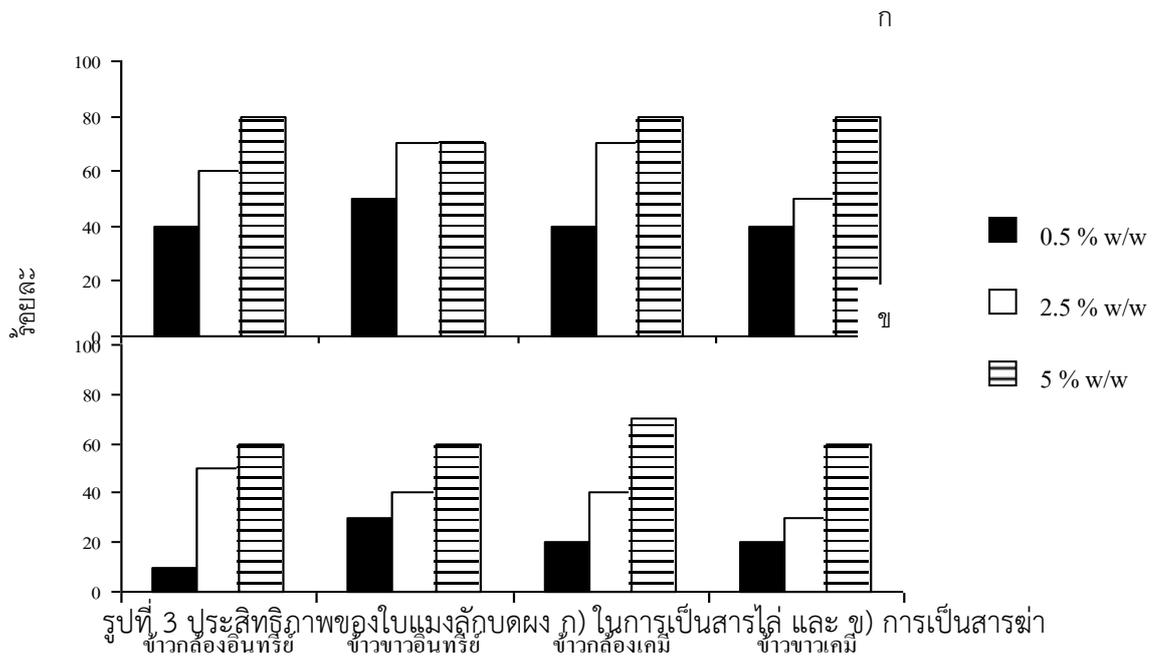
ใบกะเพราบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ ซึ่งในข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ และข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดเท่ากัน คือ ร้อยละ 90 ส่วนในข้าวกล้องเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดร้อยละ 80 และที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมีสามารถไล่ด้วงวงงข้าวโพดได้ร้อยละ 70 และไล่ด้วงวงงข้าวโพดในข้าวกล้องอินทรีย์ได้ร้อยละ 60 สำหรับอัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพการไล่ได้ต่ำกว่าร้อยละ 50 (รูปที่ 2 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าพบว่า ใบกะเพราบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) โดยในข้าวกล้องเคมี ข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ และข้าวขัดขาวเคมี สามารถฆ่าด้วงวงงข้าวโพดได้ร้อยละ 60, 50, 50 และ 40 ตามลำดับ ซึ่งกะเพราบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยที่กะเพราบดผงอัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงงข้าวโพดเท่ากันในทุกชนิดข้าว คือ ร้อยละ 30 (รูปที่ 2 ข)



รูปที่ 3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยไนโตรเจน (ก) และ (ข) ในการเป็นสารใส่แอมโมเนีย) การเป็นสารฆ่า

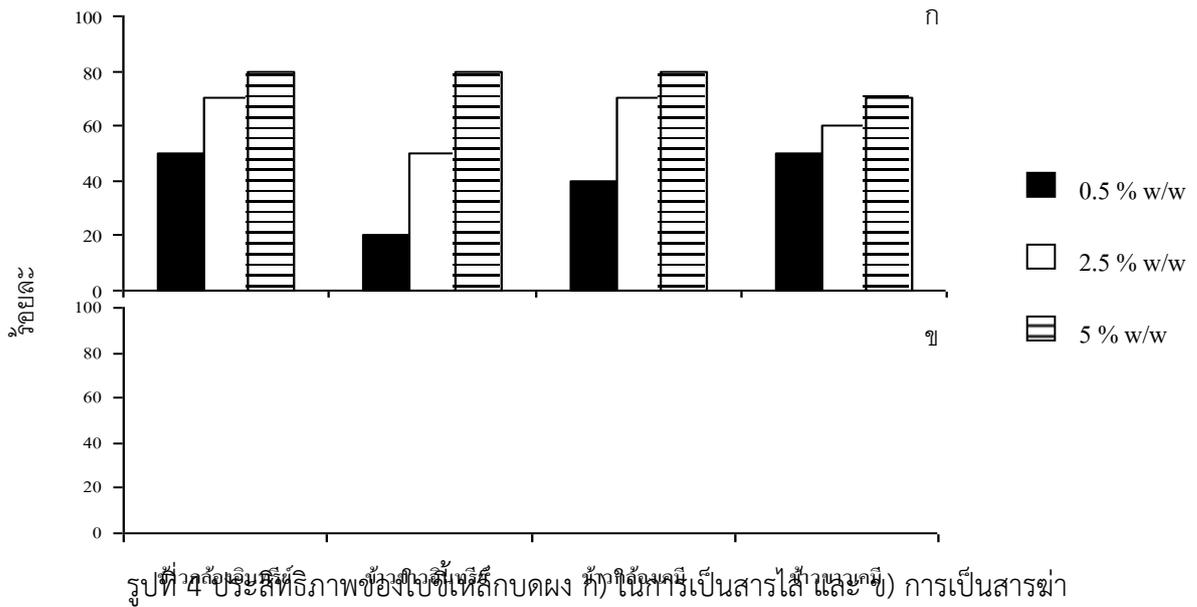
**แมงลัก**

ในข้าวกล้องอินทรี, ข้าวกล้องเฌอ และข้าวขัดขาวเฌอ พบว่าใบแมงลักบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยสามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 ส่วนข้าวขัดขาวอินทรีอัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ได้ร้อยละ 70 (รูปที่ 3 ก) ส่วนประสิทธิภาพการฆ่าพบว่าใบแมงลักบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดร้อยละ 70 ในข้าวกล้องเฌอ และร้อยละ 60 ในข้าวกล้องอินทรี ข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวขัดขาวเฌอ ซึ่งอัตราส่วนของใบแมงลักบดผงที่สูง มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดดีกว่าอัตราส่วนต่ำ (รูปที่ 3 ข)



**ซีเหล็ก**

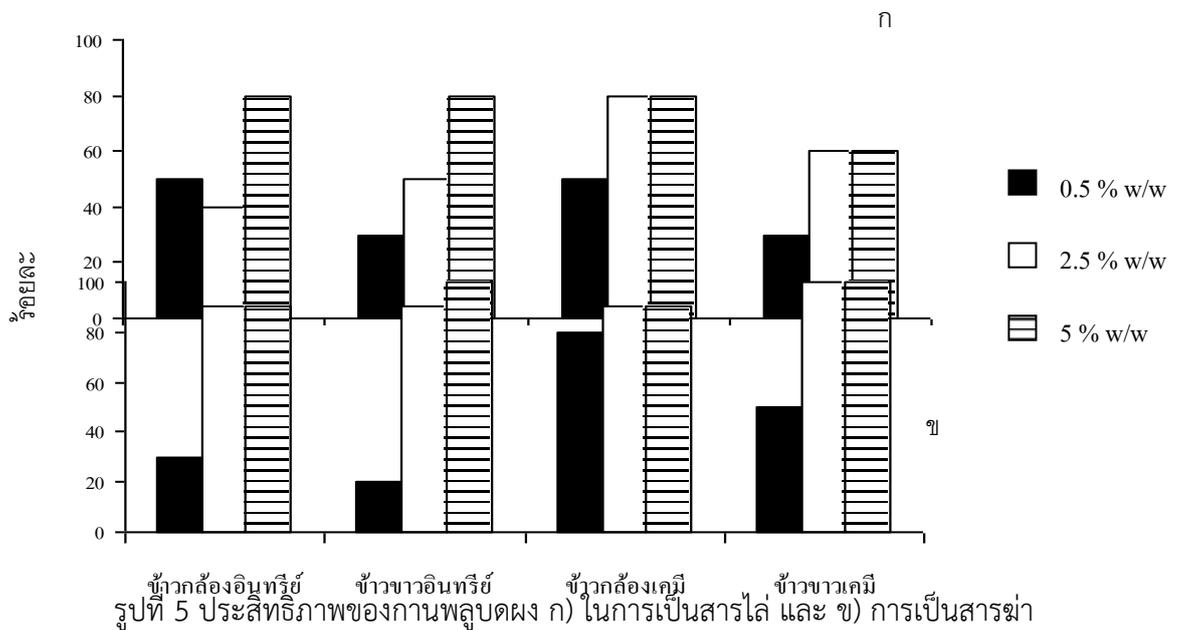
ในข้าวอินทรีย์ พบว่าใบซีเหล็กสกัดผงอัตราส่วนร้อยละ 0.5, 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับร้อยละ 50, 70 และ 80 ตามลำดับในข้าวกล้อง และมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดร้อยละ 20, 50 และ 80 ตามลำดับในข้าวขัดขาว (รูปที่ 4 ก) ในข้าวเคมี พบว่าใบซีเหล็กสกัดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5, 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดในข้าวกล้องเท่ากับร้อยละ 40, 70 และ 80 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการไล่ด้วงงวงข้าวโพดในข้าวขัดขาวเท่ากับร้อยละ 50, 60 และ 70 ตามลำดับ (รูปที่ 4 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดของใบซีเหล็กสกัดผง พบว่าในทุกอัตราส่วนของใบซีเหล็กสกัดผง ไม่มีสามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ (รูปที่ 4 ข)



**กานพลู**

ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวอินทรีที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) และข้าวกล้องเค็มที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดเท่ากัน คือ ร้อยละ 80 รองลงมาคือ ข้าวขัดขาวเค็มที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดร้อยละ 60 ในขณะที่กานพลูบดผงอัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีและเค็ม สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้เท่ากัน คือ ร้อยละ 50 เช่นเดียวกับในข้าวขัดขาวอินทรีและเค็ม ที่สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 30 (รูปที่ 5 ก)

สำหรับประสิทธิภาพในการฆ่า พบว่ากานพลูบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรี มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าได้ร้อยละ 100 เหมือนกับที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเค็ม รองลงมาคือที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีและเค็ม และที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรี มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 90 ในขณะที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ต่ำกว่าร้อยละ 50 ยกเว้นในข้าวกล้องเค็มที่สามารถฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 (รูปที่ 5 ข) ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Sousa และคณะ (2005) ที่พบว่ากานพลูบดผงสามารถทำให้ด้วงแก้วเขียว (ซึ่งเป็นแมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่นเดียวกัน) ตายและลดการวางไข่ได้ร้อยละ 100



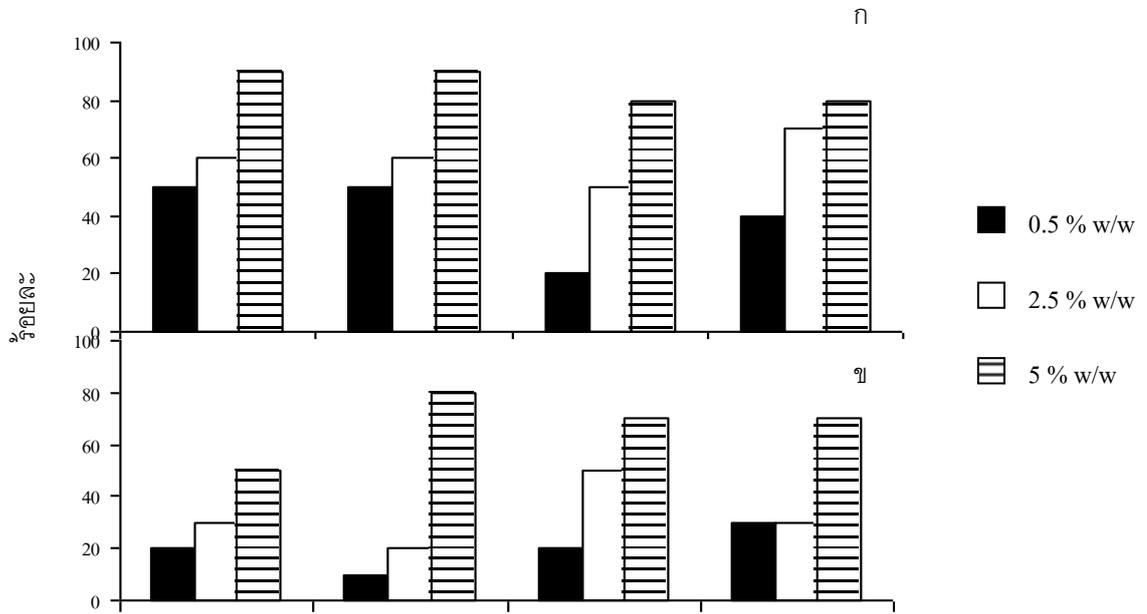
### มะกรูด

ใบมะกรูดบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าความเข้มข้นต่ำ โดยในข้าวอินทรีย์ทั้งข้าวกล้องและข้าวขัดขาวให้ผลการทดลองที่เหมือนกัน คือ ที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5, 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 50, 60 และ 90 ตามลำดับ ส่วนใบมะกรูดบดผงในข้าวกล้อง และข้าวขัดขาวเคมีที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 (รูปที่ 6 ก) สำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดจะเหมือนกับการไล่ คือ ใบมะกรูดบดผงที่มีอัตราส่วนสูงจะมีประสิทธิภาพการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยใบมะกรูดบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าสูงที่สุด คือ ร้อยละ 80 ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ รองลงมาคือร้อยละ 70 ในข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี ในขณะที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในทุกชนิดข้าว มีประสิทธิภาพในการฆ่าต่ำกว่าร้อยละ 50 (รูปที่ 6 ข)

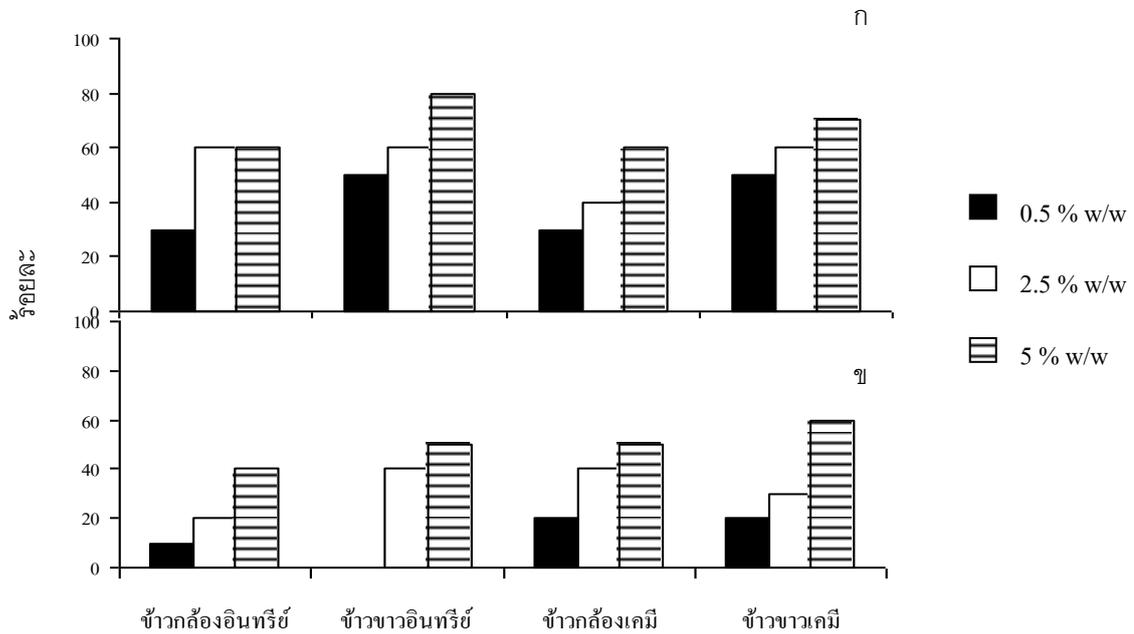
### มะนาว

ในข้าวแต่ละชนิด พบว่าใบมะนาวบดผงอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยในข้าวขัดขาวอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการไล่ได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 80 รองลงมาคือข้าวขัดขาวเคมี ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวอินทรีย์ คือ ร้อยละ 70, 60 และ 60 ตามลำดับ ส่วนอัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) พบว่าในข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องอินทรีย์ และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดเท่ากัน คือ สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 60 (รูปที่ 7 ก) ส่วนประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพด พบว่าใบมะนาวบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการฆ่าได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำเช่นเดียวกับการไล่ โดยที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่าร้อยละ 60 รองลงมาคือ ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และข้าวกล้องอินทรีย์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 50, 50 และ 40 ตามลำดับ ส่วนใบ

มะนาวบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และ 2.5 (โดยน้ำหนัก) พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวงวงงข้าวโพดต่ำกว่าร้อยละ 50 (รูปที่ 7 ข)



รูปที่ 6 ประสิทธิภาพของมะนาวบดผง (ก) ในกรณีเป็นสารไล่และ (ข) การเป็นสารฆ่า



รูปที่ 7 ประสิทธิภาพของไบเมฆนาวดมก ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

**พริกชี้หนู**

พริกชี้หนูบดผงที่อัตราส่วนสูงจะมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 90 รองลงมา คือ ในข้าวกล้องเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ได้ร้อยละ 80 ส่วนพริกชี้หนูบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และ 2.5 (โดยน้ำหนัก)ในข้าวกล้องอินทรี และที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก)ในข้าวกล้องเคมี มีประสิทธิภาพการไล่ด้วงวงข้าวโพดเท่ากัน คือ ร้อยละ 70 (รูปที่ 8 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่า พบว่าพริกชี้หนูบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5, 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในทุกชนิดข้าว มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าร้อยละ 50 โดยที่พริกชี้หนูบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวกล้องเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 40 (รูปที่ 8 ข)

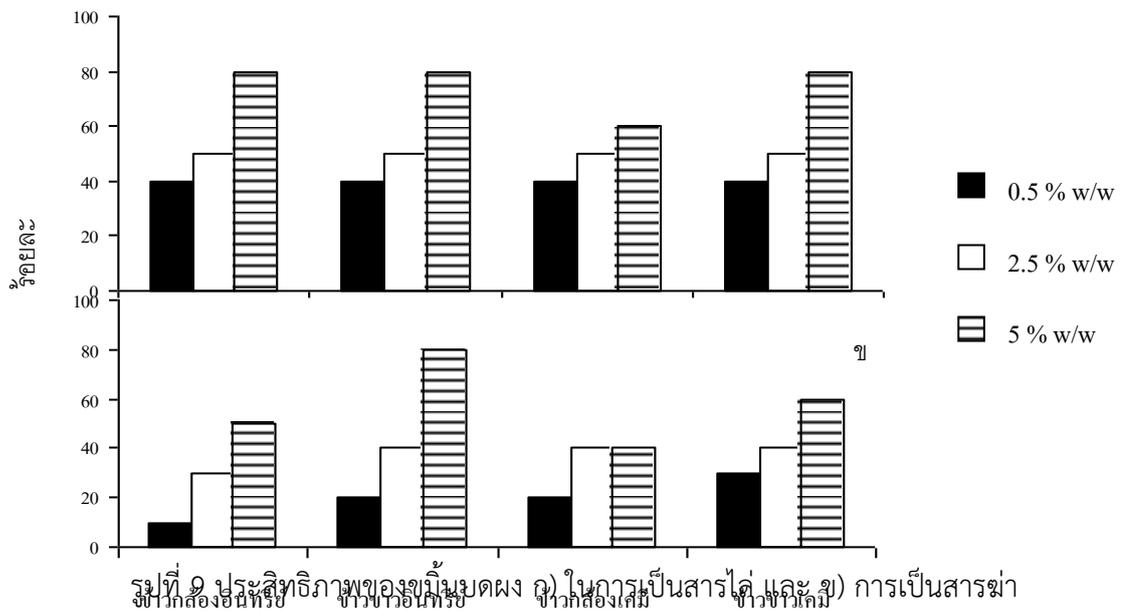
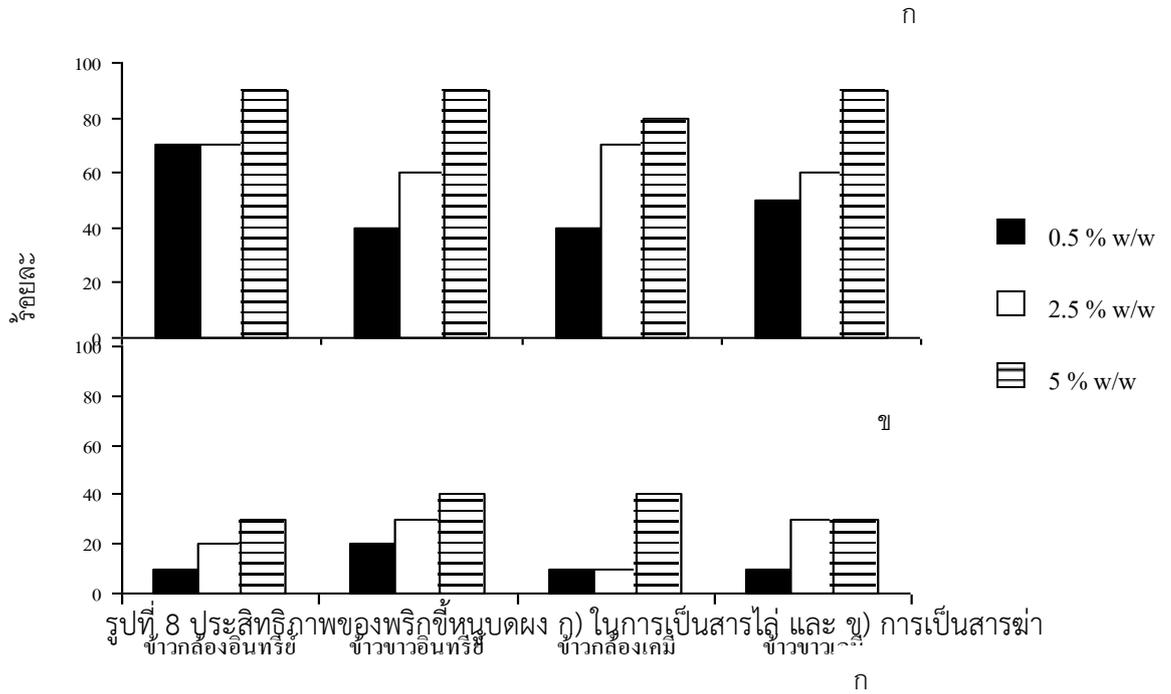
**ขมิ้นชัน**

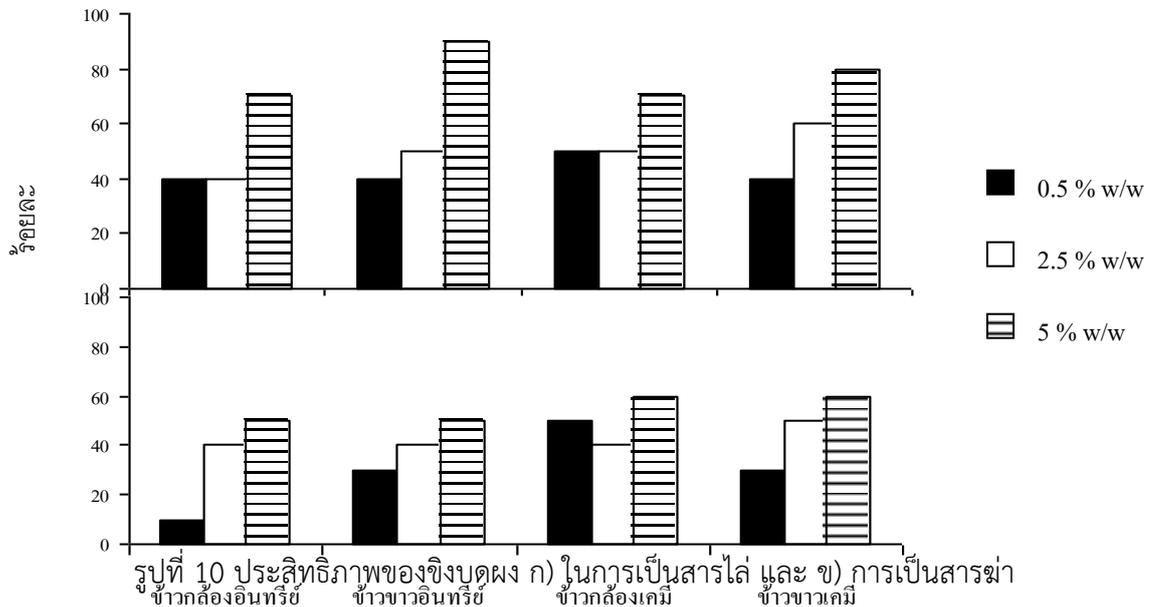
ขมิ้นชันบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวขัดขาวเคมี รองลงมาคือ ร้อยละ 60 ในข้าวขัดขาวเคมี ส่วนขมิ้นบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรี ข้าวขัดขาวอินทรี ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดคือ ร้อยละ 40 และ 50 ตามลำดับ (รูปที่ 9 ก) สำหรับประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพด ขมิ้นบดผงที่มีอัตราส่วนสูงจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยขมิ้นบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรีมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุดคือ ร้อยละ 80 รองลงมาคือ ในข้าวขัดขาวเคมี ข้าวกล้อง

อินทรี และข้าวกล้องเค็ม มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดร้อยละ 60, 50 และ 40 ตามลำดับ ส่วนขม้นบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรี ข้าวกล้องเค็ม และข้าวขัดขาวเค็ม พบว่าสามารถฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 40 (รูปที่ 9 ข)

### ชิง

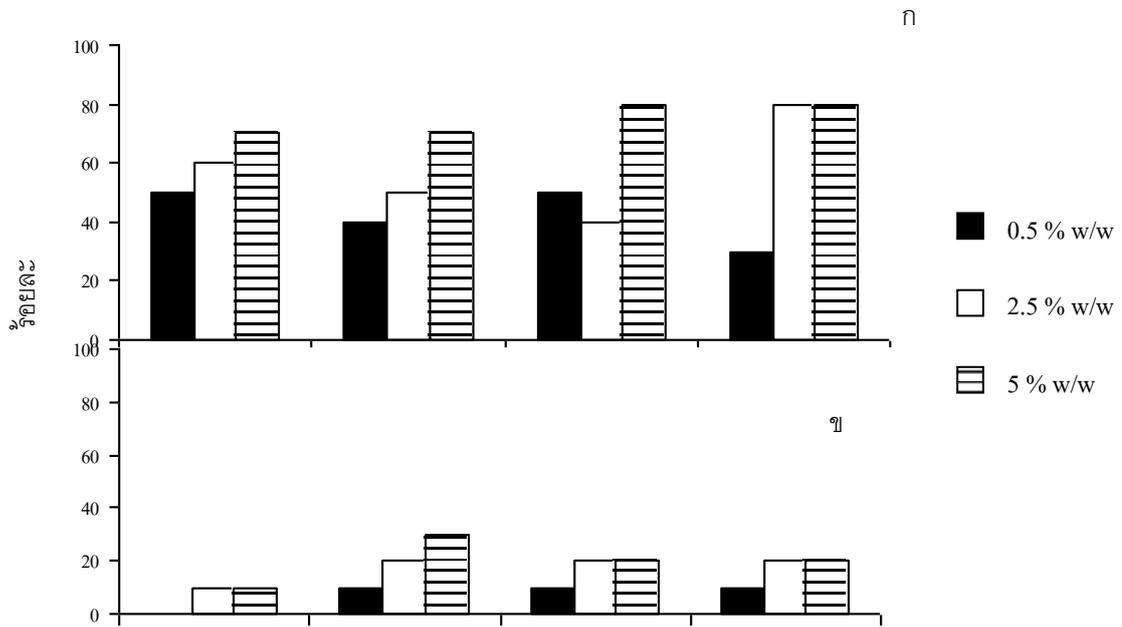
ชิงบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 90 ในข้าวขัดขาวอินทรี รองลงมาคือในข้าวขัดขาวเค็ม ข้าวกล้องอินทรีและข้าวกล้องเค็ม คือ มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80, 70 และ 70 ตามลำดับ ส่วนชิงบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเค็ม ข้าวกล้องเค็ม ข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวกล้องอินทรี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดร้อยละ 60, 50, 50 และ 40 ตามลำดับ และที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องเค็ม ข้าวขัดขาวเค็ม ข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวกล้องอินทรี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดร้อยละ 60, 40, 40 และ 40 ตามลำดับ (รูปที่ 10 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพด พบว่าชิงบดผงที่มีอัตราส่วนสูงจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องเค็ม และข้าวขัดขาวเค็มมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 60 รองลงมาคือ ในข้าวกล้องอินทรีและข้าวขัดขาวอินทรี สามารถฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 50 ส่วนชิงบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 0.5 และ 2.5 (โดยน้ำหนัก) พบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดต่ำกว่าร้อยละ 50 (รูปที่ 10 ข)





### ตะไคร้หอม

ตะไคร้หอมบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 80 ส่วนข้าวกล้องอินทรี ข้าวขัดขาวอินทรี และข้าวกล้องเค็ม พบว่าที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยมีประสิทธิภาพในการไล่ร้อยละ 80, 70 และ 70 ตามลำดับ (รูปที่ 11 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพด พบว่าตะไคร้หอมบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรีมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าความเข้มข้นอื่น คือ ร้อยละ 30 (รูปที่ 11 ข)



รูปที่ 11.2.1.2 ประสิทธิภาพของฮอร์โมนบดผงที่ใช้ในการเป็นสารไล่และ ข) การเป็นสารฆ่า

**11.2.1.2 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่และสารฆ่าของพืชที่มีเหมาะสมปานกลางและต่ำ**

พืชที่มีเหมาะสมปานกลางในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บที่คัดเลือกมา 9 ชนิด คือ ต้อยติ่ง น้อยหน่า วานน้ำ หล้าวงช้าง หล้าแห้วหมู ตะไคร้ สารภี หางไหลแดง และข้าวปลู พบว่า

**ต้อยติ่ง**

ดอกต้อยติ่งบดผงอัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องเคมี ข้าวขัดขาวเคมี และที่อัตราส่วน ร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีย์และข้าวขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ ร้อยละ 30 ในขณะที่ไม่พบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดของดอกต้อยติ่งบดผง (รูปที่ 12)

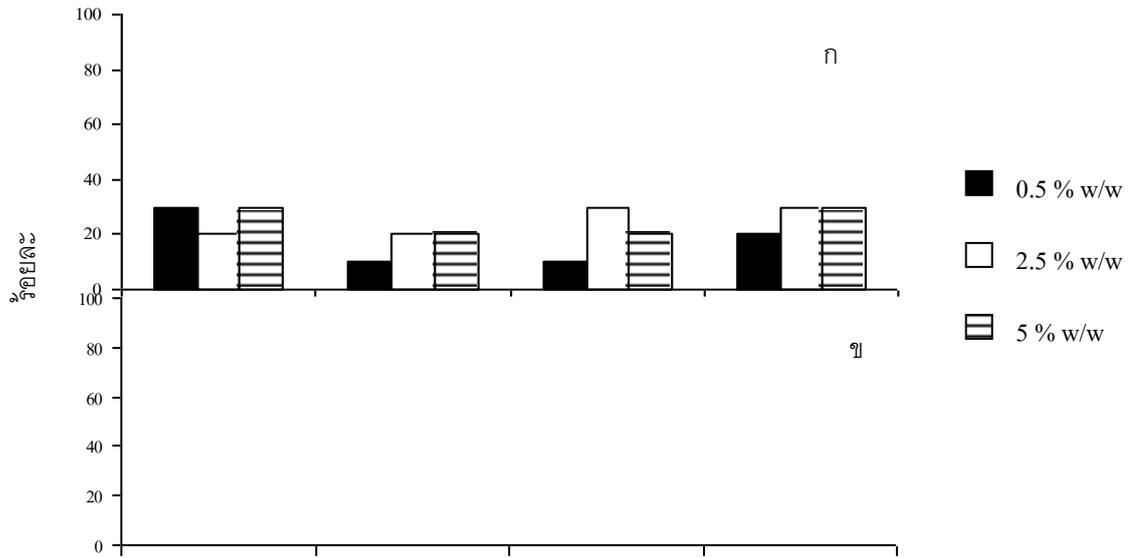
**น้อยหน่า**

ใบน้อยหน่าบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่า อัตราส่วนต่ำ (ยกเว้นในข้าวกล้องอินทรีย์) โดยในข้าวขัดขาวอินทรีย์ มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวง ข้าวโพดได้ร้อยละ 70 รองลงมาคือ ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี พบว่ามีประสิทธิภาพในการไล่ด้วง วงข้าวโพดได้ร้อยละ 60 (รูปที่ 13 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดของใบน้อยหน่าบด ผง พบว่าใบน้อยหน่าบดผงไม่ค่อยมีผลต่อการตายของด้วงวงข้าวโพด โดยอัตราส่วนของใบน้อยหน่าบด ผง ที่ประสิทธิภาพที่ดีที่สุดคือ ร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมี สามารถฆ่าด้วงวง ข้าวโพดได้ร้อยละ 30 (รูปที่ 13 ข)

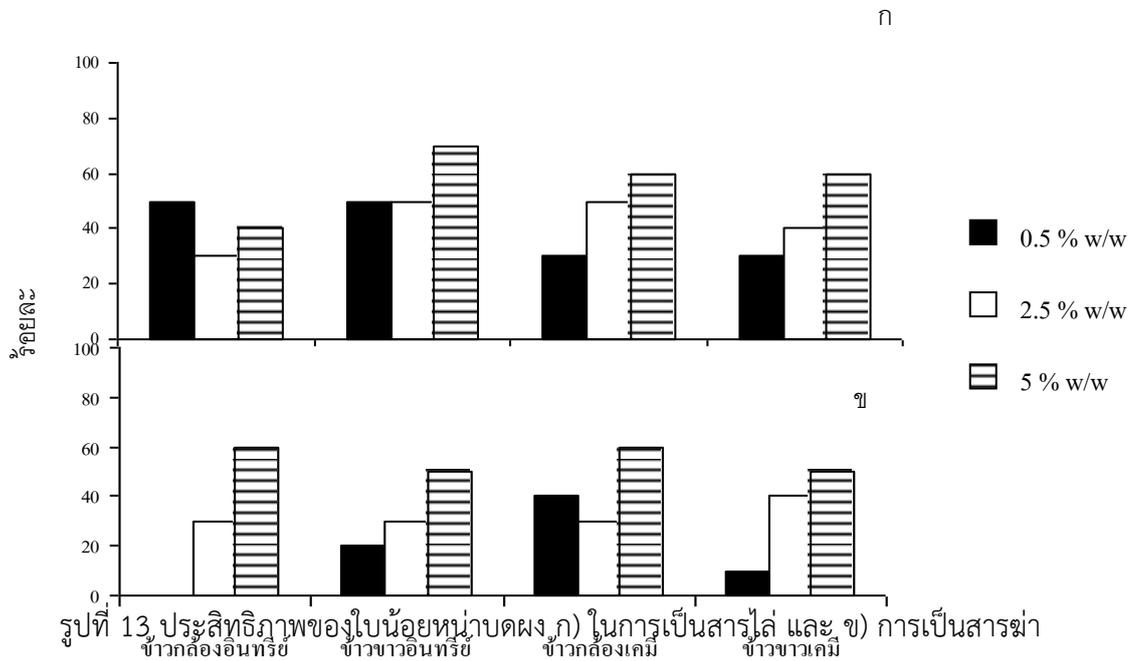
**วานน้ำ**

วานน้ำบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก)ในข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือสามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อย

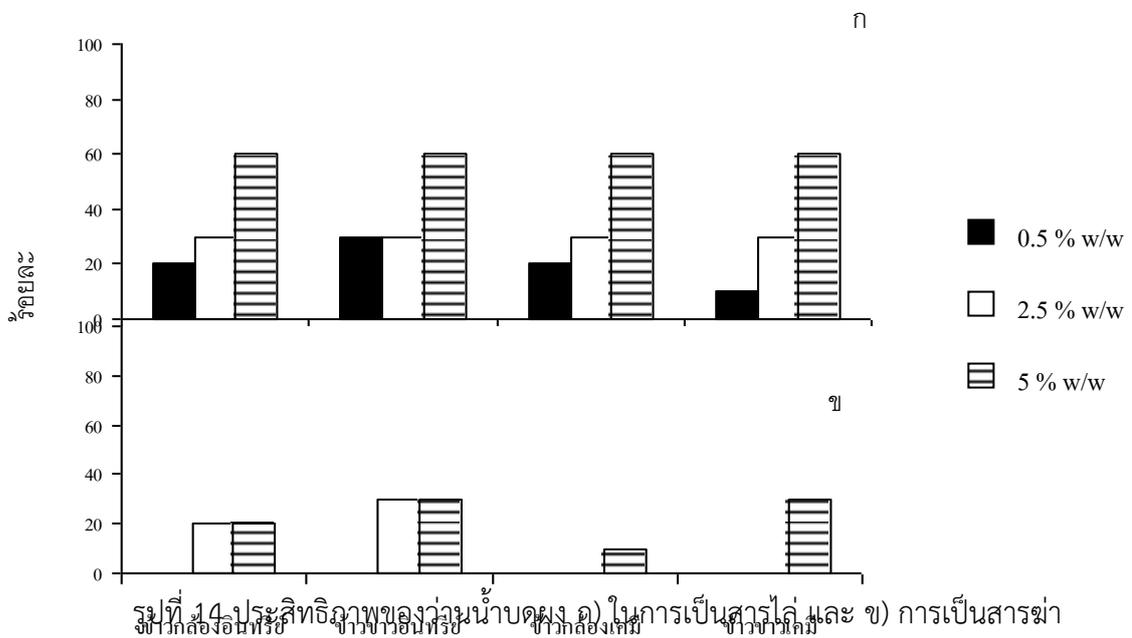
ละ 60 รองลงมาคือที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 30 (รูปที่ 14 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่า พบว่าที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรี และอัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมี ที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 30 (รูปที่ 14 ข)



รูปที่ 12 ประสิทธิภาพของตัวยัดยุงบดผง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า



รูปที่ 13 ประสิทธิภาพของใบน้ำยาคดผง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า



รูปที่ 14 ประสิทธิภาพของวุ้นน้ำคดผง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

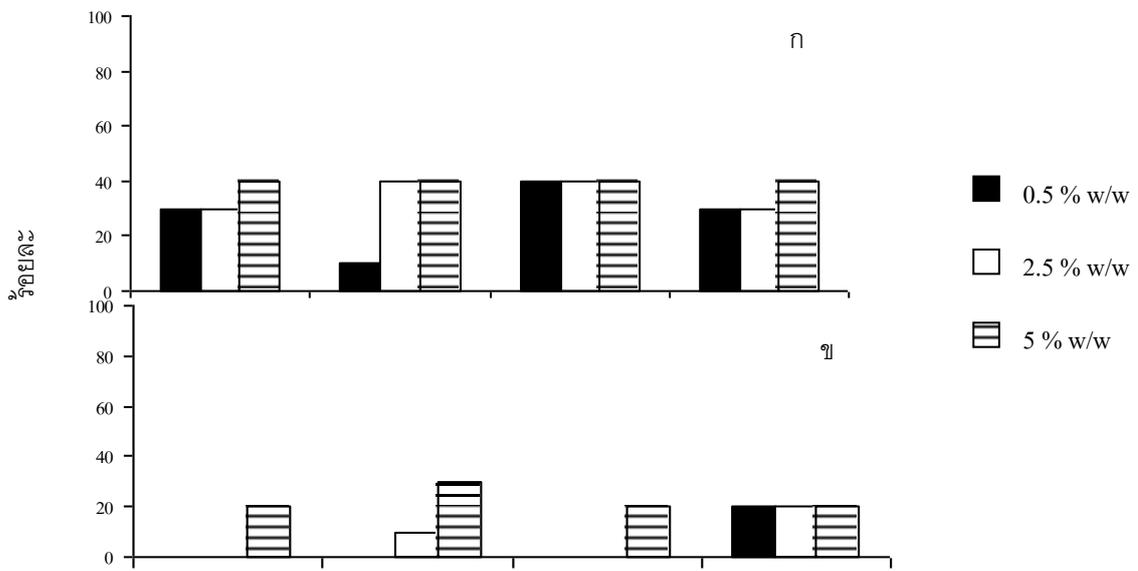
### หญ้างวงช้าง

ในทุกอัตราส่วนของหญ้างวงช้างคดผงมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดใกล้เคียงกัน โดยที่ ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดที่ดีที่สุด คือ หญ้างวงช้างคดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกลองอินทรีย์ ข้าวจ้าวอินทรีย์ ข้าวกลองเคมี และข้าวจ้าวเคมี ที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดย น้ำหนัก) ในข้าวจ้าวอินทรีย์ ข้าวกลองเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดเท่ากัน คือ ร้อยละ

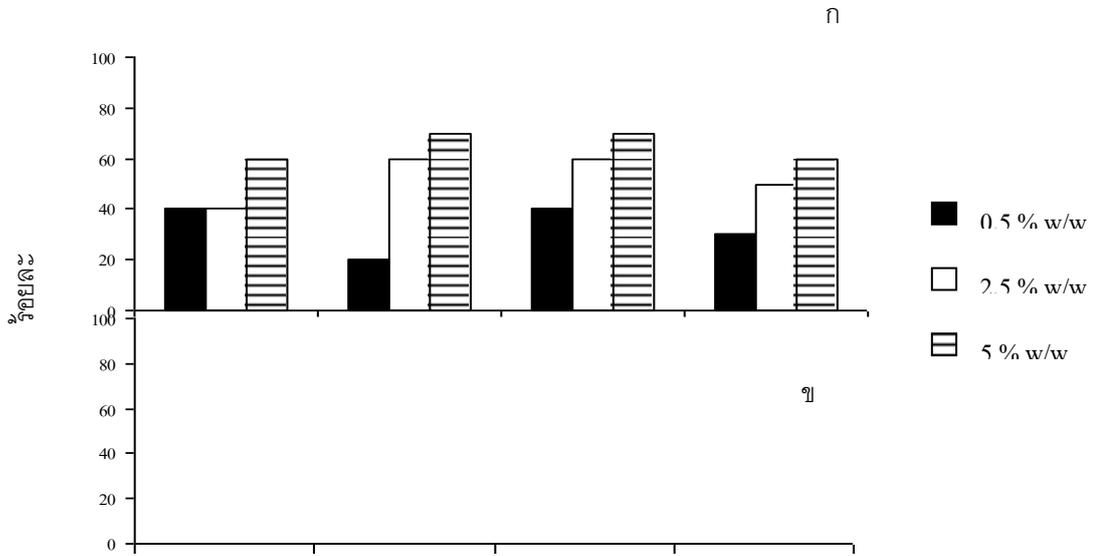
40 (รูปที่ 15 ก) ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่า พบว่าที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ มีประสิทธิภาพในการฆ่าตัวงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 30 (รูปที่ 15 ข)

**หญ้าเหี่ยวหมู**

หญ้าเหี่ยวหมูบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขาวอินทรีย์และข้าวกล้องเคมีสามารถไล่ตัวงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 70 รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีย์และข้าวขาว เคมี และที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขาวอินทรีย์และข้าวกล้องเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ร้อยละ 60 ในขณะที่ไม่พบประสิทธิภาพในการฆ่าตัวงวงข้าวโพดของหญ้าเหี่ยวหมูบดผง (รูปที่ 16)



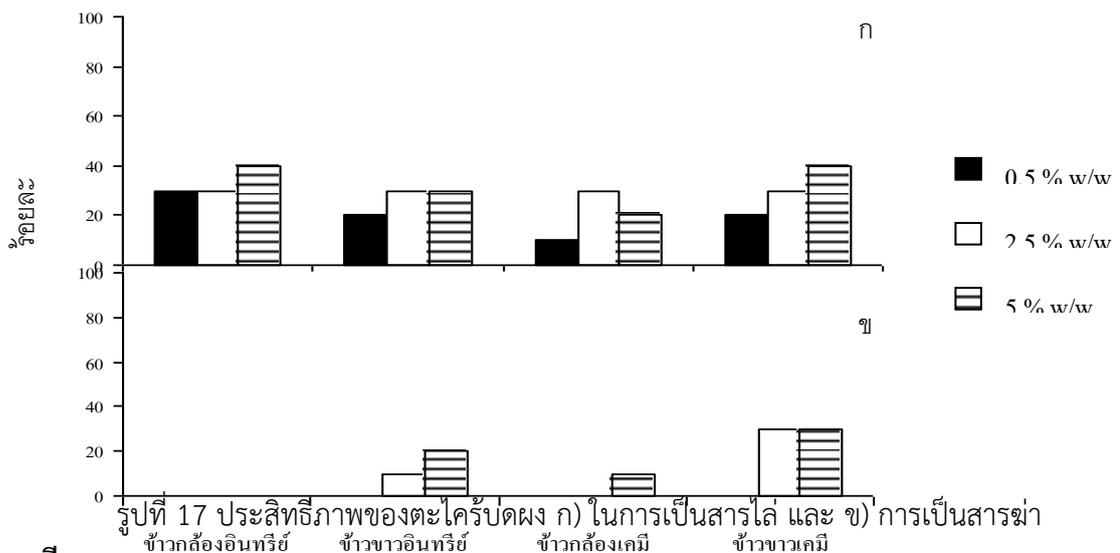
รูปที่ 15 ประสิทธิภาพของหญ้าแห้งบดผง (ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่าตัวงวงอินทรีย์ ข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และ ข้าวขาวเคมี



รูปที่ 17 ประสิทธิภาพของยังเหย้าเห็นหัวหมูปดงคัง) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

**ตะไคร้**

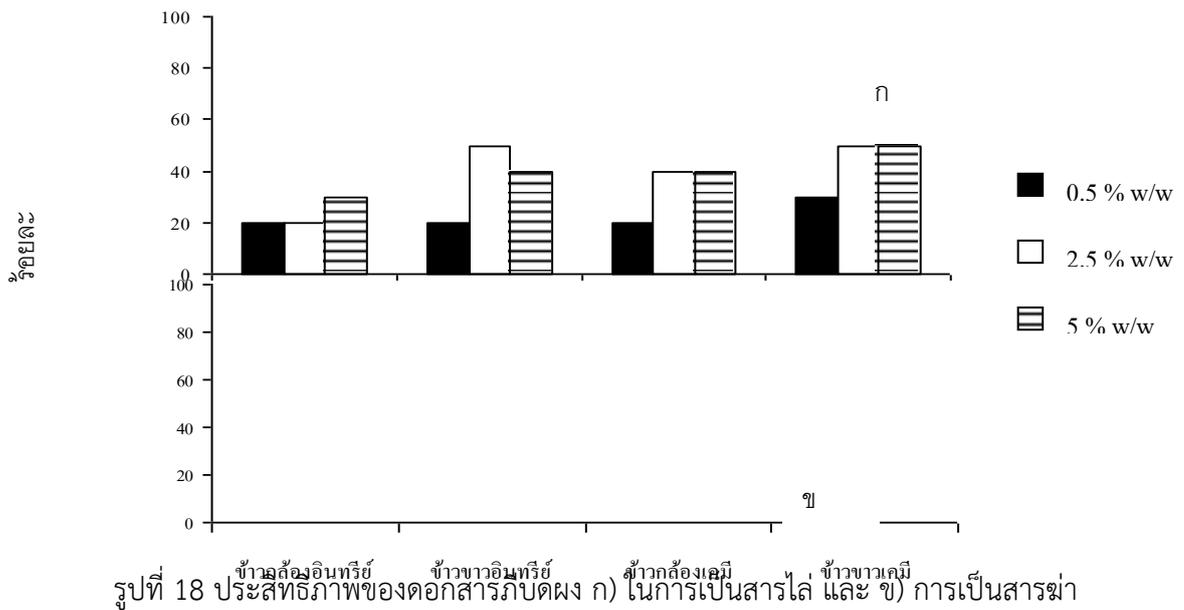
ตะไคร้บดผงมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีต่ำ โดยตะไคร้บดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 40 ในขณะที่ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำเช่นเดียวกับการไล่ โดยที่ตะไคร้บดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมีมีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด คือ ร้อยละ 30 (รูปที่ 17)



รูปที่ 17 ประสิทธิภาพของตะไคร้บดผง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

**สารภี**

ดอกสารภีบดผงอัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 50 เหมือนกับที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ รองลงมาคือ ที่อัตราส่วนร้อยละ 2.5 และ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องเคมีมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 40 ในขณะที่ไม่พบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดของดอกสารภีบดผง (รูปที่ 18)



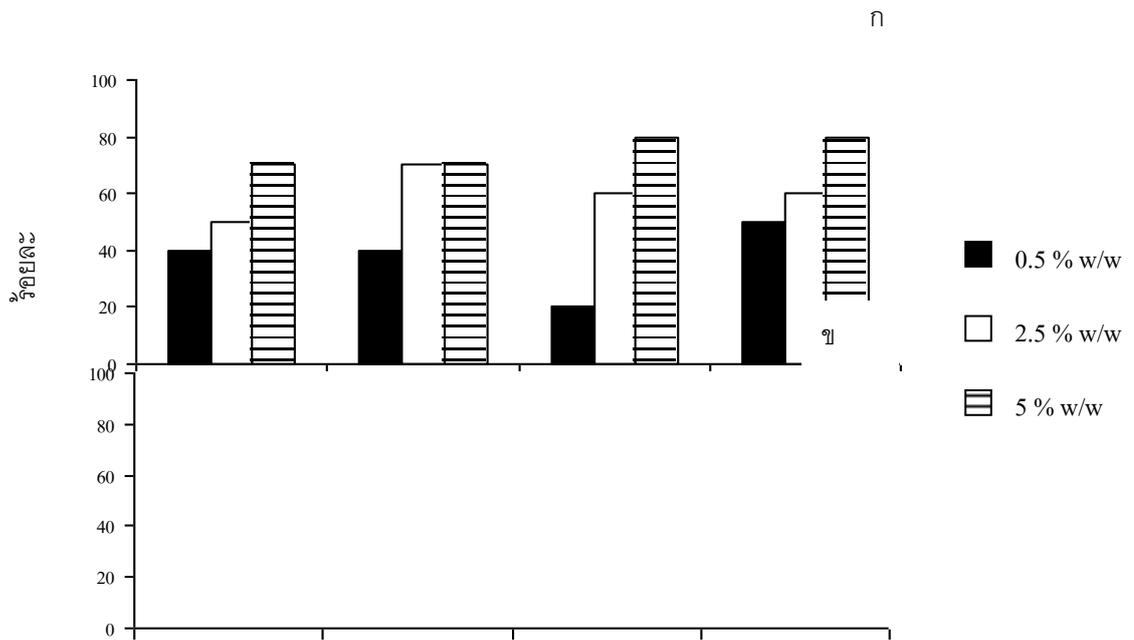
รูปที่ 18 ประสิทธิภาพของดอกสารกำจัดแมลง ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

### หางไหลแดง

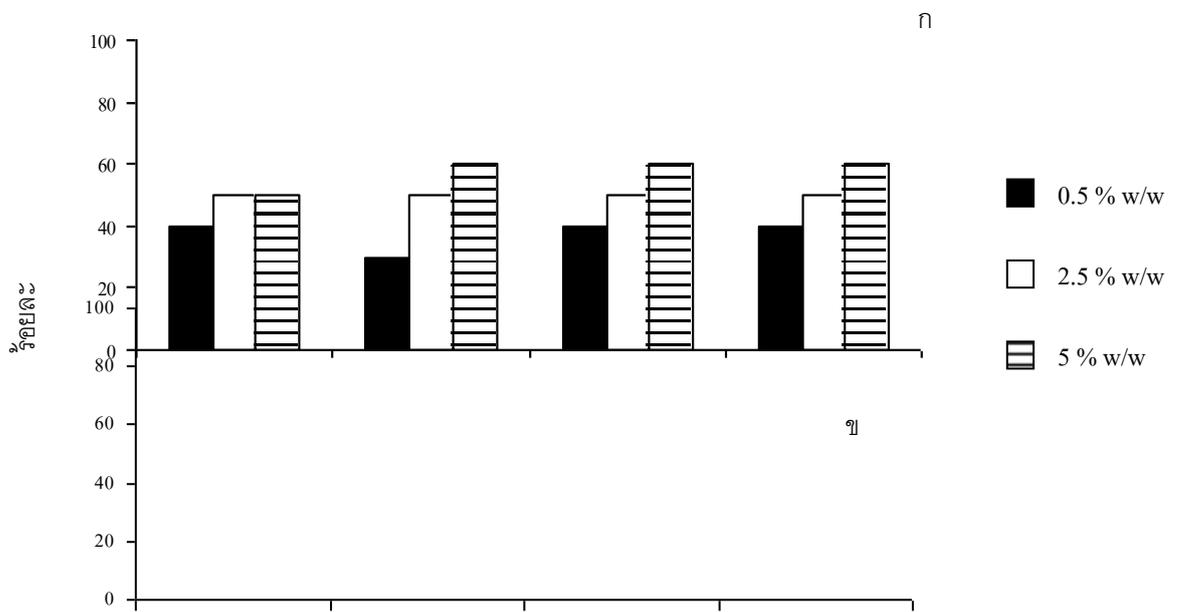
หางไหลแดงบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยในข้าวกล้องอินทรีย์มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 70 รองลงมาคือข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 60 ในขณะที่ไม่พบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดของหางไหลแดงบดผง (รูปที่ 19)

### ข้าวพลุ

ใบข้าวพลุบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ดีกว่าอัตราส่วนต่ำ โดยที่ใบข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดดีที่สุดคือ ร้อยละ 60 รองลงมาคือใบข้าวพลุบดผงที่อัตราส่วนร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีย์ และอัตราส่วนร้อยละ 2.5 (โดยน้ำหนัก) ในข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องเคมี และข้าวขัดขาวเคมี มีประสิทธิภาพในการไล่ร้อยละ 50 และไม่พบประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงวงข้าวโพดของใบข้าวพลุบดผง (รูปที่ 4.20)



รูปที่ 19 ประสิทธิภาพของข้าวกล้องอินทรีย์ (ก) และข้าวขัดขาวอินทรีย์ (ข) ในการเป็นสารไล่ และ (ข) การเป็นสารฆ่า



รูปที่ 20 ประสิทธิภาพของใบข้าวปลูกผสม ก) ในการเป็นสารไล่ และ ข) การเป็นสารฆ่า

เมื่อเปรียบเทียบพืชทุกชนิด แล้วพบว่าพืช 10 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่และสารฆ่าได้ดี คือ มะกรูด กะเพรา ชิง พริกขี้หนู ตะไคร้หอม มะนาว แมงลัก ขมิ้นชัน กระเทียม และกานพลู (ตารางที่ 2)

**ตารางที่ 2** พืช 10 ชนิด ที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ และเป็นสารฆ่าแมลงได้ดี

ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ (%)		ประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่า (%)	
มะกรูด	90	กานพลู	100
กะเพรา	90	ขมิ้นชัน	80
ชิง	90	มะกรูด	80
พริกขี้หนู	90	แมงลัก	70
ตะไคร้หอม	90	กะเพรา	60
มะนาว	80	มะนาว	60
แมงลัก	80	ชิง	60
ขมิ้นชัน	80	ตะไคร้หอม	60
กระเทียม	80	กระเทียม	50
กานพลู	80	พริกขี้หนู	40

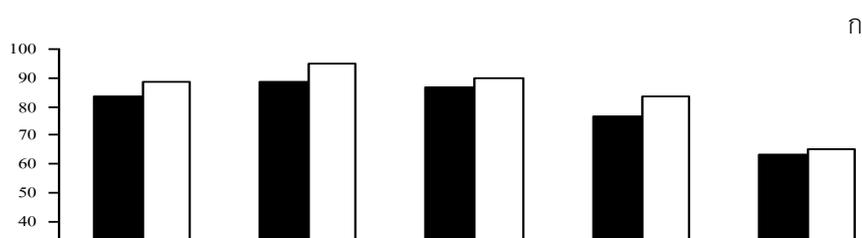
ดังนั้นจึงนำพืชทั้ง 10 ชนิดมาทดสอบประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงงข้าวโพดในข้าว KDML 105 อินทรี ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 60 วัน

### 11.3 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงงข้าวโพดในข้าว KDML 105 อินทรี (โดยการผสมพืชบดผงลงในข้าวโดยตรง และการนำพืชบดผงใส่ในถุงเยื่อกระดาษ (ถุงชา) ระหว่างการเก็บรักษา

#### พืชวงศ์ Zingiberaceae

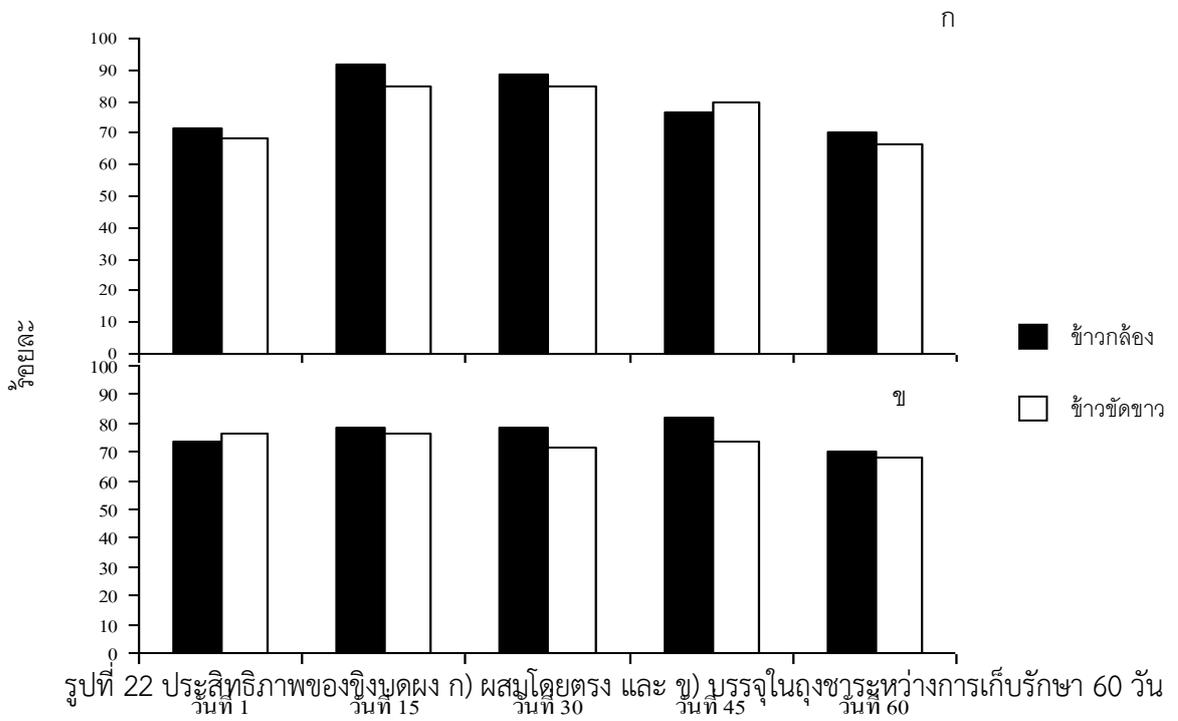
จากรูปที่ 21 ข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ผสมขมิ้นชันบดผงจะมีประสิทธิภาพการไล่ด้วงวงงข้าวโพดได้ใกล้เคียงกัน โดยในวันที่ 15 ขมิ้นบดผงจะมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดได้สูงที่สุด ทั้งแบบผสมกับข้าวโดยตรง และการบรรจุขมิ้นบดผงในถุงชา หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะลดลงเมื่อมีการเก็บรักษานานขึ้น

เช่นเดียวกับชิงบดผง ในวันที่ 15 ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดจะสูงที่สุด หลังจากนั้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงงข้าวโพดของชิงบดผงจะมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นในข้าวกล้องที่ใส่ชิงผงในถุงชา พบว่าเมื่อเก็บรักษาข้าวานานขึ้นจากวันที่ 1, 15, 30 และ 45 ประสิทธิภาพของชิงบดผงในการเป็นสารไล่ด้วงวงงข้าวโพดจะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น คือ ร้อยละ 73.33 78.33 78.33 และ 81.67 ตามลำดับ หลังจากนั้นประสิทธิภาพจะลดลง (รูปที่ 22)



ร้อยละ

รูปที่ 21 ประสิทธิภาพของขมิ้นผง ก) ผสมโดยตรง และ ข) บรรจุในถุงชาระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน

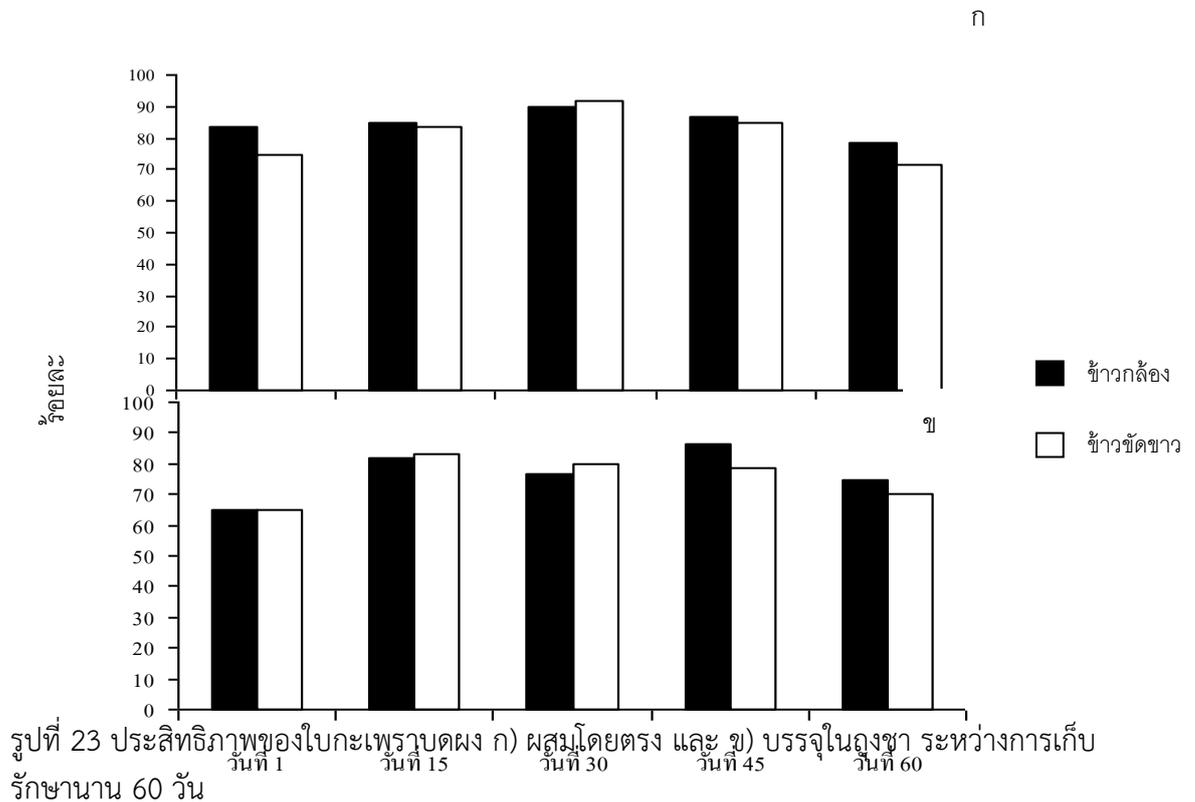


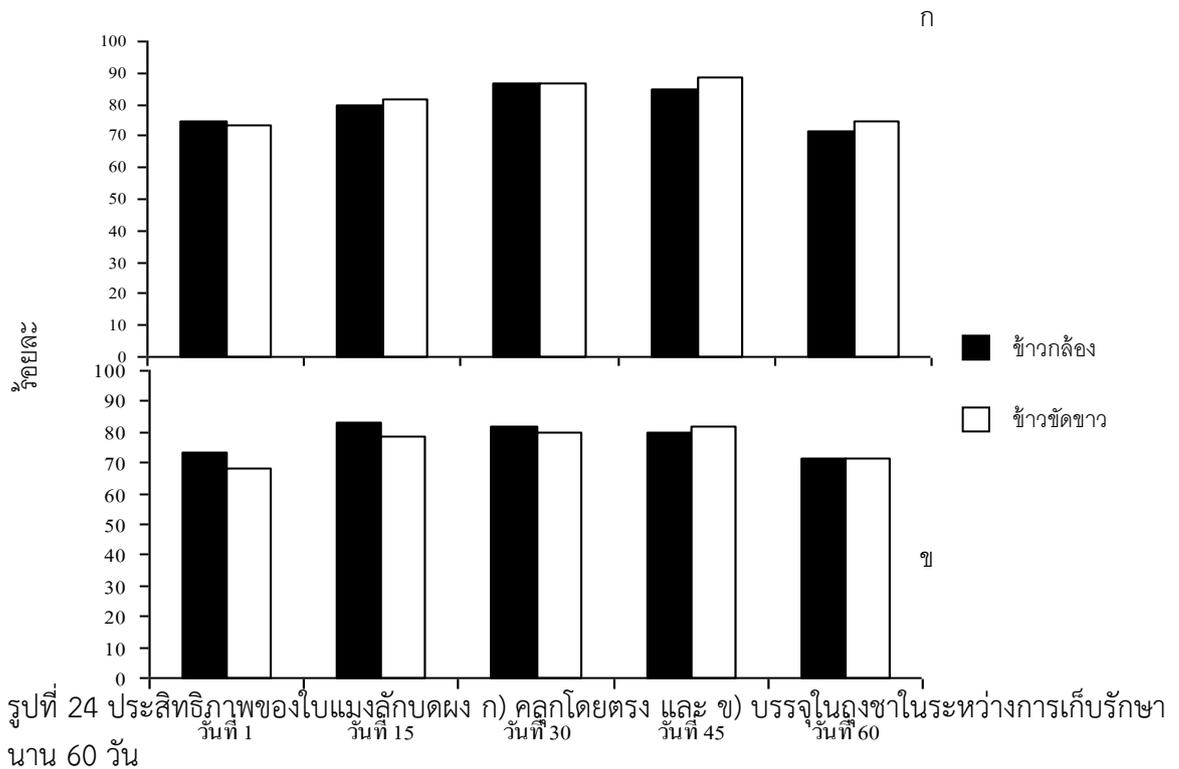
รูปที่ 22 ประสิทธิภาพของขิงบดผง ก) ผสมโดยตรง และ ข) บรรจุในถุงชาระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน

**พืชวงศ์ Labiatae**

ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ผสมกับใบกะเพราบดผง มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้มากกว่า การบรรจุใบกะเพราในถุงชา เมื่อเก็บรักษาข้าวนานขึ้นประสิทธิภาพของพืชในการไล่ด้วงวงข้าวโพดจะ เพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 30 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุด โดยในข้าวกล้องสามารถไล่ด้วง วงข้าวโพดได้ร้อยละ 90 และในข้าวขัดขาวสามารถไล่ได้ร้อยละ 91.67 หลังจากนั้นประสิทธิภาพของ กะเพรามีแนวโน้มลดลง ในขณะที่ข้าวที่บรรจุใบกะเพราบดผงในถุงชา พบว่าในวันที่ 15 ใบกะเพราบดผง มีประสิทธิภาพสูงที่สุดในการไล่ด้วงวงข้าวโพด ทั้งในข้าวกล้องและข้าวขัดขาว (รูปที่ 23)

ใบแมงลักบดผง มีประสิทธิภาพเช่นเดียวกับใบกะเพราบดผง ยกเว้นในข้าวขัดขาวทั้งแบบผสมในข้าว โดยตรง และแบบบรรจุในถุงชา พบว่าประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น ตั้งแต่วันที่ 1 ถึงวันที่ 45 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุด คือ ร้อยละ 88.33 ในแบบผสมโดยตรง และร้อยละ 81.67 ในแบบบรรจุในถุงชา (รูปที่ 24)





### พืชวงศ์ Rutaceae

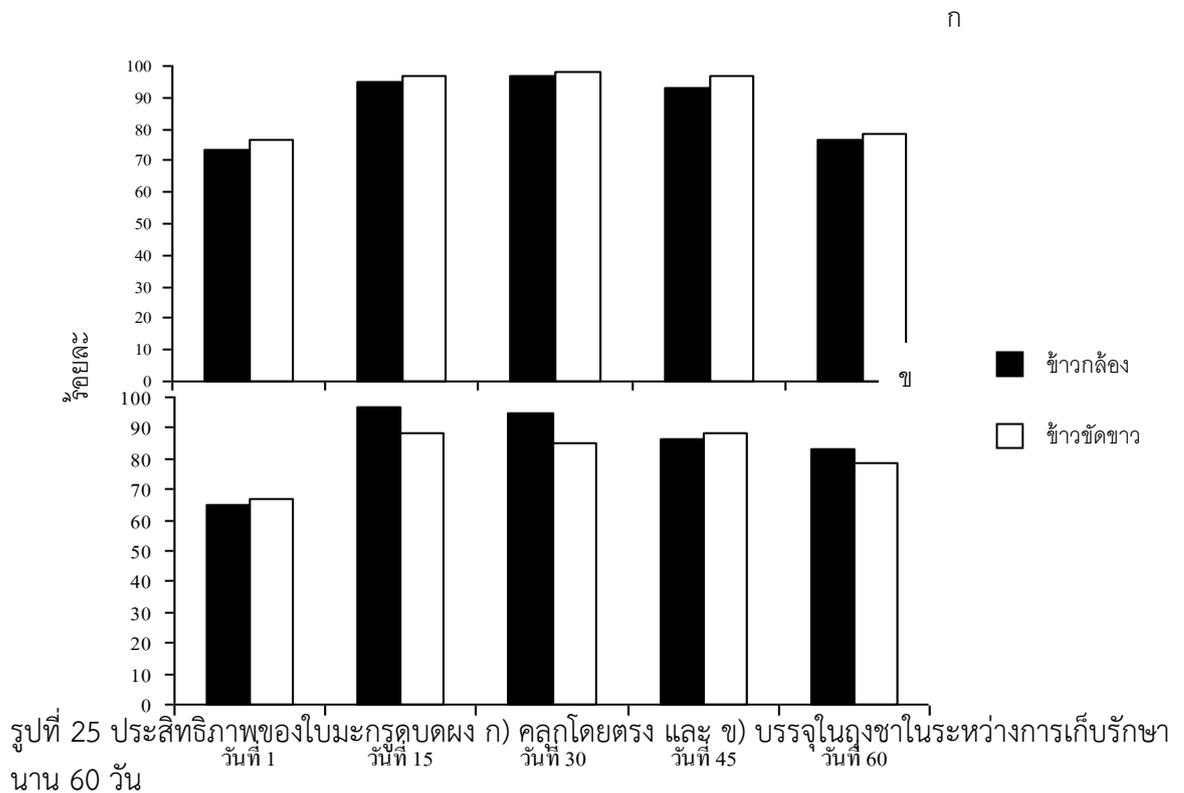
ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ผสมกับใบมะกรูดบดผงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดจนถึงวันที่ 30 มีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 96.67 ในข้าวกล้องและร้อยละ 98.33 ในข้าวขัดขาว หลังจากนั้นประสิทธิภาพลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น ในขณะที่การบรรจุใบมะกรูดบดผงในถุงชาพบว่าในวันที่ 15 ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุดคือสามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 96.67 ในข้าวกล้อง และร้อยละ 88.32 ในข้าวขัดขาว หลังจากนั้นประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษาข้าวานานขึ้น (รูปที่ 25)

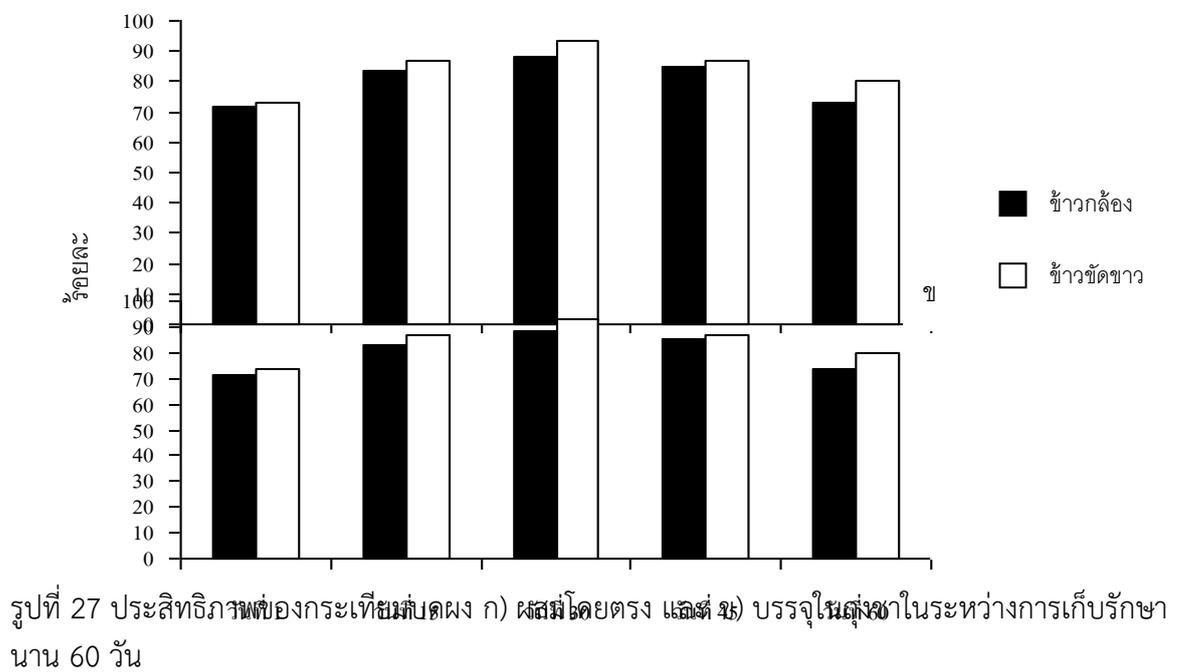
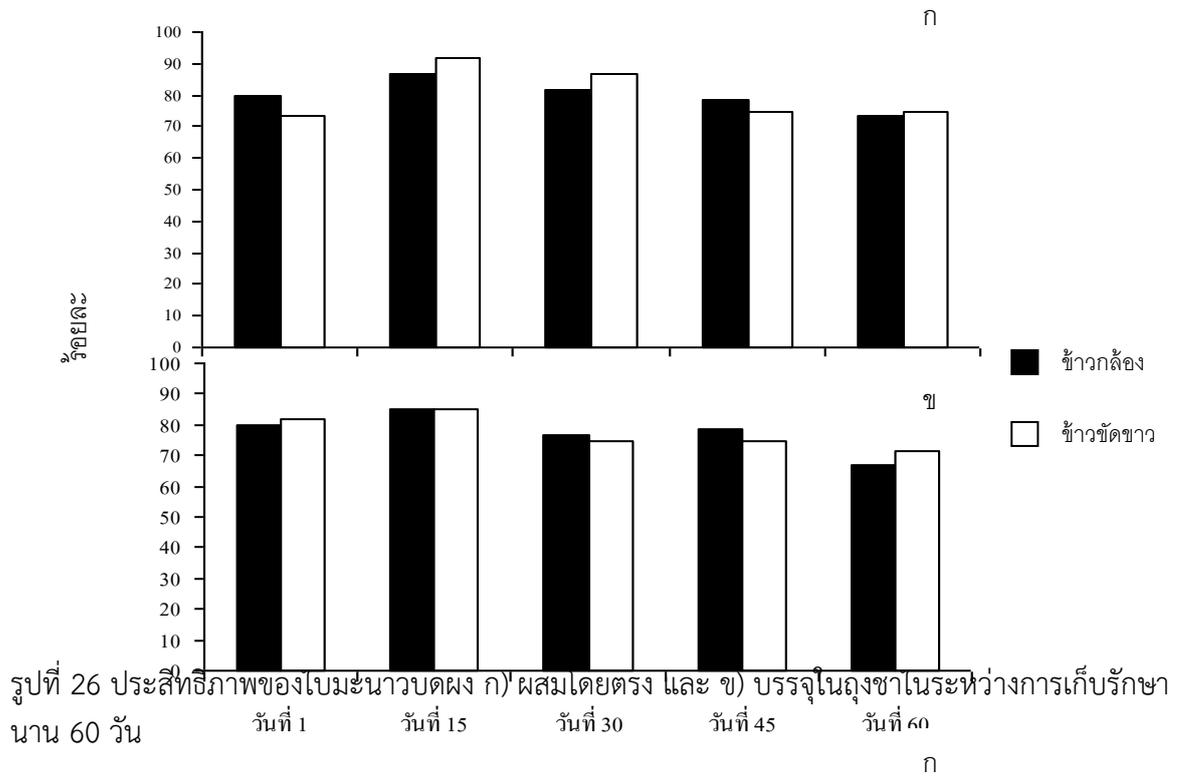
ใบมะนาวบดผงที่บรรจุไว้ในถุงชามีผลการทดลองเหมือนกับใบมะกรูด แต่ในการผสมโดยตรง พบว่าในข้าวกล้อง ประสิทธิภาพของมะนาวบดผงเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 15 หลังจากนั้นแนวโน้มของประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดลดลงในขณะที่ข้าวขัดขาวมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 45 แล้วค่อยลดลงต่ำลง (รูปที่ 26)

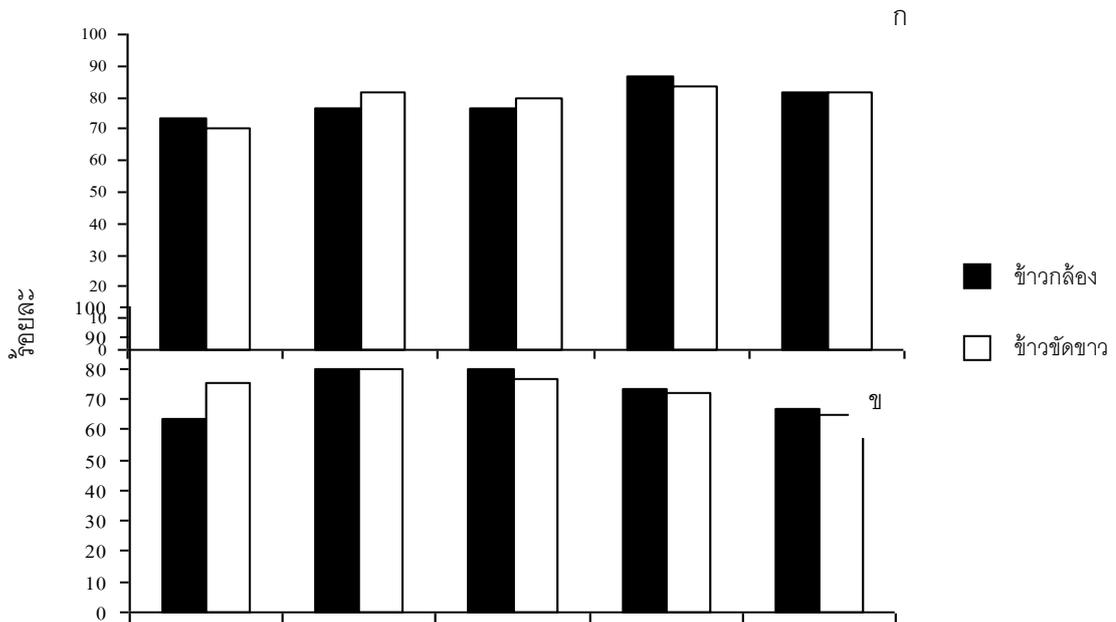
**กระเทียมและกานพลู**

ในการผสมกระเทียมบดผงในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวโดยตรง เมื่อเก็บรักษานานขึ้นประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนถึงวันที่ 30 ซึ่งมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุดคือ ร้อยละ 88.33 ในข้าวกล้อง และร้อยละ 93.33 ในข้าวขัดขาว ในขณะที่การบรรจุกระเทียมบดผงในถุงซาพบว่า ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดเพิ่มขึ้นถึงวันที่ 15 หลังจากนั้นแนวโน้มลดลงทั้งในข้าวกล้องและข้าวขัดขาว (รูปที่ 27)

สำหรับกานพลูบดผงพบว่ามีผลการทดลองคล้ายกับกระเทียมบดผงในรูปแบบการบรรจุพีซีในถุงซา คือ ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงขึ้นจนวันที่ 45 หลังจากนั้นแนวโน้มลดต่ำลง ในขณะที่การคลุกการผสมบดผงลงไปในตัวโดยตรง พบว่าเมื่อเก็บรักษานานขึ้นประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นแต่หลังจากเก็บนาน 45 วัน ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มลดลง ทั้งในข้าวกล้องและข้าวขัดขาว (รูปที่ 28)





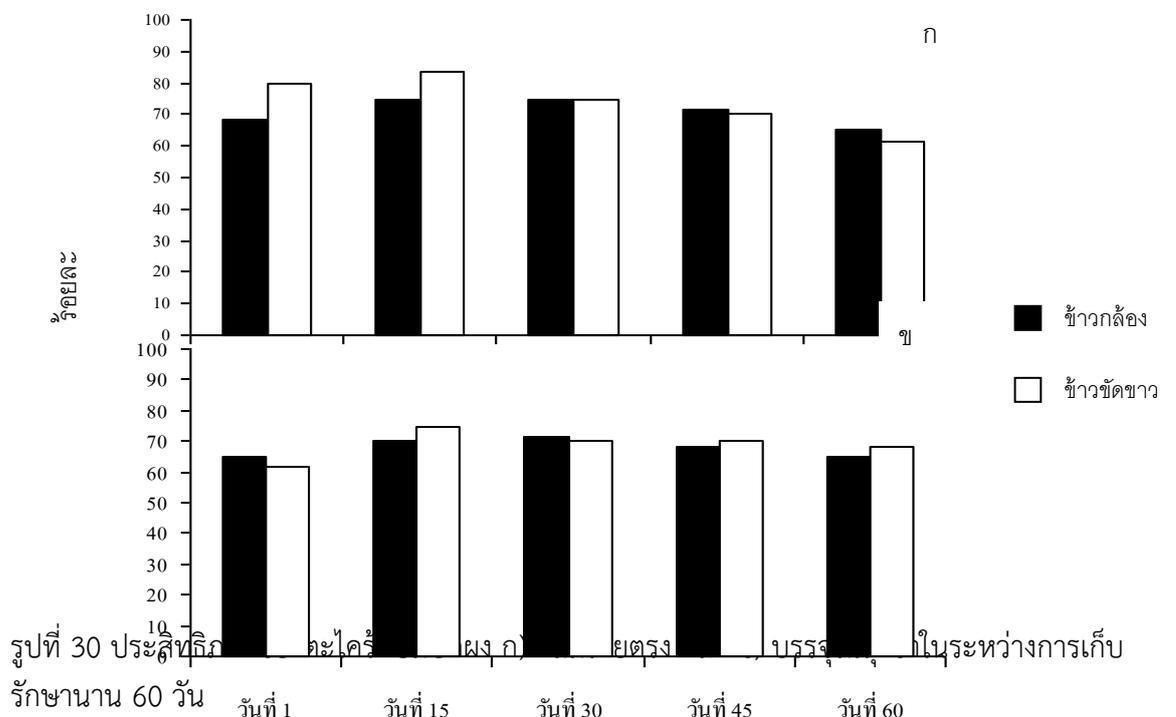
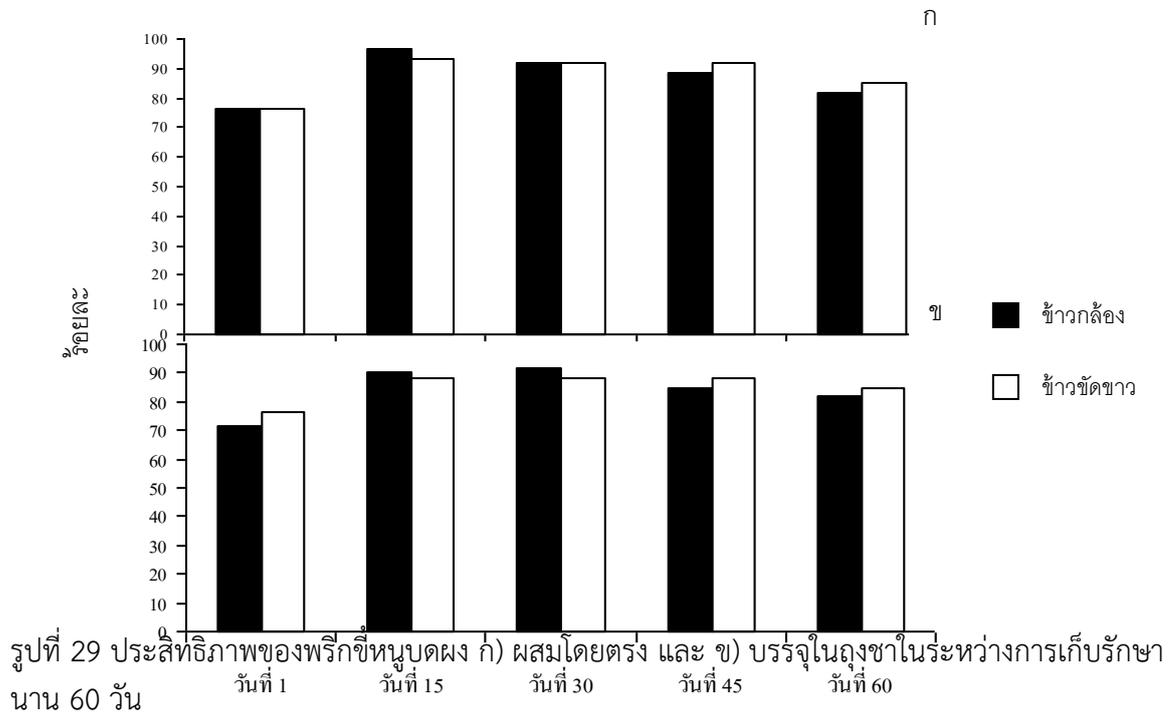


รูปที่ 28 ประสิทธิภาพของกานพลูบดผง ก) ผสมโดยตรง และ ข) บรรจุในถุงชาในระหว่างการเก็บรักษานาน 60 วัน

### พริกชี้หนู และตะไคร้หอม

ในข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ผสมกับพริกชี้หนูบดผงโดยตรง และข้าวขัดขาวที่บรรจุพริกชี้หนูบดผง ใส่ในถุงชา พบว่าประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุดในวันที่ 15 คือ ร้อยละ 96.67, 93.33 และ 83.33 ตามลำดับ หลังจากนั้นประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลง ยกเว้นในข้าวกล้องที่บรรจุพริกชี้หนูในถุงชา ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงวงข้าวโพดมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น จนถึงวันที่ 30 แล้วค่อยลดต่ำลง (รูปที่ 29)

ตะไคร้หอมบดผง จะมีผลการทดลองคล้ายกับพริกชี้หนู คือ ข้าวกล้องและข้าวขัดขาวที่ผสมตะไคร้หอมโดยตรง มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นของประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพด จนถึงวันที่ 15 เหมือนกับข้าวขัดขาวที่ใส่ตะไคร้หอมบดผงบรรจุในถุงชา ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่เพิ่มขึ้นถึงวันที่ 15 หลังจากนั้น เมื่อเก็บรักษาข้าวขึ้นประสิทธิภาพมีแนวโน้มลดลง แต่ในข้าวกล้องที่ใส่ตะไคร้หอมบดผงบรรจุในถุงชา ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงวงข้าวโพดสูงที่สุดในวันที่ 30 คือ สามารถไล่ด้วงวงข้าวโพดได้ร้อยละ 71.67 จากนั้นมีแนวโน้มลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น (รูปที่ 30)



**11.2.4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าว KDML 105 อินทรีย์ผสมพีชบดผงและบรรจุนุ่นงชา**

**11.2.4.1 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวกล็อง**

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวกล็องอินทรีย์ที่ผสมพีชบดผงและบรรจุนุ่นงชาในถุงชา ไม่มีความแตกต่างกัน โดยข้าวที่ผสมกระเทียม และข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุนุ่นงชาบดผง มีคะแนน

ความชอบสูง เนื่องจากข้าวกล้องมีสีคล้ำออกน้ำตาลเมื่อผสมกับพืชบดผง อาจจะไม่เกิดการเปลี่ยนแปลงของสีข้าวมากนัก ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของข้าวกล้องอินทรีย์ มีคะแนนความชอบแตกต่างกัน ( $p \leq 0.01$ ) เพราะพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัวของพืชนั้นๆ โดยที่ข้าวกล้องที่ผสมกับพริกชี้หนูบดผง กระเทียมบดผง มะกรูดบดผง ข้าวกล้องที่ใส่ถุงชาบรรจุพริกบดผง กานพลูบดผง และ ตะไคร้หอมบดผงมีคะแนนความชอบสูง และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่ามีความชอบแตกต่างกัน ( $p \leq 0.01$ ) โดยข้าวกล้องที่ใส่ถุงชาบรรจุพริกบดผง และขมิ้นบดผงมีคะแนนความชอบสูงกว่า ข้าวกล้องที่ผสมกับพืชบดผงโดยตรงทุกชนิด (ตารางที่ 3)

#### 11.2.4.2 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวขัดขาว

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของข้าวขัดขาวอินทรีย์ที่ผสมพืชบดผงและบรรจุพืชบดผงในถุงชา มีคะแนนความชอบแตกต่างกัน ( $p \leq 0.01$ ) โดยในการนำข้าวมาผสมกับพืชบดผงโดยตรง พบว่าพืชทั้งหมดมีคะแนนความชอบน้อยกว่าข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุใบกะเพราบดผง ใบแมงลักบดผง พริกบดผง กานพลูบดผง และกระเทียมบดผง ส่วนการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านกลิ่นของข้าวขัดขาว มีคะแนนความชอบแตกต่างกัน ( $p \leq 0.01$ ) เช่นเดียวกับข้าวกล้อง เพราะพืชแต่ละชนิดจะมีกลิ่นเฉพาะตัวของพืชนั้นๆ โดยข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุกะเพราบดผง พริกบดผง ขมิ้นบดผง กานพลูบดผง ตะไคร้หอมบดผง และกระเทียมบดผงมีคะแนนความชอบสูงกว่าข้าวที่ผสมกับพืชบดผงโดยตรง และการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านรสชาติพบว่ามีความชอบแตกต่างกัน ( $p \leq 0.01$ ) โดยข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุใบกะเพราบดผง ใบแมงลัก พริกบดผง ขมิ้นบดผง กานพลูบดผง ตะไคร้หอมบดผง และขิงบดผง มีคะแนนความชอบสูงกว่าข้าวที่ผสมกับพืชบดผงโดยตรง (ตารางที่ 4) จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าทั้งข้าวกล้องและข้าวขัดขาว ข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุพืชบดผงจะมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติมากกว่าข้าวที่ผสมพืชบดผงลงไปโดยตรง อาจจะเป็นเนื่องมาจากการเมื่อผสมพืชบดผงลงในข้าว จะทำให้ข้าวมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพอย่างมาก ซึ่งผู้บริโภคส่วนใหญ่อาจจะยังไม่ยอมรับและรู้สึกว่าการเอาสิ่งแปลกปลอมมาผสมในข้าว แต่ในข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุพืชบดผง จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางด้านกายภาพมากนัก เนื่องจากตัวพืชไม่ได้สัมผัสกับข้าวโดยตรง จึงทำให้ข้าวยังคงลักษณะโดยทั่วไป จะมีที่แตกต่างไปจากเดิมคือทางด้านกลิ่นที่จะมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากถุงชามีลักษณะเป็นรูพรุนที่กลิ่นสามารถแพร่ผ่านออกมาได้ ทำให้ข้าวมีกลิ่นของพืชชนิดนั้นๆ ซึ่งอาจจะทำให้ผู้บริโภคมีการยอมรับมากกว่า

ตารางที่ 3 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวกล้อง KDML 105 อินทรีย์ผสมพืชขบดผงและเก็บพืชขบดผงในถุงชา ที่มีอายุการเก็บรักษา 60 วัน

ชนิดพืช	คุณภาพทางประสาทสัมผัส			
	สี	กลิ่น	รสชาติ	
คลุกโดยตรง	กะเพรา	4.00	4.75 <sup>abcd</sup>	3.83 <sup>efgh</sup>
	แมงลัก	3.58	4.08 <sup>bcde</sup>	4.17 <sup>cdefgh</sup>
	พริก	4.75	5.33 <sup>ab</sup>	3.33 <sup>h</sup>
	ขมิ้น	4.50	4.67 <sup>abcd</sup>	4.17 <sup>cdefgh</sup>
	กานพลู	3.67	3.50 <sup>de</sup>	3.58 <sup>gh</sup>
	ตะไคร้	3.50	3.75 <sup>cde</sup>	4.25 <sup>cdefgh</sup>
	กระเทียม	5.50	5.25 <sup>ab</sup>	4.58 <sup>abcdef</sup>
	มะกรูด	4.33	5.00 <sup>abc</sup>	4.58 <sup>abcdef</sup>
	ขิง	4.33	3.75 <sup>cde</sup>	4.00 <sup>defgh</sup>
	มะนาว	4.25	4.50 <sup>abcde</sup>	4.50 <sup>bcdefg</sup>
ใส่ถุงชา	กะเพรา	4.83	4.67 <sup>abcd</sup>	4.67 <sup>abcde</sup>
	แมงลัก	4.83	4.17 <sup>abcde</sup>	3.67 <sup>fgh</sup>
	พริก	4.83	5.17 <sup>ab</sup>	5.50 <sup>a</sup>
	ขมิ้น	4.83	4.17 <sup>abcde</sup>	5.33 <sup>ab</sup>
	กานพลู	3.83	5.17 <sup>ab</sup>	3.67 <sup>fgh</sup>
	ตะไคร้	4.83	5.50 <sup>a</sup>	5.00 <sup>abc</sup>
	กระเทียม	4.67	3.50 <sup>de</sup>	4.00 <sup>defgh</sup>
	มะกรูด	4.67	4.67 <sup>abcd</sup>	4.83 <sup>abcd</sup>
	ขิง	4.00	3.17 <sup>e</sup>	4.00 <sup>defgh</sup>
	มะนาว	5.10	3.17 <sup>e</sup>	4.50 <sup>bcdefg</sup>
F-test	ns	**	**	
C.V. (%)	32.88	39.72	28.54	
LSD	1.18	1.41	0.98	

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ( $p \leq 0.01$ )

a,b,c ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (DMRT)

ตารางที่ 4 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น และรสชาติของข้าวสาร KDML 105 อินทรีย์ผสมพืชขบตวงและเก็บพืชขบตวงในถุงชา ที่มีอายุการเก็บรักษา 60 วัน

ชนิดพืช		คุณภาพทางประสาทสัมผัส		
		สี	กลิ่น	รสชาติ
คลุกโดยตรง	กะเพรา	4.33 <sup>defg</sup>	4.17 <sup>def</sup>	4.25 <sup>defg</sup>
	แมงลัก	3.50 <sup>fg</sup>	4.33 <sup>cdef</sup>	3.50 <sup>fgh</sup>
	พริก	5.83 <sup>bc</sup>	4.83 <sup>bcde</sup>	3.83 <sup>efgh</sup>
	ขมิ้น	3.50 <sup>fg</sup>	4.00 <sup>def</sup>	3.08 <sup>gh</sup>
	กานพลู	4.25 <sup>defg</sup>	3.91 <sup>ef</sup>	4.50 <sup>cdef</sup>
	ตะไคร้	4.08 <sup>efg</sup>	3.08 <sup>fg</sup>	3.42 <sup>fgh</sup>
	กระเทียม	3.41 <sup>g</sup>	5.00 <sup>abcd</sup>	4.08 <sup>defg</sup>
	มะกรูด	4.75 <sup>cdef</sup>	4.17 <sup>def</sup>	4.42 <sup>cdef</sup>
	ขิง	4.83 <sup>cde</sup>	4.33 <sup>cdef</sup>	3.67 <sup>fgh</sup>
	มะนาว	5.67 <sup>bc</sup>	1.67 <sup>h</sup>	4.58 <sup>bcdef</sup>
ใส่ถุงชา	กะเพรา	7.17 <sup>a</sup>	6.17 <sup>ab</sup>	7.00 <sup>a</sup>
	แมงลัก	5.17 <sup>bcde</sup>	4.17 <sup>def</sup>	5.17 <sup>bcd</sup>
	พริก	6.33 <sup>ab</sup>	5.67 <sup>abc</sup>	5.67 <sup>bc</sup>
	ขมิ้น	4.00 <sup>efg</sup>	6.50 <sup>a</sup>	5.83 <sup>ab</sup>
	กานพลู	5.50 <sup>bcd</sup>	6.67 <sup>a</sup>	7.00 <sup>a</sup>
	ตะไคร้	4.67 <sup>cdefg</sup>	5.33 <sup>abcd</sup>	5.33 <sup>bcd</sup>
	กระเทียม	7.17 <sup>a</sup>	6.00 <sup>ab</sup>	4.17 <sup>defg</sup>
	มะกรูด	4.33 <sup>defg</sup>	2.17 <sup>gh</sup>	2.67 <sup>h</sup>
	ขิง	4.83 <sup>cde</sup>	4.33 <sup>cdef</sup>	5.33 <sup>bcd</sup>
	มะนาว	4.17 <sup>efg</sup>	1.67 <sup>h</sup>	3.33 <sup>fgh</sup>
F-test		**	**	**
C.V. (%)		33.80	38.85	34.59
LSD		1.33	1.41	1.27

ns ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ

\*\* มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99 ( $p \leq 0.01$ )

a,b,c ค่าเฉลี่ยในแต่ละคอลัมน์ที่ตามด้วยอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 (DMRT)

## 12 สรุปผลการศึกษา

12.1 พีชที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ควบคุมศัตรูพืชมีจำนวน ไม่ต่ำกว่า 300 ชนิด กระจายอยู่ในวงศ์พืช 95 วงศ์

12.2 พีชที่มีความเหมาะสมสูงในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ จำนวน 11 ชนิด คือ กระเทียม กะเพรา กานพลู ขมิ้น ขิง พริกขี้หนู มะกรูด มะนาว แมงลัก ขี้เหล็ก ตะไคร้หอม เมื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการสำหรับการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ และสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพด พีชทั้ง 11 ชนิด มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวงวงงข้าวโพดสูง (สามารถไล่ตัวงวงงข้าวโพดได้มากกว่าร้อยละ 75 เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 5) แต่มีเพียงมะกรูด กานพลู และ ขมิ้นชนิดที่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพด (สามารถฆ่าตัวงวงงข้าวโพดได้มากกว่าร้อยละ 75 เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 5) พีชอีก 6 ชนิดมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพดปานกลาง (สามารถฆ่าตัวงวงงข้าวโพดได้ร้อยละ 50-75 เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 5) ส่วนพริกขี้หนูมีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพดได้ต่ำ (ต่ำกว่าร้อยละ 50 เมื่อใช้ความเข้มข้นร้อยละ 5) และขี้เหล็กเทศไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพดได้เลย

12.3 พีชที่มีความเหมาะสมต่ำในการควบคุมแมลงศัตรูในโรงเก็บ จำนวน 9 ชนิด คือ ข้าวปลู ต้อยติ่ง ตะไคร้ น้อยหน้า ว่านน้ำ สารภี หล้าวงช้าง หล้าหัวหมู และหางไหลแดง เมื่อนำมาทดสอบในห้องปฏิบัติการสำหรับการศึกษาประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ และสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพด พบว่า ส่วนใหญ่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ระดับต่ำ และไม่มีประสิทธิภาพในการเป็นสารฆ่าตัวงวงงข้าวโพด

12.4 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวงวงงข้าวโพดในข้าว KDML 105 อินทรีย์ ระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน ของพีช 10 ชนิด คือ กระเทียม กะเพรา แมงลัก กานพลู มะกรูด มะนาว พริกขี้หนู ขมิ้น ขิง และ ตะไคร้ เปรียบเทียบพีชบดผงทั้ง 10 ชนิด โดยการคลุกโดยตรง และใส่ในถุงชา พบว่า การคลุกโดยตรงมีประสิทธิภาพเหนือกว่าการใส่ในถุงชา และประสิทธิภาพของพีชบดผงมะนาว ขมิ้น ขิง และ ตะไคร้ ในการเป็นสารไล่ตัวงวงงข้าวโพดในข้าว KDML 105 การทดสอบในข้าวขัดขาวสูงกว่าในข้าวกล้อง แต่ในกระเทียม กะเพรา แมงลัก กานพลู มะกรูด พริกขี้หนู ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ใกล้เคียงกัน

12.5 ประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ตัวงวงงข้าวโพดในข้าว KDML 105 อินทรีย์ ของพีช 10 ชนิด คือ กระเทียม กะเพรา แมงลัก กานพลู มะกรูด มะนาว พริกขี้หนู ขมิ้น ขิง และ ตะไคร้ ลดลงในระหว่างการเก็บรักษา 60 วัน

12.6 จากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าทั้งข้าวกล้องและข้าวขัดขาว ข้าวที่ใส่ถุงชาบรรจุพีชบดผงจะมีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่น และรสชาติมากกว่าข้าวที่ผสมพีชบดผงลงไปโดยตรง

### 13. เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2545, **คุณภาพข้าวและการตรวจสอบข้าวปนในข้าวหอมมะลิไทย**, จีรวัฒน์เอ็กซ์เพรส, กรุงเทพมหานคร, หน้า 61-73.
- กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2547, **คุณภาพและการตรวจสอบข้าวหอมมะลิไทย**, จีรวัฒน์เอ็กซ์เพรส, กรุงเทพมหานคร, 134 หน้า.
- กุสุมา นวลวัฒน์, 2544, “การทำลายและความเสียหายเนื่องมาจากแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร”, **วารสารกสิกรรมและสัตววิทยา**, ปีที่ 23 ฉบับที่ 2, หน้า 115-119.
- จันทรา เป็นสุข, 2545, **ผลของสารสกัดจากพริกชี้ฟ้าต่อความเป็นพิษและการทำงานของเอนไซม์เอสเทอร์เอส และกลูตาไทโอน เอสทรานเฟอเรสในด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky)**, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ชีววิทยา) สาขาชีววิทยา ภาควิชาสัตววิทยา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 103 หน้า
- ชนันทร โคตรนาวิง, ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย และ ชูวิทย์ สุขปรากร, 2541, “ผลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อการรอดชีวิตของด้วงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais* Motschulsky) และคุณภาพของเมล็ดข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ในระหว่างการเก็บรักษา”, **วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี**, ปีที่ 21 ฉบับที่ 1, หน้า 59-70.
- ชาญ มงคล, 2536, **ข้าว**, ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศน์ กรมการฝึกหัดครู, กรุงเทพมหานคร, 149 หน้า.
- ชูวิทย์ สุขปรากร, กุสุมา นวลวัฒน์, พินิจ นิลพานิชย์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุชรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น และ รังสิมา เก่งพานิช, 2539, **แมลงศัตรูผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด**, เอกสารวิชาการ กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกสิกรรมและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, 87 หน้า
- นิจศิริ เรืองรังษี และ พยอม ตันติวัฒน์, 2534, **พืชสมุนไพร**, บริษัทโอเดียนสโตร์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 243 หน้า.
- นันทวัน บุญยะประภัศร, 2534, **ยาและผลิตภัณฑ์จากธรรมชาติ**, ภาควิชาเภสัชวินิจฉัย คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, หน้า 99-100.
- บัญญัติ สุขศรีงาม, 2527, **เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 2**, โรงพิมพ์อมรรการพิมพ์, หน้า 31.
- ประสูติ สิทธิสรวง, ไพฑูรย์ อุไรรงค์ และกิตติยา กิจควรดี, 2528, “ความสูญเสียของเมล็ดพันธุ์ในระหว่างการเก็บรักษาในสภาพโรงเก็บของสถานีทดลองข้าว”, **รายงานผลการวิจัย ปี 2528**, สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร.
- ผุสดี สายชนะพันธ์ และ พันธิรัตน์ มะลิสวรรณ, 2547, **สมุนไพรกำจัดแมลง และศัตรูพืช**, ศรีสยาม พรินท์แอนด์แพคเกจ, หน้า 1-127.
- พาลาภ สิงหเสนี, 2540, **พิษของยาฆ่าแมลงต่อผู้ใช้และสิ่งแวดล้อม**, พิมพ์ครั้งที่ 5, สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพมหานคร, 157 หน้า.
- ภัทรพร ธัญญาวินิชกุล, 2540, **ผลของภาชนะบรรจุและสภาพการรักษาต่อคุณภาพข้าวสาร**
- รัตนา อินทรานุกกรณ์, 2545, **การตรวจสอบและสกัดแยกสารสำคัญจากพืชสมุนไพร**, คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ, 215 หน้า.
- วิทย์ เทียงบุญธรรม, 2542, **พจนานุกรมสมุนไพรไทย**, พิมพ์ครั้งที่ 5, บริษัท รวมสาส์น(1977) จำกัด, กรุงเทพมหานคร.
- สุจิตंबर เข้มทอง, 2544, **การพัฒนายาจุดกันยุงจากตะไคร้หอม มะกรูด เปลือกส้มเขียวหวาน และแกนปอสา**, ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์, 112 หน้า.
- สุรพล วิเศษสรรค์, 2542, **เอกสารประกอบการสอนพิษวิทยาเบื้องต้น**, ภาควิชาสัตววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 312 หน้า.

- สุรพล วิเศษสรรค์ และวัชรภรณ์ รวมธรรม, 2545, **พิษจากพืช และแนวทางการใช้สารสกัดจากพืชทางการเกษตร, การฝึกอบรม เรื่อง การเลือกใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย** ปราศจากสารพิษตกค้างในผลผลิต และสภาพแวดล้อม รุ่นที่ 2, 26-31 สิงหาคม 2545, กรุงเทพฯ.
- สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร, **สถิติปริมาณและมูลค่าการส่งออกข้าวหอมมะลิไทย** [online], Available:[http://www.oae.go.th/oae\\_go\\_th/statlm\\_Ex.php](http://www.oae.go.th/oae_go_th/statlm_Ex.php) [2006, October 2]
- สำนักวิจัยและพัฒนาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลิตผลเกษตร, 2548, **แมลงที่พบในผลิตผลเกษตรและการป้องกันกำจัด**, กรมวิชาการเกษตร, กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 150 หน้า.
- สถาบันวิจัยข้าว กรมวิชาการเกษตร, 2542., **การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตข้าวอินทรีย์**กรุงเทพมหานคร.
- สังวาล สมบูรณ์, สุภาวิณี พิมพ์สมาน, รัตนาพร พรหมศรีธา, วาสนาไชยคำ และพรทิพย์ วิสารทานนท์, 2546, “การใช้น้ำมันหอมระเหยจากพืช Zingiberaceae ในการควบคุมแมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวและองค์ประกอบทางเคมี”, **การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 6** หนึ่งทศวรรษแห่งการอารักขาพืชในประเทศไทย วันที่ 24-28 พฤศจิกายน 2546 ณ โรงแรมโซฟิเทล ราชาออดิด ขอนแก่น.(ภาคบรรยาย), หน้า 22.
- หยาดฝน ัญโชติกันต์, 2546, **ข้าวอินทรีย์: ข้าวที่ดีที่สุดต่อสุขภาพ**, มูลนิธิสายใยแผ่นดิน, กรุงเทพมหานคร.
- อัมพวัน พิชาลัย, 2547., **ตลาดข้าวอินทรีย์ในประเทศไทย**[www.depthai.go.th/th/dbcyber/dbimages/ 229](http://www.depthai.go.th/th/dbcyber/dbimages/229)
- อินทวัฒน์ บุรีคำ, 2537, **บทปฏิบัติการกีฏวิทยาการเกษตร**, โรงพิมพ์รุ่งวัฒนา, กรุงเทพมหานคร, หน้า 191-207.
- Arthur,F.H., 1996, “Grain Protectants : Current Status and Prospects for the Future“, **Journal of Stored Product Research**, Vol.32(4) : 293-302.
- Boeke, S.J., Baumgart , I.R., van Loon, J.J.A., van Huis, A., Dicke, M., and Kossou, D.K., 2004, “Toxicity and repellence of African plants traditionally used for the protection of stored cowpea against *Callosobruchus maculatus*”, **Journal of Stored Products Research**, Vol.40(4) : 423-438.
- Chander, H., and Kulkami, S.G, 1992, “Studies on tumeric and mustard oils as protectants against infestation of flour beetle, *Tribolium castaneum* (Herbst) in stored milled rice”, **Journal of Insect Science**, Vol.5(2): 220-222.
- Collin, P.J., Daghish, G.J., Bengston, M., Lambkin, T.M., and Pavic, H., 2002, “Genetics of resistance to phosphine in *Rhyzopertha dominica* (Coleoptera : Bostrichidae)”, **J. Econ. Entomol.**, Vol.95(4) : 862-869.
- Cotton, R.T., 1963, **Pest of Stored Grain Products (rev.ed.)**, Burgess Publ. Co., Minneapolis, MN, 318 pp.
- Cox, P.D., 2004, “Potential for Using Semiochemicals to Protect Stored Products from Insect Infestation”, **Journal of Stored Product Research**, Vol.40 : 1-25.
- Chen, C.C. and Ho, C.T., 1986, “Chromatographic analyses of isomeric shogaol compounds derived from isolated gingerol compounds of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe.)”, **Journal of Chromatography**, Vol. 360, pp.175-184.
- Dixit, R.S., and Perti, S.L., 1963, “Indigenous Insecticides Insecticidal Properties of Some Medicinal and Aromatic Plant”, **Jamu Region.Res.Lab.Bul** , p.169-172.
- Fields, P.G., Xie, Y.S., and Hou, X., 2001, “Repellent effect of pea (*Pisum sativum*) fractions against stored-product insects”, **Journal of Stored Products Research**, Vol.37 : 359-370.

- Flinn, P.W., Kramer, K.J., Throne, J.E., and Morgan, T.D., 2005, "Protection of Stored Maize from Insect Pests Using a Two-Component Biological Control Method Consisting of a Hymenopteran Parasitoid, *Theocolax elegans*, and Transgenic Avidin Maize Powder", **Journal of Stored Product Research**, Vol.41(5).
- Graigne, M., Ahmed, S., Mitchell, W.C., and Hylin, J.W., 1985, **Plant Species Reportedly Possessing Pest Control Properties an EWCLUH Database Resource Systems Institute**, EWC Honolulu College of Tropical Agriculture and Human Resources, University of Hawaii.
- Grist, D.H., 1986, **Rice**, Longman Inc, New York, 397-419.
- Hagstrum, D.W., and Subramanyan, B., 1996, **Integrated Management of Insect in Stored Product**, Marcel Dekker, Inc., New York, 426 p.
- Hiroshi, N., and Hiroshi, I., 1997, "Action of Low Temperature on Physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera : Curculionidae) in Rice Storage", **Journal of Stored Product Research**, Vol.33(1) : 31-38.
- Howe, R.W., 1956, The biology of the two common storage species of *Oryzaephilus* (Coleoptera, Curculionidae), **Ann. Appl. Biol.** 44(2), 341-355.
- Keita, S.M., Vincent, C., Schmit, J.P., Arnason, J.T., and Belanger, A., 2001, "Efficacy of essential oil of *Ocimum basilicum* L. and *O. gratissimum* L. applied as an insecticidal fumigant and powder to control *Callosobruchus maculatus* (Fab.) [Coleoptera: Bruchidae]", **Journal of Stored Products Research**, Vol.37(4) : 339-349
- Kestenholtz, C., Stevenson, P.C., and Belmain, S.R., 2005, "Comparative study of field and laboratory evaluations of the ethnobotanical *Cassia sophera* L. (Leguminosae) for bioactivity against the storage pests *Callosobruchus maculatus* (F.) (Coleoptera: Bruchidae) and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae)", **Journal of Stored Products Research**.
- Lee, S., Peterson, C.J., and Coats, J.R., 2003, "Fumigation toxicity of monoterpenoids to several stored product insect", **Journal of Stored Products Research**, Vol.39 : 77-85.
- Liu, C.H., Mishra, A.K., and Tan, R.X., 2006, "Repellent, insecticidal and phytotoxic activities of isoalantolactone from *Inula racemosa*", **Crop Protection**, Vol.25(5) : 508-511.
- Nayak, M.K., Daghli, G.J., and Byrne, V.S., 2005, "Effectiveness of Spinosad as a Grain Protectant Against Resistant Beetle and Psocid Pests of Stored Grain in Australia", **Journal of Stored Product Research**, Vol.41 : 455-467.
- Omar, S., Marcotte, M., Fields, P., Sanchez, P.E., Poveda, L., Mata, R., Jimenez, A., Durst, T., Zhang, J., MacKinnon, S., Leaman, D., Arnason, J.T., and Philogene B.J.R., 2005, "Antifeedant activities of terpenoids isolated from tropical Rutales", **Journal of Stored Products Research**.
- Pintureau, B., Grenier, A.M., and Nardon, P. 1991, Polymorphism of esterase in three species of *Sitophilus spp.* (Coleoptera: Curculionidae), **Journal of stored product Research**, 27(3), 141-151.
- Pretheep-Kumar, P., Mohan, S., and Ramaraju, K., 2004, "Protein-enriched pea flour extract protects stored milled rice against the rice weevil, *Sitophilus oryzae*", **Journal of Insect Science**, 4(26) .

- Quarles, W., 1999, "Grow pests for your pests", **Common Sense Pest Control**, Vol.15(4) : 13-19.
- Reddy, D.B., 1958, "Scope for Using Vegetable Oils as Insecticides", **International Cong. Ent. Proc.**,(3) : 353-355
- Shaaya, E., Kostjukovski, M., Eilberg, J., and Sukprakarn, C., 1997, "Plant Oils as Fumigants and Contact Insecticides for the Control of Stored-Product Insect", **Journal of Stored Product Research**, Vol.33(1) : 7-15.
- Subramanyam, B., Hagstrum, D.W., 1996, **Integrated Management of Insects in Stored Product**, Marcel Dekker Inc, New York, 426 p.
- Scholler, M., Prozell, S., Al-Kirshi, A.G., and Reichmuth, C.H., 1997, "Towards Biological Control as a Major Component of Integrated Pest Management in Stored Product Protection", **Journal of Stored Product Research**, Vol.33(1) : 81-97.
- Tapondjou, L.A., Adler, C., Bouda, H., and Fontem, D.A., 2002, "Efficacy of Powder and Essential Oil from *Chenopodium ambrosioides* Leaves as Post-Harvest Grain Protectants Against Six Stored Product Beetles", **Journal of Stored Product Research**, Vol.38 : 395-402.
- Tripathi, A.K., Prajapati, V., Aggarwal, K.K., and Kumar, S., 2001, "Toxicity, feeding deterrence, and effect of activity of 1,8-cineole from *Artemisia annua* on progeny product of *Tribolium castaneum* (Coleoptera:Tenebrionidae)", **J. Econ.Entomol.**, Vol.94(4) : 979-983.
- University of Maryland, Good Manufacturing Practices (online), Available: <http://www.jifsam.umd.edu> (23 มิถุนายน 2548)
- Wong, K., K. Y., Signal, F., A., Campion, S., H., and Motion, R. L., 2005, "Citronella as an insect repellent in food packaging", **Journal Agric. Food Chem.**, Vol.53 : 4633-4636.