บทที่ 2
การตรวจเอกสาร

ข้าวเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีความสำคัญของประเทศไทย หากการเก็บรักษาเมล็ดข้าวในโรงเก็บที่ไม่เหมาะสม ข้าวภายในโรงเก็บก็สามารถถูกแมลงศัตรูโรงเก็บหลายชนิดเข้าทำลายได้ ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเสื่อมหรือการสูญเสียของเมล็ดหรือผลิตผลคือ 1) ชนิดของเมล็ดพืช 2) สภาพแวดล้อมก่อนการเก็บรักษา 3) สภาพแวดล้อมในขณะที่เก็บรักษาหรือสภาพแวดล้อมภายในโรงเก็บ นอกจากนั้นก็ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบนิเวศวิทยาในโรงเก็บด้วยซึ่งต้องพิจารณาสองส่วนใหญ่ ๆ คือ 1) องค์ประกอบทางกายภาพ เช่น แบบหรือลักษณะโครงสร้างของโรงเก็บ เมล็ดหรือผลิตภัณฑ์ และความชื้น เป็นต้น และ 2) องค์ประกอบทางชีวภาพ เช่น แมลง ไร หนู และนก เป็นต้น (ชุมพล, 2533) ซึ่งยอมรับกันว่าแมลงเป็นศัตรูที่สำคัญ และทำความเสียหายให้ข้าวหลังการเก็บเกี่ยวมากที่สุด เนื่องจากแมลงมีขนาดเล็กต้องการอาหารในการดำรงชีวิตน้อย สามารถขยายพันธุ์ได้รวดเร็ว และเจริญเติบโตได้ในระยะเวลาอันสั้น ประกอบกับอุณหภูมิ และความชื้นในประเทศไทยเหมาะสมกับการแพร่ขยายพันธุ์ของแมลง ดังนั้นการแพร่ระบาดของแมลงจึงเป็นไปอย่างรวดเร็ว (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตเกษตร, 2548) แมลงศัตรูหลังการเก็บเกี่ยวเป็นปัญหาสำคัญที่พบอยู่ทั่วโลก แม้ว่าในแต่ละแห่งจะพบแมลงศัตรูที่สำคัญเฉพาะพืชเพียง 2-3 ชนิดเท่านั้น แต่เนื่องจากแมลงศัตรูโรงเก็บสามารถแพร่กระจายได้ไปทั่วโลกซึ่งเป็นลักษณะที่พิเศษกว่าแมลงชนิดอื่น ๆ คือ สามารถอาศัย และมีชีวิตอยู่ได้ทุกสภาพอากาศ และภูมิภาคต่าง ๆ เนื่องจากแมลงเหล่านี้มีการเคลื่อนย้าย และแพร่กระจายไปได้อย่างกว้างขวางโดยติดไปกับผลิตผลที่เป็นสิ่งบริโภคที่มีการซื้อขายแลกเปลี่ยนกันทั่วโลก เราจึงพบว่าแมลงศัตรูโรงเก็บมีการแพร่ระบาดไปทั่วโลก ระบาดได้ทั้งปี และสร้างความเสียหายของเมล็ดอีกทั้งยังสามารถเกิดขึ้นได้ทุกระยะเวลา เช่น ระยะก่อนการเก็บ ขณะที่เก็บเกี่ยว หลังการเก็บเกี่ยว ขณะทำการขนส่ง และระหว่างการเก็บรักษา (บุษรา, 2547) ลักษณะการทำลายของแมลงต่อผลิตผลเกษตร ได้แก่ การกัดกิน หรือแทะเล็มภายนอก คือการที่แมลงอาศัย และทำลายอยู่ภายนอกเมล็ด (external feeder) ทำความเสียหายเฉพาะภายส่วนนอกโดยทำให้เกิดขุย ผิวของเปลือก ผิวของเมล็ด หรือผลิตผลถูกทำลายคุณภาพ ตลอดจนถักใยให้เมล็ดพืช หรือผลิตผลเกาะติดกันเป็นก้อน รวมถึงพวกที่กัดกินเศษอาหาร แมลงประเภทนี้ได้แก่ ผีเสื้อข้าวสาร มอดแป้ง ไร และเหาหนังสือ การที่แมลงอาศัยกัดกินอยู่

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ภายในเมล็ด (internal feeder) คือการที่แมลงอาศัย และทำลายอยู่ภายในเมล็ด โดยตัวเต็มวัยของแมลงจะวางไข่อยู่ที่ผิวภายนอกเมล็ดหรือวางไข่ภายในเมล็ด เมื่อฟักไข่เป็นตัวหนอนเจาะเข้าไปภายในกัดกินเจริญเติบโตจนกระทั่งครบวงจรชีวิต ตัวเต็มวัยจะเจาะเมล็ดออกมาทำให้เป็นรู และภายในเป็นโพรง แมลงประเภทนี้ได้แก่ ด้วงงวงข้าว ด้วงงวงข้าวโพด ผีเสื้อข้าวเปลือก และมอดหัวป้อม (สำนักวิจัยและพัฒนาวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยวและแปรรูปผลผลิตเกษตร, 2548)

นอกจากนี้แมลงศัตรูโรงเก็บยังสร้างความเสียหายให้กับเมล็ดพืชที่เก็บไว้ในโรงเก็บ ซึ่งอาจแบ่งความเสียหายได้ดังนี้ สูญเสียน้ำหนัก สูญเสียคุณค่าทางอาหาร สูญเสียความงอก สูญเสียคุณภาพ สูญเสียเงิน และสูญเสียชื่อเสียง (พรทิพย์ และคณะ, 2548)

มอดฟันเลื่อย

มอดฟันเลื่อยเป็นแมลงศัตรูโรงเก็บชนิดหนึ่งที่สามารถทำลายข้าวสาร และธัญพืชหลาย ๆ ชนิด นอกจากนั้นยังพบการเข้าทำลายในข้าวสารบรรจุถุง และสร้างความเสียหายทางด้านชื่อเสียงให้กับผู้ผลิตข้าวสารบรรจุถุง มอดฟันเลื่อย (Sawtoothed grain beetle) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Oryzaephilus surinamensis* (Linnaeus) มีขนาดลำตัวประมาณ 2.5 - 3.0 มิลลิเมตร จัดอยู่ในอันดับ Coleoptera วงศ์ Silvanidae ลักษณะการทำลายของมอดฟันเลื่อยไม่สามารถทำลายเมล็ดพืชได้ด้วยตัวเองซึ่งมักพบการเข้าทำลายต่อจากแมลงชนิดอื่น หรือเมล็ดที่มีรอยแตกอยู่แล้ว ตัวเต็มวัยจะแทะเล็มอยู่ที่ผิวเมล็ดสามารถกัดกินเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดธัญพืชแปรสภาพที่แตกหักได้ เป็นแมลงศัตรูสำคัญของข้าวสาร และธัญพืช (พรทิพย์ และคณะ, 2548) มอดฟันเลื่อยตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลแดง ส่วนอกสีค่อนข้างคล้ำกว่าส่วนอื่นเล็กน้อย ที่ส่วนอกด้านข้างมีซี่แหลมเล็กยื่นออกมาข้างละ 6 ซี่ ซึ่งทำให้สามารถจำแนกแมลงชนิดนี้ออกจากแมลงชนิดอื่นได้โดยง่าย มอดฟันเลื่อยมีอุปนิสัยว่องไว และมักหลบซ่อนอยู่ในอาหารจนกว่าจะถูกรบกวนจึงขึ้นมาบนผิวของอาหาร มอดฟันเลื่อยเป็นแมลงที่กินนอกเมล็ดพืช และจะสามารถกัดกินเมล็ดได้หลายเมล็ด แมลงเพศเมียวางไข่บนอาหารตามพื้น หรือตามซอกของยุ้ง แมลงตัวหนึ่ง ๆ วางไข่ได้ 45 - 285 ฟอง โดยวางไข่เป็นฟองเดี่ยว ไข่มีขนาด 0.720 x 0.242 มิลลิเมตร (Kucerova and Stejskal, 2001) มีสีขาวเรียวยาวไม่รวมบริเวณตรงกลาง และมีผิวเรียบ (กุสุมา และคณะ, 2548) หนอนมีลำตัวเรียวยาวสีขาวนวล ใช้เวลาประมาณ 2 สัปดาห์ ลอกคราบ 2 - 5 ครั้ง จึงเข้าดักแด้โดยใช้เศษอาหารเป็นปลอกหุ้มตัว ลักษณะเด่นของดักแด้คือ ด้านข้างของส่วนอกจะมีรยางค์เล็ก ๆ ยื่นออกมาข้างละ 6 เส้น ระยะดักแด้ 6 - 10 วัน วงจรชีวิตใช้เวลา 24 - 30 วัน ตัวเต็มวัยอยู่ได้นาน 6 - 10 เดือน และมอดฟันเลื่อยมีอุปนิสัยชอบกัดกินตรงจุดงอกของเมล็ด (germ) มอดฟันเลื่อยพบการแพร่กระจายไปทั่วโลก ในประเทศไทยมักพบทุกจังหวัด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ที่มีโรงสีข้าว และยุ้งข้าว ระบาดกระจัดกระจายทั้งปีในยุ้งข้าวเปลือกแต่มีจำนวนไม่มากนัก พบแพร่ระบาดมากในตอนปลายปีหรือก่อนเก็บเกี่ยวข้าวนาปีเล็กน้อย (พรทิพย์ และคณะ, 2548)

ก๊าซธรรมชาติโอโซน

การป้องกันกำจัดแมลงศัตรูโรงเก็บ เช่น มอดฟันเลื่อยนิยมใช้สารรมเมทธิลโบรไมด์ และสารรมฟอสฟีน ซึ่งเป็นสารเคมีทำให้มอดฟันเลื่อยเกิดความต้านทานต่อสารรมทั้งสองชนิด ดังนั้นการใช้ก๊าซโอโซนจึงเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพ และสามารถป้องกันกำจัดมอดฟันเลื่อยที่มีความต้านทานต่อสารรมฟอสฟีนได้ (Sousa *et al*., 2008) ก๊าซโอโซน (ozone หรือ O_3) เป็นโมเลกุลที่ประกอบจากออกซิเจน 3 อะตอม ปรากฏอยู่ในชั้นบรรยากาศของโลก และมีการใช้งานในทางอุตสาหกรรม และเครื่องใช้ตามบ้านทั่วไป ก๊าซโอโซนถูกค้นพบครั้งแรกโดย คริสเตียน ฟรีดิช เชินไบน์ (Christian Friedrich Schönbein) นักเคมีชาวเยอรมัน ในปี ค.ศ. 1840 โดยตั้งชื่อตามภาษากรีกคำว่า ozein ซึ่งแปลว่ากลิ่นโอโซนเข้มข้นที่มีสีฟ้าที่อุณหภูมิ และความดันมาตรฐาน (Standard Temperature ND Pressure; STP) เมื่ออุณหภูมิลดลงถึง -112 องศาเซลเซียส โอโซนจะเป็นของเหลวสีน้ำเงิน และเมื่ออุณหภูมิลดต่ำกว่า -193 องศาเซลเซียส ก็จะกลายเป็นของแข็งสีดำ ปัจจุบันมีการนำก๊าซโอโซนไปใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น การฆ่าเชื้อโรค (Environmental Protection Agency, 1999) คือ ก๊าซโอโซนสามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพดีกว่า และรวดเร็วกว่าคลอรีน 3,125 เท่า และยังไม่เหลือสารตกค้าง (Kim *et al.,* 1999) การฆ่าเชื้อด้วยก๊าซโอโซนในการผลิตน้ำดื่ม (โอโซนนิค อินเตอร์เนชั่นแนล, 2551) ใช้ฆ่าเชื้อในเครื่องมือทางการแพทย์ ใช้กำจัดกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ และสารฆ่าแมลง เป็นต้น (ZhangGui *et al.,* 2003)

ก๊าซโอโซนเป็นตัว oxidation ที่ดี สามารถทำให้การทำงานของปอดของมนุษย์ทำงานผิดปกติ และเป็นสาเหตุทำให้ปอดของมนุษย์เสียหาย และเกิดการอักเสบ เช่น เมื่อสัมผัสก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 0.1-0.3 ppm เป็นเวลา 2-3 ชั่วโมง จะทำให้รู้สึกแสบจมูก และคอ ที่ความเข้มข้น 1.0-2.0 ppm จะทำให้ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ (ตาราง 2.1) เนื่องจากการเกิดปฏิกิริยา oxidation กับเซลล์ epithelial และ surfactant ซึ่งเป็นส่วนประกอบภายในปอดของมนุษย์ หากมนุษย์ได้รับปริมาณที่มากกว่าปกติ คือ 0.08 ppm เป็นเวลา 8 ชั่วโมง ซึ่งจะมีผลข้างเคียงต่อสุขภาพของมนุษย์ (ตาราง 2.2) และทำให้มีผลกระทบต่อโครงสร้างของโปรตีน dityrosine และ tyrosine ทำให้โปรตีนเสียสภาพไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ และทำให้เซลล์ตายในที่สุด (Wang *et al.,* 2002) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Cross *et al.* (1998) ว่าโปรตีน dityrosine และ tyrosine จะเป็นตัวชี้วัดอัตราการเสียสภาพของโปรตีนที่ถูกทำลายด้วยปฏิกิริยา oxidation และเป็นตัวบ่งชี้ว่าเกิดกระบวนการเมทาบอลิซึมที่สูงขึ้นเช่นกัน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ตาราง 2.1 ระดับความเข้มข้นของก๊าซโอโซนที่มีผลทางสุขภาพ

ระดับของโอโซน (ppm)	ข้อมูลด้านสุขภาพ
0.02-0.05	สามารถได้กลิ่น
0.1-0.3	ใน 2-3 ชั่วโมง จะรู้สึกแสบจมูก และคอ
0.6-0.8	ใน 2-3 ชั่วโมง จะมีการกระตุ้นระบบทางเดินหายใจ
1.0-2.0	ใน 2-3 ชั่วโมง จะทำให้ระบบทางเดินหายใจผิดปกติ
10	อันตรายต่อสุขภาพไม่ควรสัมผัสเกิน 60 นาที
20	อันตรายต่อสุขภาพไม่ควรสัมผัสเกิน 10 นาที

ที่มา : ชมพูศักดิ์ และ เทพพนม (2540)

ตาราง 2.2 ผลกระทบต่อสุขภาพ และค่าความปลอดภัยมาตรฐานของก๊าซโอโซน

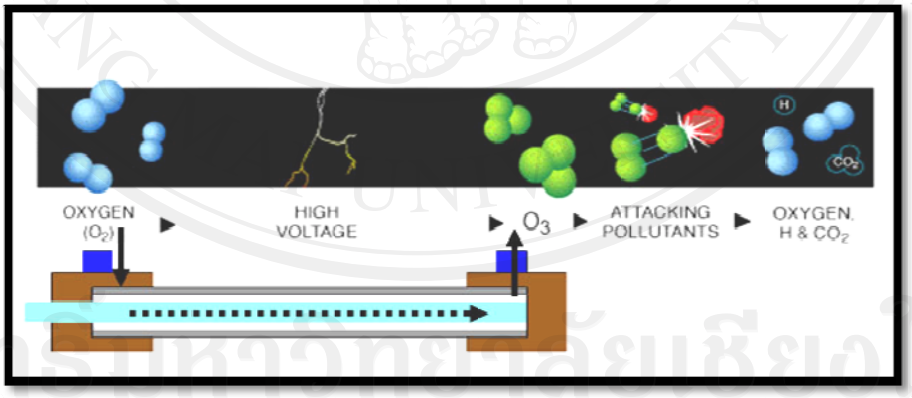
ผลกระทบต่อสุขภาพ (Health Effects)	ปัจจัยเสี่ยง (Risk Factors)	ค่ากำหนดมาตรฐาน (Health Standards)
ผู้ที่ได้รับอาจจะได้ผลกระทบดังต่อไปนี้: 1. ปอดมีประสิทธิภาพน้อยลง 2. มีปัญหาหอบหืด 3. ระคายเคืองคอ ไอ 4. เจ็บหน้าอกหายใจไม่ออก 5. ปอดอักเสบ 6. ติดเชื้อในระบบทางเดินหายใจ	ปัจจัยที่จะเพิ่มความเสี่ยง ความรุนแรงของสุขภาพมีต่อไปนี้: 1. ปริมาณของโอโซนในอากาศเข้มข้นมากขึ้น 2. สัมผัสโอโซนเป็นเวลายาวนานขึ้น เพิ่มปัญหาสุขภาพมากขึ้น 3. ออกกำลังกายในที่ที่มีโอโซนปริมาณมาก 4. มีปัญหาโรคปอด เช่นโรคหอบหืดอยู่แล้ว	1. FDA หรือ อย. แห่งสหรัฐอเมริกา ได้กำหนดว่าเครื่องผลิตโอโซนไม่ควรผลิตโอโซนเกิน 0.05 ppm (ส่วนในล้านส่วน) สำหรับใช้ภายในอาคาร 2. OSHA หรือ (Occupational Safety and Health Administration) ตั้งข้อกำหนดว่า ไม่ควรทำงานในบริเวณที่มีความเข้มข้นของก๊าซโอโซนเกิน 0.10 ppm เกินกว่า 8 ชั่วโมง 3. สถาบัน NIOSH หรือ (National Institute of Occupational Safety and Health) ตั้งข้อกำหนดว่า ไม่ควรอยู่ในบริเวณที่มีโอโซนเกิน 0.10 ppm ไม่ว่ากรณีใด

ที่มา : Environmental Protection Agency (1999)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดก๊าซโอโซน

เครื่องผลิตก๊าซโอโซนโดยทั่วไปจะใช้หลักการของ electric discharge ก็คือสนามไฟฟ้าแรงสูง ทำให้ออกซิเจนโมเลกุล (O_2) แตกตัวเป็นออกซิเจนอะตอม (O) แล้วรวมกับออกซิเจนโมเลกุลตัวอื่น ๆ กลายเป็นโอโซน (O_3) (ภาพ 2.1) (Mason *et al.*, 1997) ซึ่งก๊าซโอโซนสามารถกำจัดแมลงโดยการทำให้โปรตีนถูกทำลายโดยปฏิกิริยา oxidation ทำให้มีผลกระทบต่อระบบหายใจของแมลง ส่งผลให้มีอัตราการเกิด เมทาบอลิซึม (metabolism) และการขยายของหลอดลมสูงขึ้นซึ่งมีผลต่อสารตั้งต้นที่ใช้ในการหายใจ ทำให้การหายใจล้มเหลว (Chown and Gaston, 1999) จากการศึกษาของ Oliveira *et al.* (2007) พบว่าน้ำหนักตัว และอัตราการหายใจของแมลง มีส่วนเกี่ยวข้องกับพลังงานที่เกิดจากการกิจกรรมของแมลง และการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในร่างกาย ซึ่งตัวแปรทั้งสองทำให้ทราบถึงปริมาณการหายใจของแมลง (Chown and Gaston, 1999) แต่ขัดแย้งกับการศึกษาของ Sousa *et al.* (2008) พบว่าลักษณะของแมลงแต่ละชนิดมีการหายใจและน้ำหนักตัวแตกต่างกัน แต่อัตราการหายใจ และน้ำหนักตัวไม่มีผลต่อความอ่อนแอของแมลงต่อก๊าซโอโซน



ภาพ 2.1 ลักษณะการเปลี่ยนก๊าซออกซิเจนไปเป็นก๊าซโอโซนด้วยเครื่องกำเนิดโอโซน
ที่มา: ณรงค์ (2552)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการใช้ก๊าซโอโซนในผลผลิตทางการเกษตรมีดังนี้ ธนะชัย และอรุโณทัย (2545) รายงานว่า การให้ก๊าซโอโซนแก่ผลลิ้นจี่พันธุ์จักรพรรดิในอัตรา 100 มิลลิกรัม/ชั่วโมง เป็นเวลา 30, 40 และ 60 นาที ก่อนการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่า ก๊าซ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โอโซนสามารถลดอัตราการเน่าเสียของผลได้เป็นเวลา 24 วัน สิคีริยา และธนะชัย (2545) รายงานว่า ลำไยที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนสามารถเก็บรักษาได้นานกว่าผลลำไยที่ไม่ได้รมด้วยก๊าซโอโซน 6 – 9 วัน และผลลำไยที่ได้ผ่านการรมก๊าซโอโซนเป็นเวลา 30 นาที สีเปลือกมีความสว่าง และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคมากที่สุด ต่อมาได้มีการศึกษาการรมลำไยสดด้วยก๊าซโอโซน สามารถลดการเกิดโรคระหว่างการเก็บรักษา เมื่อรมด้วยก๊าซโอโซนเป็นเวลา 30 นาทีที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ชั่วโมงนั้นเหมาะสม พบว่ามีปริมาณเปอร์ออกไซด์ทั้งหมดในเปลือกผลลำไยมากกว่าในเนื้อลำไย เมื่อเปรียบเทียบกับการรมด้วยก๊าซโอโซนที่ 0, 60 และ 90 นาที และปริมาณเปอร์ออกไซด์ในเปลือกผลจะมีเพิ่มขึ้นในสัปดาห์ที่ 1 หลังจากการรมด้วยก๊าซโอโซน และการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ส่วนในเนื้อผลพบการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย (ศรัณยา และคณะ, 2549) ผลเงาะที่ผ่านการรมด้วยก๊าซโอโซนในความเข้มข้น 1 ppm เป็นเวลานาน 30 นาที สามารถลดปริมาณเชื้อราที่ผิวผลได้ 93.9 เปอร์เซ็นต์ (ดวงธิดา และคณะ, 2549)

การใช้ก๊าซโอโซนในการควบคุมแมลงสามารถลดความเสียหายของอาหารที่ผลิตได้ทั่วโลกซึ่งเกิดจากแมลงได้ 5 – 10 เปอร์เซ็นต์ต่อปี (Callahan, 2003) มีรายงานการใช้ก๊าซโอโซนในการกำจัดมอดฟันเลื่อยที่อยู่ในข้าวบาร์เลย์ที่ระดับ 0.66 ถึง 0.83 มิลลิกรัม/นาที หรือ 878-1102 ppm เป็นเวลา 18 ชั่วโมง กำจัดตัวเต็มวัยมอดฟันเลื่อยได้ 46 เปอร์เซ็นต์ (Yoshida, 1974) จากการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดฟันเลื่อยที่เข้าทำลายอินทผลัม (date) พบว่าระยะไข่กับระยะดักแด้ของมอดฟันเลื่อยมีแนวโน้มอ่อนแอต่อก๊าซโอโซน ซึ่งไข่ และดักแด้ของมอดฟันเลื่อยมีการตายอย่างสมบูรณ์เมื่อได้รับก๊าซโอโซน 7 ppm เป็นเวลา 1 ชั่วโมง และมอดฟันเลื่อยระยะหนอนกับตัวเต็มวัยในผลอินทผลัมที่ใช้ก๊าซโอโซนเพิ่มขึ้นเป็น 30 ppm ใช้เวลาถึง 6 ชั่วโมง จึงทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์ (Al-Ahmadi *et al*., 2009) กิจกรรมการหายใจของแมลงในระยะต่าง ๆ อาจมีบทบาทสำคัญต่อการตอบสนองก๊าซโอโซน ซึ่งโดยปกติแล้วแมลงในกลุ่มที่มีการถอดรูปสมบูรณ์แบบ (complete metamorphosis) ระยะไข่ และระยะดักแด้ มีกิจกรรมการหายใจ และการใช้ออกซิเจนน้อยกว่าระยะอื่น ๆ นอกจากนี้ ไข่ของแมลงยังมีโอกาสที่จะสูญเสียน้ำได้ง่ายเมื่อเปรียบเทียบกับระยะอื่น ๆ (Schmolz and Lamprecht, 2000) แมลงต่างชนิดกันมีการตอบสนองต่อก๊าซโอโซนแตกต่างกัน แมลงศัตรูในโรงเก็บ เช่น มอดแป้ง และด้วงงวงข้าว ในการทดลองของ Kells *et al.* (2001) เมื่อรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 25-50 ppm เป็นระยะเวลา 3-5 วัน ทำให้มอดแป้ง และด้วงงวงข้าวโพด มีอัตราการตายมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การเพิ่มปริมาณก๊าซโอโซนมากขึ้นจะช่วยให้เวลาการใช้ก๊าซโอโซนลดลง ซึ่ง Yoshida (1974) รายงานว่า ก๊าซโอโซนที่ใช้ในความเข้มข้น 95 -120 ppm ให้ค่า LT_{95}= 70 นาที ในขณะที่การทดลองของ Mason *et al.* (1997) ใช้ก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้นต่ำเพียง 5 ppm ใช้เวลายาวนานกว่าเป็น 3-5 วัน จึงจะทำให้แมลงตายอย่างสมบูรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากการศึกษาของ Erdman (1979) รายงานว่า เมื่อใช้ก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 95 –115 ppm เป็นระยะเวลา 3.5 – 6 ชั่วโมงทำให้ มอดแป้งทั้ง 2 ชนิดคือ *Tribolium confusum* และ *T. castaneum* มีอัตราการตาย 100 เปอร์เซ็นต์ จากการศึกษาของ Kells *et al.* (2001) เมื่อรมก๊าซโอโซนที่ระดับความเข้มข้น 50 ppm เป็นเวลา 3 วัน ภายในโรงเก็บข้าวโพดน้ำหนัก 8.9 ตัน พบว่ามอดแป้งที่ระบาดในข้าวโพดมีเปอร์เซ็นต์การตายของระยะตัวเต็มวัยอยู่ในช่วง 92-100 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ก๊าซโอโซนกำจัดมอดเจาะผลกาแฟ *Hypothenemus hampei* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูเข้าทำลายเจาะผลกาแฟสด และกาแฟกะลา เมื่อรมด้วยก๊าซโอโซนที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสในสภาพสุญญากาศนาน 6 ชั่วโมง พบว่ามีแมลงทุกระยะมีการตายอย่างสมบูรณ์ (Armstrong, 2008) การรมก๊าซโอโซนในการกำจัดแมลงพบว่ามีปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพหลายปัจจัย เช่น หากมีความชื้นสัมพัทธ์สูง ก๊าซโอโซนจะทำปฏิกิริยากับน้ำที่มีอยู่ในอากาศทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดแมลงลดลง ปริมาณก๊าซออกซิเจนที่มีอยู่จะทำให้ลดประสิทธิภาพของก๊าซโอโซนได้ ความเข้มข้นของก๊าซโอโซน และระบบสุญญากาศ ปัจจัยดังกล่าวมีผลต่อการกำจัดแมลงทั้งสิ้น (Hollingsworth and Armstrong, 2005)

อย่างไรก็ตามก๊าซโอโซนมีประสิทธิภาพแทรกซึมผ่านวัตถุได้ไม่ดีเท่ากับการใช้สารเคมีรมผลผลิต และการใช้ก๊าซโอโซนรมเพื่อกำจัดแมลงในข้าวสาลี น้ำหนัก 2 กิโลกรัม พบว่ามีเปอร์เซ็นต์การตายลดลง หรือน้อยกว่าเปอร์เซ็นต์การตายในกรรมวิธีที่รมด้วยก๊าซโอโซนกับแมลงโดยตรง (Isikber and Oztenkin, 2009)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved