บทที่ 2

การตรวจเอกสาร

ด้วงงวงข้าว (Rice Weevil) หรือมอดข้าวสาร Black Weevil, Lesser Rice Weevil ชื่อวิทยาศาสตร์ *Sitophilus oryzae* L. มีชื่อเดิมว่า *Calandra oryzae* L. อยู่ในวงศ์ Curculionidae อันดับ Coleoptera (ชูวิทย์, 2543) ด้วงงวงข้าวเป็นศัตรูที่สำคัญที่สุดที่ทำลายเมล็ดข้าวในโรงเก็บ จะสังเกตเห็นตัวเต็มวัยทำลายอยู่ภายในเมล็ด หรือภายนอกเมล็ดก็ได้ เมล็ดที่ถูกทำลายจะเป็นรู และข้างในเป็นโพรงเนื่องจากตัวอ่อนกัดกิน และเติบโตอยู่ภายในจนกระทั่งเป็นตัวเต็มวัย ในกรณีที่มีการเข้าทำลายสูงเมล็ดที่ถูกทำลายจะเหลือแต่เปลือกหรือผิวนอกข้างในเป็นโพรงเอาไปใช้ประโยชน์ต่อไปไม่ได้

2.1 รูปร่างลักษณะ และชีวประวัติ

ตัวเต็มวัยมีสีน้ำตาลดำ มีความยาวประมาณ 2.0-3.0 มิลลิเมตร ส่วนหัวจะยาวยื่นออกมาเป็นงวง (snout หรือ rostrum) มีหนวดเป็นแบบข้อศอก มุมทั้ง 4 มุมบนปีกคู่แรก (elytra) จะมีจุดสีเหลืองอ่อน ๆ อยู่มุมละจุด บางครั้งก็อาจจะเห็นไม่ค่อยชัด ตัวเต็มวัยสามารถบินไปทำความเสียหายกับผลผลิตในไร่นาได้ หรือบินจากโรงเก็บหนึ่งไปยังอีกโรงเก็บหนึ่งได้ ตัวเมียจะวางไข่ที่เมล็ดข้าวสาร หรือเมล็ดพืชในไร่ขณะเริ่มจะแก่ โดยใช้ปากซึ่งอยู่ส่วนปลายของงวง เจาะเมล็ดข้าวสารเป็นรูปทรงกระบอก วางไข่ประมาณ 4-6 ฟองต่อรู แล้วขับเมือกปิดปากรูไว้ แต่จะเหลือเพียงตัวเดียวเท่านั้นในแต่ละรู ตัวเมีย 1 ตัวสามารถวางไข่ได้ 300-400 ฟอง ไข่จะฟักในระยะ 3-6 วัน ตัวอ่อนที่ฟักออกมาจะมีสีขาว ลำตัวสั้นป้อม มีหัวสีน้ำตาล อาศัยกัดกิน และเจริญเติบโตอยู่ภายในเมล็ดพืช ระยะตัวอ่อนประมาณ 20-30 วัน มี 4 วัย (instars) แล้วเข้าดักแด้อยู่ภายในเมล็ดเป็นเวลา 3-7 วัน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยแล้วจึงเจาะเมล็ดออกมา วงจรชีวิตใช้เวลาประมาณ 30-40 วัน ตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 1-2 เดือน หรือมากกว่านี้ ใน 1 ปี สามารถผลิตลูกหลานได้ประมาณ 6-7 รุ่น (ชูวิทย์, 2543)

การแพร่กระจาย และฤดูการระบาด

ด้วงงวงข้าวชอบอากาศร้อน และอบอุ่น ไม่สามารถอยู่ได้ในที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าจุดเยือกแข็ง จึงมีแพร่กระจายอยู่ในแถบเอเชีย และอาฟริกา สามารถแพร่กระจายไปได้ไกลทั้งจากการขนส่ง และการบินไปเองของด้วงงวงข้าว การระบาดของด้วงงวงข้าวสามารถระบาดได้ตลอดทั้งปี เพราะสามารถกินอาหารได้หลายชนิด และการระบาดนั้นมีความสัมพันธ์กับความยาวนานของการเก็บรักษาผลผลิต ปริมาณโปรตีน ปริมาณอะไมโลส และการเข้าทำลายของรา (Baur, 1992)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

พืชอาหาร

เมล็ดธัญพืชทุกชนิด คือ ข้าว ข้าวโพด ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ข้าวโอ๊ต ข้าวบาร์เลย์ และเมล็ดพืชอื่น ๆ ด้วงชอบเมล็ดที่มีความชื้นสูง ความชื้นที่เหมาะสม คือ ความชื้น 14-16 เปอร์เซ็นต์ (Haque *et al.*, 1996) ไม่ทำลายแป้ง เพราะตัวอ่อนไม่สามารถเจริญเติบโตในแป้งได้ พบว่าด้วงงวงข้าวเข้าทำลายในข้าวสารมากกว่าข้าวเปลือก กุสุมา และคณะ (2534) จึงได้ศึกษาเรื่องนี้ทำให้ทราบว่า ด้วงงวงข้าวทำลายข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105, เหนียวสันป่าตอง, กข 1, กข 7 และ กข 13 ได้น้อยมาก เมื่อทำการทดลองซ้ำ พบว่า ด้วงงวงข้าวไม่ทำลายข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ แต่ยังไม่สามารถสรุปได้ว่า ข้าวเปลือกทั้ง 5 สายพันธุ์ ต้านทานต่อการทำลายของด้วงงวงข้าว การที่ด้วงงวงข้าวไม่เข้าทำลายอาจมีสาเหตุมาจากเปลือกของเมล็ดข้าว โดย Peng *et al.* (1985) พบว่า เปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าวสามารถป้องกันการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวได้

ศัตรูธรรมชาติ

ปกติมักจะมีตัวเบียนที่อยู่ในวงศ์ Pteromalidae อันดับ Hymenoptera เข้าทำลาย หรือวงศ์อื่น ๆ ด้วยเป็นครั้งคราว

2.2 สาเหตุของความต้านทานของพืชต่อแมลง

พืชมีกลไกการป้องกันการเข้าทำลายของแมลง 3 แบบ คือ

1. กลไกการต้านทานแบบ antixenosis (non-preference) คือการแสดงออกของกลุ่มพืชและการตอบสนองของแมลงที่เข้าหา หรือผละออกจากพืชที่เป็นอาหาร ที่วางไข่ หรือที่อยู่อาศัย เช่น เปลือกห่อหุ้มเมล็ดข้าวป้องกันการทำลายของด้วงงวงข้าว และรอยแยกของเปลือกที่ห่อหุ้มเมล็ดข้าว มีความสัมพันธ์ทางบวกกับจำนวนลูกรุ่นที่ 1 (Peng *et al.*, 1985) ดังนั้น ข้าวที่มีเปลือกห่อหุ้มเมล็ดรัดแน่น และหนาจะช่วยป้องกันการทำลายของด้วงงวงข้าวได้ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Akter *et al.* (2001) ที่แนะนำให้เก็บรักษาข้าวเปลือกดีกว่าข้าวสาร เพราะป้องกันการทำลายของด้วงงวงข้าวได้ และยังระบุอีกว่า ข้าวพันธุ์ BRRI dhan 32 ต้านทานต่อด้วงงวงข้าวทั้งในข้าวสาร และข้าวเปลือก ส่วน BR 5 ต้านทานต่อด้วงงวงข้าวในข้าวเปลือก แต่ไม่ต้านทานเมื่อเก็บเป็นข้าวสาร และ BR 26 ต้านทานต่อด้วงงวงข้าวในข้าวสาร แต่ไม่ต้านทานเมื่อเก็บเป็นข้าวเปลือก ดังนั้นเปลือกเมล็ดข้าวจึงเป็นกลไกต้านทานที่ข้าวใช้ในการป้องกันตนเอง และการที่เปลือกของเมล็ดข้าวมีขนสามารถต้านทานด้วงงวงข้าวได้ดีกว่าเมล็ดข้าวที่ไม่มีขน (Virmani *et al.*, 1980) นอกจากจะมีเปลือกป้องกันการทำลายเมล็ดข้าวแล้ว พืชยังสร้างขนขึ้นมาปกคลุมเพื่อป้องกันอีกทางหนึ่งด้วย ซึ่งเมื่อเมล็ดข้าวมีขนจะทำให้ด้วงงวงข้าวเข้าทำลายได้ไม่สะดวกต่างกับเมล็ดข้าวที่ไม่มีขนซึ่งจะทำลายได้ง่ายกว่า เมล็ดข้าวที่มีขนจึงต้านทานกว่า นอกจากนี้ พืชยังมีการปรับตัวใน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ส่วนของสารประกอบภายในต้นเพื่อป้องกันแมลงอีกด้วย โดยพบว่ามีข้าวบางพันธุ์ที่มีส่วนประกอบของซิลิกาสูง ทำให้เซลแข็งยากต่อการกัดกิน เมื่อตัวหนอนกินต้นข้าวจะส่งผลทำให้กราม (mandible) ของตัวหนอนกร่อน ทำให้ตัวหนอนตายได้ (มโนชัย, 2528) เป็นต้น

2. กลไกการต้านทานแบบ antibiosis คือ เมื่อแมลงกินอาหารนั้นเข้าไปแล้ว ส่งผลกระทบต่อวงจรชีวิต และพฤติกรรมของแมลง เช่น กลูโคสที่เก็บสะสมในเมล็ดทำให้ระยะตัวอ่อนของด้วงงวงข้าวสั้น และส่งผลให้ดักแด้ของด้วงงวงข้าวตัวใหญ่ขึ้น (Gomez, 1983) มีการศึกษาสารอาหารในเมล็ดข้าว พบว่า พันธุ์ข้าวที่มีกรดยูริคในเมล็ดมากจะส่งผลให้มีการเข้าทำลายจากด้วงงวงข้าวมาก และยังส่งผลให้เมล็ดมีความอ่อนแอต่อลูกรุ่นที่ 1 ด้วย (Sudhakar and Pandey, 1987) แสดงว่า uric acid มีผลต่อด้วงงวงข้าวทั้งการเลือกเข้าทำลาย และวงจรชีวิต Gursharan and Thapar (1998) ยังพบอีกว่าข้าวที่เมล็ดมีค่าความเป็นด่างสูง สามารถส่งผลให้ด้วงงวงข้าวเติบโตเป็นตัวเต็มวัยได้น้อย เช่น ในข้าวพันธุ์ Jaya และ IR 8 ที่มีค่าความเป็นกรด-ด่าง เท่ากับ 5 และ 4.7 ตามลำดับ Arakaki and Takahashi (1982) รายงานว่า aleurone layer และเอมบริโอ กระตุ้นการวางไข่ของด้วงงวงข้าวบนเมล็ด เพราะทั้งสองส่วนนี้มีสารอาหารสูงเหมาะกับการเจริญเติบโตของตัวอ่อน ดังนั้น ข้าวสารที่ขัดขาวเอาชั้น aleurone layer และเอมบริโอออกแล้ว จึงมีจำนวนด้วงงวงข้าวเข้าไปวางไข่น้อยกว่าข้าวกล้อง ในข้าวพันธุ์ 8723518 และ 8725417 พบปริมาณตัวอ่อนน้อย (Guessan, 1994) เพราะในข้าวทั้ง 2 พันธุ์นี้มีสารอาหารในเมล็ดที่ไม่เหมาะสมในการเจริญเติบโตของตัวอ่อนด้วงงวงข้าว และ Virmani *et al.* (1980) พบว่า ด้วงงวงข้าวตายใน 2-3 สัปดาห์ เมื่อกินข้าวพันธุ์ LA 23 และ IR 5 อาจเพราะข้าวทั้ง 2 พันธุ์นี้มีสารอาหารที่ไม่เหมาะสมกับด้วงงวงข้าว จึงส่งผลให้ด้วงงวงข้าวไม่สามารถเจริญเติบโตได้ ยังมีการศึกษาพบพันธุ์ที่อ่อนแอต่อการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าว เช่น IR 50 อ่อนแอต่อการเข้าทำลายมาก และ IR 20 อ่อนแอต่อการเข้าทำลายน้อย (Jayakumar and Jeyaraj, 1995) พบสารระเหยที่มีผลต่อการเจริญเติบโต โดยพวกน้ำมันปิโตรเลียมที่ระเหยได้จะเป็นพิษโดยตรงต่อแมลง ส่วนน้ำมันที่ไม่ระเหยจะมีผลฆ่าแมลงอย่างช้า ๆ (ศิวิลัย, 2533) เป็นต้น

3. กลไกการต้านทานแบบ tolerance คือ การต้านทานต่อแมลงของพืช พืชสามารถอยู่รอดและให้ผลผลิตได้ ถึงแม้จะเกิดการระบาดของแมลง มักพบการต้านทานเช่นนี้ในแปลงปลูก เพราะผลผลิตที่เก็บมาแล้วไม่สามารถมีการสร้างใหม่ทดแทนได้ เช่น ข้าวพันธุ์ MTU 4870 และ MTU 5195 ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาลในแปลงปลูกมากกว่าข้าวพันธุ์ BPT 856 และ MTU 5249 เพราะมีปริมาณโปรตีน และปริมาณเถ้าในลำต้นมากกว่า (Ratna *et al.*, 1989) เป็นต้น จากการศึกษา และค้นคว้าวิจัยของลัดดาวัลย์ (2544) พบว่า มีข้าวหลายพันธุ์ที่ไม่ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล เช่น KDML 105, กข 15, หอมคลองหลวง 1, หอมสุพรรณบุรี และหอมพิษณุโลก 1 เป็นต้น และในข้าวแต่ละพันธุ์ก็จะพบความไม่ต้านทานต่อแมลงได้หลายชนิด เช่น KDML 105 ไม่ต้านทาน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล, เพลี้ยจักจั่นสีเขียว และหนอนกอ จึงได้มีการคิดค้น พัฒนา ปรับปรุงพันธุ์เพื่อให้มีความต้านทานแมลงศัตรูมาโดยตลอด ทำให้เกิดพันธุ์ข้าวใหม่ ๆ ที่ต้านทานต่อแมลงขึ้นมากมาย เช่น ข้าวพันธุ์หอมสุพรรณบุรี และปทุมธานี 1 ต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดหลังขาว ในขณะที่ข้าวพันธุ์อื่นไม่ต้านทาน และยังมีการพัฒนาปรับปรุงพันธุ์ ปทุมธานี 1 เพื่อให้มีความต้านทานต่อเพลี้ยกระโดดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญของข้าวได้สำเร็จอีกด้วย

2.3 ปัจจัยต่าง ๆ ของพืชในขบวนการคัดเลือกของแมลง

ดังที่กล่าวมาแล้ว จากพฤติกรรมการเลือกพืชของแมลง และสาเหตุของความต้านทานของพืชต่อแมลง จึงมีทั้งปัจจัยทางกายภาพ และทางเคมี ที่มีส่วนร่วมในการดึงดูด หรือขับไล่แมลง ปัจจัยที่มีผลต่อการเข้าทำลายของแมลง มีดังนี้

1. ปัจจัยทางกายภาพ แมลงสามารถรับสิ่งกระตุ้นได้จากการมอง และการสัมผัส เช่น เพลี้ยอ่อน เข้าไปหาแสงสีเขียว และเหลือง (Schoonhoven, 1972), แมลงบางชนิดใช้ฝ่าเท้า และหนวดในการรับสื่อเคมีที่ปล่อยออกมาจากพืช (Kennedy and Fosbrooke, 1973) เป็นต้นเพื่อกำหนดพฤติกรรมต่าง ๆ ที่แสดงออกมา ไม่ว่าจะเป็นการเข้าทำลาย, การหาที่อยู่อาศัย, การหลบภัย หรือการขยายพันธุ์ ลักษณะทางกายภาพนั้นจึงมีผลต่อพฤติกรรมแมลงในหลาย ๆ ด้าน Juniper and Southwood (1986) กล่าวว่า ปัจจัยแรกที่แมลงเลือกเข้าทำลายพืชนั้น แมลงจะดูที่พื้นผิวก่อน การที่ลักษณะรูปร่างของพืชบางลักษณะเป็นอุปสรรคต่อการกิน และการวางไข่ เช่น การที่เนื้อเยื่อพืชมีความเหนียว พรุน และมีหนาม หรือขน มีผลต่อแมลง ตัวอย่างเช่น ผีเสื้อ *Autographa precationis* ไม่สามารถวางไข่บนต้น dandelion (*Taraxacum officinale*) ได้ทั้ง ๆ ที่มีสารอาหารสูงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของตัวอ่อน แต่เนื่องจากลักษณะลำต้นของพืชไม่เอื้อต่อการวางไข่ผีเสื้อจึงต้องวางไข่บนต้นถั่วเหลืองซึ่งมีสารอาหารน้อยกว่าแทน ทำให้ทราบว่า พื้นผิวของพืชมีความสำคัญมากต่อการวางไข่ของแมลง Russell (1966) พบว่า อัตราส่วนของการรอดเป็นตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวในข้าวฟ่างพันธุ์ที่มีเมล็ดแข็งกับข้าวฟ่างพันธุ์ที่มีเมล็ดอ่อนต่างกันมาก คือ 1 : 5 และตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวจะมีอายุสั้นลงในข้าวฟ่างพันธุ์ที่มีเมล็ดแข็งด้วย อาจเพราะด้วงงวงข้าวไม่สามารถกัดกินข้าวฟ่างที่เมล็ดแข็งได้ดีเท่ากับข้าวฟ่างที่มีเมล็ดอ่อน การหาพืชอาหารจึงเป็นการเข้าหาตามพฤติกรรมของแมลง (Morris and Kareiva, 1991)

นอกจากลักษณะทางกายภาพของพืชแล้ว สิ่งแวดล้อมยังมีผลในการเลือกพืช และการเจริญเติบโตของแมลงด้วย โดยการเติบโตของด้วงงวงข้าวที่อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 40 % จะมีวงจรชีวิตตั้งแต่ระยะไข่ - ดักแด้นานกว่าเลี้ยงที่ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % เพราะที่ความชื้นสัมพัทธ์ 40 % ตัวอ่อนด้วงงวงข้าวมีการเจริญเติบโตถึง 5 วัย ในขณะที่ความชื้นสัมพัทธ์ 70 % ระยะตัวอ่อนของด้วงงวงข้าวเป็นปกติ (Pittendrighl *et al.*, 1997) เสาวภา (2536) รายงานว่า เมื่ออุณหภูมิสูงถึง

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

32 องศาเซลเซียส ตัวเต็มวัยของด้วงงวงจะเคลื่อนย้ายไปอยู่ที่อุณหภูมิต่ำกว่า Haque *et al.* (1996) ยังพบว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นด้วงงวงข้าวจะทำลายข้าวลดลง โดยที่อุณหภูมิห้อง แมลงทำลายข้าว 1.09 เปอร์เซ็นต์ และที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส แมลงทำลาย 0.87 เปอร์เซ็นต์ งามชื่น (2542) กล่าวว่าสามารถยับยั้งการพัฒนาของด้วงงวงข้าวได้ โดยเลี้ยงแมลงในที่ไม่มีอากาศ ดังนั้น การเก็บรักษาข้าวจึงควรบรรจุใน ถุงพลาสติกที่หนากว่า 0.06 มิลิเมตร (กุสุมา, 2534)

2. ปัจจัยทางเคมี ในเนื้อเยื่อพืชมีสารประกอบต่าง ๆ มากมาย อาจมีสารอาหาร สารพิษ เม็ดสี กลิ่น ที่สามารถไล่แมลงให้ออกห่าง หรือดึงดูดแมลงให้เข้าหา เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้ล้วนมีผลต่อการเลือกของแมลงทั้งสิ้น เช่น สารประเภทเอททิลฟอร์เมทจะไปเร่งปฏิกิริยาเผาผลาญกรดฟอร์มิคที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย เมื่อไข่แมลงฟักออกมาสารนี้จะเป็นพิษต่อแมลงโดยเฉพาะกับด้วงงวงข้าว (Haritos and Dojchinov, 2003) ซึ่งโดยธรรมชาติแล้ว ด้วงงวงข้าวจะเข้าหาเมล็ดข้าวสารที่มีกลิ่นมากกว่าเมล็ดข้าวสารที่ไม่มีกลิ่น ยกเว้นกลิ่นที่ปล่อยออกมานั้นจะเป็นกลิ่นที่ต้านทานต่อการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าว (Seifelnasr, 1991) และยังพบว่า เมื่อมีกรดยูริคเพิ่มขึ้น ส่งผลให้ด้วงงวงข้าวเข้าทำลายมากขึ้น ซึ่งสารนี้ส่งผลถึงวงจรชีวิตของลูกด้วย (Sudhakar and Pandey, 1987) การที่มีโปรตีนในเมล็ดมากจะทำให้สารอาหารที่มีอยู่ในเมล็ดนั้นมีประสิทธิภาพมากขึ้น (Gomez, 1983) ซึ่งจะเป็นผลดีในด้านโภชนาการของแมลง ในพืชพบโปรตีนบางตัวที่ส่งผลต่อแมลงที่เข้าทำลาย เช่น Cysteine protease inhibitor ชื่อ E-64 ที่พบในข้าวโพดไปมีผลยับยั้ง trypsin ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ไปย่อยโปรตีนที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกายของด้วงงวงข้าว ส่งผลให้ตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวมีจำนวนลดลง และวงจรชีวิตยาวนานขึ้น (Pittendrigh *et al.*, 1996) Matthews and Matthews (1978) พบว่า ตัวอ่อนของ potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*) มีความสัมพันธ์กับการเลือกเข้าทำลายตามลักษณะของแอลคาลอยด์ที่แตกต่างกันในแต่ละพืชอาหาร คือ Leptine ในพืชอาหาร *Solanum chacoense* ส่งผลให้ตัวอ่อนไม่เลือกเข้าทำลาย ต่างจาก Atropine ในพืชอาหาร *Atropa belladonna* ตัวอ่อนเลือกเข้าทำลายมาก เป็นต้น

2.4 ผลกระทบของอาหารที่มีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโตของแมลง

อาหารมีอิทธิพลต่อการเจริญเติบโต และการอยู่รอดของแมลง เสาวภา (2536) ได้กล่าวว่า อาหารมีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลงทุกช่วงอายุ โดยจะไปมีผลต่ออายุของแมลง ปริมาณของจำนวนไข่ การอยู่รอด และอัตราเร็วของการเจริญเติบโต เป็นต้น แมลงที่ได้รับสารอาหารต่างกันถึงแม้จะเป็นชนิดเดียวกัน ก็ส่งผลต่างกัน

ทิพย์วดี (2533) ได้ให้คำจำกัดความโรคเกี่ยวกับอาหาร Nutritional disease ว่าคือ สภาพที่เกิดจากการขาดอาหาร และหรือแร่ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต รวมทั้งการได้รับธาตุ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

อาหารบางอย่างมากเกินความต้องการ ส่วนศิวิลัย (2533) ได้ให้ความเห็นว่า เป็นโรคที่เกิดเนื่องมาจากอาหาร มักเป็นผลมาจากการขาดอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต พัฒนาการ และระบบสืบพันธุ์ของแมลง นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการที่แมลงได้รับอาหารมากเกินความต้องการอีกด้วย

ทิพย์วดี (2533) ให้ความเห็นว่าแมลงต้องการธาตุอาหารที่แตกต่างกันเนื่องมาจากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. แมลงมีความสามารถในการย่อยสลายแร่ธาตุต่างกัน ขึ้นอยู่กับระบบเอ็นไซม์ที่แตกต่างกันของแมลงแต่ละชนิด

2. แมลงบางชนิดมีเชื้อจุลินทรีย์ภายในกระเพาะอาหาร (intestinal microflora) ที่สามารถผลิตแร่ธาตุอาหารบางอย่างให้แมลงได้

3. การเปลี่ยนแปลงรูปร่าง (metamorphosis) แต่ละครั้งแมลงจะเปลี่ยนชนิดของอาหารที่ต้องการ แมลงที่มี metamorphosis ต่างกันจะต้องการธาตุอาหารต่างกัน

4. แมลงบางชนิดสะสมแร่ธาตุอาหารในระยะที่เป็นตัวอ่อน เมื่อเป็นตัวเต็มวัยจึงไม่ต้องการแร่ธาตุอาหารนั้น ๆ อีก

ปัจจัยที่เกี่ยวกับอาการผิดปกติของแมลงที่เกิดจากอาหาร(ศิวิลัย, 2533)

1. การขาดอาหาร (starvation) หมายถึง สภาพหรือความเดือดร้อนของสัตว์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการขาดแคลนอาหาร หรือได้รับอาหารไม่เพียงพอกับความต้องการ เมื่อแมลงอดอาหาร โดยทั่วไปแมลงจะเริ่มนำคาร์โบไฮเดรตที่สะสมไว้ตามเนื้อเยื่อต่าง ๆ ออกมาใช้ และประมาณ 50-90% ของไขมันที่ถูกสะสมไว้จะถูกใช้ก่อนที่แมลงจะตาย (ทิพย์วดี, 2533)

2. การขาดน้ำ หรือได้รับน้ำมากเกินไป

2.1 การขาดน้ำ แมลงต้องการน้ำมาก หรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่สูญเสียไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่าง คือ

- คุณสมบัติของผนังลำตัวแมลง
- ระบบขับถ่ายของแมลง
- ระบบหายใจของแมลง
- สภาวะความแห้ง หรือชื้นของอากาศ

แมลงที่มีการขับถ่าย หรือผลิตของเหลวออกนอกร่างกายเป็นจำนวนมากนั้น ย่อมต้องการน้ำเป็นจำนวนมาก เช่น ผึ้ง เป็นต้น ส่วนแมลงที่อาศัยอยู่ในทะเลทราย หรือในโรงเก็บเมล็ด จำเป็นต้องสกัดน้ำออกจากกากอาหารให้ได้มากที่สุด ก่อนจะขับถ่ายกากอาหารออกไปเพื่อความอยู่รอด

2.2 การได้รับน้ำมากเกินไป เป็นภาวะที่อาหารมีน้ำมากเกินไป ทำให้ระบบการย่อยอาหารไม่สามารถดำเนินไปได้ตามปกติ

3. การขาดสารอาหารประเภทอินทรีย์ มีผลต่อการเจริญเติบโต ระบบสืบพันธุ์ การสร้างพลังงานของแมลง และทำให้แมลงมีอาการผิดปกติอื่นๆด้วย อาการขาดอาจพบได้ดังนี้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

- ขาดคาร์โบไฮเดรต

การขาดคาร์โบไฮเดรตก็คือการขาดแหล่งพลังงาน ซึ่งจะมีผลต่อร่างกายทั้งหมดของแมลง ทำให้กิจกรรมต่าง ๆ ในตัวแมลงลดลง แมลงไม่เจริญเติบโต การมีวงจรชีวิตสั้นลง ซึ่งเมื่อขาดในตัวเต็มวัยจะมีผลไปหยุดชะงักการเจริญเติบโตของระบบสืบพันธุ์ (ทิพย์วดี, 2533) และไม่สามารถผลิตพลังงานได้อีกต่อไป

- ขาดโปรตีน

แมลงต้องการกรดอะมิโนเพื่อใช้ในการสร้างเนื้อเยื่อ และเอ็นไซม์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นองค์ประกอบประมาณ 30-40% ในอาหารแมลง การขาดโปรตีนทำให้ไคตินเปราะบาง ขนร่วงหมด มีผลต่อการเคลื่อนไหวของแมลง ทำให้เป็นอัมพาตเคลื่อนที่ไม่ได้ มีผลต่อสี หรือ เม็ดสีที่ลำตัว และตาของแมลง เช่น ไข่แมลงวันหัวเขียวฝ่อ เป็นต้น

4. การขาดธาตุอาหาร เกลือแร่มีความสำคัญในการรักษาสมดุลของประจุต่างๆ (ionic balance) เพื่อให้เซลล์ และเนื้อเยื่อต่าง ๆ ทำงานได้ตามปกติ นอกจากนี้ยังเป็นปัจจัยที่สำคัญของระบบเอ็นไซม์ที่สำคัญในตัวแมลง ธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโต ได้แก่ โปรแตสเซียม ฟอสฟอรัส และโซเดียม ส่วนเกลือแร่สำคัญที่แมลงต้องการ คือ เหล็ก คอปเปอร์ ไอโอดีน แมงกานีส โคบอลล์ สังกะสี และนิคเกิล การขาดธาตุอาหารส่งผลให้ แมลงเจริญเติบโตช้า น้ำหนักเบา ไข่น้อยลง หรือไม่ไข่เลย เส้นปีกผิดปกติ นอกจากนั้นยังพบว่า ปริมาณคลอไรด์ในระดับความเข้มข้นต่ำที่มีอยู่ในน้ำ มีผลทำให้ลูกน้ำยุงหยุดชะงักการเจริญเติบโต เป็นต้น

5. การขาดวิตามิน และสารจำเป็นบางอย่างในอาหาร วิตามินเป็นสารอนินทรีย์ที่แมลงต้องการในปริมาณที่เล็กน้อยในอาหารแต่ขาดไม่ได้ วิตามินเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของ coenzymes ต่าง ๆ ซึ่งมีความสำคัญมากในขบวนการทางสรีรวิทยา และขบวนการทางเมทาบอลิซึมต่าง ๆ ในตัวแมลง วิตามินที่แมลงต้องการ คือ วิตามิน B Thiamine, Riboflavin, Nicotinic Acid เป็นต้น การขาดอาจมีผลทำให้แมลงมีวงจรชีวิตที่สั้นลง มีพฤติกรรม และการผลิตไข่ลดลง (ขาด folic acid) แมลงไม่สามารถกางปีกได้เมื่อเป็นตัวเต็มวัย (ขาด biotin) เป็นต้น

จากรายงานเกี่ยวความผิดปกติของแมลงจากความไม่สมดุลของสารอาหารต่าง ๆ ในอาหารที่บริโภคนั้น บ่งบอกได้อย่างดีเกี่ยวกับความสำคัญของสารอาหาร ซึ่งอาการที่ผิดปกตินั้นจะมีความรุนแรง หรือส่งผลต่อระบบใดนั้น ก็แล้วแต่ประเภทของสารอาหารที่ทำให้เกิดความผิดปกติ เมื่อร่างกายได้รับสารอาหารพอเหมาะแล้ว ก็จะช่วยส่งเสริมให้สุขภาพแข็งแรงสมบูรณ์ สารอาหารจึงมีทั้งประโยชน์และโทษในคราวเดียวกัน หากรู้จักบริโภคในปริมาณที่เหมาะสมก็จะเกิดประโยชน์ แต่เมื่อใดที่ได้รับสารอาหารในปริมาณที่ไม่สมดุลก็จะเกิดโทษต่าง ๆ มากมาย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

2.5 สารอาหารในข้าว

ในแต่ละส่วนของเมล็ดข้าวจะมีสารอาหาร และส่วนประกอบทางเคมีต่างกัน เช่น ในเมล็ดข้าวส่วนเปลือกจะมีโปรตีนอยู่น้อยมากเพียง 1.0% ส่วนในรำมีโปรตีนมากถึง 13.0% และมีเยื่อใยในเปลือกสูงถึง 30% ในขณะที่ข้าวขาวมีเพียง 2% เท่านั้น (ปราณี, 2534) ดังนั้นสารอาหารในเมล็ดข้าวที่ขัดขาวแล้วกับข้าวกล้องจึงแตกต่างกัน Matsuo (1995) รายงานว่า โปรตีนในข้าวกล้องมี 7.4% ส่วนในข้าวขาวมี 6.8% ไขมันในข้าวกล้องมี 3.0% ข้าวขาวมี 1.3% รสิตา (2544) ก็รายงานผลคล้ายกัน นอกจากสารอาหารจะมีปริมาณแตกต่างกันแล้ว ธาตุอาหารบางตัวยังมีปริมาณแตกต่างกันด้วย ธมมวฑโฒ ภิกขุ (2544) รายงานว่า แมกนีเซียมในข้าวกล้องมีปริมาณมากกว่าข้าวขาวถึง 2 เท่า และฟอสฟอรัสในข้าวกล้องมีปริมาณมากกว่าข้าวขาวถึง 1.5 เท่า เป็นต้น จะเห็นได้ว่าข้าวทั้งคู่ผ่านการสีเอาเปลือกชั้นนอกออกเหมือนกันแตกต่างกันเพียงการขัดขาวเท่านั้น แต่สารอาหารแตกต่างกันมาก

เมื่อเวลาปลูกต่างกันก็จะมีส่วนประกอบในข้าวต่างกัน ถึงแม้จะเป็นพันธุ์เดียวกัน เช่น ในข้าวแดงที่ปลูกต่างกัน 3 ช่วงเวลาจะมีปริมาณไขมันที่แตกต่างกันจากการทดลองของ Matsuo (1995) จะเห็นได้ว่าข้าวญี่ปุ่นจะสะสมไขมันได้มากถ้าปลูกก่อนฤดูปลูก และจะมีไขมันน้อยเมื่อปลูกช้ากว่าฤดูปลูก ตัวอย่างเช่น พันธุ์ Fujihikari มีปริมาณไขมัน 2.69, 2.53 และ 2.24 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด เมื่อปลูกก่อน, ปกติ และหลังฤดูปลูก ตามลำดับ หรือพันธุ์ Koshihikari มีปริมาณไขมัน 2.74, 2.60 และ 2.29 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักแห้งทั้งหมด เมื่อปลูกก่อน, ปกติ และหลังฤดูปลูก ตามลำดับ อาจเป็นเพราะต้นข้าวที่ปลูกก่อนฤดูปลูกสามารถผลิตอาหารเพื่อเก็บสะสมได้นานกว่าข้าวที่ปลูกหลังฤดูปลูก จึงส่งผลให้มีปริมาณไขมันที่มากกว่า เป็นต้น

พีรศักดิ์ (2544) ได้อธิบายส่วนประกอบต่างๆที่มีในข้าวสาร แป้งฟอกขาว และข้าวนึ่งไว้ ซึ่งทั้งสามชนิดให้พลังงานต่างกัน แต่มีปริมาณคาร์โบไฮเดรต โปรตีน และไขมันที่แตกต่างกัน และในข้าวที่ผ่านกระบวนการจัดการหลังการเก็บเกี่ยวเหมือนกันก็ได้พบความแตกต่างของสารอาหาร เช่น ข้าวเจ้าชัยนาท1, กข 23, หอมปทุมธานี และขาวดอกมะลิ 105 มีปริมาณอมิโลส (เปอร์เซ็นต์) คือ 28, 24, 16 และ 15 ตามลำดับ (สถาบันวิจัยข้าว, 2545) ในสารอาหารประเภทอื่นก็เช่นเดียวกัน เช่น ปริมาณร้อยละของโปรตีนในข้าวเจ้านางมล, กข 1, เจ้าชาวเขา และขาวดอกมะลิ 105 มีค่า 8.4, 7.8, 6.8 และ 6.0 ตามลำดับ (กองวิจัยเศรษฐกิจการเกษตร, 2537) การที่สารอาหารในเมล็ดข้าวจะมีปริมาณเท่าใดนั้น จะขึ้นอยู่กับลักษณะประจำพันธุ์ของแต่ละพันธุ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากที่กล่าวมาสามารถสรุปได้ว่า ข้าวทุกพันธุ์มีปริมาณสารอาหาร และองค์ประกอบทางเคมีที่แตกต่างกัน ลักษณะบางอย่างอาจดึงดูดให้แมลงเข้าทำลาย และวางไข่ แต่บางลักษณะอาจต้านทานแมลง การที่ข้าวแต่ละพันธุ์มีองค์ประกอบต่างกันจึงส่งผลต่อพฤติกรรมแมลงต่างกัน ได้พบว่า แมลงบางชนิดตอบสนองเร็วมากในการเข้าทำลายอาหาร เช่น ภายในเวลา 4-5 ชั่วโมง ด้วงงวงข้าวก็สามารถเลือกเข้าทำลายอาหารที่เหมาะสมได้ (Nancy, 2002)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved