

บทที่ 2

ตรวจเอกสาร

ในพื้นที่ปลูกถั่วเหลืองในภาคเหนือของประเทศไทยพบแมลงศัตรูถั่วเหลืองมากกว่า 30 ชนิด (จรรยา, 2528) ในกลุ่มแมลงศัตรูพืชเหล่านี้ หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญชนิดหนึ่งของพืชตระกูลถั่ว จะพบการเข้าทำลายตลอดปี โดยเฉพาะในเขตร้อนของทวีปเอเชียและทวีปแอฟริกา หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเป็นแมลงวันขนาดเล็กสีดำ ปีกใส ขนาดความยาวจากหัวถึงปลายท้องประมาณ 2-3 มิลลิเมตร ชนิดที่สำคัญมี 3 ชนิด คือ *Melanagronyza sojae*, *Ophiomyia phaseoli* และ *O. centrosematis* (ศรีสมรและคณะ, 2539 ; Titayawan, 1989) แต่ชนิดที่สำคัญของถั่วเหลืองคือ *M sojae* จะพบระบาดทั่วไปในแหล่งปลูกถั่วเหลืองในภาคเหนือ ส่วนใหญ่ตัวเต็มวัยจะวางไข่บนใบถั่วยกเว้นชนิด *O. centrosematis* จะวางไข่บริเวณลำต้นตรงส่วนของ hypocotyl ไข่ฟักออกเป็นตัวหนอนใช้เวลาประมาณ 2-3 วัน แล้วหนอนจะซ่อนไขผ่านเส้นใบ (vein) ก้านใบ (petiole) เข้าสู่ลำต้นและลงสู่ราก โดยจะเข้าไปอาศัยและกัดกินเนื้อกลางลำต้น (pith) cortex และบริเวณ epidermis ของลำต้นและราก ระยะหนอน 7-14 วัน ซึ่งก่อนเข้าระยะดักแด้ ตัวหนอนจะเจาะรูบริเวณลำต้นเตรียมไว้เพื่อใช้เป็นทางออกเมื่อเป็นตัวเต็มวัย ระยะดักแด้ประมาณ 9-10 วัน และตัวเต็มวัยมีชีวิตอยู่ได้นาน 7-10 วัน ตัวเมียสามารถวางไข่ได้ประมาณ 100-300 ฟอง การผสมพันธุ์และวางไข่ของตัวเต็มวัยจะมาในตอนเช้าเวลาประมาณ 7.00-11.00 น.

การแพร่กระจายและฤดูกาลระบาด

หนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเป็นแมลงศัตรูพืชที่สำคัญ พบการแพร่ระบาดและการเข้าทำลายตลอดทั้งปีและทุกระยะการเจริญเติบโต การปลูกถั่วเหลืองในภาคเหนือของประเทศไทยช่วงต้นเดือนมิถุนายน-กลางเดือนกรกฎาคม จะถูกหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเข้าทำลายสูงถึง 80-100 % ถ้าปลูกปลายเดือนธันวาคม-ต้นเดือนมกราคม จะถูกทำลายประมาณ 30 % แต่ถ้าปลูกเลยกลางเดือนมกราคมเป็นต้นไปพบการเข้าทำลายสูงถึง 90 % (ศรีสมรและคณะ, 2539) ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับ Hengsawad and Tanomthin (1986) พบว่าการปลูกถั่วเหลืองช่วงวันที่ 15-30 ธันวาคม มีการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว หนอนม้วนใบ และเพลี้ยอ่อนน้อยกว่าการปลูกช่วงวันที่ 30 พฤศจิกายน และช่วง 14-31 มกราคม ทั้งนี้เนื่องจากอุณหภูมิต่ำมีส่วนลดการเข้าทำลายของแมลงเพราะแมลงเป็นสัตว์เลือดเย็น อุณหภูมิร่างกายปรับเปลี่ยนตามอุณหภูมิสภาพแวดล้อม ซึ่งอุณหภูมิร่างกายของแมลงต่ำลงส่งผลให้กลไกการทำงานในร่างกายลดลงด้วย จากการศึกษา

ผลกระทบของสภาพภูมิอากาศกับการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว พบว่า อุณหภูมิ และจำนวนชั่วโมงที่มีแสงมีสหสัมพันธ์ในทางบวก แต่ปริมาณน้ำฝนกับมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับการเข้าทำลาย (Sharma *et al.*, 1997a) Irulandi and Balasubramanian (1999) รายงานว่าในถั่วเขียว นั้น อุณหภูมิสูงสุดและอุณหภูมิต่ำสุด ความชื้นสัมพัทธ์ และจำนวนชั่วโมงที่มีแสง มีสหสัมพันธ์ในทางลบกับการเข้าทำลาย แต่ในขณะที่ความเร็วลมมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับการเข้าทำลาย

ผลของการเข้าทำลายต่อการเจริญเติบโตและการสูญเสียผลผลิต

การเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว ตัวเต็มวัยจะวางไข่บริเวณใกล้ ๆ เส้นใบ เมื่อฟักออกจากไข่ตัวหนอนจะซ่อนไซตามเส้นใบอาศัยและกัดกินเนื้อเยื่อในลำต้น ทำลายท่อลำเลียงอาหารทำให้ไม่สามารถส่งน้ำและอาหารไปเลี้ยงส่วนต่าง ๆ ของพืชได้ ทำให้ต้นถั่วตายหรือถ้าไม่ก็จะชะงักการเจริญเติบโต การเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วจะเริ่มเข้าทำลายตั้งแต่ถั่วเหลืองอยู่ในระยะ VC จนถึงระยะเก็บเกี่ยว ช่วงระยะการเจริญเติบโตตั้งแต่ VC-V2 ถ้าหากไม่มีการป้องกันจะมีการเข้าทำลายสูงถึง 100 % และทำให้ความสูงและผลผลิตลดลง (ศรีสมร และคณะ, 2539) Talekar (1989) พบว่าการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วตั้งแต่ระยะงอกโผล่พื้นดินจนถึงระยะ 4-5 สัปดาห์หลังงอก มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วเหลืองเช่นกัน โดยตัวหนอนกัดกินเนื้อเยื่อกลางลำต้น ทำให้เนื้อเยื่อเน่าเปื่อย ต้นเตี้ย แคระแกรน ขื่อโป่งและปล้องสั้น นอกจากนี้ยังพบว่าการเข้าทำลายมีผลทำให้พื้นที่ใบ การสะสมน้ำหนักแห้ง ปริมาณความชื้นในใบ จำนวนกิ่งก้านต่อต้น ดอกต่อต้น ปมและน้ำหนักปมไรโซเบียมลดลง และมีผลทำให้จำนวนฝักต่อต้น เมล็ดต่อฝักลดลงจึงทำให้ผลผลิตลดลงแต่น้ำหนัก 1,000 เมล็ด และดัชนีการเก็บเกี่ยว (harvest index) ไม่มีความแตกต่างกัน (Telakar, 1983,1989) ในถั่วเขียวมีรายงานว่าหากมีการระบาดรุนแรงสามารถทำให้ถั่วเขียวตายได้ถึง 100 % (พิสิษฐ์และคณะ, 2532) ในจังหวัดเชียงใหม่ จริยา (2528) พบว่าถั่วเหลืองระยะต้นอ่อนอายุ 20-25 วัน ตายจากการเข้าทำลาย 2-5 % และในปี 1998 Van den berg *et al.* (1998) พบว่ารูออกของตัวเต็มวัยที่อยู่ในส่วนของ hypocotyl ใช้เป็นตัวกำหนดการเข้าทำลายระยะแรกของการเจริญเติบโต (early attack) โดยถั่วเหลืองจะยังอยู่ในระยะการเจริญทางลำต้นและใบ (vegetative) ต้นที่พบรูออกที่บริเวณ hypocotyl มากจะมีผลทำให้ขนาดลำต้นและความสูงลดลงแต่ไม่มีผลต่อน้ำหนักเมล็ด การเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วในระยะการเจริญทางลำต้นและใบมีความสำคัญที่จะมีผลต่อการให้ผลผลิตของถั่วเหลือง ในอินเดียมีรายงานการสูญเสียผลผลิตจากการถูกทำลายประมาณ 36 % โดยมีผลทำให้ถั่วเหลืองมีจำนวนฝักต่อต้นลดลงแต่ไม่มีผลต่อจำนวนเมล็ดต่อฝักและน้ำหนักเมล็ด (Kundu and Mehra, 1989) และ Kundu *et al.* (1995) รายงานว่าจากการทดลองปลูกถั่วเหลือง 7 สายพันธุ์ พบว่าผลผลิตลดลง

มีช่วงตั้งแต่ 18.6 % (สายพันธุ์ PK 960) ถึง 40.1 % (สายพันธุ์ Pusa 20) ในประเทศไทย ศรีสมร และคณะ (2539) รายงานว่าผลผลิตถั่วเหลืองลดลงกว่า 50 % และในประเทศจีนพบว่าผลผลิตลดลง 28.1-33.4 % (Pan, 1996)

ในการประเมินความสูญเสียผลผลิต ถั่วแปรที่สำคัญที่ใช้ในการประเมินคือ ความยาวรอยแผลจากการกัดกินเนื้อเยื่อภายในลำต้น โดยคิดเทียบออกมาเป็นเปอร์เซ็นต์ของความยาวรอยแผลเทียบกับความสูงของต้นถั่วเหลือง ซึ่งระดับความยาวรอยแผลที่ 26 % จะเป็นจุดเริ่มที่ทำให้ผลผลิตลดลง (Kundu and Mehra, 1989) และความยาวรอยแผลเฉลี่ยที่ 46 % จะทำให้ผลผลิตลดลง 30.2 % โดยเมื่อเทียบกับต้นที่ไม่ถูกทำลาย และความยาวรอยแผลมีสหสัมพันธ์ในทางลบกับจำนวนกิ่ง น้ำหนักฝักและน้ำหนักเมล็ด (Singh and Singh, 1992) นอกจากนี้ Venkatesan and Kundu (1994) พบว่าช่วงความยาวรอยแผล 10-20 % ทำให้มีการสูญเสียผลผลิตประมาณ 24.8-34.0 % ต่อต้น หรือสูญเสียผลผลิตเมล็ด 2.75-3.81 กรัมต่อต้น และจากการใช้สมการ Linear และ Quadratic คำนวณในพันธุ์ Pusa-16 พบว่า การที่มีความยาวรอยแผลเพิ่มขึ้นทุก 10 % จะทำให้ผลผลิตลดลง 1.65-2.74 กรัมต่อต้น และ Titayawan (1989) ได้ทดลองปลูกถั่วเหลืองในพื้นที่จังหวัดเชียงใหม่ เชียงรายและลำพูน ใช้วิธี Paired-treatment ประเมินการสูญเสียผลผลิตจากการถูกหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วเข้าทำลาย พบว่าในแต่ละพื้นที่ที่มีการสูญเสียผลผลิต 26.2 %, 21.7 % และ 16.5 % ตามลำดับ และในได้วันพบว่ามี การสูญเสียผลผลิตประมาณ 20 % (Telakar, 1989)

ในส่วนของแมลงที่เข้าทำลายและกัดกินใบถั่วเหลืองในประเทศไทยชนิดที่สำคัญได้แก่ หนอนกระทู้ผัก หนอนม้วนใบ หนอนชอนใบ และหนอนเจาะสมอฝ้าย (จรรยา, 2528; วิวัฒน์, 2539; สมชายและสุภชัย, 2542) หนอนเหล่านี้ถ้าหากพบการระบาดรุนแรงและใบถั่วเหลืองถูกทำลาย 30-40 % ในระยะก่อนออกดอก หรือใบถูกทำลาย 20-30 % ระยะออกดอกและติดฝักอ่อน หรือใบถูกทำลาย 50-60 % ระยะฝักเต็ม ควรต้องพ่นสารฆ่าแมลงป้องกันกำจัด 1-2 ครั้ง (สมชายและสุภชัย, 2542 ; บุญญา, 2542) ผลกระทบจากใบถูกทำลายที่มีต่อการลดลงของผลผลิตขึ้นอยู่กับ เปอร์เซ็นต์ที่ใบถูกทำลาย ระยะการเจริญเติบโตของถั่วเหลือง และลักษณะทางพันธุกรรม (Board *et al*, 1994 ; Haile *et al*, 1998) วิธีการประเมินการทำลายใบถั่วเหลืองจากการทำลายของแมลง ส่วนใหญ่ใช้วิธีการจำลองการถูกทำลาย เช่น การตัดหรือเด็ดใบออกในแต่ละระยะการเจริญเติบโต Talekar and Lee (1988) พบว่าการที่ใบถูกทำลาย 50 % ในระยะ R2-R3 มีผลทำให้ผลผลิตลดลงประมาณ 25 % การสูญเสียพื้นที่ใบจากการทำลายของแมลงในระยะการเจริญเติบโตทางลำต้นและใบและช่วงออกดอก มีผลกระทบต่อผลผลิตเล็กน้อย (Weber, 1955) เพราะในระยะนี้พืชยังสามารถสร้างใบใหม่ได้เพิ่มขึ้นอีก ในระยะแพร่ขยายพันธุ์เป็นช่วงวิกฤตที่การสูญเสียพื้นที่ใบจะกระทบต่อผลผลิตมากที่สุด โดยเฉพาะในช่วงสร้างฝัก R3-R4 และระยะสร้างเมล็ด R5-R7 ซึ่งการที่ใบถูกทำลายสูงในระยะ R3

มีผลทำให้ผลผลิตลดลง 33 % (Pickle and Caviness, 1984) และช่วงระยะ R4-R5 มีใบถูกทำลาย 55 % ผลผลิตลดลง 13-17 % (Caviness and Thomas, 1980) และที่ระยะ R5 Turnipseed and Kogan (1987) พบว่าการที่ใบถูกทำลาย 55 % ผลผลิตลดลง 20 % ลักษณะพันธุ์มีความสัมพันธ์กับการที่ใบถูกทำลายต่อการให้ผลผลิต โดย Haile *et al* (1998) ทดลองการสูญเสียพื้นที่ใบเนื่องจากการทำลายของแมลง 46-66 % ในระยะ R2 พบว่า พันธุ์ Dunbar มีการสูญเสียผลผลิตสูงถึง 58-70 % ในขณะที่พันธุ์ Corsica และ Clark มีการสูญเสียผลผลิตประมาณ 15-38 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของใบ โครงสร้างของทรงพุ่ม และความสามารถในการฟื้นตัวหลังจากถูกทำลาย ซึ่งพันธุ์ Dunbar นั้นจะพบว่ามี LAI ต่ำกว่าพันธุ์อื่น ๆ

วิธีการป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว

วิธีการป้องกันสามารถทำได้หลายวิธี โดยการกำหนดวันปลูกที่เหมาะสม การปลูกพืชหมุนเวียนหรือการปลูกพืชแบบสลับ ซึ่งสุทธิดา (2544) พบว่าการปลูกถั่วเหลือง 4 แถวสลับด้วยถั่วลิสง 2 แถว มีส่วนช่วยลดการเข้าทำลายของแมลงวันเจาะลำต้นถั่วและการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูพืชชนิดอื่นน้อยลงด้วย การปลูกพืชแบบร่วม (intercropping) ระหว่างถั่วเหลืองปลูกสลับกับข้าวโพดสามารถลดการเข้าทำลายได้ (Karel, 1991) หรือการเลือกใช้พันธุ์ต้านทานซึ่งลักษณะพื้นฐานทางกายภาพที่เป็นลักษณะต้านทานในถั่ว นั้น Sridhar *et al* (2002) ได้ทดลองนำถั่วเหลือง 5 สายพันธุ์มาทดสอบพบว่าพื้นที่ใบ ความหนาแน่นของขน (trichome) ที่ยอดจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความต้านทาน ในขณะที่น้ำหนักแห้งใบมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความยาวของก้านใบที่มีลักษณะสั้นและแคบ และมีปริมาณความชื้นต่ำจะเป็นลักษณะของพันธุ์ต้านทาน ลักษณะของลำต้นซึ่งได้แก่ ความยาวปล้อง ขนาดลำต้น ขนาดของเนื้องกลางลำต้น และปริมาณความชื้นในลำต้นมีความสัมพันธ์ในทางลบกับความต้านทาน แต่น้ำหนักแห้งของลำต้นจะมีความสัมพันธ์ในทางบวกกับความต้านทาน ลักษณะของความหนาแน่นของขนที่ใบจริงคู่แรกจนถึงใบจริงชุดที่ 3 มีความสัมพันธ์ใบทางบวกกับความต้านทาน (Talakar and Chen, 1986) ทั้งนี้เนื่องจากขนที่หนาแน่นมากมีผลต่อการวางไข่ของตัวเมีย (Talekar and Tengkan, 1993)

การใช้สารป้องกันกำจัดแมลงศัตรูถั่วเหลืองเป็นวิธีการที่นิยมป้องกันกำจัดหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว ไม่ว่าจะเป็นการใช้สารเคมีหรือสารสกัดจากพืชหรือสมุนไพร เช่น สะเดา จากการรายงานของกองกัญและสัตววิทยา (2547) แนะนำการป้องกันกำจัดแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว โดยใช้วิธีการคลุกเมล็ดพันธุ์ด้วยสาร imidacloprid 70 WS อัตรา 2 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม หรือใช้สาร carbofuran 3 G อัตรา 4 กิโลกรัมต่อไร่ โรยรองในร่องพร้อมปลูกหรือการใช้สารกำจัดแมลงชนิดน้ำพ่นทางใบโดยใช้สาร methamidophos 60 SL 30 มิลลิลิตร หรือใช้สาร triazophos 40 EC

50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นหลังจากต้นถั่วเหลืองงอกไม่เกิน 7-10 วัน และพ่นซ้ำอีก 2 ครั้ง ทุก 7 วัน ซึ่งในถั่วเหลืองหากไม่มีการป้องกันหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว ในระยะ V1 หรือ ระยะ VC-V2 จะทำให้ผลผลิตลดลงเฉลี่ย 47-50 % (ศรีสมรและคณะ, 2539)

การใช้สาร imidacloprid 70 WS อัตรา 3-6 กรัม (ศรีสมรและคณะ, 2539 ; Latha *et al*, 1993) หรือสาร thaimethoxam 70 WS อัตรา 3 กรัมต่อเมล็ด 1 กิโลกรัม (Siddiqui and Trimohan, 2000) คลุกเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกสามารถป้องกันการทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วได้เกือบตลอดฤดูปลูกและยังป้องกันเพลี้ยอ่อนและโรค yellow mosaic virus ที่เกิดจากแมลงหิวข้าวเป็นพาหะได้อีกด้วย มีสารหลายชนิดที่นำมาใช้คลุกเมล็ดพันธุ์ก่อนปลูกที่สามารถลดการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วได้ เช่น การใช้สาร chlorpyrifos 10 มิลลิลิตรต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม (Pisal *et al*, 1999) ในถั่วดินเตาการใช้สาร carbofuran 3 G อัตรา 15 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ 1 กิโลกรัม และคลุกด้วยโรโซเนียมสามารถป้องกันการเข้าทำลายได้ 67.7-80.7 % (Singh *et al*, 2000) และการคลุกเมล็ดด้วยสาร endosulfan (35 EC) สามารถลดจำนวนดักแด้ได้จากที่พบ 15 ตัว ใน 10 ต้น ในแปลงที่ไม่คลุกด้วยสารและพบ 2 ตัวต่อ 10 ต้น ในแปลงที่คลุกด้วยสาร endosulfan (Katwijukye *et al*, 1999) Latha *et al* (1993) ได้ใช้สาร carbosulfan อัตรา 20 กรัมต่อเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง 1 กิโลกรัมและตามด้วยการพ่นสาร monocrotophos 0.05 % เมื่อวันที่ 31 และ 51 หลังปลูก ให้ประสิทธิภาพและผลผลิตสูงกว่าสารเคมีอื่น ๆ อีก 9 ชนิด Singh *et al* (1998) ได้ทดสอบประสิทธิภาพสารเคมี 11 ชนิด ได้แก่ triazophos, orthene, chlorpyrifos, phosphamidon, methomyl, ethion, profenfos, monocrotophos, endosulfan, quinalphos และ deltamethrin ควบคุมแมลงศัตรูถั่วเหลือง พบว่าสารเกือบทุกชนิด ยกเว้น chlorpyrifos และ phosphamidon มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว เมื่อเทียบกับแปลงที่ไม่ได้พ่นสารเคมี Yadav *et al* (2001) ได้ทดลองใช้สารเคมี 8 ชนิด ควบคุมแมลงทำลายใบและหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว พบว่าการใช้สาร chlorpyrifos + cypermethrin, quinalphos และ ethofenprox มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว การสาร chlorpyrifos + cypermethrin ให้ผลผลิตสูงสุด สาร quinalphos และ lambda-cyhalothrin ให้ผลผลิตสูงในลำดับต่อมา ในถั่วเหลืองฝักสด บุญทิวาและคณะ (2541) ทำการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาเปรียบเทียบกับสารเคมีในการควบคุมแมลงศัตรูพืช พบว่าสารเคมีสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืชได้ดีกว่าสารสกัดสะเดา แต่ผลผลิตไม่มีความแตกต่างกัน โดยการใช้สาร lambda-cyhalothrin, imidacloprid และสารสกัดสะเดา เก็บผลผลิตได้ 1,340, 1,230 และ 1,170 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ

สารสกัดสะเดาเป็นสารที่สกัดจากพืชที่มีผู้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายสามารถป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพืชได้หลายชนิด ซึ่ง Schmutterer and Singh (1995) รายงานว่าสะเดาสามารถป้องกันกำจัดแมลงชนิดต่าง ๆ ได้ถึง 413 ชนิด ใน 15 อันดับ ข้อดีของสารสกัดสะเดาคือ มีอันตรายน้อยต่อผู้ใช้ ต่อศัตรูธรรมชาติ สลายตัวได้เร็วในสิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดปัญหาสารตกค้างในธรรมชาติและผลผลิตทางการเกษตร สารเคมีที่สกัดได้จากส่วนต่าง ๆ ของสะเดามีหลายชนิด แต่สารที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงให้ได้ผลดีนั้นได้แก่สาร azadirachtin ที่สกัดได้จากเมล็ด(kernel) ประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงมากน้อยแตกต่างกันไปตามความเข้มข้นของสาร azadirachtin ส่วนสารตัวอื่น ๆ ในสารสกัดสะเดาจะช่วยเสริมฤทธิ์ในการป้องกันกำจัดแมลงได้ดียิ่งขึ้น สาร azadirachtin มีผลต่อแมลงในทุกระยะชีวิตของแมลงโดยสาร azadirachtin มีสูตรโครงสร้างคล้ายคลึงกับฮอร์โมนลอกคราบของแมลง (molting หรือ ecdysone hormone) ที่มีผลในการยับยั้งการสร้างและการทำงานของฮอร์โมนทำให้หนอนหรือตัวอ่อนไม่สามารถลอกคราบได้ ทำให้หนอนไม่กินอาหาร และผลของสารสกัดสะเดายังมีผลยับยั้งการเจริญเติบโตของไข่ หนอน และดักแด้ ยับยั้งการกินอาหาร ห้ามการสร้างสารไคติน ยับยั้งการวางไข่ของตัวเต็มวัย ทำให้การผลิตไข่น้อยลง รบกวนการผสมพันธุ์และการสื่อสารเพื่อการผสมพันธุ์

Abdullah *et al.* (2001) ได้ทดลองใช้สารสกัดสะเดา (azadirachtin 0.1%) สาร cypermethrin 10 EC อัตราละ 1 ลิตรต่อเฮกตาร์ และ *Bacillus thuringiensis var. kurstaki* อัตรา 400 กรัมต่อเฮกตาร์ ค่อน้ำ 400 ลิตร พ่นทุก 10 วัน 6 ครั้งหลังปลูก ในถั่วเหลืองฝึกสดพบว่าการใช้สาร cypermethrin และสารสกัดสะเดามีประสิทธิภาพในการควบคุมหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วไม่ต่างกัน รองลงมาได้แก่ *B. thuringiensis* แต่การพ่นด้วยสาร cypermethrin ได้ผลผลิตสูงสุด รองลงมาได้แก่ สารสกัดสะเดาและ *B. thuringiensis* ตามลำดับ สุภรดาและคณะ (2542) ได้ใช้สารสกัดสะเดาของกรมวิชาการเกษตรที่มีสาร azadirachtin A เข้มข้น 40 ppm ในถั่วเขียว พ่นทุก 4 วัน 3 ครั้ง โดยเริ่มพ่นตั้งแต่ถั่วเขียวอยู่ในระยะ VC สามารถป้องกันหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วได้เท่ากับการพ่นด้วยสาร triazophos อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นทุก 7 วัน 2 ครั้ง และการใช้สารสกัดสะเดาด้วยน้ำความเข้มข้น 5 % (W/V) ขึ้นไปพ่นต้นถั่วเขียวตั้งแต่เริ่มงอกสัปดาห์ละ 2 ครั้ง มีประสิทธิภาพสูงในการป้องกันหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วได้ทั้งชนิด *O. phaseoli* และ *M. sajae* ซึ่งได้ผลใกล้เคียงกับการใช้สาร monocrotophos 0.105 % พ่นสัปดาห์ละครั้ง (Suprada, 1999) ในถั่วเหลืองการใช้สารสกัดสะเดาด้วยน้ำที่ความเข้มข้น 45.3 ppm และสกัดด้วยแอลกอฮอล์ที่ความเข้มข้น 10-100 ppm โดยพ่นทุก 7 วัน ตั้งแต่ถั่วเหลืองอายุ 15 วัน จนถึงระยะเก็บเกี่ยว สามารถป้องกันเพลี้ยอ่อนและแมลงศัตรูถั่วเหลืองชนิดอื่นได้แต่ประสิทธิภาพการป้องกันกำจัดแมลงได้น้อยกว่าสารเคมี (เรณูและคณะ, 2539) ขวัญชัย (2541) ได้แนะนำการใช้สารสกัดสะเดาที่สกัดด้วย

เมทิลแอลกอฮอล์ (azadirachtin อยู่ระหว่าง 0.1 % - 0.5 %) ในการป้องกันหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว ใช้อัตรา 100 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร พ่นในตอนเย็นก่อนการวางไข่คือประมาณ 5 วันหลังงอก โดยพ่นทุก 5 วัน ติดต่อกันประมาณ 3-4 ครั้ง แต่ประสิทธิภาพของสารสกัดสะเดาให้ผลในระดับปานกลาง คือกรณีแมลงระบาดหนักหรือพืชได้รับความเสียหายสูงหลังการถูกทำลาย การใช้สารสกัดสะเดาอย่างเดียวจะไม่ได้ผล จำเป็นต้องใช้สารเคมีฉีดพ่นสลับในช่วงที่มีการระบาด 1-2 ครั้ง

ไนโตรเจนต่อการตอบสนองของพืชและแมลงศัตรูพืช

ถั่วเหลืองเป็นพืชที่สามารถสร้างไนโตรเจนได้เอง การใช้ปุ๋ยไนโตรเจนในระยะแรกของการเจริญเติบโตมีส่วนช่วยให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตที่ดีขึ้นและส่งผลให้ผลผลิตสูงขึ้นด้วย โดยมีคำแนะนำให้มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 3-6 กิโลกรัมต่อไร่ ในระยะแรกของการเจริญของถั่วเหลือง ซึ่งยังไม่มีกระบวนการตรึงไนโตรเจนเกิดขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในดินที่ขาดไนโตรเจนมาก (ศุภชัยพิชโร เชียงใหม่, 2545) ซึ่งในระยะแรกของการเจริญเติบโตถั่วเหลืองมีความต้องการไนโตรเจนจากดินจำนวนหนึ่งเพื่อใช้ในการเจริญเติบโต การมีไนโตรเจนในระดับที่เหมาะสมจะช่วยสนับสนุนกระบวนการตรึงไนโตรเจนของไรโซเบียม ทำให้ถั่วเหลืองมีการเจริญเติบโตแข็งแรงและพัฒนาพื้นที่ใบได้รวดเร็วและเพียงพอที่จะสังเคราะห์อาหารส่งไปยังปมในระยะต่อไป มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตรา 50 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ ก่อนปลูกมีผลทำให้การสะสมน้ำหนักรากเพิ่มขึ้นในระหว่างการพัฒนาปมในระยะเวลา V6 จนถึงระยะ R3 (มนกฤตย์, 2538) แต่ทั้งนี้การเพิ่มปริมาณของไนโตรเจนให้กับพืชก็ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของความหนาแน่นของศัตรูพืช ความต้านทานของพืช และศัตรูธรรมชาติของศัตรูพืชอีกด้วย ในกัวเตมาลา Morales *et al* (2001) ในช่วงระยะ 40 กว่าปีที่ผ่านมามีเกษตรกรได้มีการนำปุ๋ยเคมีมาใช้ในไร่ข้าวโพดมากขึ้น โดยเฉพาะปุ๋ยยูเรีย ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) ส่งผลให้มีประชากรศัตรูพืชในพื้นที่ปลูกมากขึ้น ซึ่งความสัมพันธ์ของการเจริญเติบโต การขยายพันธุ์ และการมีชีวิตรอดของแมลงที่กินพืชเป็นอาหารนั้น มีสหสัมพันธ์ในเชิงบวกกับไนโตรเจนที่อยู่ในส่วนต่าง ๆ ของพืช หรือปริมาณของไนโตรเจนที่อยู่ในดิน (Tingey and Singh, 1980) Wier and Boethel (1995) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่สูง 84 และ 168 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบ 22 และ 33 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งใบ 1 กรัม ทำให้หนอนม้วนใบถั่วเหลืองมีเปอร์เซ็นต์การมีชีวิตรอดมากกว่า 90 % ในขณะที่แปลงที่ใส่ปุ๋ยในระดับ 5.25 และ 21 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ (มีความเข้มข้นของไนโตรเจนในใบต่ำกว่า 12 มิลลิกรัมต่อน้ำหนักแห้งใบ 1 กรัม) มีเปอร์เซ็นต์การตายของหนอนม้วนใบสูงถึง 100 % และ David *et al* (1992) รายงานว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนในอัตราที่สูง (75 มิลลิกรัม

ไนโตรเจนต่อดิน 1 กิโลกรัม) ในการปลูกมะเขือเทศมีผลทำให้ด้วงมันฝรั่ง colorado มีอัตราการรอดชีวิตสูง (48 %) และมีวงจรชีวิตสั้นลงเมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่มีการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่ต่ำกว่า ในข้าวฟ่างแปลงที่ได้รับไนโตรเจนจากปุ๋ยเคมี พบจำนวนแมลงศัตรูพืชเพิ่มมากกว่าแปลงที่ได้รับไนโตรเจนจากปุ๋ยอินทรีย์ (Blumberg *et al.*, 1997) แต่ Haile and Hofsvang (2001) พบว่าปุ๋ยไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนหนอนและเปอร์เซ็นต์การเข้าทำลายของหนอนเจาะต้นข้าวฟ่าง (*Busseola fusca* Fuller) แต่ในแปลงที่ใส่ปุ๋ยให้ต้นที่สูง การสุกแก่เร็วและผลผลิตสูงกว่าในแปลงที่ไม่ได้ใส่ปุ๋ย ในข้าวสาลีพบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ 0-134 กิโลกรัม N ต่อเฮกตาร์ ก็ไม่มีผลต่อจำนวนประชากรของเพลี้ยอ่อน (Russian wheat aphid) (Archer *et al.*, 1995) แต่ Riedell *et al.* (1996) พบว่าการใส่ปุ๋ยไนโตรเจน 100-130 กิโลกรัมต่อเฮกตาร์ โดยใส่โรยแบบแถวแคบ (banding) ก่อนปลูก และใส่เมื่อข้าวโพดมีใบจริงที่ 4-5 ใบ กลับทำให้ข้าวโพดทนทานต่อการทำลายของด้วง corn root worm ทั้งนี้พบว่าข้าวโพดมีระบบรากขนาดใหญ่ขึ้นและสามารถสร้างรากใหม่ขึ้นมาทดแทนรากที่ถูกด้วงกัดกินได้ ซึ่งเป็นเพราะไนโตรเจนไปมีผลต่อการเจริญเติบโตและการเปลี่ยนแปลงรูปร่างขนาดของราก จึงทำให้ข้าวโพดทนทานต่อการทำลายของด้วง corn root worm ได้

ดังนั้นความสัมพันธ์ของระดับไนโตรเจนกับการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแมลงศัตรูพืชหรือความต้านทานของพืช ต้องพิจารณาชนิดพืชและชนิดแมลงศัตรูพืชด้วย มีรายงานว่า การใส่ปุ๋ยไนโตรเจนตั้งแต่ 90-120 ปอนด์ต่อเอเคอร์ ในฝ้ายก็ยังให้ผลที่ไม่แน่นอนว่าการเพิ่มปุ๋ยไนโตรเจนทำให้จำนวนแมลงศัตรูพืชเพิ่มขึ้น (Andrew *et al.*, 2000) ในกรณีของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว พบว่าความอุดมสมบูรณ์ของดินมีปฏิสัมพันธ์ในทางลบกับการเข้าทำลาย ซึ่ง Letourneau (1994) รายงานว่าในแปลงที่มีการใส่ปุ๋ยเคมีจะพบจำนวนดักแด้ในต้นถั่วมากกว่าแปลงที่ไม่ใส่ปุ๋ย ซึ่งปริมาณของไนโตรเจนในดินทั้งหมดมีสหสัมพันธ์ในทางบวกกับหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่วชนิด *O. spencerella* และ *O. phaseoli* การใส่ปุ๋ย ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเข้าทำลายที่รุนแรงเพิ่มขึ้นด้วย (Byabagambi and Kyamanywa, 1997) และ Byabagambi *et al.* (1999) พบว่าการใส่ปุ๋ยเพิ่มขึ้นนั้นทำให้การวางไข่ที่ใบ จำนวนดักแด้ต่อต้นและจำนวนต้นตายมากขึ้นด้วย ซึ่งทั้งนี้ เป็นผลจากความสัมพันธ์ของน้ำและไนโตรเจนที่มีบทบาทในการเข้าทำลายของหนอนแมลงวันเจาะลำต้นถั่ว