

ความสัมพันธ์ของแมลงศัตรูข้าวโพดและแอฟลาท็อกซิน

ไพศาล คุภาณเสนา¹

บทคัดย่อ

แมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญ 4 ชนิด จากรายงานการค้นคว้านั้น สามารถแพร่เชื้อรา *Aspergillus* spp. ซึ่งเป็นเชื้อราที่สร้างสารพิษแอฟลาท็อกซินบนเมล็ดข้าวโพด นอกจากการแพร่เชื้อราและทำความเสียหายโดยตรงแล้ว การทำลายของแมลงช่วยเพิ่มปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินมากขึ้นกว่าการเข้าทำลายของเชื้อราโดยสาเหตุอื่นๆ ความเสียหายของเมล็ดข้าวโพดที่เกิดจากเชื้อราโดยแมลงพาหะดังกล่าว จะรุนแรงเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับชนิดและแหล่งของเชื้อรา ชนิดและปริมาณของแมลงพาหะ ตำแหน่งที่เชื้อราเข้าทำลาย ส่วนวันปลูกและลักษณะทางกรรมพันธุ์ของข้าวโพดนั้นมีความสัมพันธ์น้อยมากกับการเกิดสารแอฟลาท็อกซิน

การป้องกันการเข้าทำลายของเชื้อราโดยพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อลดปริมาณแมลงศัตรูข้าวโพดนั้น แม้จะลดความเสียหายของเมล็ดข้าวโพดจากสารพิษแอฟลาท็อกซินลงได้ร้อยละ 70 ก็ตาม แต่เป็นวิธีที่ไม่คุ้มทุนที่จะนำมาใช้ปฏิบัติ ส่วนการพ่นเชื้อราที่ไม่ผลิตสารพิษ และพ่นสารกำจัดเชื้อราเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อราโดยหวังจะไม่ให้เชื้อราผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซินนั้นปรากฏว่าไม่สามารถป้องกันได้

แมลงศัตรูข้าวโพดที่พบในประเทศไทยที่สมควรจะศึกษาถึงความสัมพันธ์ของเชื้อรา *Aspergillus* spp. และการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินบนเมล็ดข้าวโพดทั้งระยะก่อนและหลังเก็บเกี่ยว ได้แก่ ตัววงง 2 ชนิด (*Sitophilus zeamais* Motsch. และ *S. oryzae* L.) หนอนเจาะฝักข้าวโพด (*Heliothis armigera* Hubner) และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*Ostrinia furnacalis* Guenee')

การทดลองค้นคว้าเกี่ยวกับเชื้อรา *Aspergillus* spp. และสารพิษแอฟลาท็อกซินซึ่งผลิตโดยเชื้อราดังกล่าว มักจะเน้นสภาพแวดล้อม การเขตกรรม ลักษณะทางกายภาพและกรรมพันธุ์ของข้าวโพด ส่วนแมลงศัตรูข้าวโพดซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สนับสนุนการเกิดสารแอฟลาท็อกซินมีการกล่าวถึงน้อยมาก และยังไม่มีการกล่าวถึงเลยในประเทศไทย

จากรายงานของกลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูข้าวโพดข้าวฟ่างและพืชไร่อื่น ๆ กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร มีแมลงศัตรูข้าวโพดที่พบอยู่เป็นประจำ 16 ชนิด (อรนุช กองกาญจนะ, ดิดดอส่วนตัว) แมลงเหล่านี้กัดหรือดูดกินส่วนต่าง ๆ ของข้าวโพด และบางชนิด เช่น หนอนเจาะฝักข้าวโพด (*H. armigera*) หนอนกระทุ้งข้าวโพด (*Mythimna separata* Walker) หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*O. furnacalis*) ตัววงงข้าวโพด (*S. zeamais*) และหนอนกระทุ้งหอม (*Spodoptera*

exigua) แมลงศัตรูข้าวโพดที่กล่าวนี้บางชนิดมีลักษณะการทำลายและอุปนิสัยคล้ายกับแมลงที่ได้พิสูจน์แล้วในต่างประเทศว่าเป็นแมลงที่มีความสัมพันธ์กับการแพร่เชื้อราและการเกิดสารแอฟลาท็อกซินในข้าวโพด

ดังนั้น การทดลองค้นคว้าเพื่อหาวิธีการป้องกันการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินในข้าวโพดที่จะดำเนินต่อไปนั้น ควรพิจารณาแมลงศัตรูข้าวโพดซึ่งเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสัมพันธ์กับการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซิน และเพื่อเป็นแนวทางการค้นคว้าได้รวบรวมผลการค้นคว้าความสัมพันธ์ของแมลงศัตรูข้าวโพดและการสร้างสารพิษแอฟลาท็อกซินมาเพื่อประกอบการพิจารณาของนักกีฏวิทยา นักโรคพืช นักผสมพันธุ์พืช และนักวิชาการสาขาอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง

ประวัติ แนวทางและผลการค้นคว้า

ประวัติ ความสัมพันธ์ระหว่างการทำลายของแมลงกับเชื้อรา *A. flavus* และการเกิดสารแอฟลาท็อกซินมีรายงานครั้งแรกเมื่อ พ.ศ. 2463 (Taubenhaus, 1920) หลังจากนั้น

¹นักกีฏวิทยา กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูพืชสวนอุตสาหกรรม กองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร บางเขน กรุงเทพฯ 10900

40 ปี (พ.ศ. 2503) จึงมีรายงานการเกิดราสีเขียวบนน้ำตาลบนฝักข้าวโพดที่ถูกหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*Heliothis zea*) ทำลาย และสันนิษฐานว่าเป็นเชื้อรา *A. flavus* (Walsh and Riley, 1869) ในช่วงปลายคริสต์ศตวรรษที่ 20 มีการศึกษาและพิสูจน์ว่าเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* เป็นเชื้อราที่สร้างสารพิษแอฟลาท็อกซิน หลังจากนั้นการทดลองค้นคว้าความสัมพันธ์ของแมลงกับเชื้อรา และสารพิษแอฟลาท็อกซินจึงเริ่มได้รับความสนใจมากขึ้น (Anderson et al., 1975; Fennell et al., 1975; McMillian et al., 1976; Shotwell et al., 1977; Widstrom, 1979; McMillian, 1983; Payne, 1983; Wiseman et al., 1984; และ McMillian et al., 1985 a, b)

แนวทางและผลการค้นคว้า การเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินกับเมล็ดข้าวโพดนั้น เกิดโดยสปอร์ของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ติดไปตามส่วนต่าง ๆ ของแมลง และสปอร์จะร่วงลงบนฝักหรือเมล็ดข้าวโพดระหว่างที่แมลงพักหรือกินอยู่บนส่วนใดส่วนหนึ่งของต้นข้าวโพด และเมื่อเมล็ดข้าวโพดหรือส่วนใดส่วนหนึ่งของฝักข้าวโพดถูกแมลงทำลายหรือเกิดจากสาเหตุอื่น ๆ สปอร์จะเข้าทางรอยที่ถูกทำลายและเจริญผลิตรายสารพิษแอฟลาท็อกซินเมื่อสภาพแวดล้อมต่าง ๆ เหมาะสม ดังนั้น การเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินจึงเกิดขึ้นได้ทั้งภายในและภายนอกเมล็ด (McMillian, 1983)

การแพร่กระจายของเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* โดยแมลงพาหะนั้น เชื้อราชนิดแรกแพร่ไปกับแมลงประเภทกินใบหรือแมลงที่มีวงจรชีวิตและการเจริญเติบโตอยู่บนพื้นดินหรือบนต้นข้าวโพด ส่วนเชื้อราชนิดหลังแพร่ไปกับแมลงที่มีวงจรชีวิตและการเจริญเติบโตของตัวอ่อนหรือตัวเต็มวัยที่อาศัยอยู่ในดินหรือบริเวณผิวดิน (Lillehoj et al., 1980 a)

ผลจากการรวบรวมผีเสื้อหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*H. zea*) เวลา 8 ปีติดต่อกัน (ค.ศ. 1977-1984) ในช่วงฤดูปลูกข้าวโพดที่เมืองทิฟตัน รัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา พบว่าเมื่อต้นข้าวโพดอยู่ในระยะก่อนออกฝัก (พฤษภาคม) ผีเสื้อที่จับได้ร้อยละ 30 มีเชื้อราติดอยู่และในระยะที่เมล็ดข้าวโพดแก่ (สิงหาคม) ผีเสื้อที่จับได้ร้อยละ 70 มีเชื้อราติดอยู่ และในระหว่างปี พ.ศ. 2524 และ 2525 พบเชื้อราที่ติดอยู่กับผีเสื้อแต่ละตัวมีปริมาณแตกต่างกันมากถึงร้อยละ 84 และ 15 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังปรากฏว่าปริมาณผีเสื้อที่เป็นพาหะของเชื้อราและปริมาณเชื้อราที่พบบนผีเสื้อแต่ละตัวนั้นมีความสัมพันธ์กันระหว่างการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินกับข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยว (McMillian, 1986)

การทดลองในไร่ โดยปล่อยด้วงงวงข้าวโพด (*S. zeamais*) ที่มีสปอร์ของ *A. flavus* และ *A. parasiticus* บนไหมของฝักข้าวโพด เปรียบเทียบกับการนำสปอร์ของเชื้อราทั้งสองชนิดดังกล่าวใส่บนไหมของฝักข้าวโพด ปรากฏว่าสารพิษแอฟลาท็อกซินจากเมล็ดข้าวโพดที่ปล่อยด้วงงวงมีปริมาณมากกว่าสารพิษแอฟลาท็อกซินจากเมล็ดข้าวโพดจากฝักที่ใส่สปอร์ของเชื้อรา และสารพิษแอฟลาท็อกซินที่ผลิตโดยเชื้อราทั้งสองชนิดนั้นมีปริมาณแตกต่างกัน โดยฝักข้าวโพดที่ปล่อยด้วงงวงที่มีสปอร์ของ *A. flavus* มีสารพิษแอฟลาท็อกซินเกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดร้อยละ 81 ส่วนการปล่อยด้วงงวงที่มีสปอร์ของ *A. parasiticus* มีสารพิษแอฟลาท็อกซินเกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดร้อยละ 24 ส่วนการใส่สปอร์ของเชื้อราทั้งสองชนิดบนเส้นไหมของฝักข้าวโพดโดยไม่มีความงวงนั้น ปรากฏว่าฝักข้าวโพดที่ใส่สปอร์ของ *A. flavus* มีสารพิษแอฟลาท็อกซินเกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดร้อยละ 61 ส่วนฝักข้าวโพดที่ใส่สปอร์ของ *A. parasiticus* มีสารพิษแอฟลาท็อกซินเกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดเพียงร้อยละ 16 (ตารางที่ 1) จากการทดลองนี้ยังปรากฏว่ามีความสัมพันธ์กันระหว่างปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่ถูกเชื้อราเข้าทำลายกับปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินที่เกิดขึ้นทั้งในสภาพที่มีด้วงงวง และการใส่เชื้อโดยไม่มีความงวงของเชื้อราทั้งสองชนิด โดยสารพิษแอฟลาท็อกซินที่พบจากเมล็ดข้าวโพดที่ปล่อยด้วงงวงที่มีสปอร์ของ *A. flavus* มีปริมาณ $1,287 \text{ ng/g}^{-1}$ และสารพิษแอฟลาท็อกซินที่พบจาก

ตารางที่ 1 ความสัมพันธ์ของด้วงงวงข้าวโพดกับเชื้อรา *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus* และปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินที่เกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพด

เชื้อรา ¹	เมล็ดที่เกิดสารพิษ (%)		ปริมาณสารพิษในเมล็ด (ng/g^{-1})	
	มี	ไม่มี	มี	ไม่มี
	ด้วงงวง	ด้วงงวง	ด้วงงวง	ด้วงงวง
<i>A. flavus</i>	81	61	1,287	412
<i>A. parasiticus</i>	24	16	299	220

¹ *A. flavus* และ *A. parasiticus* สร้างสารพิษแอฟลาท็อกซินต่างชนิดกัน โดย *A. flavus* สร้างสารพิษแอฟลาท็อกซินเฉพาะ strain B₁ และ B₂ (B = blue fluorescence) ส่วน *A. parasiticus* สร้างสารพิษแอฟลาท็อกซิน strain B₁, B₂, G₁ และ G₂ (G = green fluorescence) (Hesseltine et al., 1970)

เมล็ดข้าวโพดที่ปล่อยตัวงวงที่มีสปอร์ของ *A. parasiticus* มีปริมาณ 412 ng/g^{-1} ส่วนปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่พบจากเมล็ดข้าวโพดที่ใส่สปอร์ของ *A. flavus* บนเส้นไหมฝักข้าวโพดโดยไม่มีตัวงวงนั้นมีปริมาณ 299 ng/g^{-1} และปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่พบจากเมล็ดข้าวโพดที่ใส่สปอร์ของ *A. parasiticus* บนเส้นไหมฝักข้าวโพดโดยไม่มีตัวงวงนั้นมีปริมาณ 220 ng/g^{-1} ดูตารางที่ 1 (McMillian, 1986; Barry et al., 1985)

การศึกษาความสัมพันธ์ของฝักข้าวโพดที่ถูกทำลายกับการเกิดสารพิษแอฟลาทอกซิน โดยการสำรวจฝักข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยวจากแปลงข้าวโพดที่ปลูกเป็นการค้าติดต่อกันเวลา 6 ปี (ค.ศ. 1977-1982) ในรัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา ปรากฏว่าฝักข้าวโพดมีรอยถูกทำลายจากแมลงสูงสุดร้อยละ 100 ในปี พ.ศ. 2523 (1980) และต่ำสุดร้อยละ 57 ในปี พ.ศ. 2525 (1982) และจากการทำลายดังกล่าวทำให้ผลผลิตลดลงร้อยละ 2 (1982) และร้อยละ 20 (1980) มีสารพิษแอฟลาทอกซินกับเมล็ดข้าวโพดปริมาณเฉลี่ย 37 ng/g^{-1} (1982) และ 662 ng/g^{-1} (1980) (McMillian, 1986)

การศึกษาแมลงศัตรูข้าวโพดที่เมืองทิฟตัน รัฐจอร์เจีย สหรัฐอเมริกา เพื่อศึกษาความสามารถในการแพร่เชื้อรา ปรากฏว่ามีแมลงศัตรูข้าวโพด 4 ชนิด คือ หนอนเจาะฝักข้าวโพด (*H. zea*) หนอนกระทุ้ง (*S. frugiperda*) หนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*O. nubilalis*) และตัวงวงข้าวโพด (*S. zeamais*) เป็นพาหะนำสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* และทำให้เกิดสารพิษแอฟลาทอกซินกับเมล็ดข้าวโพด และเมื่อนำแมลงทั้ง 4 ชนิดที่มีสปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* ปล่อยลงบนฝักข้าวโพดในไร่ ปรากฏว่าเมล็ดข้าวโพดจากฝักที่ตัวงวงข้าวโพดทำลายมีปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซิน 299 ng/g^{-1} มากกว่าปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่พบบนเมล็ดข้าวโพดที่ถูกแมลง 3 ชนิดอื่นดังกล่าวทำลาย โดยพบว่าเมล็ดข้าวโพดที่ถูกหนอนเจาะฝักข้าวโพด, หนอนกระทุ้ง และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดทำลายมีปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซิน 55, 77 และ 65 ng/g^{-1} ตามลำดับ ปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่พบบนเมล็ดข้าวโพดจากการปล่อยแมลงทั้ง 4 ชนิดนั้นมากกว่าปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซิน (31 ng/g^{-1}) ที่พบบนเมล็ดข้าวโพดที่ไม่มีการปล่อยแมลง (McMillian, 1986)

ส่วนไร (Wheat curl mite, *Eriophyes tulipae* Keifer) ซึ่งสันนิษฐานว่าจะช่วยให้เกิดสารพิษแอฟลาทอกซินกับเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้นเช่นเดียวกับแมลงดังกล่าวแล้วนั้น แต่จากผล

การทดลองปรากฏว่าไม่ช่วยให้เกิดสารพิษแอฟลาทอกซินเพิ่มขึ้น (Barry et al., 1985)

การทำลายของแมลงศัตรูข้าวโพด นอกจากจะเป็นช่องทางให้เชื้อราเข้าทำลายเมล็ดข้าวโพดและสร้างสารพิษแอฟลาทอกซินเพิ่มมากกว่าการเข้าทำลาย โดยสาเหตุอื่น ๆ แล้ว ปริมาณการทำลายของแมลงยังมีสหสัมพันธ์กับปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่เกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดตามสัดส่วนของการทำลาย (McMillian et al., 1985 a) สหสัมพันธ์ดังกล่าวนี้สามารถจะนำมาใช้ในการคาดคะเนปริมาณเมล็ดข้าวโพดที่จะเสียหายจากสารพิษแอฟลาทอกซินในแต่ละฤดูได้ถูกต้องมากขึ้น แม้จะมีปริมาณฝักและเมล็ดข้าวโพดเสียหายมากหรือน้อยก็ตาม

การศึกษาแหล่งของเชื้อรา *Aspergillus* spp. ในรัฐไอโอวา, อิลลินอยส์, มิสซูรี และจอร์เจีย โดยรวบรวมแมลงทุกชนิดที่พบบนต้นข้าวโพดและในดินรวมทั้งดินในไร่ข้าวโพดตลอดฤดู ปรากฏว่าพบเชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* จากทั้ง 4 รัฐ โดย *A. flavus* พบจากแมลงที่รวบรวมจากบนต้นข้าวโพด *A. parasiticus* พบจากดินและแมลงที่รวบรวมจากดิน เชื้อราทั้งสองชนิดที่แยกออกจากแมลงทั้งสองประเภทและดินนั้น ประมาณครึ่งหนึ่งของเชื้อราสามารถเจริญและผลิตสารพิษแอฟลาทอกซินกับเมล็ดข้าวโพด และมีปริมาณสารพิษแอฟลาทอกซินที่ผลิตจำนวนมาก โดยเฉพาะเชื้อราจากรัฐจอร์เจีย ผลิตสารพิษแอฟลาทอกซินเพิ่มมากขึ้นในระยะที่เมล็ดข้าวโพดในไร่ใกล้จะเก็บเกี่ยว (Lillehoj et al., 1980 a, b)

การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดกับข้าวโพดสายพันธุ์ที่มีความต้านทานและไม่ต้านทานต่อหนอนดังกล่าว และการเกิดสารพิษแอฟลาทอกซินกับเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกต่างรุ่นกัน โดยใช้สปอร์ *Aspergillus* spp. ทั้งชนิดที่ผลิตและไม่ผลิตสารพิษแอฟลาทอกซินใส่ที่กลุ่มไหมและบริเวณโคนกาบใบที่อยู่ใต้ฝักข้าวโพดของแต่ละต้น และพ่นสปอร์ของเชื้อราที่กลุ่มไขแล้วนำไปติดไว้ที่กลุ่มไหมและโคนกาบใบใต้ฝักที่รัฐไอโอวา, มิสซูรี และจอร์เจีย แล้วรวบรวมหนอนที่ฝักจากกลุ่มไขดังกล่าวตามระยะต่าง ๆ ของการเจริญของเมล็ดนั้น ปรากฏว่าหนอนที่รวบรวมจากฝักและลำต้นข้าวโพดนั้น ไม่มีปริมาณเชื้อรามากขึ้นกว่าปกติ ซึ่งแสดงว่าเชื้อราที่อยู่บริเวณภายนอกนั้นไม่มีส่วนทำให้เชื้อราที่เกิดกับเมล็ดข้าวโพดเพิ่มขึ้น เพราะปรากฏว่าหนอนที่รวบรวมจากฝักนั้นพบสปอร์ของเชื้อรามากกว่าหนอนที่รวบรวมจากต้น และในทำนองเดียวกัน หนอนที่รวบรวมจากต้นพบสปอร์ของเชื้อรามากกว่าหนอนที่รวบรวมจากฝัก เมล็ดข้าวโพดจากรุ่นที่ปลูกก่อนมีปริมาณ

สปอร์ของเชื้อรามากกว่าเมล็ดข้าวโพดที่ปลูกในหลุม ซึ่งแสดงว่าเชื้อราจะสร้างสปอร์เพิ่มขึ้นตามระยะการเจริญของเมล็ด ดังที่ Lillehoj et al. (1980 a) พบดังกล่าวแล้วข้างต้น (Guthrie et al., 1981; 1982)

ส่วนความแตกต่างในการสร้างสปอร์และผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซินกับเมล็ดข้าวโพดนั้น ปรากฏว่าสารพิษแอฟลาท็อกซินที่พบบนเมล็ดข้าวโพดเป็นประเภท B₁ และ B₂ และปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินบนเมล็ดข้าวโพดในรัฐจอร์เจียและมิสซูรีมีมากกว่ารัฐไอโอวา (Guthrie et al., 1982)

การศึกษาปริมาณเชื้อราบนเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดสายพันธุ์ที่ต้านทานและไม่ต้านทานต่อการทำลายของหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด ปรากฏว่าปริมาณเชื้อราที่พบจากหนอนที่รวบรวมจากข้าวโพดสายพันธุ์ที่ไม่มีความต้านทานมีมากกว่าสายพันธุ์ที่มีความต้านทาน แต่ปริมาณเชื้อราที่พบจากเมล็ดข้าวโพดทั้งสายพันธุ์ที่ต้านทานและไม่มีความต้านทานนั้นมีปริมาณไม่แตกต่างกัน (Widstrom et al. 1975)

การศึกษาค้นคว้าความสัมพันธ์ของสายพันธุ์ข้าวโพดที่มีความต้านทานและไม่ต้านทานต่อหนอนเจาะลำต้นข้าวโพดกับเชื้อรา *A. flavus*, *Pennicillium oxalicum*, *Fusarium moniliformae* ทั้งสภาพที่มีหนอนและไม่มีหนอนที่ไอโอวา, จอร์เจีย และมิสซูรี ปรากฏว่าเชื้อราต่าง ๆ ที่ทดสอบมีมากในฝักข้าวโพดที่มีหนอนดังกล่าว และมีน้อยกว่าในฝักที่ไม่มีหนอน นอกจากนี้ยังพบว่าแม้การทำลายของหนอนเจาะลำต้นจะมีมากกว่าในสายพันธุ์ข้าวโพดที่ไม่ต้านทานต่อหนอนดังกล่าว แต่สารพิษแอฟลาท็อกซินที่เกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดทั้งสองสายพันธุ์นั้นมีปริมาณไม่แตกต่างกัน (Lillehoj et al., 1982)

การลดปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินที่เกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพดก่อนเก็บเกี่ยว โดยการกำจัดแมลงศัตรูข้าวโพดด้วยสารฆ่าแมลงนั้นโดยทั่วไปแล้วยังไม่นิยมปฏิบัติ เพราะการพ่นสารฆ่าแมลงเป็นเพียงช่วยลดการทำลายของแมลงและการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินกับเมล็ดข้าวโพด แต่ไม่สามารถกำจัดแมลงและการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินได้อย่างสมบูรณ์ (Lillehoj et al., 1976; Widstrom et al., 1976) จากผลการทดลองในรัฐจอร์เจีย, ฟลอริดา และคาโรไลนาใต้ สหรัฐอเมริกา ปรากฏว่าแม้พ่นสารฆ่าแมลงสัปดาห์ละ 3 วันเป็นเวลาติดต่อกัน 6 สัปดาห์ (เป็นการพ่นสารฆ่าแมลงที่นับว่ามากผิดปกติ) ก็เพียงช่วยให้เมล็ดข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวมีปริมาณสารพิษแอฟลาท็อกซินลดลงร้อยละ 70 เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดข้าวโพดที่เก็บเกี่ยวจากแปลงที่ไม่มีการพ่นสารฆ่าแมลง ส่วนการพ่น

สารกำจัดเชื้อราบนเส้นไหมข้าวโพด ปรากฏว่าไม่สามารถลดปริมาณเชื้อรา *A. flavus* และสารพิษแอฟลาท็อกซินที่เกิดขึ้นกับเมล็ดข้าวโพด (Lillehoj et al., 1984)

การใช้เชื้อรา *Aspergillus* spp. ชนิดที่ไม่ผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซินพ่นบนเส้นไหมข้าวโพดเพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อราชนิดที่ผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซินนั้น ปรากฏว่าไม่สามารถป้องกันได้ เพราะยังพบว่ามีสารพิษแอฟลาท็อกซินอยู่ในเมล็ดข้าวโพด (Guthrie et al., 1982; Lillehoj et al., 1980 a; Calvert et al., 1978)

ความสัมพันธ์ของสารพิษแอฟลาท็อกซินกับแมลงพาหะนั้น ปรากฏว่าสารพิษแอฟลาท็อกซินเป็นพิษกับแมลงเช่นเดียวกับสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ โดยทำให้วงจรชีวิตและการเจริญเติบโตของแมลงพาหะแตกต่างจากปกติ จากการศึกษาเมื่อนำสารพิษแอฟลาท็อกซินชนิด B₁ จำนวน 250 ng/g⁻¹ ผสมในอาหารเทียมเลี้ยงหนอนวัยที่สองของหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*H. zea*) หนอนกระทุ้ง (*S. frugiperda*) และหนอนเจาะลำต้นข้าวโพด (*O. nubilalis*) หนอนดังกล่าวจะตายร้อยละ 96, 44 และ 70 ตามลำดับ (McMillian et al., 1981; Wilson et al., 1984) แต่เมื่อลดความเข้มข้นสารพิษแอฟลาท็อกซินลงเหลือเพียงร้อยละ 25 หรือ 2.5 ng/g⁻¹ สารแอฟลาท็อกซินจะไม่ก่อให้เกิดอันตรายใด ๆ กับแมลงดังกล่าว (McMillian et al., 1981)

นอกจากนี้ยังปรากฏว่าสารพิษแอฟลาท็อกซินที่ผลิตจากเชื้อรา *A. parasiticus* มีอันตรายกับตัวงวงข้าวโพด (*S. zeamais*) มากกว่า (ร้อยละ 20) สารพิษแอฟลาท็อกซินที่ผลิต (ร้อยละ 12) จากเชื้อรา *A. flavus* (McMillian et al., 1981)

วิจารณ์และสรุป

แมลงศัตรูข้าวโพดนอกจากจะทำลายข้าวโพดโดยตรงแล้วยังเป็นพาหะที่ช่วยแพร่เชื้อรา *A. flavus* และ *A. parasiticus* ซึ่งเชื้อราทั้งสองชนิดนี้ผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซินกับเมล็ดข้าวโพดในระยะก่อนเก็บเกี่ยว และการศึกษาความสัมพันธ์ของแมลงศัตรูข้าวโพดกับการแพร่เชื้อราและการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินระยะก่อนเก็บเกี่ยว ซึ่งเป็นช่วงที่สำคัญยิ่งที่สนับสนุนการเกิดสารพิษแอฟลาท็อกซินกับเมล็ดข้าวโพดหลังการเก็บเกี่ยวนั้น ยังไม่พบหลักฐานการศึกษาเรื่องนี้ในประเทศไทยหรืออาจจะมีก็น้อยมาก

ผลจากการรวบรวมหลักฐานการค้นคว้าเกี่ยวกับความสัมพันธ์ของแมลงและเชื้อรา สาเหตุที่ผลิตสารพิษแอฟลาท็อกซิน

นั้นจะเห็นว่ามีความต้องการค้นคว้าทดลองหลายประการที่จะนำผลการค้นคว้าที่ได้มากมายมาเป็นแนวทางและปรับปรุงต่อไป

แมลงศัตรูข้าวโพดที่มีในประเทศไทย แม้จะไม่ใช่นชนิดเดียวกันทั้งหมดกับแมลงที่กล่าวถึงจากรายงานที่รวบรวมเสนอกก็ตาม แต่ก็เป็แมลงที่อยู่ในตระกูลหรือวงศ์เดียวกัน จึงมีอุปนิสัยในการกินและการทำลายที่คล้ายกันมาก โดยเฉพาะด้วงวง ซึ่งมี 2 ชนิด (*S. zeamais* และ *S. oryzae*) ในประเทศไทยซึ่งเป็นแมลงศัตรูข้าวโพดที่สำคัญ โดยแมลงจะวางไข่กับเมล็ดข้าวโพดในไร่ช่วงก่อนเก็บเกี่ยว และไข่จะฟักและเจริญเติบโตในระยะที่เก็บเมล็ดข้าวโพดไว้ในยุ้งฉาง ดังนั้น แมลงทั้งสองชนิดนี้จึงเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญทั้งก่อนเก็บเกี่ยวและหลังเก็บเกี่ยวที่จำเป็นต้องศึกษาก่อนแมลงชนิดอื่น ดังจะเห็นได้จากหลักฐานที่นำมาเสนอว่า *S. zeamais* เป็นแมลงที่แพร่เชื้อรา *Aspergillus* spp. ได้ดีกว่าแมลงชนิดอื่น ๆ ที่นำมาศึกษาแล้ว แมลงทั้งสองชนิดนี้เป็นแมลงที่พบโดยทั่วไปทั้งในสภาพไร่และยุ้งฉาง โดยเฉพาะ *S. zeamais* เป็นแมลงที่พบมากกว่า *S. oryzae* (ชูวิทย์ สุขปรากร, ติดต่อส่วนตัว)

ส่วนหนอนเจาะฝักข้าวโพด (*H. armigera*) ซึ่งเป็นแมลงที่มีพืชอาหารหลายชนิด รวมทั้งข้าวโพด ถั่วลิสง ฯลฯ ซึ่งพืชทั้งสองชนิดที่กล่าวนี้มีปัญหามากกับการปนเปื้อนของสารพิษแอฟลาทอกซินนั้น แม้จะไม่ใช่มแมลงชนิดเดียวกับที่กล่าวถึงในเอกสารที่รวบรวมเสนอ แต่ก็เป็แมลงที่อยู่ในตระกูล (*Heliothis*) เดียวกัน และน่าจะเป็นไปได้ที่จะเป็นแมลงที่สามารถแพร่เชื้อรา *Aspergillus* spp. ได้เช่นเดียวกับ *H. zea* เพราะชีวประวัติ ลักษณะการทำลาย และพืชอาหารของแมลงทั้งสองชนิดนี้ใกล้เคียงกันหรืออาจจะกล่าวได้ว่าเหมือนกัน

ส่วนแมลงศัตรูชนิดอื่น ๆ ทั้งที่เป็นศัตรูข้าวโพดหรือไม่ก็ตาม ไม่สมควรที่จะมองข้ามความสำคัญของแมลงเหล่านั้น เพราะด้วงปีกแข็งหลายชนิดที่อาศัยและเจริญเติบโตอยู่ในดินทั้งระยะตัวอ่อนและตัวเต็มวัยนั้น แม้จะไม่เป็นศัตรูที่ทำลายเสียหายรุนแรงกับข้าวโพด แต่ก็อาจจะมีความสำคัญในการแพร่เชื้อรา *Aspergillus* spp. ได้เช่นเดียวกับแมลงศัตรูชนิดอื่นที่ทราบแล้วในขณะนี้

จากความสำคัญและความสัมพันธ์ของแมลงกับการเกิดสารพิษแอฟลาทอกซินดังกล่าวแล้ว จึงสมควรที่จะเริ่มการศึกษาค้นคว้าในเรื่องนี้เพื่อเป็นการลดปัญหาสารพิษแอฟลาทอกซินในผลิตภัณฑ์เกษตรหลายชนิดร่วมกับวิธีการอื่น ๆ ที่จะลดสารพิษแอฟลาทอกซินที่ได้ดำเนินการมาแล้ว

เอกสารอ้างอิง

- Anderson, H.W., E.W. Nehring and W.R. Wicher. 1975. Aflatoxin contamination of corn in the field. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 23 : 775-782.
- Barry, D., M.S. Zuber, E.B. Lillehoj, W.W. McMillian, N.J. Adams, W.F. Kwolek and N.W. Widstrom. 1985. Evaluation of two arthropod vectors as inoculators of developing maize ears with *Aspergillus flavus*. *Environmental Entomology* 14 : 634-636.
- Calvert, O.H., E.B. Lillehoj, W.F. Kwolek and M.S. Zuber. 1978. Aflatoxin B₁ and G₁ production in developing *Zea mays* kernels from mixed inoculum of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. *Phytopathology* 68 : 501-506.
- Fennell, D.I., E.B. Lillehoj and W.F. Kwolek. 1975. *Aspergillus flavus* and other fungi associated with insect-damaged field corn. *Cereal Chemistry* 52 : 314-321.
- Guthrie, W.D., E.B. Lillehoj, W.W. McMillian, D. Barry, W.F. Kwolek, A.O. Franz, E.A. Catalano, W.A. Russell and N.W. Widstrom. 1981. Effects of hybrids with different levels of susceptibility to 2nd-generation European corn borers on aflatoxin contamination in corn. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 29 : 1170-1172.
- Guthrie, W.D., E.B. Lillehoj, D. Barry, W.W. McMillian, W.F. Kwolek, A.O. Franz, E.A. Catalano, W.A. Russell and N.W. Widstrom. 1982. Aflatoxin contamination of preharvest corn: Interaction of European corn borer and *Aspergillus flavus* - group isolates. *Journal of Economic Entomology* 75 : 265-269.
- Hesseltine, C.W., O.L. Shortwell, M. Smith, J.J. Ellis, E. Vandegraft and G. Shannon. 1970. Production of various aflatoxins by strains of the *Aspergillus flavus* series. In: *Proceedings of the First US-Microorganisms*, M. Herzberg, Ed. US Department of the Interior, Washington, D.C., pp. 202-210.
- Lillehoj, E.B., W.F. Kwolek, A. Manwiller, J.A. Durant, J.C. LaPrade, E.S. Horner, J. Reid and M.S. Zuber. 1976. Aflatoxin in several corn hybrids grown in South Carolina and Florida. *Crop Science* 16 : 483-485.
- Lillehoj, E.B., W.W. McMillian, W.D. Guthrie and D. Barry. 1980 a. Aflatoxin producing fungi in preharvest corn: Inoculum source in insects and soil. *Journal of Environmental Quality and Safety* 9 : 691-694.
- Lillehoj, E.B., W.F. Kwolek, M.S. Suber, E.S. Horner, N.W. Widstrom, W.D. Guthrie, M. Turner, D.B. Saver, W.R. Findley, A. Manwiller and L.M. Josephon. 1980b. Aflatoxin contamination caused by natural fungal infection of preharvest corn: variation between hybrids developed for specific regions but grown at diverse locations. *Plant and Soil* 54 : 469-475.
- Lillehoj, E.B., W.F. Kwolek, W.D. Guthrie, D. Barry, W.W. McMillian and N.W. Widstrom. 1982. Aflatoxin accumulation in preharvest maize kernels: Interaction of three fungal species, European corn borer and two hybrids. *Plant and Soil* 65 : 95-102.
- Lillehoj, E.W., W.W. McMillian, W.D. Guthrie, J.L. Jarvis, D. Barry and W.F. Kwolek. 1984. Aflatoxin contamination of maize kernels before harvest: Interaction of *Aspergillus flavus* spores, corn earworm larvae, and fungicide application. *Mycopathologia* 86 : 77-81.
- McMillian, W.W., N.W. Widstrom and B.R. Wiseman. 1976. Yield losses in South Georgia field corn resulting from damage by several insects. *Journal of the Georgia Entomological Society* 11 : 208-211.

- McMillian, W.W. 1983. Role of arthropods in field contamination. In : Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in Corn, U.L. Diener, R.L. Asquith and J.W. Dickens, Eds. Southern Cooperative Series Bulletin 279. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama, USA pp. 20-22.
- McMillian, W.W. 1986. Relation of insects to aflatoxin contamination in maize grown in the Southern USA. In : Proceedings of the Workshop on Aflatoxin in Maize. El Batan, Mexico, April 7-11, 1986, pp. 194-200.
- McMillian, W.W., N.W. Widstrom and D.M. Wilson. 1981. Rearing the maize weevil on maize genotypes when aflatoxin-producing *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* isolates were present. Environmental Entomology 10 : 760-762.
- McMillian, W.W., N.W. Widstrom and D.M. Wilson. 1985 a. Insect damage and aflatoxin contamination in preharvest corn : Influence of genotype and ear wetting. Journal of Entomological Science 20 : 66-68.
- McMillian, W.W., D.M. Wilson and N.W. Widstrom. 1985 b. Aflatoxin contamination of preharvest corn in Georgia : A six-year study of insect damage and visible *Aspergillus flavus*. Journal of Environmental Quality and Safety 14 : 200-202.
- Payne, G.A. 1983. Nature of field infection of corn by *Aspergillus flavus*. In Aflatoxin and *Aspergillus flavus* in corn. U.L. Diener, R.L. Asquith and J.W. Dickens, eds. Southern Cooperative Series Bulletin 279. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn, Alabama, USA, pp. 16-19.
- Shotwell, O.L., M.L. Goulden E.B. Lillehoj, W.F. Kwolek and C.W. Hesseltine. 1977. Aflatoxin occurrence in 1973 corn at harvest. III Aflatoxin distribution in contaminated, insect-damaged corn. Cereal Chemistry 54 : 620-626.
- Taubenhaus, J.J. 1920. A study of the black and yellow molds of ear corn. Texas Agricultural Experiment Station Bulletin 270, College Station, Texas, USA.
- Walsh, B.D. and C.Y. Riley. 1869. The bollworm of corn earworm. Transactions of the American Entomological Society 2 : 42-44.
- Widstrom, N.W. 1979. The role of insects and other plant pests in aflatoxin contamination of corn, cotton and peanuts : A review. Journal of Environmental Quality and Safety 8 : 5-11.
- Widstrom, N.W., A.N. Sparks, E.B. Lillehoj and W.F. Kwolek. 1975. Aflatoxin production and lepidopteran injury on corn in Georgia. Journal of Economic Entomology 68 : 855-856.
- Widstrom, N.W. E.B. Lillehoj, A.N. Sparks and W.F. Kwolek. 1976. Corn earworm damage and aflatoxin B₁ on corn ears protected with insecticides. Journal of Economic Entomology 69 : 677-679.
- Wilson, D.M., W.W. McMillian and N.W. Widstrom. 1984. Differential effect of *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus* on survival of *Heliothis zea* (Boddie) and *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera : Noctuidae) reared on inoculated diet. Environmental Entomology 13 : 100-104.
- Wiseman, B.R., N.W. Widstrom and W.W. McMillian. 1984. Increased seasonal losses in field corn to corn earworm. Journal of the Georgia Entomological Society 19 : 41-43.

Relationship between Insect Pests of Maize and Aflatoxin Production — A Review

By

Phaisal Supharnngkasen

Division of Entomology and Zoology, Department of Agriculture, Bangkok, Bangkok, Thailand 10900

ABSTRACT

The objective of the review was to summarise the known information on insect pests of maize that have an association with aflatoxin contamination of the grain, thereby providing background information for the possible development of alternative control measures for aflatoxin contamination of corn.

The review confirms that four insect species, *Heliothis zea* (Boddie), *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), *Ostrinia nubilalis* (Hubner) and *Sitophilus zeamais* Motschuldsky, significantly influence aflatoxin contamination of maize through pre-harvest damage to the maize kernels. Apart from causing direct damage to the kernels and thereby facilitating infection, it has been demonstrated that these insects act as vectors for the spores of both *Aspergillus flavus* and *A. parasiticus*. Infection by *A. flavus* appears to be associated more with foliage feeding insects, whereas *A. parasiticus* infection appears to be associated with soil insects. Maize weevils (*S. zeamais*) appear to be the most important of these insects in relation to increasing both kernel infection and level of aflatoxin contamination.

The level of infection by *A. flavus* and level of aflatoxin production in maize kernels during preharvest is strongly influenced by location and climatic conditions. Relative resistance and susceptibility of different maize genotypes do not appear to have an influence on the amount of aflatoxin produced.

Insecticide application to the silks of developing ears can have a significant effect in reducing aflatoxin contamination through reduced insect damage. However, fungicide application to the silks does not produce any degree of control over either *A. flavus* infection or aflatoxin formation.
