บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดหมวดหมู่ของขมวน

Kingdom Animalia

Phylum Arthropoda

Class Insecta

Subclass Pterygota

Infraclass Neoptera

Devisions Endopterygota

Superorder Neuropteroidea

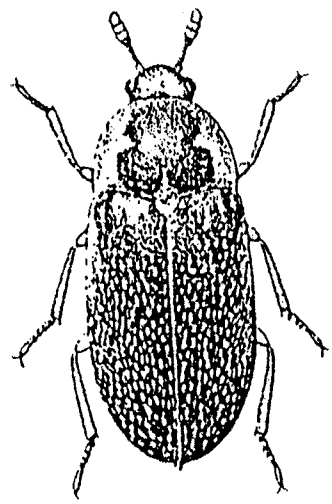
Order Coleoptera

Superfamily Dermestoidea

Family Dermestidae

Genus Dermestes

Species *maculatus*



ภาพที่ 1 ลักษณะตัวเต็มวัยขมวน

รูปร่างลักษณะทั่วไปของขมวน

ตัวเต็มวัยมีลำตัวสีดำหรือน้ำตาล ลำตัวยาว 5.5 - 10 มิลลิเมตร หัวขนาดเล็กไม่มีตาเดี่ยว หนวดสั้นมีปลายขยายใหญ่ ด้านข้างส่วนอกปล้องแรกมีแถบกว้าง ๆ เป็นขนสีขาวหรือขาวแกมเหลือง ที่ปลายขอบหลังของปีกคู่หน้าทั้งสองข้างมีลักษณะแหลมคล้ายหนามและปีกยาวคลุมถึงปลายส่วนท้อง ขาทุกคู่มีทาร์ไซ 5 ปล้อง ด้านล่างของอกปล้องหลังและส่วนท้องมีขนสีขาวหนาแน่น และมีรอยแต้มที่เกิดจากขนสีดำที่ด้านข้างของปล้องทั้งสองข้าง เส้นที่พบทางด้านข้างของส่วนท้องปล้องแรกทางด้านล่างของลำตัวค่อนข้างกว้างและไม่ขยายไปจนถึงขอบหลังของปล้อง เพศเมียวางไข่ในรอยแตกแยกของอาหารที่เกิดจากการเจาะและกัดแทะ จำนวนระยะของตัวหนอนและอัตราเร็วของการเจริญเติบโตแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมที่แตกต่างกัน วงจรชีวิตอาจจะนานถึง 1 ปี สิ่งแวดล้อมที่มีอิทธิพลมาก ได้แก่ ความชื้นและคุณค่าของอาหารที่แมลงกิน (อุไรวรรณ ประยูรรัตน์ และปรากรม ประยูรรัตน์, 2525)

ความสำคัญและลักษณะการทำลายของขมวน

ด้วงขมวนเป็นศัตรูที่สำคัญของอาหารทะเลแห้งที่เก็บไว้ขาย และอาหารที่ได้จากเนื้อสัตว์ทุกชนิด นอกจากนั้นยังพบในพิพิธภัณฑ์ตัวอย่างสัตว์และห้องเก็บผลิตภัณฑ์จากสัตว์ เช่น เขาสัตว์ ขนสัตว์และหนังสัตว์ เป็นต้น ตัวเต็มวัยและตัวหนอนจะกัดแทะให้เป็นรอยและชอนไชเข้าไปในอาหารทำให้เป็นรู มีการวางไข่และถ่ายมูลทิ้งไว้ปะปนกับอาหารทำให้อาหารมีกลิ่นเหม็น เปรอะเปื้อน สกปรก และเสียคุณภาพ ขายไม่ได้ราคา การทำลายเกิดขึ้นตลอดทั้งปี (อุไรวรรณ ประยูรรัตน์ และปรากรม ประยูรรัตน์, 2525)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขมวนเป็นแมลงที่ทำลายผลิตภัณฑ์อาหารทะเลแห้งได้อย่างกว้างขวาง เป็นแมลงศัตรูตัวสำคัญที่ทำลายปลาเค็มแห้งในอินโดนีเซีย (Indriati, Sudradjat, Anggawati, & Madden, 1986) การทำปลาเค็มแห้งถือเป็นการแปรรูปผลิตภัณฑ์ซึ่งมีประมาณกว่า 33 % จากปลาที่จับได้ทั้งหมดในประเทศอินโดนีเซีย การปฏิบัติทางด้านการค้าพบว่าการบรรจุปลาเค็มตากแห้งยังไม่มีความเหมาะสมเพียงพอ และแมลงสามารถที่จะเข้าไปทำลายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระหว่างการจัดเก็บในคลังสินค้า และในการจัดเก็บตามร้านค้าปลีก การศึกษาแสดงให้เห็นว่าปลาเค็มแห้งที่มีปริมาณความเข้มข้นของเกลือ 7 - 21 %, น้ำ 0.7 - 0.75 % และเก็บรักษาในสถานที่ที่มีความร้อนชื้น (อุณหภูมิประมาณ 28 - 32 องศาเซลเซียส, ความชื้น 73 - 87 %

RH) จะมีการรบกวนจากแมลงสูงมาก โดยเฉพาะเมื่อเก็บในตะกร้าไม้ไผ่ หรือกล่องกระดาษ ซึ่งแมลงส่วนใหญ่ที่มีผลต่อการ สูญเสียน้ำหนักของปลา ได้แก่ *Musca* sp., *Chrysomya* sp. และ *Piophila* sp. ซึ่งตัวหนอนของแมลงเหล่านี้มักพบทั่วไปในตัวอย่างของปลาเค็มแห้ง นอกจากนี้ยังพบแมลงปีกแข็ง *Dermestes* sp. ซึ่งเป็นแมลงจำพวกที่กินเส้นใยโปรตีนจากเนื้อสัตว์เป็นอาหาร ซึ่ง *Dermestes maculatus* และ *Necrobia rufipes* De Geer เป็นแมลงที่พบมากที่สุดในปลาแห้งทั้งที่ทำจากปลาทะเลและปลาน้ำจืด และนอกจากแมลงชนิดต่าง ๆ ที่กล่าวไปข้างต้นแล้วยังพบว่ามีตัวไร (Acarina) เป็นตัวรบกวนผลิตภัณฑ์เหล่านี้ด้วย ซึ่งวงจรชีวิตพื้นฐานของแมลงเหล่านี้และลักษณะทางนิเวศวิทยาได้ถูกบันทึกรวบรวมเป็นเอกสาร โดยมีเป้าหมายที่จำเป็นในการนำไปใช้ในการศึกษาเพื่อค้นหาวิธีการที่ไม่ใช้สารเคมีในการควบคุมและปรับปรุงคุณภาพของปลาเหล่านี้

นอกจากนี้ สมิช เออกาแมน และเพิร์ลแมน (Samish, Argaman, & Perelman, 1992) ได้ทำการศึกษาวิจัยและบันทึกไว้ว่า แมลงปีกแข็ง *Dermestes maculatus* ซึ่งรู้จักกันดีว่าเป็นแมลงปีกแข็งที่หากินบนวัสดุที่แห้ง มีโปรตีนสูง ซึ่งล่าสุดได้พบว่าเป็นแมลงที่ทำลายไม้และฉนวนโพลีเมอร์ของเส้าที่ใช้เลี้ยงเป็ดไก่ และยังพบว่าแมลงชนิดนี้มีการหากินบนสัตว์ปีกที่มีชีวิต ซึ่งที่พบครั้งแรกพบว่าแมลงชนิดนี้ทำให้เกิดรูลึกในหนังของไก่งวงเพศผู้ เมื่อตัวอ่อนของแมลงถูกนำมาทดสอบให้ดำรงชีวิตบนเนื้อวัว เนื้อไก่ และอาหารกระต่ายก็ไม่พบว่าแมลงชอบอาศัยอยู่บนอาหารประเภทใดมากกว่า

ในประเทศอินเดียเป็นอีกประเทศหนึ่งที่มีปัญหาเกี่ยวกับแมลงศัตรูของสินค้าพวกอาหาร ซึ่งได้มีการสำรวจในระหว่างปี 1980 - 1983 (Barwal & Devi, 1993) ในแคว้น Manipur ประเทศอินเดีย ในแหล่งขายสินค้าเกี่ยวกับอาหาร โดยสำรวจปัญหาเกี่ยวกับแมลงที่รบกวนและวิธีการในการจัดเก็บสินค้าอย่างมีประสิทธิภาพ ข้าวเป็นสินค้าหลักที่ถูกจัดเก็บ รองลงมา คือ ข้าวโพด ปลาแห้ง และมันฝรั่ง ตามลำดับ พบว่า มีแมลงที่มีรบกวนสินค้าทั้งหมดจำนวน 21 ชนิด คือ *Corcyra cephalonica* ในข้าว, *Sitotroga cerealella* ในข้าวและข้าวโพด, *Sitophilus oryzae* ในข้าวโพดและข้าวสาลี, *Tribolium castaneum* และ *Ephestia cautella* ในแป้งสาลี, *Stegobium paniceum* ในขมิ้น, *Bruchus pisorum* ในถั่ว, *Callosobruchus* sp. ในเมล็ดถั่ว และ *Dermestes maculatus* ในปลาแห้งซึ่งถูกบันทึกว่าเป็นแมลงที่เป็นศัตรูหลักในช่วงฤดูร้อน นอกจากนี้พบว่ามีการรบกวนในระดับต่ำจาก *Mimegralla coeruleifrons* ในขิง, *Pyralis pictalis* ใน *colicasia* และ *Cnorimoschema operculella [Phtorimaea operculella]* ในมันฝรั่งในช่วงฤดูหนาว ส่วนสัตว์รบกวนประเภทมี

กระดูกสันหลังจำพวกหนู *Rattus rattus* พบว่าเป็นสาเหตุหลัก ในการจัดเก็บสินค้าในรูปแบบดั้งเดิมพบว่ามีวิธีการ 4 รูปแบบ ที่นำมาใช้ (Ningei, Kei, Kot และ Apu achouba) ในการเก็บข้าว ในขณะที่ Nga chaphu เป็นวิธีการที่ถูกนำมาใช้ในการจัดเก็บรักษาปลา ส่วนวิธีการพื้นเมือง (Chujak yum และ Chujak mapun) ใช้ในการเก็บรักษาข้าวโพด เมื่อวิธีการเก็บรักษาข้าวโพดที่ต่างกันถูกประเมินผลในการป้องกันการรบกวนจากแมลง *S. oryzae* พบว่ามีการถูกทำลายจากแมลงดังกล่าวในระดับต่ำในวิธีการที่เรียกว่า Chujak mapun จากการศึกษาเกี่ยวกับช่วงเวลาในการแพร่ระบาดของแมลง *D. maculatus* พบว่าจะเริ่มมีการระบาดในช่วงเดือนมีนาคม เพิ่มความรุนแรงเรื่อยไปจนถึงประมาณเดือนสิงหาคม และเริ่มลดลงจนสิ้นสุดการระบาดในเดือนธันวาคม ช่วงที่มีการแพร่ระบาดเพิ่มสูงสุดจะเกี่ยวเนื่องกับระดับอุณหภูมิที่สูงสุดในช่วงนั้น นอกจากนี้ยังเกี่ยวข้องกับสภาพความชื้น และปริมาณของฝนในช่วงเดือนกรกฎาคม และสิงหาคม และการศึกษายังพบว่าการถูกทำลายในผลิตภัณฑ์ปลาที่มีขนาดเล็กจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย และเหมาะสมที่จะเก็บรักษาในฤดูหนาว โดยใช้วิธีการเก็บรักษาแบบ Nga chaphu

งานวิจัยเกี่ยวกับขมวน

การศึกษาพัฒนาการของตัวอ่อนในระยะเริ่มแรกของแมลง *Dermestes maculatus* (ในบังคลาเทศ) จากการสังเกตตัวอ่อนในระยะแรกพบว่าเมื่อตัวอ่อนฟักตัวออกจากไข่จะเริ่มมีการสร้างเนื้อเยื่อส่วนนอกสุดที่ห่อหุ้มลำตัว ไข่จะประกอบด้วยเซลล์ที่มีการปฏิสนธิแล้วซึ่งมีส่วนประกอบของถุงไข่แดง ซึ่งผ่านการแบ่งตัวและนิวเคลียสเป็นเวลานาน 4 ชั่วโมง หลังการฟักตัวนิวเคลียสที่เกิดการแบ่งตัวแล้วจะกระจายไปอยู่บริเวณรอบ ๆ ของไข่ซึ่งจะรวมตัวเข้ากับของเหลวที่อยู่รอบนอกเข้าสู่ระยะที่เซลล์มีลักษณะเป็นทรงกลมและมีช่องว่างกลางลำตัว (Blastoderm) อยู่รอบไข่แดงภายในเวลา 12 ชั่วโมง เซลล์ที่เรียงตัวเป็นเส้นตรงในส่วนของช่องท้องของ Blastoderm จะสร้างส่วนที่เป็นเนื้อเยื่อขึ้นมาทดแทนเรียกว่า extra - embryonic blastoderm จะพัฒนาสู่ส่วนที่เรียกว่า scrosa เมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมงหลังจากการฟักตัว (Islam, Rahman, & Quayum, 1993)

การศึกษาในห้องปฏิบัติการแสดงให้เห็นว่าจำนวนของไข่ในรังไข่ของ *Dermestes maculatus* ที่เลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันไม่ได้มีความแตกต่างกันของแมลงแต่ละตัว และโดยความเป็นจริงที่ได้พบว่าปริมาณไข่จะมีจำนวนเท่ากันในรังไข่ทั้งสองข้าง โดยทั้งนี้ไม่ได้พิจารณาในเรื่องของสารอาหารที่ได้รับ (Islam & Rahman, 1996)

การศึกษาผลของฮอร์โมนที่เกี่ยวกับการเข้าสู่ระยะตัวเต็มวัยหรือระยะที่มีอายุมากขึ้นใน *Dermestes maculatus* โดยการประยุกต์ใช้สาร Juvenoid (ZR. 237) ปริมาณ 1 - 5 มิลลิกรัม ในสารอะซีโตน ที่มีผลทางด้านเวลาที่แตกต่างกันของระยะตัวอ่อนของขมวน พบว่าแมลงที่อยู่ในช่วงอายุที่อ่อนกว่า (12 ชั่วโมง) จะมีความไวต่อสารดังกล่าวมากกว่าแมลงที่มีอายุมากกว่า (48 ชั่วโมง) ในการยับยั้งกระบวนการ metamorphosis แมลงที่อยู่ในช่วงระหว่างตัวเต็มวัยและตัวอ่อนส่วนใหญ่จะตายด้วยลักษณะของการมีรูปร่างของปีกที่ผิดปกติ การแบ่งเซลล์ที่ไม่สมบูรณ์ และไม่สามารถที่จะหลบหนีออกจากสิ่งที่ขับถ่ายจากตัวอ่อนได้ การใช้สารปริมาณเดียวกันในแมลงระยะตัวเต็มวัยที่มีอายุ 6 - 7 วัน หลังจากการลอกคราบจากตัวอ่อนก็พบว่าได้ประสิทธิภาพที่ดีเช่นเดียวกัน (Rahman, Huda, & Hossain, 1986)

ได้มีการศึกษาถึงผลของการใช้สารประกอบทางชีวภาพในอาหารที่มีผลต่อการพัฒนาการและการขยายพันธุ์ของ *Dermestes maculatus* โดยประยุกต์ใช้สาร Adrenalin(Epinephine) และ Beta - sitosterol ผสมในอาหารจำพวกเนื้อปลาและถูกนำไปเป็นอาหารของแมลง *Dermestes maculatus* ด้วยความเข้มข้น 0.1, 0.5 และ 1.0 % พบว่ามีผลทำให้น้ำหนักตัวของแมลงลดลงและทำให้ช่วงเวลาในการพัฒนาการในระยะตัวอ่อนยาวนานขึ้น ส่วนสาร Sulfanilamide ที่ความเข้มข้น 0.1 % พบว่ามีผลในการกระตุ้นการเจริญเติบโต และลดช่วงเวลาในการพัฒนาการของตัวอ่อน ส่วนอัตราการรอดชีวิตพบว่าแมลงจะมีการรอดชีวิตสูงที่สุดเมื่อได้รับสาร Sulfanilamide และจะต่ำลงเมื่อใช้อาหารที่ผสมสารที่เหลือทั้ง 2 ชนิด (Balogun & Ofuya, 1986)

ระหว่างการพัฒนาการของ *Dermestes maculatus* จะมีการเปลี่ยนแปลงในด้านความเข้มข้นของธาตุต่าง ๆ ได้แก่ สังกะสี เหล็ก และแมงกานีสในตัวของแมลง ซึ่งถูกตรวจสอบโดยใช้กระบวนการ Atomic Absorption Spectrophotometry ซึ่งโดยทั่วไปปริมาณของสารอาหารที่พบเหล่านี้จะพบในระดับความเข้มข้นสูงในแมลงเพศเมียตลอดช่วงอายุ โดยระดับของธาตุเหล็กและแมงกานีส จะมีแนวโน้มที่จะค่อย ๆ ลดประมาณลง ในขณะที่ปริมาณของธาตุสังกะสีเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ตามอายุ จากการสังเกตจะมีการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับระดับของธาตุสังกะสีเมื่อแมลงมีอายุได้ 52 วัน โดยเฉพาะในแมลงเพศเมียซึ่งแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ที่มีต่อช่วยอายุในการเปลี่ยนแปลงปริมาณของธาตุสังกะสี เหล็ก และแมงกานีส ในแมลงชนิดนี้ (Rahman & Tarafdar, 1994)

การศึกษาชีวประวัติของ *Dermestes maculatus* ได้รายงานไว้ว่า ในระยะไข่จะฟักเป็นตัว ใช้เวลา 2 - 6 วัน ระยะหนอน 37 - 69 วัน (เฉลี่ย 65.5 วัน) และระยะดักแด้ 6 - 17 วัน (เฉลี่ย 13.3 วัน) (Rajashekhargouda, Devaiah, & Yelshetty, 1989)

ในประเทศไทยได้มีผู้ทำการศึกษาชีวประวัติขมวน และพบว่าระยะเวลาจากไข่ถึงสิ้น - สุดตัวเต็มวัยใช้เวลา 95 - 117 วัน โดยมีระยะต่าง ๆ เฉลี่ยดังนี้ ระยะไข่ 1.70 วัน ระยะหนอน 38.02 วัน หนอนมีการลอกคราบ 6 ครั้ง ระยะดักแด้ 5.94 วัน และระยะตัวเต็มวัย 54.40 วัน จากการทดลองเลี้ยงเปรียบเทียบด้วยปลา 3 ชนิด พบว่าขมวนชอบทำลายปลาเนื้ออ่อนรมควันมากที่สุด รองลงมาคือ ปลาสลาดรมควัน และปลาสร้อยรมควัน ตามลำดับ (บุญญา สุดาทิศ, 2526)

การศึกษาเรื่องอิทธิพลของอุณหภูมิที่คงที่มีผลต่อการพัฒนาการของ *Dermestes maculatus* พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการพัฒนาจากไข่เป็นตัวเต็มวัยของแมลงชนิดนี้จะอยู่ในช่วงระหว่าง 25 - 30 องศาเซลเซียส โดยมีระยะเวลาที่ดีที่สุดในการพัฒนาการเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 35.1 และ 43.9 วัน (Raspi & Antonelli, 1995)

สำหรับการศึกษาหาวิธีป้องกันกำจัดแมลง *Dermestes maculatus* ชนิดนี้ก็ได้มีผู้ทำการศึกษาทดลองไว้เช่นกัน โดยมีการใช้เกลือ น้ำมันพืช สารฆ่าแมลง ตลอดจนการฉายรังสีแกมมา หรือการใช้วิธีอื่น ๆ เพื่อป้องกันแมลงมาทำลายผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อโวยีมิ (Awoyemi, 1991) ได้ทำการสังเกตผลในระยะเริ่มต้นของการใช้สารป้องกันกำจัดแมลงและผลข้างเคียงในการทำลายในกระบวนการเก็บรักษาปลาแห้งในบริเวณพื้นที่ทะเลสาป Kainji ซึ่งจากการทดสอบได้กระทำกับตัวอย่างของปลาแห้งที่ซื้อมาจากตลาด Faku และ Sabo และเก็บไว้เป็นเวลานาน 6 เดือน พบว่าแมลงที่มีมากสุด คือ *Dermestes maculatus* โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่กำลังอยู่ในระยะตัวอ่อน ในช่วงเวลาที่เก็บปลาแห้งดังกล่าวไว้นาน 3 เดือน พบว่า น้ำหนักของปลาชนิด *Sarotherodon galilaeus* ลดลงไป 13 % ปลาชนิด *Tilapia niloticus* ลดลง 17 % และปลา *Alestes sp.* มีน้ำหนักลดลง 19 % นอกจากนี้ยังพบว่าในปลาแห้งยังเกิดขุยของหนังปลาที่ถูกทำลายปะปนกับตัวอ่อนของแมลงที่ตายแล้วอีกด้วย จากการวิเคราะห์ปริมาณเกลือที่ผสมในตัวอย่างของปลาแสดงให้เห็นว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างปริมาณส่วนผสมของเกลือทั้งในระยะเริ่มต้นและหลังจากการทดลอง ส่วนความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของเกลือที่ใช้กับระดับของการถูกทำลายจากแมลงไม่สามารถที่จะบันทึกได้ ซึ่งอาจเนื่องมาจากการที่เกลือมีระดับความเข้มข้นต่ำ ซึ่งข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นก็เพื่อที่จะดำเนินการวิจัยที่เป็นไปได้ที่จะต่อต้านการรบกวนของแมลงที่ทำลายปลาแห้งต่อไป

สาร pirimiphos - methyl ถูกนำมาเจือจางในความเข้มข้น 0.03 % และ 0.06 % และสาร deltamethrin ถูกนำมาเจือจางให้มีความเข้มข้น 0.003 % ซึ่งใช้ป้องกันปลาเค็มจากการวางไข่ของแมลงวัน (blowfly) ในช่วงของการผลิต ส่วนในช่วงของการเก็บรักษาพบว่าสารฆ่าแมลงทั้งหมดจะช่วยป้องกันปลาเค็มจากการถูกทำลายและการวางไข่ของแมลงปีกแข็ง *Dermestes maculatus* และในกรณีของแมลงพวก *Arius sp.* พบว่า ละอองของสาร deltamethrin 0.003 % ให้ผลในการป้องกันปลาเค็มจากการถูกทำลายระหว่างการจัดเก็บอย่างสมบูรณ์ในช่วงเวลา 15 สัปดาห์

อิสแลม (Islam, 1996) ได้ทำการสังเกตเชิงกายวิภาคและความผิดปกติที่มีต่ออวัยวะส่วนหน้าของตัวอ่อนแมลงปีกแข็ง *Dermestes maculatus* ที่ถูกฉายรังสีพบว่าประมาณของรังสีที่ฉายในความเข้มข้น 100 – 200 Gy ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในทางที่เสื่อมลงโดยเฉพาะในเนื้อเยื่อบุผิวของเซลล์ และพบว่าการถูกทำลายที่พบมากที่สุดของเซลล์เนื้อเยื่อบุผิวจะเกิดขึ้นเมื่อแมลงถูกฉายรังสีความเข้มข้น 200 Gy ผ่านไปเป็นเวลา 7 วัน

อิสแลม และราแมน (Islam & Rahman, 1994) ยังได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับลักษณะทางกายวิภาคและการเกิดโรคและความผิดปกติของแมลงปีกแข็ง *Dermestes maculatus* ที่ถูกฉายรังสีพบว่ามีการทำลายในบริเวณของอวัยวะส่วนหลัง กล่าวคือ รังสีแกมมาที่ปริมาณความเข้ม 100 - 200 Gy มีผลต่ออวัยวะส่วนหลังของตัวอ่อนและเซลล์บริเวณเยื่อบุผิวของอวัยวะส่วนหลัง ซึ่งพบว่ามีความไวต่อรังสีและนำไปสู่การทำลายเนื้อเยื่อ นอกจากนี้ยังพบว่ามีความสัมพันธ์กันทั้งปริมาณความเข้มและช่วงเวลาหลังจากการฉายรังสี ซึ่งการถูกทำลายที่พบมากที่สุดของเซลล์บุผิวจะอยู่ในช่วงของความเข้มของรังสีที่ 200 Gy หลังจากการทดลองผ่านไปได้ 7 วัน

อิสแลม และราแมน (Islam & Rahman, 1995) ได้ศึกษาโดยการฉายรังสีที่มีผลต่อการทำลายอวัยวะส่วนกลางของแมลงที่เป็นตัวเต็มวัย อวัยวะส่วนกลางของแมลง *Dermestes maculatus* ที่โตเต็มวัยจะประกอบด้วยเซลล์บุผิว เนื้อเยื่อบาง ๆ ชั้นของกล้ามเนื้อภายในและเส้นใยกล้ามเนื้อตามแนวยาวด้านนอก การบาดเจ็บในอวัยวะส่วนกลางนี้ มีสาเหตุจากการเพิ่มประมาณการฉายอนุภาครังสี และช่วงเวลาหลังการฉายรังสีต่าง ๆ ในการทดลองพบว่าปริมาณของการทำลายจากรังสีจะมีค่าแตกต่างกันเรื่อยไปจากการแตกตัวของเซลล์ในระดับปานกลางหลังจากฉายรังสีความเข้ม 100 Gy ไปจนถึงการทำลายเนื้อเยื่ออย่างสมบูรณ์ที่ความเข้ม 400 Gy ซึ่งชี้ให้เห็นว่าผลของการฉายอนุภาครังสีที่มากที่สุดในการทำลายอวัยวะส่วนกลางจะมีผลต่อการ

ทำลายเนื้อเยื่อบุผิวและการทำลายความสามารถในการสร้างเซลล์ทดแทนทำให้ไม่สามารถสร้างเซลล์บุผิวขึ้นใหม่ได้

อิสแลม และราแมน (Islam & Rahman, 1996) ได้ศึกษาความผิดปกติจากผลของรังสีแกมมาที่มีต่ออวัยวะส่วนหลังของตัวเต็มวัย *Dermestes maculatus* พบว่าปริมาณรังสีแกมมาที่ระดับความเข้ม 200 - 400 Gy มีผลต่อการทำลายตัวเต็มวัย ซึ่งสัมพันธ์กันทั้งปริมาณความเข้มและช่วงเวลาหลังจากการฉายรังสี และพบว่าผลของการถูกทำลายที่เกิดขึ้นมากที่สุดในเซลล์บุผิวจะเกิดขึ้นที่ปริมาณความเข้มของรังสี 400 Gy หลังจากฉายรังสีไปได้ 7 วัน

ราแมน, ฮูดา, และโฮสเซียน (Rahman, Huda, & Hossain, 1986) ได้ทำการศึกษาสภาพการดำรงชีวิต *Dermestes maculatus* ซึ่งเป็นแมลงที่ทำลายปลาแห้งในส่วนที่มีความสัมพันธ์กับผลของการจับสัตว์อื่นกินเป็นอาหารของประชากรตัวไร พบว่าแมลงในระยะดักแด้เป็นระยะที่มีความเสี่ยงต่อการตกเป็นเหยื่อของตัวไรมากที่สุด จากการสังเกตพบว่าตัวไรจำนวนมากกว่าครึ่งหนึ่งอาศัยอยู่ที่บริเวณช่องท้องของแมลงทั้ง 3 ระยะ และพบว่าอัตราการผลิตไข่ของแมลงเพศเมียลดลงกว่าครึ่งหนึ่ง ซึ่งเนื่องมาจากการตกเป็นเหยื่อของตัวไร เปอร์เซ็นต์การเหลือรอดออกจากไข่ การเข้าสู่ระยะดักแด้ และตัวเต็มวัยจากไข่ที่ถูกวางทั้งหมดจะมีค่า 4.4 %, 3.1 %, และ 1.4 % การลดลงเช่นนี้เกี่ยวเนื่องกับการถูกจู่โจมโดยตัวไรเปรียบเทียบสถานการณ์ที่ไม่มีตัวไรมารบกวน การศึกษาช่วยยืนยันว่าการดำรงชีวิตในภาวะการเป็นผู้ล่าของตัวไรจะมีผลกระทบต่อการดำรงชีวิตของแมลง *Dermestes maculatus* ช่วงชีวิตของแมลงตัวเต็มวัยที่ถูกรบกวนโดยตัวไรทั้งเพศผู้และเพศเมียจะสั้นลงกว่าครึ่งหนึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับสภาวะที่ปราศจากตัวไรมารบกวน

ชาห์เจฮาน บูจาน และราแมน (Shahjahan, Bhuijan, & Rahman, 1991) ได้ทำการทดลองการใช้กระดาษเคลือบสาร methoprene เป็นตัวป้องกันแมลงในการจัดเก็บผลิตภัณฑ์สำหรับแมลงที่เป็นตัวทำลายผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด ในบังกลาเทศ พบว่าการนำกระดาษเยื่อสีน้ำตาลที่เคลือบสาร methoprene และเคลือบสาร polyethelene บาง ๆ ทับอีกชั้นถูกนำไปใช้เป็นตัวตรวจสอบทางชีววิทยาสำหรับแมลงที่เป็นตัวทำลายผลิตภัณฑ์ 3 ชนิด คือ *Dermestes maculatus* , *Callosobruchus chinensis* (L) และ *Tribolium castaneum* Herbst ที่ทำลายปลาแห้ง, Pulses และข้าวสาลี ในบรรจุภัณฑ์ต่าง ๆ ชนิดกัน (ซองกระสอบ และกล่อง เป็นต้น) การทดลองกระทำขึ้นเพื่อทดสอบประสิทธิผลในการป้องกันแมลงที่รบกวนผลิตภัณฑ์ ในกรณีของ *Dermestes maculatus* พบว่าผลของปริมาณที่ 500 Kp และ 500 Kp - Pe จะมีจำนวนของแมลงหลงเหลืออยู่น้อยกว่าในปริมาณ 100 Kp และ

100 Kp – Pe ผลของการผิดปกติทางด้านรูปแบบของการเจริญเติบโตเต็มวัย ดักแด้ที่ไม่สมบูรณ์ และการเป็นตัวอ่อนที่ไม่แข็งแรง ถูกพบที่ระดับปริมาณของสาร 500 Kp และ 500 Kp – Pe ใน *Demestes* ถึงแม้ว่าจะมีความผิดปกติเกิดขึ้นและมีจำนวนของแมลงลดลง แต่แมลงก็ยังสามารถที่จะเจาะรูของบรรจุภัณฑ์ได้ภายในเวลา 2 - 3 เดือน โดยไม่เกี่ยวข้องกับปริมาณความเข้มข้นของสารที่ใช้ และชนิดของผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ ส่วนแมลงชนิดอื่น ๆ ไม่พบว่ามีความผิดปกติทางร่างกายเกิดขึ้น แต่แมลงที่เหลืออีก 2 ชนิด คือ *Callosobruchus chinensis* (L) และ *Tribolium castaneum* Herbst ก็สามารถเข้าไปรบกวนผลิตภัณฑ์ที่เก็บไว้ได้ภายใน 2 - 3 เดือน

ซู และซีฟฟราห์น (Su & Scheffrahn, 1990) ได้ศึกษาประสิทธิภาพของการใช้สาร Sulfuryl fluoride ในการต่อต้านตัวเต็มวัย ตัวอ่อน และไข่ของแมลงปีกแข็ง 4 ชนิด ได้แก่ carpet beetle (*Anthrenus flavipes* Leconte), black carpet beetle (*Attagenus megatoma* (F), cigarette beetle (*Lasioderma serricorne* (F) และ hide beetle (*Dermestes maculatus*) พบว่า ตัวเต็มวัยจะมีความรู้สึกไวต่อสาร sulfuryl fluoride มากกว่าตัวอ่อน ส่วนไข่จะมีความสามารถในการต้านทานสารดังกล่าวมากที่สุด ช่วงเวลาในการรมสารเพื่อทำลายไข่จะใช้เวลานานกว่าการฆ่าตัวเต็มวัยและตัวอ่อนถึง 30 เท่า ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ชี้ให้เห็นว่าปริมาณที่เหมาะสมในการใช้กำจัดแมลง *Anthrenus flavipes* ได้ถึง 99 % คือความเข้มข้น 156 มิลลิกรัม. ชั่วโมง / ลิตร ซึ่งอัตราส่วนนี้มีความเข็มข้นมากกว่าปริมาณที่ใช้ในการควบคุมปริมาณแมลง carpet beetle (ความเข้มข้นที่เหมาะสม คือ 72 มิลลิกรัม. ชั่วโมง / ลิตร) ส่วนไข่ของ cigarette beetle พบว่าต้องใช้ปริมาณสาร sulfuryl fluoride ที่มีความเข้มข้นมากขึ้น เพื่อทำให้การพัฒนาการเป็นไปได้ช้าลง ซึ่งการพ่นสารเคมีเพื่อกำจัดแมลงหลายชนิดในครั้งเดียว มีผลในการควบคุมตัวเต็มวัยและตัวอ่อนมากกว่าที่จะกำจัดไข่ของแมลง และทำให้พัฒนาการของไข่เป็นตัวอ่อนมีอัตราที่ช้าลง ซึ่งนอกเหนือจากการใช้ปริมาณของสาร sulfuryl fluoride ที่เหมาะสมในการฉีดพ่นสารแล้ว ควรพิจารณาในเรื่องของช่วงเวลาระหว่างการฉีดพ่นของช่วงเวลาระหว่างการฉีดพ่นสารแต่ละครั้งด้วยเช่นกัน

การใช้สารรมในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร

การใช้สารรม (fumigant) เพื่อกำจัดศัตรูพืช เป็นวิธีการที่ทราบและปฏิบัติกันมาตั้งแต่สมัยกรีกและโรมัน เมื่อประมาณปีคริสตศักราชปีที่ 200 โดยกำจัดแมลงที่เป็นศัตรูของไม้ยืนต้น ด้วยการรมควันที่เกิดจากการเผา ส่วนผสมของกำมะถัน (sulfur) และยางมะตอย

(asphalt) ซึ่งให้ผลดีในการกำจัดแมลง และต่อมาก็มีการนำเอาสารเคมีอีกหลายชนิดที่ใช้ได้และให้ผลดีในการกำจัดแมลงมาใช้ในการรม ประเทศไทยเรานำเอาวิธีการรมนี้มาใช้รมผลิตผลเกษตรเพื่อการส่งออกเป็นระยะเวลาประมาณ 40 ปีมาแล้ว สารรมที่นำมาใช้มีอยู่หลายชนิด แต่ชนิดที่นิยมมากคือ methyl bromide และ phosphine ในปัจจุบันการรมด้วยสารรมทั้งสองชนิดเป็นที่นิยมกันอย่างกว้างขวางในกลุ่มพ่อค้าผู้ส่งออก และบริษัทผู้ผลิตเมล็ดพันธุ์โดยให้บริษัทเอกชนรับจ้างประกอบการ หรือดำเนินการรมด้วยพนักงานของตนเอง ในการใช้สารรมเพื่อป้องกันกำจัดแมลงนั้นถ้ามองกันแบบผิวเผินแล้วจะดูเป็นเรื่องที่ง่ายแต่ความจริงแล้วการใช้สารรมนั้นจะต้องใช้ด้วยความระมัดระวัง เนื่องจากขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ และการรมที่มีประสิทธิภาพดี สามารถกำจัดแมลงศัตรูได้ตามความต้องการนั้น ผู้ประกอบการจะต้องปฏิบัติให้ถูกต้องตามหลักวิชาการ ซึ่งผู้ประกอบการที่ดีจะต้องเป็นผู้ที่มีความรอบคอบ ทราบถึงสถานะ รูปร่าง ลักษณะ และคุณสมบัติของสารที่จะนำมาใช้ในการรม ชนิดของผลิตผลเกษตร ชนิดของแมลงศัตรู สถานที่ที่จะดำเนินการรม ตลอดจนสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ได้แก่ อุณหภูมิ ความชื้น เป็นต้น เรื่องของการใช้สารรมในที่นี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของสารรม methyl bromide และ phosphine เนื่องจากในปัจจุบันนิยมใช้กันอยู่เพียง 2 ชนิดนี้ แต่ในการศึกษาค้นคว้าฉบับนี้จะขอกล่าวเพียง ฟอสฟีน (phosphine) เท่านั้น

สารรม phosphine

สารรมฟอสฟีนที่นำมาใช้สำหรับรมฆ่าแมลงศัตรูผลิตผลเกษตรนั้น ได้ถูกนำมาใช้ครั้งแรกโดย Dr. Werner Freyberg ในปี ค.ศ. 1930 โดยบรรจุอยู่ในถุง ซึ่งมี aluminium phosphide 57 % และมีสารอื่น ๆ 43 % หลังจากสงครามโลกครั้งที่ 2 มีการผลิตก๊าซฟอสฟีนในรูปเม็ดเป็น tablets และ pellets และเมื่ออเมริกาได้เริ่มนำเอาแกสฟอสฟีนมาใช้ในปี ค.ศ. 1958 เพื่อกำจัดแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร ภายใต้การรับรองจากองค์การอาหารและยา (Food and Agriculture Organization; FAO) ว่ามีความปลอดภัยไม่มีพิษตกค้างทำให้ก๊าซฟอสฟีนเป็นที่นิยมใช้กันมากขึ้น โดยเฉพาะการรมใบยาสูบ สำหรับแกสฟอสฟีนนั้นได้มาจากปฏิกิริยาของ aluminium phosphide หรือ magnesium phosphide กับไอน้ำในกาศดังนี้ (ชูวิทย์ ศุขปราการ, กุสุมา นวลวัฒน์, พินิจ นิลพานิชย์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา จันทร์แก้วมณี, ใจทิพย์ อุไรชื่น, และรังสิมา เก่งการพานิช, 2543)

phosphide + water $\longrightarrow$ hydrogen phosphide + powdery reaction products ปฏิกิริยาทางเคมี คือ

$AlP + 3\ H_2O \longrightarrow Al(OH)_3 + PH_3$

$Mg_3P_2 + 6\ H_2O \longrightarrow 3Mg(OH)_2 + 2PH_3$

คุณสมบัติของฟอสฟีน คือ

1. เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นเล็กน้อย คล้ายกระเทียม
2. สูตรเคมี คือ PH_3
3. น้ำหนักโมเลกุล 34.1
4. น้ำหนักกว่าอากาศ 1.18 เท่า
5. จุดเดือด - 87.4 องศาเซลเซียส
6. จุดแข็ง - 132.5 องศาเซลเซียส
7. ละลายน้ำได้ประมาณ 26% (by vol. at 17 องศาเซลเซียส)
8. แกสฟอสฟีนที่เข้มข้นมากจะระเบิดลุกเป็นไฟได้
9. ทำปฏิกิริยากับโลหะ เช่น ทอง ทองแดง และเงิน
10. เป็นพิษต่อแมลงและสัตว์เลือดอุ่นสูงมาก
11. ไม่มีพิษตกค้าง

เนื่องจากแกสฟอสฟีนที่มีความเข้มข้นมาก ๆ จะระเบิดลุกเป็นไฟได้ การผลิตสารรมฟอสฟีนในการค้าจึงมีการป้องกันมิให้เกิดระเบิดลุกเป็นไฟเป็นอย่างดี แต่อย่างไรก็ตามในการใช้ผู้ปฏิบัติการจะต้องระมัดระวังด้วย โดยเฉพาะการรมกองผลิตผลที่มีขนาดใหญ่ต้องใช้ปริมาณมาก จะต้องมีการแบ่งปริมาณให้ถูกต้องเหมาะสม และควรมีการเตรียมพร้อมในกรณีอาจเกิดการลุกเป็นไฟขึ้น ความเข้มข้นของแกสฟอสฟีนที่มีความปลอดภัยคือ 0.3 ppm (0.0004 g / m^3)

อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากแกสฟอสฟีน

อาการของผู้ที่ได้รับพิษจากแกสฟอสฟีนจะเกิดปฏิกิริยาทางระบบประสาท ทำให้เกิดอาการต่าง ๆ ดังนี้ คือผู้ป่วยจะมีอาการคลื่นเหียน วิงเวียน อาเจียน หน้ามืด ตาลาย ปวดศีรษะ เบื่ออาหาร ปวดในท้อง ลิ้นแข็ง พูดไม่ชัด เป็นต้น อาการดังกล่าวนี้จะไม่แสดงออกทันทีทันใด แต่จะปรากฏภายหลังในเวลา 30 นาที - 48 ชั่วโมง แล้วแต่ความต้านทานของแต่ละบุคคล (delay effects)

การปฐมพยาบาล

ปัจจุบันยังไม่มียาใด ๆ แก้พิษได้เด็ดขาด แต่มีคำแนะนำในการปฏิบัติรักษาผู้ป่วยเมื่อเกิดอุบัติเหตุดังนี้ คือ

1. นำผู้ป่วยสู่อากาศบริสุทธิ์โดยเร็ว
2. ตามแพทย์ด่วนที่สุด
3. สำหรับคนไข้ที่มีอาการสาหัส ให้นอนราบให้ทางด้านศีรษะต่ำกว่าเท้าเล็กน้อย
4. ในกรณีถูกผิวหนังให้ล้างด้วยสบู่หลาย ๆ ครั้ง
5. วิธีการรักษาสำหรับแพทย์

5.1 ถ้ามีอาการคลื่นไส้ร่วมกับอาเจียน ให้กลูโคสทางเส้นเลือด เพื่อช่วยเรื่องอาเจียน การขาดน้ำ ควรให้ถึงจุดที่จะสามารถรักษาระดับการถ่ายปัสสาวะได้ในจำนวนที่พอใจ ถ้ามีระดับน้ำตาลในเลือดมากไปให้น้ำเกลือ isotonic หรือสารละลาย ringer แทน

5.2 ถ้ายังบรรเทาอาการคลื่นไส้ไม่ได้ ให้ยาประเภท opium derivative เช่น dilaudid – atroprin 1/32 หรือ pantopon 1/2 grain (1 grain = 0.065 กรัม)

เครื่องมือที่ใช้ในการรม (tarpaulin fumigation)

1. ผ้าพลาสติก (tarpaulin) ชนิดพิเศษที่ป้องกันก๊าซรั่วได้ (gas – proof sheet)
2. ถุงทราย (sand snake)
3. อุปกรณ์การปล่อยแกส
4. อุปกรณ์การวัดความเข้มข้นของแกส
5. หน้ากากป้องกันแกสพิษ
6. สารรม
7. ผ้าเทป สำหรับปิดรอยรั่ว

การเตรียมการก่อนรมยา

1. ตรวจสอบสถานที่และตำแหน่งของผลิตผลที่จะรม พื้นโรงเก็บที่เป็นไม้จะต้องไม่แตก หรือมีรอยรั่วให้แกสแทรกซึมออกได้ พื้นคอนกรีตก็จะต้องไม่มีรอยแตกเช่นกัน ถ้าพื้นมีลักษณะดังกล่าว จะต้องรองพื้นด้วยผ้าทาร์พอลิน ก่อนกองจะต้องอยู่ห่างจากผนังโรงเก็บและปะรูรั่วของผ้าทาร์พอลินได้สะดวก

2. เก็บตัวอย่างผลิตผลที่จะรมโดยรอบกองเพื่อตรวจดูชนิด และปริมาณของแมลงที่กำลังทำลายอยู่

3. ทำการวัดขนาดของกอง (กว้าง ยาว และสูง) สำหรับใช้คำนวณปริมาณของกอง และกำหนดอัตราของสารรม

4. ตรวจสภาพของผ้าทาร์พอลินที่จะใช้ ถ้ามีรูรั่ว หรือรอยฉีกขาดก็จะต้องซ่อมให้อยู่ในสภาพใช้การได้ดี

5. ตรวจสอบปริมาณสารรมที่จะใช้ตามที่คำนวณได้ อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องพร้อมที่จะใช้งานได้และมีปริมาณเพียงพอ

ขั้นตอนการรมยา

1. กองผลิตผลบนไม้รอง (pallets)

2. คลุมด้วยผ้าทาร์พอลิน

3. ตรวจสอบรอยปะ และรูรั่วของผ้าทาร์พอลิน ด้วยความระมัดระวัง (ถ้ามี) ต้องทำการซ่อมให้อยู่ในสภาพดี

4. ทับชายผ้าทาร์พอลินด้วยถุงทราย (sand snake) หรือวัสดุอื่น ๆ ที่เหมาะสม เพื่อไม่ให้ก๊าซรั่วไหลออกได้

5. ปล่อยก๊าซ

แบ่งเม็ด aluminium phosphide ใส่ถาดกระดาษนำไปวางไว้ตามจุดต่าง ๆ ของกอง ส่วนใหญ่ควรวางไว้ในระดับล่างจะวางไว้ในระดับกลางและระดับบนของกองบ้างก็ได้

(หมายเหตุ : การรมด้วยฟอสฟีนจะทับชายผ้าทาร์พอลินด้วยถุงทราย หลังจากวางสารรม)

6. ควรมีเชือกกั้นอาณาเขตของกองผลิตผลที่ทำการรมห่างจากกองโดยรอบประมาณ 5 เมตร หรือมากกว่า

7. ต้องปิดประกาศรูปหัวกะโหลกไขว้เตือนอันตราย ระบุชนิดของสารที่ใช้รม ระยะเวลา และวันที่ที่เริ่มต้นและสิ้นสุด เพื่อไม่ให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าใกล้บริเวณนั้น

8. ถ้าโรงเก็บนั้นยังเปิดและมีผู้ปฏิบัติงานอยู่ ควรมอบหมายให้มีผู้เฝ้าดูแลกองผลิต – ผลนั้นจนกว่าโรงเก็บจะปิด และปฏิบัติงานเฝ้าต่อไปอีก ถ้ามีกาเปิดโรงเก็บเพื่อปฏิบัติงานครั้งต่อไป

9. ทิ้งกองรมยานั้นไว้จนครบกำหนดเวลาของการรมสารแต่ละชนิด

อัตราของสารรม

อัตราที่แนะนำโดยทั่วไปกับผลิตผลเกษตรในโรงเก็บคือ ใช้อัตรา 2 – 3 เม็ด (tablets) ต่อเมล็ดพืช 1 ตัน หรือ 1 – 2 เม็ด ต่อเนื้อที่ 1 ลูกบาศก์เมตร ในเวลา 5 - 7 วัน

วิธีปฏิบัติเมื่อครบกำหนดการรม

การครบกำหนดการรมในที่นี้หมายถึงครบกำหนด 5 – 7 วัน ในการใช้ฟอสฟีน แต่การรมจะสิ้นสุดลงโดยสมบูรณ์นั้นหมายถึงเวลาที่สิ้นสุดการถ่ายเทก๊าซที่เหลือออกจากกองผลิต – ผลที่ทำการรมจนปลอดภัย สำหรับผู้ที่จะเข้าไปปฏิบัติกับกองผลิตผลนั้น ดังนั้นเมื่อครบกำหนดแล้วจะต้องปฏิบัติดังนี้

1. เอาถุงทราย หรือวัสดุทับชายผ้าทาร์พอลินออกจนหมด
2. ดึงชายผ้าทาร์พอลินด้านเหนือลม และลากทวนลมไปจนกว่าผ้าทาร์พอลินจะพ้นจากกองผลิตผลที่รมนั้น
3. ปล่อยให้แกสถ่ายเทออกมาจากกองประมาณ 1 – 2 ชั่วโมง
4. ตรวจความเข้มข้นของแกสที่เหลือ
5. หากเป็นการรมด้วยฟอสฟีนต้องนำเอาผงที่เหลือไปทิ้งโดยฝังดิน

คำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัย

1. ขณะตรวจสอบการรั่วไหล หรือขณะปฏิบัติการเอาผ้าทาร์พอลินออกจากกองที่ร่มนั้นผู้ปฏิบัติงานควรสวมหน้ากากป้องกันแกสพิษทุกคน
2. ถ้ามีผู้ประสบอุบัติเหตุจากแกสพิษขณะปฏิบัติงานจนไม่สามารถช่วยตัวเองได้ ผู้ที่จะเข้าไปช่วยควรสวมหน้ากากป้องกันแกสพิษ

มาตรฐานบังคับในการปฏิบัติการรมของกองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตร

กองควบคุมพืชและวัสดุการเกษตรได้ออกมาตรฐานบังคับสำหรับการรมผลิตผลเกษตรในโรงเก็บ ซึ่งเป็นมาตรฐานขั้นต่ำไว้ดังต่อไปนี้

1. กองที่จะทำการรมจะต้องอยู่ห่างจากผนังประมาณ 50 เซ็นติเมตร หรือห่างพอที่เจ้าหน้าที่จะเข้าไปทับชายผ้าทาร์พอลิน หรือตรวจและปะรูรั่วของผ้าทาร์พอลินได้อย่างสะดวก
2. จะต้องเก็บตัวอย่างผลิตผลที่จะรมรอบ ๆ กอง เพื่อตรวจแมลงศัตรูพืชจะต้องวัดขนาดของกอง (กว้าง ยาว และสูง) เพื่อคำนวณปริมาตร

3. ต้องทับชายผ้าทาร์พอลินด้วยถุงทราย (sand snake) หรือโซ่เหล็กหรือใช้เทปกาวขนาดความกว้างไม่ต่ำ 2 นิ้วฟุต ปิดริมผ้ากับพื้นโรงเก็บ

4. ต้องตรวจรูรั่วของผ้าทาร์พอลินโดยรอบกองรวมทั้งด้านบนด้วย ด้านที่อยู่ในมุมมืดต้องใช้ไฟฉายส่องดู มีรูรั่วต้องปะให้เรียบร้อย

5. การปล่อยสารรมเมทธิลโบรไมด์ต้องปล่อยทางด้านบน ฟอสฟีนปล่อยทางด้านล่าง จำนวนจุดที่ปล่อยปฏิบัติตามเจ้าหน้าที่กักกันพืชกำหนด

6. หลังจากปล่อยสารเมทธิลโบรไมด์ 30 นาที จะต้องตรวจการรั่วไหลของแกสด้วยตะเกียงตรวจสอบแกสรั่ว (halide detector lamp)

งานวิจัยที่เกี่ยวกับการใช้สารฟอสฟีน

พรทิพย์ วิสารทานนท์, ชูวิทย์ ศุขปราการ, กุสุมา นวลวัฒน์, บุษรา พรหมสถิต, ชวลิต หาญดี, และนันทกา ก้อนฉิม (2527) ได้ใช้ความร้อนและฟอสฟีนในการกำจัดมอดยาสูบ (*Lasioderma serricorne* Fabricius) ระยะตัวเต็มวัย ระยะดักแด้ และระยะตัวอ่อน โดยใช้ความร้อน 50, 60, 70 องศาเซลเซียส นาน 60, 80 และ 100 นาที เปรียบเทียบกับการใช้ฟอสฟีน (Magtoxin) อัตรา 1, 2, 3 pellet / 1 ลูกบาศก์เมตร รมนาน 36 ชั่วโมง ผลปรากฏว่าการใช้ความร้อน 70 องศาเซลเซียส อบนาน 80 และ 100 นาที สามารถทำลายมอดยาสูบทั้ง 3 ระยะได้ 100 % ส่วน Magtoxin ทุกอัตราสามารถทำลายตัวเต็มวัยและตัวอ่อนได้ 100 % แต่ไม่สามารถทำลายดักแด้ได้หมด คือใช้ 1, 2, 3 pellet ตาย 82.00 %, 92.75 % และ 97.37 % ตามลำดับ ซึ่งเปรียบเทียบทางสถิติแล้วไม่แตกต่างจากอัตราการตาย 100 % จากการทดลองรมตัวเต็มวัย และตัวอ่อน ด้วงขาแดง (*Necrobia rufipes*) และมอดฟันเลื่อยใหญ่ (*Oryzaephilus mercator* Fauvel) โดยใช้ฟอส - ฟีน (Magtoxin) อัตรา 1, 2, 3 pellet ต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร รมนาน 24, 48 และ 72 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 28 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์ 83.75 % พบว่าทุกอัตราและระยะเวลาสามารถทำลายตัวเต็มวัยและตัวอ่อนของด้วงขาแดง และมอดฟันเลื่อยใหญ่ได้หมด ยกเว้น อัตรา 1 pellet ต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร รมนาน 24 ชั่วโมง ไม่สามารถทำลายด้วงขาแดงและมอดฟันเลื่อยใหญ่ได้หมด คือ ตัวเต็มวัย และตัวอ่อนของด้วงขาแดง มีเปอร์เซ็นต์ตาย 84.63 % และ 12.50 % ตามลำดับ ในขณะที่ check มีเปอร์เซ็นต์การตาย 56.42 % และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ และเปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบกับ check มีเปอร์เซ็นต์ตาย 48.55 % และ 0 % ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างกัน

ทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ สำหรับการตรวจพิษตกค้างฟอสฟีนในเนื้อมะพร้าวแห้ง ภายหลังจากรมด้วยฟอสฟีนแล้ว 3 วัน ไม่พบพิษตกค้างที่เนื้อมะพร้าวแห้งที่ถูกรมด้วยฟอสฟีน ทุกอัตราและระยะเวลา (พรทิพย์ วิสารทานนท์, ศิริพันธุ์ สุขมาก, กุสุมา นวลวัฒน์, ชูวิทย์ ศุขปราการ, วิชัย คูสกุล, และชวลิต หาญดี, 2528) นอกจากนี้ พรทิพย์ วิสารทานนท์, ศิริพันธุ์ สุขมาก, โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, และวิชัย คูสกุล (2530) ได้ใช้สารรมฟอสฟีนในการกำจัดด้วงถั่วเหลือง (*Callosobruchus chinensis* (L)) ซึ่งเป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดของเมล็ดถั่วเหลืองได้ดำเนินการทดลองที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน 2530 โดยใช้สารรมฟอสท็อกซีน อัตรา 1 และ 2 tablet ต่อหนึ่งลูกบาศก์-เมตร รมนาน 3, 5 และ 7 วัน พบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและระยะเวลารมสามารถทำลายระยะไข่, ตัวอ่อน, ดักแด้ และตัวเต็มวัยได้หมดทุกระยะ ส่วนตู้ที่ไม่ได้รมด้วยสารรมฟอสฟีนด้วงถั่วเหลือง สามารถเจริญเติบโตขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน แตกต่างจากตู้ที่มีการรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในปีเดียวกัน พรทิพย์ วิสารทานนท์, ศิริพันธุ์ สุขมาก, ชูวิทย์ ศุขปราการ, และกุสุมา นวลวัฒน์ (2530) ใช้สารรมฟอสฟีนในการกำจัดด้วงถั่วเขียว (*Callosobruchus maculatus* (F)) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญที่สุดของเมล็ดถั่วเขียว ได้ทำการทดลองที่สถานีทดลองพืชไร่พระพุทธบาท จังหวัดลพบุรี ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึง เดือนมิถุนายน 2530 โดยใช้สารรมฟอสท็อกซีนอัตรา 1 และ 2 tablet ต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร รมนาน 5 และ 7 วัน ขณะทดลองรมมีอุณหภูมิเฉลี่ย 27.8 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย 69.5 % พบว่าทุกอัตราและระยะเวลารมสามารถทำลายระยะไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ได้หมดทุกระยะ ส่วนตู้รมที่ไม่ได้รมด้วยสารรมฟอสฟีนด้วงถั่วเขียวสามารถเจริญเติบโตและขยายพันธุ์เพิ่มจำนวน แตกต่างจากตู้ที่มีการรมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้สารรมฟอสฟีนทุกอัตราไม่มีผลต่อความงอกของเมล็ดถั่วเขียว

มีการใช้สารรมฟอสฟีนรมกำจัดด้วงถั่วกาแฟในมันสำปะหลังเส้นได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2531 ถึง เดือนกันยายน 2532 โดยใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร ใช้เวลาในการรม 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมด้วงถั่วกาแฟวัยต่าง ๆ คือ ตัวเต็มวัย ดักแด้ และหนอน ผลการทดลองพบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะเวลาของการรมสามารถกำจัดตัวเต็มวัยและหนอนของด้วงถั่วกาแฟได้ดี คือ พบว่าตัวเต็มวัยและหนอนของด้วงถั่วกาแฟตายหมด ส่วนระยะดักแด้ที่ระยะเวลารมนาน 3 วัน ทั้ง 3 อัตรา พบว่ายังมีดักแด้บางส่วนที่สามารถเจริญเติบโตจนเป็นตัวเต็มวัยได้ แต่ที่ 5 และ 7 วัน

ดักแด้ด้วงกาแฟตายหมด ส่วนระยะไข่จะได้ทำการทดลองต่อไป (โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา พรหมสถิต, และชูวิทย์ ศุขปราการ, 2532) ส่วนการทดลองของ พินิจ นิลพานิชย์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, และชูวิทย์ ศุขปราการ (2532) ในการใช้สารรมฟอส - ฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัม / เนื้อที่หนึ่งลูกบาศก์เมตร โดยแต่ละอัตราใช้ระยะเวลา รมนาน 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมมอดแป้งวัยต่าง ๆ คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัว เต็มวัย ผลของการทดลองพบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตรา และทุกระยะเวลาของการรม สามารถกำจัดมอดแป้งทุกวัยได้ดี คือในระยะตัวหนอนและตัวเต็มวัย พบว่าตายหมด ระยะไข่ ไม่สามารถฟักเป็นตัวหนอนได้ และระยะดักแด้ก็ไม่สามารถออกเป็นตัวเต็มวัยได้

ชูวิทย์ ศุขปราการ, กุสุมา นวลวัฒน์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, และบุษรา พรหมสถิต (2532) พบว่าการใช้สารรมฟอสฟีนในอัตรา 1, 2 และ 3 กรัมต่อเนื้อที่หนึ่งลูกบาศก์เมตร ใช้เวลารมนาน 3, 5, 7 และ 9 วัน ตามลำดับ รมข้าวสารที่มีการทำลายของด้วงงวงวัย ต่าง ๆ คือ ไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัย โดยรมในตู้รมขนาด 1 ลูกบาศก์เมตร หลัง จากครบกำหนดการรมตามกรรมวิธีต่าง ๆ แล้วนำไปตรวจนับด้วงงวงวัยต่าง ๆ ที่ตายและรอด ชีวิตหลังจากนั้น 45 วัน ตรวจนับอีกครั้งหนึ่ง ผลปรากฏว่าด้วงงวงทุกวัยตายหมดเมื่อใช้เวลา รมนาน 5 วันขึ้นไป ของทุกอัตราของสารรมฟอสฟีนที่ใช้ ส่วนในเวลา 3 วัน มีเพียงอัตรา 3 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ที่ได้ผลแต่อัตรา 1 และ 2 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ไข่และดักแด้ด้วงงวง บางส่วนยังรอดชีวิตและเจริญจนเป็นตัวเต็มวัยได้ ส่วนการทดลองใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อป้องกัน การเข้าทำลายของด้วงถั่วในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียว พรทิพย์ วิสารทานนท์, ชูวิทย์ ศุข - ปราการ และพินิจ นิลพานิชย์ (2533) ได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการกองกีฏและสัตว - วิทยา กรมวิชาการเกษตร ระหว่างเดือนมิถุนายน 2533 ถึง เดือนพฤษภาคม 2534 ซึ่งมี อุณหภูมิเฉลี่ย 28.71 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพันธ์เฉลี่ย 74.6 % ผลการทดลองพบว่าถั่ว เขียวที่เก็บในตู้รมที่มีฟอสฟีน 1 กรัม (1 tablet) นาน 3, 6, 9 และ 12 เดือน ไม่พบ การเข้าทำลายของด้วยถั่วเขียว ซึ่งแตกต่างจากตู้รมที่เก็บถั่วเขียวที่ไม่มีสารรมฟอสฟีนซึ่งมีแมลง เข้าทำลายจำนวนมาก สารรมฟอสฟีนไม่มีผลทำลายความงอกของถั่วเขียวแม้จะเก็บในตู้รมฟอส ฟีนนานถึง 12 เดือน โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา พรหมสถิต , และชูวิทย์ ศุขปราการ (2533) ได้ดำเนินการทดลองใช้สารฟอสฟีนรมกำจัดด้วงถั่วกาแฟใน มันสัมปะหลังเส้น ที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตว - วิทยา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2531 ถึง เดือนกันยายน 2534 โดยใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร ใช้เวลาในการรม 3, 5 และ 7 วัน ทำ

การรมด้วงถั่วกาแฟวัยต่าง ๆ คือ ตัวเต็มวัย ดักแด้ หนอน และไข่ ผลการทดลองพบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะเวลาของการรมสามารถกำจัดตัวเต็มวัยและหนอนของด้วงถั่วกาแฟได้ดี คือ จะมีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลงเป็น 100 % ส่วนระยะดักแด้พบว่าที่ระยะเวลาการรม 5 และ 7 วัน ของทั้ง 3 อัตรา ยังคงมีแมลงรอดชีวิตและสามารถเจริญเติบโตจนเป็นเต็มวัยได้ ดังนี้ คือ ที่อัตรา 1, 2 และ 3 กรัม / ลูกบาศก์เมตร จะมีเปอร์เซ็นต์การตายของแมลง 78.57, 92.86 และ 85.71 % ตามลำดับ ส่วนระยะไข่พบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะเวลาของการรมสามารถกำจัดไข่ของด้วงถั่วกาแฟได้ดี คือ ไข่ไม่สามารถฟักออกเป็นตัวหนอนได้เลย

การใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อป้องกันกำจัดด้วงถั่ว (*Zabrotes subfasciatus* Boheman) แมลงศัตรูผักบุ้งจีนโดย บุษรา พรหมสถิต, ชูวิทย์ ศุขปราการ, พินิจ นิลพานิชย์, และกุสุมา นวลวัฒน์ (2533) ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร พบว่าการใช้สารรมฟอสฟีน ทุกกรรมวิธีสามารถกำจัดตัวเต็มวัยของด้วงถั่วผักบุ้งจีนได้ โดยไม่พบแมลงรอดชีวิตเลย พินิจ นิลพานิชย์, โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, และชูวิทย์ ศุขปราการ (2533) ได้ทดลองใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัม / เนื้อที่หนึ่งลูกบาศก์เมตร และแต่ละอัตราใช้ระยะเวลาในการรมนาน 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมมอดแป้งวัยต่าง ๆ คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย พบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะเวลาในการรม สามารถกำจัดมอดแป้งทุกวัยได้ดี คือ ในระยะหนอนและตัวเต็มวัยพบว่าตายหมด ระยะไข่ก็ไม่สามารถฟักเป็นหนอนได้เลย และดักแด้ก็ไม่สามารถเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้เช่นกัน

กุสุมา นวลวัฒน์, ไพฑูรย์ อุไรวงศ์, พินิจ นิลพานิชย์, โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, และกิติยา กิจควรดี (2533) ทำการทดลองโดยใช้อลูมิเนียมฟอสไฟด์ที่ให้แกสฟอสฟีนเพื่อป้องกันและกำจัด *Rhyzopertha dominica* ที่อยู่ในถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น และที่อยู่นอกถุงพลาสติกภายใต้ผ้าคลุม tarpaulin โดยใช้อลูมิเนียมฟอสไฟด์ที่ให้ฟอสฟีนในอัตรา 3 กรัมต่อข้าวเปลือก 1 ตัน โดยรมภายในระยะเวลา 5, 7 และ 9 วัน พบว่าในระยะเวลา 4 วัน เปอร์เซ็นต์การตายของแมลงในถุงพลาสติกหนา 2 ชั้น เท่ากับ 99.16 % ในระยะเวลา 7 และ 9 วัน เปอร์เซ็นต์การตาย เท่ากับ 100 % ส่วนแมลงที่อยู่นอกถุงพลาสติกเปอร์เซ็นต์การตายของแมลง เท่ากับ 100 % ทั้ง 3 ระยะเวลา มีการศึกษาการใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อกำจัดผีเสื้อข้าวสาร (*Corcyra cephalonica* Stainton) ที่เข้ามาทำลายเมล็ดงา พรทิพย์ วิสารทานนท์, บุษรา พรหมสถิต, และโสภาวรรณ มงคลธรรมากุล (2534) ได้ดำเนินการ

ทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา ระหว่างเดือนมกราคม ถึง เดือนพฤษภาคม 2534 โดยใช้สารรมฟอสฟีนอัตรารม 1 กรัมต่อหนึ่งลูกบาศก์เมตร รมนาน 5 และ 7 วัน พบว่าทั้งสองอัตราสามารถทำลายไข่ ตัวอ่อน ดักแด้ และตัวเต็มวัยผีเสื้อข้าวสารได้หมด แตกต่างจากการไม่รมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ พินิจ นิลพานิชย์, โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, และชูวิทย์ ศุขปราการ (2534) ใช้สารรมฟอส - ฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัม / เนื้อที่หนึ่งลูกบาศก์เมตร แต่ละอัตราใช้ระยะเวลาในการรมนาน 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมมอดแป้งวัยต่าง ๆ ที่เลี้ยงในแป้งข้าวจ้าว คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ผลของการทดลองพบว่า สารรมฟอสฟีนทุกอัตรา และทุกระยะเวลาในการรมสามารถกำจัดมอดแป้งทุกวัยได้ 100 % คือ ในระยะหนอนและตัวเต็มวัยพบว่าตายหมด ระยะไข่ไม่สามารถฟักเป็นตัวหนอนได้เลย และระยะดักแด้ก็ไม่สามารถเจริญเติบเป็นตัวเต็มวัยได้เลยเช่นกัน ยังมีการทดลองใช้สารรมฟอสฟีนเพื่อป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วในการเก็บรักษาเมล็ดถั่วเขียว พรทิพย์ วิสารทานนท์, ชูวิทย์ ศุขปราการ, พินิจ นิลพานิชย์, ประภาส ดารีพัฒน์, และพูนศักดิ์ ดิษกระจัน (2535) ได้ดำเนินการทดลองที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สุพรรณบุรี อำเภออู่ทอง จังหวัดสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนพฤศจิกายน 2534 ถึง เดือนตุลาคม 2535 โดยใช้สารรมฟอสฟีนอัตรา 2 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ภายในมีถั่วเขียวพันธุ์ชัยนาท 60 จำนวน 50 กิโลกรัม พบว่าหลังจากรมนาน 3 เดือน ไม่พบการเข้าทำลายของแมลง แตกต่างจากตู้รมที่ไม่รมฟอสฟีนพบด้วงถั่วเขียวเข้าทำลาย สำหรับตู้รมที่รมนาน 6 และ 9 เดือน พบการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียวเช่นเดียวกับตู้ที่ไม่รม มีรายงานการใช้สารรมฟอสฟีนรมกำจัดมอดยาสูบในใบยาสูบแห้ง โดยได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตววิทยา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2534 ถึง เดือนกันยายน 2535 โดยใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2 และ 3 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ใช้เวลาในการรม 3, 5, 7 และ 9 วัน ทำการรมมอดยาสูบวันต่าง ๆ คือ ตัวเต็มวัย ดักแด้ หนอน และไข่ ผลการทดลองพบว่าที่อัตรา 1 กรัม / 1 ลูกบาศก์เมตร เวลารมนาน 3 วัน จะพบว่ามีหนอนบางส่วนที่สามารถเจริญเติบโตต่อไปจนเข้าดักแด้ได้ แต่ที่ 5, 7 และ 9 วัน ไม่พบแมลงที่มีชีวิต ส่วนที่อัตรา 2 และ 3 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ทั้ง 3, 5, 7 และ 9 วัน พบว่าแมลงตายหมด (โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, พรทิพย์ วิสารทานนท์, และพินิจ นิลพานิชย์, 2535)

นอกจากนี้ในปีเดียวกัน โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, บุษรา พรหมสถิต, และชูวิทย์ ศุขปราการ (2535) ได้ศึกษาการใช้สารรมฟอสฟีนกำจัดมอดหัวป้อมแมลงศัตรูมันสำปะหลังเส้น

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยบูรพา
ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131

ได้ดำเนินการทดลองที่ห้องปฏิบัติการ กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูผลิตผลเกษตร กองกีฏและสัตว - วิทยา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2534 ถึงเดือนกันยายน 2535 โดยการใช้สารรมฟอสฟีน 3 อัตรา คือ 1, 2, และ 3 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ใช้เวลาในการรม 3, 5 และ 7 วัน ทำการรมมอดหัวป้อมวัยต่าง ๆ คือ ไข่ หนอน ดักแด้ และตัวเต็มวัย ผลการทดลองพบว่าสารรมฟอสฟีนทุกอัตราและทุกระยะเวลาของการรมสามารถกำจัดมอดหัวป้อมได้ดีไม่พบแมลงที่รอดชีวิตเลย

การทดสอบวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดให้มีคุณภาพดีเป็นเวลานานและปราศจากการทำลายของแมลงได้ดำเนินการที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2535 ถึง เดือนเมษายน 2536 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้เมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัม โดยรมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารรมฟอสฟีนในอัตรา 1 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ภายใต้ผ้าคลุมพลาสติกแล้วเปิดผ้าคลุมเมื่อครบกำหนด 1, 2, 3, 4 และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยตรวจสอบความเสียหาย จำนวนแมลงที่พบและความงอกของเมล็ด ผลการทดสอบปรากฏว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ทุกวิธีการยังมีความงอกเป็นปกติไม่มีความแตกต่างกัน วิธีการที่เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใต้ผ้าคลุมถึง 6 เดือน ความงอกสูงถึง 95.33 % และไม่มีการทำลายของโรคและแมลง (ชูวิทย์ ศุขปราการ, พินิจ นิลพานิชย์, พรทิพย์ วิสารทานนท์, และประชา ศิลปศร, 2536) นอกจากนี้ยังพบอีกว่า กุสุมา นวลวัฒน์, โสภาวรรณ มงคลธรรมากุล, ชูวิทย์ ศุข - ปราการ, และประชา ศิลปศร (2536) ได้ทดสอบวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวให้มีคุณภาพดีเป็นเวลานานและปราศจากการทำลายของแมลง ได้ดำเนินการที่สถานีทดลองข้างสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2535 ถึง เดือนเมษายน 2536 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้เมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัม โดยรมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารรมฟอสฟีนในอัตรา 1 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ภายใต้ผ้าคลุมพลาสติกแล้วเปิดผ้าคลุมเมื่อครบกำหนด 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยตรวจสอบความเสียหาย จำนวนแมลงที่พบและความงอกของเมล็ด ผลการทดสอบปรากฏว่าเมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ทุกวิธีการความงอกยังเป็นปกติไม่มีความแตกต่างกัน วิธีที่เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใต้ผ้าคลุมถึง 6 เดือน ความงอกสูงถึง 86.66 % ไม่มีการทำงานของเชื้อรา แต่พบแมลงบางชนิดจากภายนอกเข้าทำลายเล็กน้อย พรทิพย์ วิสารทา - นนท์, บุษรา พรหมสถิต, กุสุมา นวลวัฒน์, และประชา ศิลปศร (2536) ได้ทดสอบวิธีเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ถั่วเขียวให้มีคุณภาพดีเป็นเวลานานและปราศจากการทำลายของแมลง ได้ดำเนินการที่สถานีทดลองข้าวสุพรรณบุรี ระหว่างเดือนตุลาคม 2535 ถึง เดือนเมษายน 2536 โดยวางแผนการทดลองแบบ RCB มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้เมล็ดพันธุ์ 20 กิโลกรัม โดยรมเมล็ดพันธุ์ด้วยสารรม ฟอสฟีนในอัตรา 1 กรัม / ลูกบาศก์เมตร ภายใต้ผ้าคลุมพลาสติกแล้วเปิดผ้าคลุมเมื่อครบกำหนด 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 เดือน ตามลำดับ โดยตรวจสอบ

171061

ความเสียหาย จำนวนแมลงที่มีชีวิตที่พบและความงอกของเมล็ด ผลการทดสอบปรากฏว่า เมล็ดพันธุ์ที่เก็บไว้ทุกวิธีการความงอกยังเป็นปกติไม่มีความแตกต่างกัน วิธีที่เก็บเมล็ดพันธุ์ไว้ใต้ผ้าคลุมถึง 6 เดือน ความงอกสูงถึง 96.66 % ทุกวิธีการไม่มีการทำลายของโรค แต่พบการทำลายของด้วงถั่วเขียวบ้างเล็กน้อย นอกจากนี้ พินิจ นิลพานิชย์, ชูวิทย์ ศุขปราการ, บุษรา พรหมสถิต, และโสภาวรรณ มงคลธรรมากุล (2536) ยังได้มีการสาธิตการลดปริมาณการใช้สารรมฟอสฟีนกำจัดแมลงในการเก็บรักษาข้าวสารได้ดำเนินการที่บริษัทปทุมไรซ์มิลแอนด์แกรนารี อำเภอเมือง จังหวัดปทุมธานี ระหว่างเดือนพฤษภาคม ถึง เดือนกันยายน 2536 โดยใช้ข้าวสารทั้งหมด 30 ตัน แบ่งเป็น 3 กอง กองละ 10 ตัน ทั้งหมดรมด้วยสารรมฟอสฟีนในอัตรา 2 กรัม / ข้าวสาร 1 ตัน หลังการรมปิดผ้าคลุมเมื่อครบกำหนด 1, 2 และ 3 เดือน ในข้าวกองที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ เมื่อเปิดผ้าคลุมแล้วตรวจสอบคุณภาพข้าว การทำลายของโรคและแมลง ผลปรากฏว่าข้าวสารทุกกองมีคุณภาพดีปกติ ไม่พบแมลงมีชีวิตและไม่มีการทำลายของเชื้อรา