

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่แล้วกล่าวถึงบทนำสำหรับการวิจัย บทนี้กล่าวถึงกาบและกะลามะพร้าว น้ำส้มควันไม้ กะเพรา ปลูกและเพลี้ยแป้ง วิธีการกำจัดแมลง การทำงานของสารฆ่าแมลง รวมทั้งงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับน้ำส้มควันไม้ จุดมุ่งหมายสำคัญของการวิจัยนี้คือการตรวจสอบว่า น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากกะลามะพร้าว กาบรวมกับกะลามะพร้าว กาบรวมกับกะลามะพร้าว รวมกับกะเพรา มีสมบัติที่ทำให้ปลูกทหารและเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ตายได้ ตั้งแต่ 50 เปอร์เซ็นต์หรือไม่ งานวิจัยนี้ได้ทำการเผาวัสดุทั้ง 3 ชนิดในถังน้ำมันเคียวขนาด 200 ลิตรแบบนอน วัตถุประสงค์แรกในบทนี้ต้องการสร้างโครงร่างความคิดโดยการตรวจเอกสารที่เกี่ยวกับน้ำส้มควันไม้ รวมทั้งจะกล่าวถึงรายละเอียดของปลูกและเพลี้ยแป้ง วิธีการกำจัดแมลง และให้รายละเอียดการตายของแมลงเนื่องจากสารฆ่าแมลง วัตถุประสงค์ที่สองจะตรวจงานวิจัยสมบูรณ์ที่เกี่ยวกับน้ำส้มควันไม้ ซึ่งสามารถนำน้ำส้มควันไม้ไปใช้ประโยชน์ ตอนท้ายของบทนี้มีการสรุปเอกสารที่เกี่ยวข้องกับน้ำส้มควันไม้

เปลือกใยและกะลามะพร้าว

เปลือก ใยและกะลามะพร้าวเป็นส่วนหนึ่งของลูกมะพร้าว และเป็นผลผลิตของสินค้าเกษตรรวมทั้งเป็นวัสดุเหลือใช้ของการเกษตร มะพร้าวเป็นพืชยืนต้นสูงถึง 5-30 เมตร ใบเรียงซ้อนกันเป็นกระจุกอยู่ที่ยอด ใบมีลักษณะเป็นใบประกอบรูปขนนก ก้านใบยาว ใบยาวแคบ หนา เนื้อเหนียว สีเขียว ใบประกอบย่อยแตกจากแกนใหญ่เป็นคู่จำนวนมาก ดังรูปที่ 2.1 ดอกออกเป็นช่อ ผลมีรูปร่างทรงกลมหรือรี ผลอ่อนมีสีเขียวหรือเหลือง เมื่อผลแก่จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล ผลประกอบด้วยเปลือกนอกมีผิวเรียบเรียกว่าเอพิการ์ป (epicarp) ถัดไปข้างในเป็นเส้นใยนุ่มเรียกว่ามิโซคาร์ป (mesocarp) ถัดจากเส้นใยเป็นของแข็งคือกะลาเรียกว่าเอนโดคาร์ป (endocarp) ซึ่งจะมีรูสีกัลอยู่ 3 รู สำหรับงอก ถัดจากกะลาเข้าไปจะเป็นเนื้อมะพร้าวเรียกว่าเอนโดสเปิร์ม (endosperm) เนื้อมะพร้าวเป็นเนื้อสีขาวและรสมัน ข้างในมีน้ำรสหวานเรียกว่าน้ำมะพร้าว ขณะที่มะพร้าวยังอ่อน เนื้อมะพร้าวมีลักษณะบางและอ่อนนุ่ม

ในการวิจัยครั้งนี้ จะเรียกส่วนที่เป็นเปลือกหุ้มชั้นนอกของผลรวมกับไขมะพร้าวว่า กาบมะพร้าว



รูปที่ 2.1 ไขมะพร้าวเป็นใบประกอบแบบขนนก

มะพร้าวเป็นพืชเศรษฐกิจของไทย เพราะทุกส่วนของมะพร้าวสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ ต้นมะพร้าวชอบที่ดินปนทราย มีมากมายในภาคใต้ และมีเกือบทุกจังหวัด มะพร้าวถูกใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างดังนี้

1. เนื้อของมะพร้าวแก่นำไปทำกะทิ โดยการขูดเนื้อเป็นชิ้นเล็ก ๆ แล้วบีบน้ำกะทิออกมา น้ำกะทิใช้ทำอาหารคาวและหวาน ช่วยให้อาหารมีรสหวานมัน เช่นแกงเผ็ดใส่กะทิ แกงบวน ส้มข่า ข้าวลอย และวุ้นกะทิ
2. กากที่เหลือจากการคั้นกะทิ สามารถนำไปทำเป็นอาหารสัตว์ได้
3. น้ำมะพร้าวเป็นเครื่องดื่มเกลือแร่ได้ เนื่องจากประกอบด้วยธาตุโพแทสเซียม (potassium) จำนวนมาก น้ำมะพร้าวเป็นสารละลายไอโซโทนิก (isotonic) จึงสามารถใช้ น้ำมะพร้าวฉีดเข้าหลอดเลือดดำในผู้ป่วย ที่มีอาการขาดน้ำหรือปริมาณเลือดลดลงอย่างผิดปกติ
4. ใช้ น้ำมะพร้าวทำวุ้นมะพร้าวได้ โดยใส่กรดอินทรีย์เล็กน้อยลงในน้ำมะพร้าว
5. สามารถนำยอดอ่อนของมะพร้าวทำอาหารได้ ยอดอ่อนมีราคาแพงมากเพราะ การเก็บยอดอ่อนทำให้ต้นมะพร้าวตาย

6. โยมะพร้าว ถูกนำไปใช้ขุดฟูก และทำเสื่อ
7. เมื่อนำเนื้อมะพร้าวหั่นฝอย และใส่น้ำเค็มหรือตากแห้งบีบเคี้ยว จะได้น้ำมันมะพร้าว ซึ่งนำน้ำมันมะพร้าวไปปรุงอาหารหรือนำไปทำเครื่องสำอางได้ ในปัจจุบันมีการผลิตไบโอดีเซล (biodiesel) จากน้ำมันมะพร้าวอีกด้วย
8. นำกะลามะพร้าวทำสิ่งประดิษฐ์ เช่น โคมไฟ ชอว์ เป็นต้น
9. ก้านใบมะพร้าวถูกใช้ทำไม้กวาดได้
10. เนื้อมะพร้าวสดใช้เป็นอาหารได้

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้เผากะลามะพร้าว กาบรวมกับกะลามะพร้าว และกาบรวมกับกะลามะพร้าวรวมกับกะเพรา เพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้ เพราะกาบและกะลามะพร้าวมีเซลลูโลส เฮมิเซลลูโลส และลิกนินเหมือนกับไม้ เมื่อเผากาบและกะลามะพร้าวแล้วจึงได้ของเหลวที่เป็นน้ำส้มควันไม้และผลพลอยได้คือถ่าน ซึ่งกาบและกะลามะพร้าวเป็นวัสดุเหลือทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมบางแห่ง

น้ำส้มควันไม้

น้ำส้มควันไม้หรือน้ำส้มไม้หรือกรดไพโรลิกเนียส (pyroligneous acid) เป็นของเหลวสีน้ำตาลใส มีกลิ่นควันไฟที่ได้มาจากการควบแน่นของควัน ควันนี้ได้จากการเผาถ่านไม้ในสภาพอับอากาศ ขณะมีอุณหภูมิในเตาอยู่ระหว่าง 300-400 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่ปากปล่องควันอยู่ระหว่าง 80-150 องศาเซลเซียส (สุริยะรุ่ง สุริยะรุ่ง สุริยะรุ่ง, ม.ป.ป.) ของเหลวซึ่งประกอบด้วยน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการควบแน่นในกระบวนการเผาถ่าน ยังไม่สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้เลย เพราะควันที่เกิดขึ้นเป็นควันที่ผสมระหว่างอุณหภูมิต่ำและสูง ซึ่งที่อุณหภูมิ 300 องศาเซลเซียส ลิกนินจะเริ่มสลายตัว และมีทาร์รวมทั้งสารระเหยได้ปนออกมา นำทาร์ไปใช้เกี่ยวกับพืชไม่ได้ เพราะจะไปปิดปากใบพืชและเกาะติดรากพืชทำให้พืชเหี่ยวโทษหรือตาย ดังนั้น จึงต้องทำให้น้ำส้มควันไม้บริสุทธิ์ก่อนโดยการตกตะกอนและการกลั่น ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวในบทที่ 3

น้ำส้มควันไม้ที่ได้จากไม้ต่างชนิดจะมีสมบัติบางอย่างแตกต่างกัน สารประกอบที่อยู่ในน้ำส้มควันไม้มีมากกว่า 200 ชนิด ได้แก่ น้ำ 85 เปอร์เซ็นต์ กรดอินทรีย์ 3 เปอร์เซ็นต์ และ

1. กรดแอซิก เป็นสารฆ่าเชื้อโรคได้
2. กรดฟอรั่มิก ช่วยในการปรับสมบัติดินให้ดีขึ้น
3. ฟีนอล สามารถกำจัดเชื้อราและแบคทีเรีย รวมทั้งป้องกันและกำจัดเชื้อโรค นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมการเจริญเติบโตของพืชได้
4. ฟอรั่มลดีไฮด์ มีฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อราและแมลงศัตรูพืช ทำลายและป้องกันจุลินทรีย์
5. เมทานอล สามารถออกฤทธิ์ฆ่าเชื้อโรค เชื้อรา แบคทีเรียและเชื้อไวรัส ไอของเมทานอลจะทำให้ปวดศีรษะ นอนไม่หลับ และเยื่อตาอักเสบซึ่งอาจมีปัญหามองเห็นจนถึงทำให้ตาบอดได้

น้ำส้มควันไม้มีสารประกอบหลายชนิดปนอยู่ จึงมีประโยชน์ ดังนี้

1. เป็นสารปรับปรุงดิน ผลดีที่จะได้กับดินเมื่อใช้น้ำส้มควันไม้ มีดังนี้
 - 1.1 ความเสียหายที่เกิดจากแมลงและโรคในดินลดลง
 - 1.2 น้ำส้มควันไม้ลดความเสียหายของดินซึ่งเกิดจากความเค็ม
 ควรใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับปุ๋ยหมัก ปุ๋ยอินทรีย์ เพื่อปรับคุณภาพของดินในระยะยาว โดยเฉพาะดินซึ่งเสื่อมคุณภาพ ซึ่งเกิดจากการเก็บเกี่ยวไม่ดีและการใช้สารเคมีมากเกินไป
2. ใช้ในการหมักปุ๋ย อีกทั้งน้ำส้มควันไม้เพิ่มประสิทธิภาพให้กับปุ๋ย โดยทำให้ปุ๋ยถูกดูดซึมให้กับพืชได้ง่ายขึ้น
 3. ป้องกันและกำจัดศัตรูพืช
 4. เร่งการเจริญเติบโตของพืช
 5. ใช้ในทางอุตสาหกรรม เช่น
 - 5.1 ใช้ผลิตสารดับกลิ่นตัว
 - 5.2 ผลิตสารปรับผิวนุ่ม

5.3 ใช้ผลิตภัณฑ์รักษาโรคผิวหนัง น้ำส้มควันไม้มีความเข้มข้น 100 เปอร์เซ็นต์ มีประโยชน์ใช้รักษาแผลสด แผลถูกน้ำร้อน รักษาโรคน้ำกัดเท้าและเชื้อราที่ผิวหนัง

5.4 ใช้ผลิตภัณฑ์ช่วยย่อย (prebiotics) (charcoal.snmcenter.com, n.d.)

การศึกษาวิจัยนี้ได้ผลิตน้ำส้มควันไม้ เพื่อใช้เป็นสารทำให้ปลวกทหารและเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ตาย จะต้องนำของเหลวที่เก็บได้ตั้งให้ตกตะกอนประมาณ 3 เดือน ก่อน น้ำส้มควันไม้จะอยู่ชั้นกลาง และมีทาร์ตกตะกอนอยู่ชั้นล่าง

กะเพรา

กะเพรามีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Ocimum sanctum* Linn. มีลักษณะเป็นไม้ล้มลุกขนาดเล็ก สูงประมาณ 0.8-1.5 เมตร โคนต้นที่แก่เป็นเนื้อไม้แข็ง ส่วนปลายของกิ่งก้านจะอ่อนและเป็นสีเขียว ต้นและใบมีขนอ่อน ทุกส่วนของต้นมีกลิ่นหอม ดอกเป็นช่อ กลีบรองกลีบดอกมีสีม่วง กลีบดอกสีขาวหรือสีชมพูอมม่วง มีใบประดับสีม่วงรองรับดอกย่อย มีผลย่อย 4 ผล

พเยาว์ เหมือนวงษ์ญาติ (2527, หน้า 71) และคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, สำนักงาน. (2530, หน้า 53) กล่าวว่ากะเพรมี 3 ชนิดคือ

1. กะเพราขาว มีกิ่งก้านแก่เป็นสีน้ำตาล กิ่งอ่อนสีเขียว ใบสีเขียวอ่อน ดอกสีขาว
2. กะเพราแดง มีกิ่งก้านใบสีม่วงแดงอมน้ำตาล ดอกสีชมพูม่วง
3. กะเพราลูกผสม มีกิ่งก้านสีม่วงอมแดง ใบมีสีม่วงแดงอมเขียว

ประเทศไทยนิยมปลูกกะเพราเป็นพืชสวนครัว ปลูกโดยใช้เมล็ด กะเพราชอบดินร่วนซุย ใช้เมล็ดโรยบนดินที่จะปลูก ใบกะเพราสดมีน้ำมันหอมระเหยที่ประกอบด้วยสารเคมีหลายชนิดเช่น โอซิโมล (ocimol) ยูจีนอล (eugenol) เมทิลชาวิคอล (methyl chavicol) ลิเนาลูล (linalool) และฟีนอล เป็นต้น ใบแห้งและใบสดของกะเพราจะใช้เป็นยา เช่น ใบแห้งใช้ชงน้ำแก้อาการท้องอืด ท้องเฟ้อ ปวดท้อง คลื่นไส้ อาเจียน สตรีหลังคลอดรับประทานใบกะเพราจะช่วยขับน้ำนม บำรุงธาตุ น้ำคั้นจากใบสดใช้ขับหืดและขับเสมหะ ยูจีนอลมีฤทธิ์ขับน้ำดี ช่วยย่อยไขมันและลดอาการจุกเสียด น้ำมันใบกะเพรามีสมบัติฆ่าและยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บางชนิดได้ รวมทั้งฆ่ายุงได้ภายในเวลา 2 ชั่วโมง

นันทวัน บุญประภัสร์ (บก.), (2542 หน้า 150) ได้กล่าวว่ากะเพราเป็นพืชที่มีฤทธิ์ทางเภสัช เช่นฆ่าแมลง ไโลยงและฆ่าพยาธิได้

การวิจัยครั้งนี้จะตรวจสอบฤทธิ์ของน้ำส้มควันไม้ ที่ได้จากการเผาอบรวมกับกะลามะพร้าวรวมกับกะเพรา ในการทำให้ปลวกทหารและเพี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ตาย

ปลวก

ปลวกเป็นแมลงที่มีชื่อเรียกว่า เทอร์ไมต์ (termite) มีรูปร่างคล้ายมดและมีสีขาว จึงมีชื่อเรียกอีกชื่อว่ามดสีขาว (white ant) ปลวกจัดเป็นแมลงที่อยู่ในอันดับ Isoptera ในอันดับนี้มีปลวกวงศ์ใหญ่อยู่ 3 วงศ์ คือ วงศ์ Kalotermitidae วงศ์ Termitidae และวงศ์ Rhinotermitidae ปลวกมีจำนวนมากประมาณ 2,000 ชนิด เฉพาะในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีประมาณ 270 ชนิด พบในประเทศไทยประมาณ 90 ชนิด และมักเป็นปลวกในสกุล Macrotermes (วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จดหมายข่าว วท., 2543) โชนแถบร้อนมีปลวกมากที่สุดและมีอยู่หลายชนิด ส่วนโชนอบอุ่นมีไม่กี่ชนิด สำหรับโชนหนาวจะไม่มีปลวกอาศัยอยู่

ปลวกถูกแบ่งตามที่อยู่อาศัยได้เป็นกลุ่ม 2 กลุ่มคือ (ปลวก, ม.ป.ป)

1. ปลวกที่อาศัยอยู่ในเนื้อไม้ ปลวกชนิดนี้จะอยู่เฉพาะในเนื้อไม้เหนือพื้นดิน ไม้ อาจมีชีวิตหรือไม่มีชีวิตก็ได้ แบ่งปลวกประเภทนี้ได้เป็น 2 ชนิด คือ

1.1 ปลวกไม้เปียก เป็นปลวกที่ต้องการความชื้นสูงในการดำรงชีวิต ได้แก่ ปลวกที่อาศัยอยู่กับไม้ผุ และไม้ที่ค่อนข้างเย็นและชื้น ดังแสดงในรูปที่ 2.2 ปลวกชนิดนี้ชอบทำลายแต่ไม้สดและไม้ที่ผุแล้ว แต่บางครั้งก็จะทำลายไม้ที่แห้งไม่มาก ซึ่งติดต่อกับดินชื้น ๆ ตัวอย่างของปลวกชนิดนี้ได้แก่ ปลวกในสกุล *Kaloterms*, *Neoterms* และ *Glyptoterms*



รูปที่ 2.2 ปลวกไม้เปียก

ที่มา : (Webmaster, 2548)

1.2 ปลวกไม้แห้ง เป็นปลวกที่ชอบอาศัยอยู่ในที่แห้งแล้ง ต้องการความชื้นเล็กน้อยในการดำรงชีพ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 มักพบปลวกชนิดนี้อาศัยอยู่ในท่อนไม้แห้ง เช่น ไม้ที่นำมาเป็นโครงสร้างอาคารบ้านเรือน เมื่อปลวกกัดกินเนื้อไม้ จะทิ้งมูลมีลักษณะเป็นเม็ดเล็ก ๆ คล้ายเมล็ดฝิ่นออกจากรูที่มีขนาดเล็ก ปลวกไม้แห้งทำความเสียหายอย่างมากต่ออาคารบ้านเรือนและสิ่งก่อสร้างอื่น อีกทั้งการควบคุมและป้องกันทำได้ยากกว่าปลวกชนิดที่อยู่ในดินมาก ประเทศไทยพบปลวกชนิดนี้ที่สำคัญ 2 ชนิดซึ่งทำลายวัสดุที่ทำด้วยไม้ในอาคารบ้านเรือน คือ *Cryptotermes thalassius* และ *Cryptotermes domesticus*



รูปที่ 2.3 ปลวกไม้แห้ง

ที่มา : (Webmaster, 2548)

2. ปลวกที่อาศัยอยู่ในดิน เป็นปลวกที่ต้องอาศัยอยู่ในดิน หรือรังมีส่วนติดต่อกับพื้นดิน โดยทำท่อทางเดินที่หุ้มด้วยดินเป็นทางสำหรับติดต่อกับพื้นดิน เพื่อหาความชื้นจากดิน ปลวกพวกนี้จะมีความสัมพันธ์กับเห็ดรา และสร้างความเสียหายให้กับบ้านเรือน สามารถแบ่งปลวกจำพวกนี้ได้ 3 ชนิด

2.1 ปลวกใต้ดิน เป็นปลวกที่ทำรังอยู่ใต้ดิน ดังแสดงในรูปที่ 2.4 รังของปลวกชนิดนี้ซึ่งทำด้วยเศษไม้และดินรัง มีลักษณะเป็นรูพรุนคล้ายฟองน้ำอยู่ใต้พื้นดิน นับเป็นปลวกประเภทที่เป็นภัยร้ายแรงต่อสิ่งก่อสร้าง พบปลวกชนิดนี้อยู่ในโตไม้เก่า ปลวกจะสร้างทางเดินซึ่งทำด้วยดินและมูล เป็นทางคลุมตัวไม่ให้ถูกแสงสว่าง และป้องกันศัตรู ตัวอย่างของปลวกชนิดนี้ ได้แก่ ปลวกในสกุล *Coptotermes*, *Microtermes*, *Hypotermes* และ *Ancistrotermes* ปลวกใต้ดินที่เป็นปัญหาในประเทศไทยคือ *Coptotermes havilandi*

2.2 ปลวกที่สร้างจอมปลวก ดังตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.5 ปลวกชนิดนี้สร้างรังขนาดกลางหรือใหญ่อยู่บนพื้นดิน โดยใช้มูลของปลวกผสมกับดิน และเศษไม้ก่อเป็นเนินจากพื้นดิน เรียกเนินนี้ว่าจอมปลวก เป็นปลวกชนิดทำลายไม้ที่ติดต่อกับพื้นดิน ปลวกชนิดนี้ได้แก่ปลวกในสกุล *Macrotermes*, *Odontotermes* และ *Globitermes* ชนิดที่สำคัญคือปลวก *Globitermes sulphureus*, *Macrotermes gilvus* และ *Odontotermes longignathus* รังปลวกบางพันธุ์ในทวีปแอฟริกา มีความสูงเหนือพื้นดินถึง 6 เมตร มีอุโมงค์เชื่อมต่อใต้ดินครอบคลุมพื้นที่มากกว่า 5 ไร่



รูปที่ 2.4 ปลวกใต้ดิน

ที่มา : (Webmaster, 2548)



รูปที่ 2.5 ปลวกที่สร้างจอมปลวก

ที่มา : (Webmaster, 2548)

2.3 ปลวกที่ทำรังขนาดเล็ก เป็นปลวกที่สร้างรังในพื้นดินและเหนือพื้นดิน สร้างรังโดยการนำเศษใบไม้ เศษไม้ชิ้นเล็กและมูลปลวกมาผสมกับดิน ถ้าทำรังเหนือพื้นดินจะติดต่อกับพื้นดินด้วยท่อทางเดินที่หุ้มด้วยดินสำหรับหาความชื้นจากดิน ปลวกชนิดที่สำคัญคือปลวก *Microcerotermes crassus* และ *Nasutitermes* sp.

อาหารหลักของปลวกคือเซลลูโลสในเนื้อไม้และในวัตถุดิบอื่น ปลวกจะใช้เนื้อไม้สร้างที่อยู่อาศัยด้วย ปลวกจึงมีวิธีการทำลายไม้ดังนี้ (พจน์ อนุวงศ์, 2508 หน้า 8-10)

1. ปลวกไม้แห้ง ปลวกชนิดนี้จะทำรังในเนื้อไม้ที่แห้ง ไม่มีการติดต่อกับพื้นดิน เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์จะบินตรงเข้าไปในอาคารที่ทำด้วยไม้และเสาไฟฟ้าในที่ที่มีแสงสว่างอยู่ มีการจับคู่และเข้าไปในเนื้อไม้ที่เหมาะสมในการสร้างรังใหม่ โดยเข้าไปตามรอยแตกหรือรอยต่อที่ไม่ค่อยสนิทหรือส่วนของไม้เก่าที่ไม่ได้ทาสีหรือทาน้ำมัน ซึ่งอยู่ในที่มืดและไม่มีการสัมผัสเทียมมาก หลังจากนั้น จะมีการกัดทำลายไม้ขยายพื้นที่ที่เหมาะสมแก่การวางไข่และการสร้างรัง เหลือแต่ผิวไม้ภายนอกบาง ๆ ไว้ ในเนื้อไม้ที่ถูกเจาะทำลายจะไม่มีดินอุด ไม้ที่ถูกเจาะทำลายจะมีมูลกลมเล็กออกจากรูไม้ที่เจาะและร่วงออกมา

2. ปลวกไต่ดิน ปลวกชนิดนี้จะหาอาหารบนดินโดยใช้ท่อที่ทำด้วยดินเป็นทางเดินติดต่อระหว่างรังกับบริเวณที่หาอาหาร ท่อดินจะขึ้นไปตามผิวไม้ คอนกรีตหรือสิ่งปลูกสร้างส่วนมากท่อดินมีลักษณะเป็นสายในแนวเส้นตรง ท่อดินเป็นเครื่องรักษาความชุ่มชื้นให้

ปลวกจะอยู่รวมกันเป็นหมู่หรือเป็นนิคม และจัดแบ่งแยกงานในหน้าที่ออกเป็นประเภท ไม่ปนกัน การอยู่รวมกันจึงทำให้ปลวกมีพลังที่เข้มแข็งเมื่อมีศัตรูธรรมชาติเข้าทำลาย ปลวกในแต่ละหมู่หรือนิคมจึงถูกแบ่งออกได้เป็น 3 ชั้นชนหรือวรรณะ (caste) ตามหน้าที่การทำงาน และในแต่ละชั้นชนของปลวกมีความเป็นอยู่ที่แตกต่างกัน ดังนี้ (เพชร, 2541)

1. ปลวกงานหรือปลวกกรรมกร ปลวกชนิดนี้มีปริมาณมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ จะไม่มีปีก ลำตัวอ่อน ปากมีขากรรไกรแบบฟันเลื่อยเหมาะสำหรับตัดไม้ เจาะไม้ สิ่งก่อสร้าง ปลวกงานไม่สามารถมองเห็นอะไร อาศัยอยู่แต่ในดินหรือท่อดินหรืออาศัยในเนื้อไม้ที่ถูกกัด ปลวกงานทำงานทุกอย่างภายในรัง ตั้งแต่ก่อสร้างจอมปลวก ซ่อมแซมรัง ดูแลรักษาไข่ของนางพญาตลอดจนการหาอาหารมาเลี้ยงดูปลวกชั้นชนอื่น ปลวกงานไม่สามารถผสมพันธุ์และสืบพันธุ์ได้ พจน อนุวงศ์ (2508, หน้า 3) กล่าวว่า ปลวกไม้แห้งและปลวกไม้เปียกเป็นปลวกประเภทที่ไม่มีปลวกงาน แต่อาศัยตัวอ่อน (immature nymph) ทำหน้าที่แทนปลวกงาน

2. ปลวกทหาร มีจำนวนน้อยมาก ปลวกชนชั้นนี้เป็นหมัน ไม่มีตา มีหัวและกรามใหญ่โตกว่าส่วนอื่น ปากมีขากรรไกรขนาดใหญ่ลักษณะคล้ายคีมหรือดาบ ไม่สามารถใช้ตัดหรือเจาะได้ เหมาะสำหรับใช้ในการต่อสู้ จึงมีหน้าที่ต่อสู้เพื่อป้องกันอันตรายให้ปลวกภายในรัง ศัตรูสำคัญคือมด เมื่อศัตรูทำลายทางเดินหรือรัง ปลวกทหารจะเอาหัวที่โตอุดช่องโหว่หรือขับไล่ศัตรู จนกว่าปลวกงานจะทำการซ่อมรังเรียบร้อย ปลวกทหารบางชนิดสามารถปล่อยของเหลวเป็นกรดเหนียวและมีพิษออกจากส่วนหัว เมื่อมดมาถูจะเดินไม่ได้และหมดกำลัง นอกจากนี้กรดที่ปลวกทหารปล่อยออกมายังใช้ในการเจาะโลหะและหินปูนได้ รูปที่ 2.6 แสดงรูปร่างของปลวกงานและปลวกทหาร



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.6 (ก) ปลวกงาน (ข) ปลวกทหาร

ที่มา : (บทความชีววิทยา, 2006)

3. ปลวกสืบพันธุ์ เป็นประเภทที่มีโอกาสเจริญเติบโตจนสามารถผสมพันธุ์ และวางไข่ได้ ภายในรังหรือหมู่ของปลวกมีพญาปลวกที่ทำหน้าที่สืบพันธุ์ภายในรัง บางครั้งก็สามารถผลิตปลวกที่ช่วยทำหน้าที่ในการสืบพันธุ์ อีกทั้งปลวกที่สืบพันธุ์ได้ที่มีอายุ 3 ปีจะทำหน้าที่กระจายพันธุ์และจัดตั้งรังใหม่ได้ปีละ 1-2 ครั้ง โดยการออกไปผสมพันธุ์กันภายนอกรังเดิม ปลวกพวกนี้ถูกเรียกว่าแมลงเม่า (elates) ซึ่งมีปีกและบินได้ เมื่อถึงฤดูผสมพันธุ์ในช่วงต้นฤดูฝนหลังฝนตกใหม่ ๆ แมลงเม่าจะพากันบินออกมาจากรังมารวมหมู่ เพื่อเลือกคู่ครองพอจับคู่กันได้ ก็ชักชวนกันไปหาที่อยู่ สกัดปีกทิ้งและผสมพันธุ์กันแล้วมุดลงสู่พื้นดิน หลังจากนั้นแมลงเม่าสองตัวจะเปลี่ยนสภาพเป็นราชาและราชินีปลวก ราชินีปลวกเริ่มต้นการวางไข่อย่างต่อเนื่องทันทีหลังการผสมพันธุ์ โดยมีราชาคอยผสมพันธุ์เป็นระยะ ราชินีปลวกในระยะนี้จะกลายเป็นนางพญาปลวก คอยทำหน้าที่วางไข่เพื่อสร้างประชากรปลวก เมื่อเวลาผ่านไปรูปร่างของนางพญาปลวกจะเปลี่ยนคือส่วนท้องจะขยายใหญ่ขึ้น เมื่อนางพญาปลวกมีอายุ 10 ปีขึ้นไป จะมีรูปร่างคล้ายหนอนตัวใหญ่และเคลื่อนไหวไม่ได้ นางพญาปลวกสามารถวางไข่ได้ประมาณ 14 ฟอง ในทุก 3 วินาที วันเว้นวันเช่นนี้เรื่อย ๆ

ปลวกคู่แรกที่ทำหน้าที่เป็นราชินีและราชาของรังบางตัว มีอายุถึง 25 ปี และวางไข่ได้มากถึงวันละ 30,000 ฟอง ขณะที่ไข่เจริญเป็นตัวอ่อนและตัวแก่ภายใน 30-50 วัน ปลวกราชินีจะเป็นตัวควบคุมตัวอ่อนให้มีบทบาทที่ต่างกัน คือ เป็นปลวกงานหรือปลวกทหาร เป็นตัวผู้หรือตัวเมีย

ปลวกเป็นแมลงที่สามารถทำลายวัสดุที่ทำด้วยไม้และฝ้าย เนื่องจากปลวกมีอายุยาวถึง 25 ปีจึงทำให้ปลวกมีการแพร่พันธุ์ได้ดี และมีจำนวนมากซึ่งเป็นปัญหาใหญ่ยากที่จะกำจัดให้หมดไปได้โดยง่าย วิธีการที่ทำได้ คือการป้องกันไม่ให้ปลวกก่อความเสียหายได้ ถ้าปลวกได้สัมผัสสารพิษจะถ่ายทอดสารพิษติดต่อกัน จะทำให้ปลวกตายทั้งหมดได้ เนื่องจากปลวกจะสื่อสารกันโดยสัมผัสกันตลอดเวลา การป้องกันกำจัดปลวกที่ก่อความเสียหายแก่อาคารบ้านเรือน นอกจากการออกแบบอาคารให้พื้นบ้านสูงจากพื้นดินประมาณ 50 เซนติเมตร เลือกสถานที่และเลือกใช้วัสดุก่อสร้างที่คุณภาพดี เช่น ไม้เนื้อแข็ง ซึ่งวิธีการกำจัดปลวกด้วยวิธีการง่าย ๆ เพื่อเป็นการประหยัดค่าใช้จ่าย มีดังนี้ (วิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อม, กระทรวง. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย จดหมายข่าว วท., 2543)

1. ระหว่างการก่อสร้าง ให้ทำความสะอาดพื้นที่ที่ปลูกสร้างให้ปราศจากอาหารของปลวก เช่น เศษไม้ ตอไม้ พร้อมทั้งทำลายรังปลวกทั้งตามพื้นดินและบนต้นไม้ แล้วจึงราดด้วยน้ำยากำจัดปลวก

2. ราดน้ำยาป้องกันกำจัดปลวกบนผิวดินในพื้นที่ที่จะปลูกสร้างอาคาร ตามอัตราที่กำหนดไว้ตามฉลาก ก่อนจะเทพื้นคอนกรีตฐานรากอาคาร ควรราดน้ำยาพื้นออกรอบนอกตัวอาคารอีก 1 เมตร

3. โครงสร้างของอาคารที่ทำด้วยไม้ ต้องทาหรืออบน้ำยาที่รักษาเนื้อไม้ให้ทั่ว

4. สำรวจความเสียหายของอาคารบ้านเรือน ถ้าเป็นปลวกอาศัยใต้ดิน ให้สังเกตท่อน้ำดินและพยายามทำลายให้หมดอย่าให้ขึ้นสู่อาคาร เช่น บริเวณโคนเสาหรือต่อระหว่างคอนกรีตกับไม้ หาตัวปลวกมาคลุกสารเคมีหรือฟอสฟอรัสเคมี แล้วปล่อยลงในท่อน้ำดินตามเดิม โดยที่ปลวกชอบเลียสัมผัสกันหรือกินซากปลวกที่ตาย ทำให้สามารถกำจัดปลวกได้ทั้งรัง ถ้าเป็นปลวกไม้แห้ง ใช้สว่านไฟฟ้าเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร ลึก 3 ใน 4 ของความหนาของไม้ที่ปลวกทำลาย แต่รูห่างกัน 50-60 เซนติเมตร ฟอสฟอรัสเคมีเข้าไปในรูแล้วอุดรูด้วยไม้เนื้ออ่อนทิ้งไว้ 7 วัน ทำซ้ำกันหลาย ๆ ครั้ง หรือนำไม้ที่มีปลวกมาเผาทิ้ง

5. ถ้าเป็นอาคารสร้างติดพื้นดิน ป้องกันปลวกจากภายนอกเข้าสู่ภายในอาคารด้วยการทำแนวป้องกันรอบอาคาร โดยการขุดคูเล็กขนาดกว้าง 20 เซนติเมตร ลึก 30 เซนติเมตร รอบอาคาร แล้วราดน้ำยาเคมีป้องกันปลวกลงในคูที่ขุดให้ทั่ว พร้อมทั้งคลุกเคล้าดินไปด้วย

ดังนั้น การก่อสร้างอาคารบ้านเรือน ควรคำนึงถึงปัญหาปลวกที่เกิดขึ้น การป้องกัน กำจัดในขั้นต้น คือระยะการก่อสร้างอาคาร เพราะนอกจากจะทำได้ง่ายและประหยัดค่าใช้จ่ายแล้วยังป้องกันความเสียหายจากปลวกที่จะเกิดขึ้นภายหลัง และยากต่อการแก้ปัญหาให้หมดไป ในเวลาที่รวดเร็วด้วย แต่สารเคมีที่ใช้กำจัดก็ต้องระวังความเป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม ในการวิจัยครั้งนี้ได้ผลิตน้ำส้มควันไม้ทำการกำจัดปลวกทหาร ซึ่งมีสารที่ใช้ทำให้ปลวกทหารตาย ปนอยู่ในน้ำส้มควันไม้ และแต่ละชนิดมีปริมาณความเข้มข้นไม่สูงมากที่จะทำให้ลายสิ่งแวดล้อม ได้มากเท่ากับสารเคมี ถ้าปลวกทหารตาย ปลวกงานก็คงตาย เนื่องจากเกิดมาจากตัวอ่อนที่อยู่ในแหล่งเดียวกัน อีกทั้งลำตัวของปลวกงานซึ่งนุ่มจะไม่ทนทานกับน้ำส้มควันไม้

เพลี้ย

เพลี้ยมีหลายชนิด เช่นเพลี้ยไฟ เพลี้ยอ่อน เพลี้ยจักจั่น เพลี้ยกระโดด เพลี้ยแป้งและเพลี้ยหอย เพลี้ยทุกชนิดก่อให้เกิดความเสียหายต่อพืชไร่และพืชสวนของเกษตรกร ในหัวข้อนี้จะอธิบายลักษณะทั่วไปของเพลี้ยแป้ง (mealy bug) และการเข้าทำลายพืชของเพลี้ยแป้ง

ลักษณะทั่วไปของเพลี้ยแป้ง

เพลี้ยแป้งอยู่ในวงศ์ Pseudococcidae ตัวเต็มวัยเพศผู้พบน้อยในธรรมชาติ ตัวเต็มวัยเพศเมียจะผลิตไขแป้ง (mealy wax) สีขาวปกคลุมลำตัว มีรูปร่างยาวรี รูปไข่หรือกลม ด้านข้างประกอบด้วยไขแป้ง (mealy wax) มีลักษณะยาวเป็นเส้นเรียงกันโดยรอบ ขนาดของไขแป้งจะค่อย ๆ ยาวขึ้นจากด้านหัวไปด้านท้ายของลำตัว ไขแป้งที่ด้านท้ายสุดมักจะยาวสุด บางชนิดยาวเท่ากับความยาวของลำตัว ลักษณะของไขแป้งที่ปกคลุมลำตัวของเพลี้ยแป้งแต่ละชนิด มีความแตกต่างกัน เช่นมีลักษณะเป็นแถบยาวหรือเป็นแผ่นอัดแน่น ไขแป้งบางชนิดจะมีสีเหลือง

การเจริญเติบโตของตัวอ่อนของเพลี้ยแป้งจนเป็นตัวเต็มวัย จะใช้วิธีการลอกคราบ เพศเมียลอกคราบ 3 ครั้ง เพศผู้จะลอกคราบ 4 ครั้ง เมื่อเพลี้ยแป้งฟักออกจากไข่จะเป็นตัวอ่อนวัยที่หนึ่ง มักมีจำนวนปล้องหนวดน้อยกว่าตัวเต็มวัย เมื่อตัวอ่อนวัยที่หนึ่งลอกคราบ จะเกิดรอยแตกบริเวณกลางส่วนหัวและอกด้านบน ได้เป็นตัวอ่อนวัยที่สอง เมื่อตัวอ่อนเพศเมียวัยที่

ถ้าเป็นตัวอ่อนเพศผู้ของเพลี้ยแป้ง ช่วงปลายของระยะตัวอ่อนวัยที่สอง จะเริ่มสร้างรังใหม่ซึ่งเป็นปุยคล้ายสำลีปกคลุมลำตัว ตัวอ่อนวัยที่สองจะลอกคราบ โดยคราบของตัวอ่อนวัยที่สองจะถูกดันออกมาทางส่วนท้ายของรังใหม่ ได้เป็นตัวอ่อนวัยที่สาม ซึ่งมีขนาดเล็กและรูปร่างยาวกว่าเพศเมียวัยที่สาม ตัวอ่อนเพศผู้วัยที่สามจะเริ่มมีปีกและมีจำนวนปล้องหนวดเพิ่มขึ้น เมื่อตัวอ่อนวัยที่สามลอกคราบเป็นตัวอ่อนวัยที่สี่ คราบของตัวอ่อนวัยที่สามจะถูกดันออกมาตามรอยแตกทางส่วนท้ายของรังใหม่ ตัวอ่อนเพศผู้วัยที่สี่จะอยู่ในรังใหม่ ตัวอ่อนวัยนี้ปีกมีความยาวมากขึ้น จำนวนปล้องหนวดเพิ่มขึ้น มักมีจำนวนปล้องหนวดเท่ากับตัวเต็มวัย ตัวอ่อนเพศผู้วัยที่สี่จะลอกคราบ โดยคราบของตัวอ่อนจะถูกดันออกมาตามรอยแตกทางส่วนท้ายของรังใหม่ เมื่อลอกคราบครั้งที่สี่แล้วจะเป็นเพศผู้วัยที่ห้าคือตัวเต็มวัยซึ่งมี 3 แบบคือมีปีกยาว ปีกสั้นและไม่มีปีก (บุปผา เหล่าสินชัยและชลิดา อุณหวุฒิ, 2543 หน้า 12)

ลักษณะในธรรมชาติของเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell)

บุปผา เหล่าสินชัย และ ชลิดา อุณหวุฒิ (2543, หน้า 13) รายงานว่าตัวเต็มวัยเพศเมียของเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) มีรูปร่างเป็นรูปไข่ค่อนข้างยาว ขนาดลำตัวยาว 4.2-5.0 มิลลิเมตร มีหนวด 6 ปล้อง ส่วนท้องทางปลายจะแคบกว่าส่วนหัว ลำตัวมีไข่แป้งบางสีขาวปกคลุมและมีแถบสีดำ 1 คู่ที่บริเวณกลางลำตัว ด้านท้ายลำตัวมีไข่แป้งเป็นเส้นยาวสีขาว มีความยาวประมาณครึ่งหนึ่งของความยาวของลำตัว ด้านข้างเรียบไม่มีเส้นไข่แป้ง ขาวเรียบ เพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) มีการขยายพันธุ์โดยการออกลูกเป็นตัวอ่อน ถ้าออกลูกเป็นเพศเมีย ระยะตัวอ่อนมีค่าเฉลี่ย 38.12 วัน ตัวอ่อนจะลอกคราบ 3-4 ครั้ง จึงเป็นตัวเต็มวัย ถ้าออกลูกเป็นเพศผู้ ระยะตัวอ่อนมีค่า 14-23 วัน ตัวเต็มวัยมีปีก 1 คู่ ส่วนเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ที่ขยายพันธุ์โดยการออกลูกเป็นไข่ ตัวอ่อนจะอยู่ในถุงหุ้มไข่ 6.21 วันจึงฟักเป็นตัวอ่อน ถุงหุ้มไข่ 1 ถุงมีไข่ 34-567 ฟอง ถ้าออกไข่เป็นเพศเมียระยะตัวอ่อนมีค่าเฉลี่ย 37.57 วัน ตัวอ่อนลอกคราบ 3-4 ครั้งจึงเป็นตัวเต็มวัย อายุของตัวเต็มวัยมีค่าเฉลี่ย 18.53 วัน ถ้าออกไข่เป็นเพศผู้ ระยะตัวอ่อนมีค่าเฉลี่ย 14-15 วัน ตัวเต็มวัยมีปีก 1 คู่ รูปที่ 2.7 แสดงรูปร่างเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell)



รูปที่ 2.7 เพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell)

ที่มา : (Osborne, L., 2008)

ลักษณะการเข้าทำลายพืชของเพลี้ยแป้ง และการระบาดของเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell)

เพลี้ยแป้งจะอยู่รวมกันเป็นกลุ่ม และอาศัยดูดกินน้ำเลี้ยงจากกิ่ง ใบ ช่อดอก ผลอ่อน ผลแก่ของพืช ถ้ามีเพลี้ยแป้งเป็นจำนวนมาก จะทำให้ผลผลิตของเกษตรกรมีการพัฒนาช้าและแคระแกรน เพลี้ยแป้งเป็นศัตรูพืชที่มีความทนทาน อาศัยอยู่ตามพื้นดิน สามารถเคลื่อนย้ายตัวเองได้ โดยอาศัยลมเป็นตัวพาหะที่ทำให้เพลี้ยแป้งเคลื่อนที่ไปตามส่วนต่าง ๆ ของพืชเพื่อกินน้ำเลี้ยงของต้นพืช ในระยะที่ไม่มีพืชเป็นอาหารหลัก เพลี้ยแป้งจะอาศัยอยู่ใต้ดินตามรากพืช เช่นรากหญ้าเหี่ยวห่ม โดยมีมดซึ่งอาศัยกินสิ่งขับถ่ายของเพลี้ยแป้งเป็นพาหนะนำไปเช่นกัน ถ้ามีเพลี้ยแป้งปรากฏที่ผลไม้ที่เกษตรกรปลูกเพื่อจำหน่าย จะทำให้ราคาผลผลิตต่ำ เพราะเพลี้ยแป้งจะขับน้ำหวานไว้บนใบและผล เป็นเหตุให้ราดำเข้าทำลาย ผลจะมีสีดำ ถ้ามีราดำเจริญเติบโตที่ผลไม้เป็นจำนวนมากจะเป็นการลดมูลค่าทางการขาย การระบาดของเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) มีทั่วไปในแหล่งที่มีการปลูกพืช เช่นผลเงาะ มะม่วง น้อยหน่าและมะขามเทศ ใบผลกากรองและกุน ใบกิ่งผลของส้มเขียวหวาน กระถิน มะยม ขนุน ฝรั่ง มะเขือยาวและพริกไทย ฝรั่ง ใบและกิ่งของมะม่วงหิมพานต์ แคนตาลูป ปะปี้หลัง โกสน เทียนทอง พุดซ้อนและส้มโอ ใบกิ่งและดอกของปัดเดเวีย และมีการกระจายของเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ในพื้นที่เพาะปลูกตามจังหวัดต่าง ๆ เช่นนนทบุรี กรุงเทพฯ ฯ ปทุมธานี นครปฐม ราชบุรี สุพรรณบุรี กาญจนบุรี ฉะเชิงเทรา ปราจีนบุรี สระบุรี ลพบุรี นครราชสีมา และนครสวรรค์

จากปัญหาการเข้าทำลายพืชผักผลไม้ของเพลี้ยแป้งดังกล่าว จึงต้องมีการควบคุมหรือการจำกัดเพลี้ยให้ลดน้อยลง ในการวิจัยครั้งนี้จึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำน้ำส้มควันไม้

วิธีการกำจัดแมลง

วิธีการกำจัดแมลงโดยใช้สารฆ่าแมลงทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์และความเหมาะสมของการทดสอบด้วยว่าต้องการทดสอบแมลงชนิดใด มีวิธีการดังนี้ [(สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537, หน้า 14) และ (วรรณพร พะเยาว์ และ สรียะ สิงห์โตทอง 2548, หน้า 18-19)]

1. วิธีการหยดสารลงบนแมลงศัตรูพืช วิธีนี้ทำได้โดยการหยดสารฆ่าแมลงที่ทราบความเข้มข้นและปริมาณที่แน่นอนลงบนตัวแมลง การหยดจะนิยมหยดลงที่ส่วนหลังของแมลง เพราะแมลงไม่สามารถสะบัดสารฆ่าแมลงหลุดออกจากตัวได้ หลังจากนั้นตรวจดูปริมาณแมลงที่ตายในเวลากำหนด วิธีนี้ทำให้ทราบปริมาณของสารเคมีที่แมลงได้รับผ่านทางผิวหนัง
2. การจุ่มแมลงลงในสารเคมีที่ทดสอบ เป็นการนำแมลงมาแช่ในสารฆ่าแมลงที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน แล้วดูการตายที่เกิดขึ้น วิธีนี้ใช้กับแมลงที่ไม่สามารถใช้กับวิธีการในข้อที่ 1 ได้ เช่น หนอนแมลงวันที่มีผิวหนังมาก ซึ่งสารฆ่าแมลงไม่สามารถติดผิวหนังนอนได้ หรือแมลงที่อาศัยอยู่ในน้ำ เช่น ปลาหรือลูกน้ำยุง
3. การให้แมลงศัตรูพืชสัมผัสกับพิษตกค้างของสาร เป็นการผสมสารฆ่าแมลงกับสารละลายที่ระเหยง่าย ฉาบไว้ในภาชนะแล้วทิ้งไว้ให้แห้ง นำแมลงศัตรูพืชที่ต้องการทดสอบไปลงในภาชนะนั้น
4. การจุ่มใบพืช เป็นการทดสอบโดยการจุ่มใบไม้ในสารฆ่าแมลงในเวลาที่กำหนดและนำขึ้นมาทิ้งไว้ให้แห้ง และนำแมลงพวกปากดูดหรือไรแดงวางลงบนใบไม้ นั้น
5. การให้แมลงศัตรูพืชกินอาหาร เป็นวิธีการใส่สารฆ่าแมลงในอาหาร และนำไปทดสอบกับแมลงศัตรูพืช ซึ่งจะต้องกะปริมาณอาหารที่ผสมสารฆ่าแมลงให้พอเหมาะกับความต้องการของแมลง เพราะวิธีนี้แมลงจะต้องกินอาหารที่ผสมสารฆ่าแมลงจนหมด เพื่อจะได้ทราบถึงปริมาณที่แน่นอนของสารฆ่าแมลงที่แมลงนั้น ได้รับเข้าสู่ร่างกาย

6. การฉีดเข้าสู่ร่างกาย เป็นวิธีที่ฉีดสารเคมีเข้าไปภายในช่องว่างของลำตัวของแมลง ส่วนมากจะฉีดเข้าตรงส่วนท้องหรือบริเวณข้อต่อของแมลง

ในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ในความเข้มข้นที่กำหนด ไปยังร่างกายของปลวกทหารและเพี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell)

กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลง

กลไกการออกฤทธิ์ (mode of action) ของสารฆ่าแมลง หมายถึงวิถีทางซึ่งสารฆ่าแมลงเป็นสาเหตุให้แมลงหรือสิ่งมีชีวิตอื่นตาย การที่จะสรุปได้ว่าแมลงหรือสิ่งมีชีวิตถูกทำให้ตายได้อย่างไรทำได้ค่อนข้างยาก เนื่องจากกระบวนการทางชีวเคมีในการดำรงชีพของสิ่งมีชีวิตมีความซับซ้อน การตายอาจเนื่องมาจากปรากฏการณ์ ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผิดปกติหรือเสียไปของกระบวนการมากกว่าหนึ่งอย่าง ซึ่งการจะรู้กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต้องรู้วิธีการผ่านของสารฆ่าแมลงเข้าสู่ลำตัวแมลงก่อน (สุภาณี พิมพ์สมาน, 2537, หน้า 61)

สารฆ่าแมลงผ่านเข้าลำตัวแมลงได้ 3 วิถีทาง คือ

1. การแทรกซึมผ่านผิวหนังที่ผนังลำตัวของแมลง อัตราการแพร่ผ่านนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่นสภาพมีขั้ว (polarity) ของสารฆ่าแมลง และสมบัติของผิวหนังของแมลง โครงสร้างของผิวหนังของแมลงจะประกอบด้วยไขมัน โปรตีน รวมทั้งมีเปลือกหุ้มลำตัวบาง ๆ แมลงแต่ละชนิดมีชั้นไขมันซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีแตกต่างกัน และเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้แมลงมีความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงแตกต่างกัน

2. การผ่านเข้าทางช่องหายใจเข้าสู่ระบบท่อหายใจของแมลง

สารฆ่าแมลงที่แทรกซึมผ่านผิวหนังที่ผนังลำตัวของแมลง หรือผ่านทางช่องหายใจเข้าไปในตัวแมลง แล้วจะเข้าสู่อวัยวะหรือตำแหน่งเป้าหมายในการออกฤทธิ์ หรือไปสะสมในอวัยวะหรือเนื้อเยื่อต่าง ๆ และอาจมีเมแทบอลิซึมหรือการขับถ่ายออกจากร่างกาย

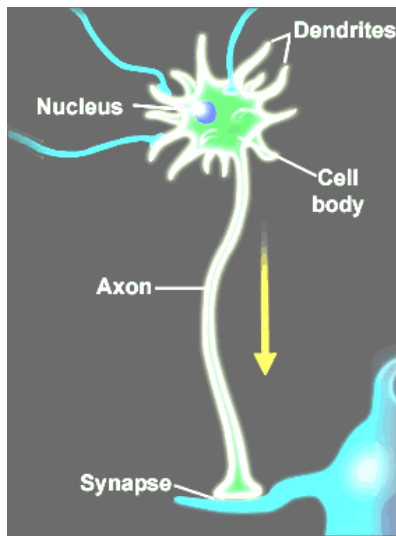
3. การผ่านทางปากเข้าสู่ทางเดินอาหาร ในกรณีนี้สารฆ่าแมลงมักถูกกลืนปนกับอาหาร จากนั้นจึงแพร่ผ่านผนังทางเดินอาหารเข้าสู่ตำแหน่งเป้าหมายในการออกฤทธิ์

สารฆ่าแมลงจะก่อให้เกิดผลเสียหรือออกฤทธิ์เป็นพิษต่อแมลงได้เมื่อสารฆ่าแมลงสามารถกระจายเข้าสู่หรือจับตัวกับตัวรับที่มีอยู่ในระบบชีวภาพได้ ตัวรับอาจเป็นโมเลกุลจำเพาะหรืออาจเป็นเพียงส่วนหนึ่งของโมเลกุล โดยสารฆ่าแมลงจะต้องมีปริมาณหรือความเข้มข้นสูงพอและจับตัวกับตัวรับในเวลานานพออีกด้วย

กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงมีทั้งผลต่อระบบประสาทของแมลง การเจริญเติบโตและการพัฒนาการของแมลง และต่อระบบการหายใจ ดังนี้

1. กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบประสาท

ระบบประสาทของแมลง มีหน้าที่ควบคุมและประสานงานการทำงานของร่างกาย ในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสิ่งแวดล้อมภายในและภายนอกในร่างกาย นอกจากนั้นระบบประสาทยังทำงานร่วมกับระบบต่อมไร้ท่อ เพื่อควบคุมและประสานการทำงานของระบบในร่างกาย ระบบประสาทมีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อน แบ่งเป็น 2 ระบบ คือระบบประสาทกลางและระบบประสาทรอบนอก เซลล์ประสาทเป็นเซลล์ที่มีสมบัติไวมากต่อสิ่งเร้าและมีความสามารถในการส่งผ่านกระแสความรู้สึกหรือคำสั่ง โครงสร้างของเซลล์ประสาทประกอบด้วยตัวเซลล์และแขนงของเซลล์ ได้แก่ เดนไดรต์ (dendrite) และแอกซอน (axon) เดนไดรต์หรือใยประสาทนำเข้าทำหน้าที่รับคำสั่งผ่านเข้าสู่เซลล์ และแอกซอนหรือเรียกว่าแกนประสาทนำออกเป็นเส้นใยของเซลล์ประสาทที่มีลักษณะเรียวยาว แอกซอนทำหน้าที่นำคำสั่งออกจากเซลล์ประสาทเพื่อสื่อสารกับเซลล์ประสาทเซลล์อื่น หรือไปยังอวัยวะสำแดงผลซึ่งเป็นหน่วยปฏิบัติงาน เช่น กล้ามเนื้อหรือต่อมต่าง ๆ แอกซอนเป็นเส้นใยที่ใช้ลำเลียงข้อมูลข่าวสารของระบบประสาท เมื่อแอกซอนหลายเส้นรวมกันเป็นมัดจะถูกเรียกว่าเส้นประสาท (nerve) การส่งผ่านคำสั่งมี 2 ขั้นคือ ขั้นแรกเป็นการส่งผ่านภายในเซลล์ไปตามสายแอกซอนในลักษณะคลื่น ขั้นที่สองเป็นการส่งผ่านรอยต่อระหว่างเซลล์ประสาทด้วยกันหรือรอยต่อของเซลล์ประสาทกับเซลล์ของหน่วยปฏิบัติงาน รอยต่อนี้เรียกว่าไซแนปส์ (synapse) รูปที่ 2.8 ประกอบ



รูปที่ 2.8 โครงสร้างของเซลล์ประสาท

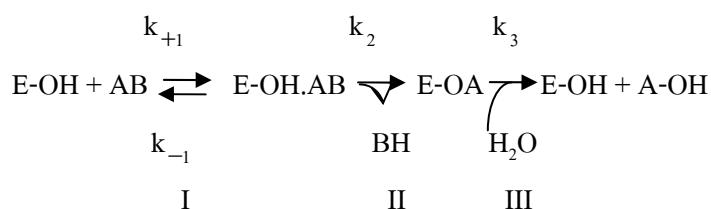
ที่มา : (BLOGGANG, 2550)

ลำดับขั้นตอนการเกิดพิษของสารฆ่าแมลงต่อระบบประสาท มีดังนี้

1. โดยทั่วไปสารฆ่าแมลงเป็นโมเลกุลของสารอินทรีย์ขนาดเล็กจะทำปฏิกิริยากับสารเป้าหมาย เช่น เอนไซม์ (enzyme) กรดนิวคลีอิก (nucleic acid) สารสื่อประสาท (neurotransmitter) โปรตีน (protein) คาร์โบไฮเดรต (carbohydrate) หรือไขมันบางชนิด ซึ่งโมเลกุลเหล่านี้มักเกี่ยวข้องกับกระบวนการทางชีวเคมีในการดำรงชีวิตที่สำคัญ
2. การทำปฏิกิริยาของสารฆ่าแมลงกับสารเป้าหมาย ทำให้เกิดความผิดปกติต่อเนื่องไปยังโครงสร้างภายในของเซลล์ เซลล์ประสาท โครงข่ายของเซลล์ประสาทและระบบประสาท ในขั้นนี้แมลงอาจจะมีพฤติกรรมที่เปลี่ยนแปลงและอาจตายในที่สุด

การจำแนกกลุ่มของสารฆ่าแมลงตามกลุ่มการออกฤทธิ์ต่อระบบประสาทมีดังนี้

1. สารฆ่าแมลงกลุ่มออร์แกโนฟอสฟอรัส (organophosphorus) และคาร์บาเมตจะเกิดปฏิกิริยา โดยมีเอนไซม์แอซีทิลโคลีนเอสเตอเรส (acetylcholinesterase) เป็นตัวเร่งปฏิกิริยาต่อไป



เมื่อ I เป็นปฏิกิริยาที่เกิดผันกลับได้, II และ III คือปฏิกิริยาที่เกิดฟอสฟอริเลเทตเอนไซม์ (phosphorylated enzyme) หรือคาร์บามิเลเทตเอนไซม์ (carbamylated enzyme) และเกิดเอนไซม์รวมกับกรดแอซิดตามลำดับ, E-OH คือโมเลกุลเอนไซม์, AB คือโมเลกุลสารฆ่าแมลง, E-OH.AB คือสารเชิงซ้อน, E-OA คือ ฟอสฟอริเลเทตเอนไซม์ หรือคาร์บามิเลเทตเอนไซม์ และ A-OH คือกรดแอซิด

เมื่อมีสารฆ่าแมลง ปฏิกิริยาในขั้น III เกิดช้ามาก แอซีทิลโคลีนเอสเทอร์สไม่สามารถกลับคืนสู่สภาพเดิม สารฆ่าแมลงจะยับยั้งการทำงานของแอซีทิลโคลีนเอสเทอร์ส เอนไซม์แอซีทิลโคลีนเอสเทอร์สมีหน้าที่ทำลายแอซีทิลโคลีน เพื่อทำให้การส่งผ่านความรู้สึกหรือการส่งผ่านคำสั่งภายในเซลล์ประสาททำหน้าที่เป็นปกติ การยับยั้งการทำงานของเอนไซม์แอซีทิลโคลีนเอสเทอร์ส ทำให้มีแอซีทิลโคลีนสะสมมาก แมลงจะมีการผิดปกติและชักตายในที่สุด แอซีทิลโคลีนเป็นสารซึ่งหลั่งออกมาจากปลายของใยประสาทบริเวณไซแนปส์ สารนี้ช่วยให้กระแสประสาทผ่านจากเซลล์ประสาทหนึ่งไปสู่อีกเซลล์หนึ่งได้ บางครั้งเรียกสารนี้ว่า สารสื่อประสาท

2. ถึงแม้ดีดีทีและสารฆ่าแมลงที่มีสูตรโครงสร้างคล้ายดีดีที จะเป็นสารที่ใช้มานานแล้ว แต่กลไกการฆ่าแมลงยังสรุปได้ไม่แน่นอน แต่มีข้อสันนิษฐานว่าได้เกิดการทำลายการยึดเหนี่ยวของแคลเซียมไอออน ในระบบประสาทรอบนอกและกล้ามเนื้อ ระบบการหยุดไหลของโซเดียมไอออนและระบบการเริ่มไหลออกของโพแทสเซียมไอออน เมื่อดีดีทีระบบการทำงานของเอนไซม์ ซึ่งอยู่ที่เยื่อเซลล์และอยู่ที่ไมโทคอนเดรีย (mitochondria) จะทำให้กลไกการเคลื่อนย้ายของไอออนผิดปกติและการไหลของโซเดียมไอออนนานขึ้น

3. ไพรีทรินและไพรีทรอยด์สังเคราะห์ สารฆ่าแมลงกลุ่มนี้แสดงพิษทั้งในการทำให้แมลงล้ม การไล่แมลง และการยับยั้งการกินอาหารของแมลง จากการทดลองโดยใช้สารออกฤทธิ์ชนิดไพรีทริน II พบว่าการทำให้แมลงล้ม เกี่ยวข้องกับโครงสร้างส่วนที่มีขั้วในโมเลกุล ซึ่งเกี่ยวข้องกับการผ่านของสารฆ่าแมลงเข้าในลำตัวแมลง หรือการเคลื่อนย้ายของ

4. สารฆ่าแมลงบางชนิดออกฤทธิ์โดยการรวมตัวกับตัวรับแอซีทิลโคลีน การออกฤทธิ์นี้จำเป็นอย่างยิ่งที่สารฆ่าแมลงจะต้องมีโครงสร้างโมเลกุลที่คล้ายคลึงกับโมเลกุลของแอซีทิลโคลีนอย่างมาก สารฆ่าแมลงที่ออกฤทธิ์ในลักษณะนี้ได้แก่ สารฆ่าแมลงจากพืช เช่น นิโคติน นิโคตินออกฤทธิ์โดยการเลียนแบบแอซีทิลโคลีน โดยการรวมกับตัวรับแอซีทิลโคลีนที่รอยต่อระหว่างเซลล์ประสาทกับกล้ามเนื้อ เมื่อนิโคตินแทรกเข้าไปยังบริเวณไซแนปส์แล้วจะเปลี่ยนรูปที่มีประจุบวกอยู่ที่อะตอมไนโตรเจน และมีปฏิกิริยากับตัวรับแอซีทิลโคลีนเหมือนกับปฏิกิริยาระหว่างแอซีทิลโคลีนและตัวรับแอซีทิลโคลีน แมลงที่ได้รับนิโคตินจะแสดงอาการสั่นชัก เป็นอัมพาต และตายภายในเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง

2. กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงซึ่งมีผลต่อการเจริญเติบโตของแมลง

สารฆ่าแมลงที่มีกลไกการออกฤทธิ์ โดยมีผลรบกวนการเปลี่ยนรูปร่าง หรือการเจริญเติบโตและการพัฒนาการของแมลงมีชื่อเรียกโดยรวมว่าสารควบคุมการเติบโตของแมลง ซึ่งแบ่งได้ 2 กลุ่ม ตามความแตกต่างของกลไกการออกฤทธิ์ ดังนี้

1. กลุ่มเบนโซอิลเฟนิลยูเรีย (benzoylphenyl urea) เป็นสารที่เคยใช้กำจัดวัชพืช มีผลต่อการลดอัตราการดำรงชีวิตของแมลงที่กำลังมีพัฒนาการเติบโต และการสร้างผนังลำตัวโดยยับยั้งการสร้างไคติน (chitin) รายละเอียดของกลไกการออกฤทธิ์ยังไม่สามารถสรุปได้แน่นอน แมลงที่ได้รับสารในกลุ่มเบนโซอิลเฟนิลยูเรียแล้วจะยังไม่ตาย จนกว่าจะมีการลอกคราบ หรือถ้าตัวอ่อนของแมลงได้รับสารในปริมาณต่ำ แมลงจะลอกคราบต่อแต่จะไม่กินอาหาร ซึ่งอาจจะพัฒนาเป็นตัวเต็มวัยได้แต่อาจจะไม่สมบูรณ์หรือเป็นหมัน

2. สารที่คล้ายงูวิโนลส์ฮอร์โมนหรือสารยับยั้งการสร้างงูวิโนลส์ฮอร์โมน ซึ่งมีผลเสียต่อสมดุลของฮอร์โมนของแมลง ทำให้รูปร่างของแมลงมีการเปลี่ยนแปลงที่ผิดปกติและความผิดปกติของกระบวนการพัฒนาของตัวอ่อนรวมทั้งการวางไข่

3. กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงซึ่งมีผลต่อระบบการหายใจของแมลง

สิ่งมีชีวิตได้พลังงานจากกระบวนการหายใจ โดยการเปลี่ยนโมเลกุลของสารอินทรีย์ซึ่งได้จากอาหารให้เป็นพลังงาน พลังงานที่ได้จากกระบวนการหายใจนี้จะถูกนำไปใช้ในกระบวนการทางชีวเคมีต่าง ๆ

กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงต่อระบบการหายใจ ส่วนใหญ่เกิดจากการมีผลกระทบหรือยับยั้งการทำงานของเอนไซม์เฉพาะชนิด ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางเคมีของสารฆ่าแมลงแต่ละชนิดเป็นประเด็นสำคัญ จึงแบ่งสารฆ่าแมลงประเภทนี้ออกได้ 2 กลุ่ม ดังนี้

1. โรทีโนน ไซยาไนด์ (cyanide, CN) และฟอสฟีน (phosphine) จะออกฤทธิ์โดยการยับยั้งกระบวนการหายใจในขั้นการผ่านอิเล็กตรอนในลูกโซ่การหายใจ โดยไซยาไนด์จะจับกับเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ออกซิเจนไม่สามารถรวมกับอิเล็กตรอนในไมโทคอนเดรีย ทำให้การหายใจของเซลล์ถูกยับยั้ง เซลล์จึงขาดออกซิเจนและเซลล์ตาย

2. สารหนูจะออกฤทธิ์ โดยการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์เอทีพี (ATP, adenosine triphosphate) เอทีพีเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญในเซลล์ นั่นคือไอออนของสารหนูจะเข้าไปรวมในปฏิกิริยาสังเคราะห์เอทีพี

กลไกการออกฤทธิ์ของสารฆ่าแมลงบางชนิดจึงไม่เหมือนกัน ในการวิจัยครั้งนี้จะทำการตรวจสอบว่าปลวกทหารและเพลี้ยแป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) จะมีอาการเสียชีวิตแบบใด

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. พวงชมพู ลุนจักร (2549) ได้ทดลองใช้น้ำส้มควันไม้ควบคุมไข่ ตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงวันบ้าน เพื่อศึกษาผลการใช้สารน้ำส้มควันไม้ต่อการควบคุมไข่ ตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงวันบ้าน โดยใช้อัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำโดยปริมาตรดังนี้ 0:200, 1:200, 5:200, 10:200, 15:200, 20:200, 25:200 และ 30:200 อย่างละ 2 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีไข่แมลงวัน 20 ตัว ใช้สารละลายดังกล่าว 4 มิลลิลิตร ใส่ไปในจานเลี้ยงเชื้อที่มีตัวอ่อนแมลงวัน 20 ตัว และใช้สารละลายดังกล่าว 4 มิลลิลิตร ใส่ไปในจานเลี้ยงเชื้อที่มีดักแด้แมลงวัน 20 ตัว ทั้งหมดทำ 3 ซ้ำ

ผลการทดลอง

1. อัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 10:200, 15:200, 20:200, 25:200 และ 30:200 โดยปริมาตร ทำให้ไข่แมลงวันตายมากกว่าการใช้น้ำที่ปราศจากน้ำส้มควันไม้กับการใช้อัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 1:200 โดยปริมาตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ซึ่งอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 10:200 โดยปริมาตร เป็นความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถทำให้ไข่แมลงวันบ้านตาย 100 เปอร์เซ็นต์

2. การฆ่าตัวอ่อนของแมลงวันบ้านโดยน้ำส้มควันไม้ ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้ง 8 กลุ่มตัวอย่าง

3. อัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 30:200 โดยปริมาตร ทำให้ดักแด้แมลงวันบ้านตายมากกว่าอัตราส่วนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ข้อสรุป

1. จากผลการวิจัยในข้อหนึ่ง เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีสารเมทานอล ฟีนอล ฟอร์มัลดีไฮด์ และแอซีโทน ซึ่งสารทั้ง 4 ชนิดมีความเป็นพิษสูง ดังนั้น น้ำส้มควันไม้จะช่วยยับยั้งการฟักไข่ของแมลงวันในมูลสัตว์ เมื่อน้ำส้มควันไม้มีความเข้มข้นลดลง จะมีประสิทธิภาพลดลงในการควบคุมการฟักไข่ของแมลง

2. ผลการวิจัยข้อที่สอง เนื่องจากตัวอ่อนทุกตัวที่นำมาทดลองเป็นตัวอ่อนที่กินอาหารมาก่อน ตัวอ่อนจึงไม่กินน้ำส้มควันไม้ อยู่นิ่งๆ ไม่มีการเคลื่อนที่ และไม่มีการกินน้ำหรืออาหาร

3. ผลการวิจัยข้อที่สาม ความชื้นของน้ำส้มควันไม้จะทำให้ดักแด้แมลงวันฟ่อ เมื่อดักแด้ใกล้เป็นแมลงวัน ฝาดักแด้จะถูกดันออก ดักแด้แมลงวันจะสัมผัสกับน้ำส้มควันไม้ จึงไม่สามารถเจริญเติบโตได้

ข้อเสนอแนะ

ผู้วิจัยกล่าวว่าในแต่ละชนิดของไข่ ตัวอ่อนและดักแด้ของแมลงวัน เมื่อนำมา ทดลอง ควรมียาอายุใกล้เคียงกันมากที่สุด อีกทั้งไม่ควรผสมน้ำในน้ำส้มควันไม้ทิ้งไว้นานเกิน ควรผสมใหม่ทุกครั้ง เพื่อให้ น้ำส้มควันไม้มีประสิทธิภาพดีตลอด รวมทั้งระยะที่ดักแด้ กลายเป็นตัวเต็มวัย ถ้าอุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียสจะใช้เวลา 3-4 วัน แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำ ต้องทิ้งระยะเวลาให้นานกว่านี้ ซึ่งอาจจะถึง 26 วันก็ได้

2. ครุณี โชติษฐยางกูล, สนั่น จอกลอย และ โสภณ วงศ์แก้ว (2550) ได้ทำการทดลอง เพื่อศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ต่อผลผลิต และการเจริญเติบโตของถั่วลิสงพันธุ์เมล็ดโต ณ หมวคพืชไร่ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยมีอัตราส่วนน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำ โดยปริมาตรดังนี้ น้ำที่ปราศจากน้ำส้มควันไม้, 1:500, 1:300 และ 1:200

การทดลองมี 2 การทดลอง เป็นจำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

1. ในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน 2548 มีการปลูกเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในแปลงปลูกถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 และไม่มีการปลูกเชื้อราในแปลง ทำการราดน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:20 (450 ลิตรต่อไร่) โดยปริมาตร ในเวลา 3 วัน ก่อนปลูก และฉีดน้ำส้มควันไม้ทางใบทุก 15 วัน ตั้งแต่ 20 วันหลังออกจนถึง 15 วันก่อนการ เก็บเกี่ยว ใช้น้ำส้มควันไม้ทุก ๆ ความเข้มข้นในปริมาตร 100-170 ลิตรต่อไร่

2. ทำการทดลองซ้ำในสภาพการผลิตฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2548 โดยมีแผนการทดลองและวิธีการทดลองเช่นเดิม ยกเว้นใช้พันธุ์ถั่วลิสง 2 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ขอนแก่น 60-3 และพันธุ์มข. 60 และปลูกเชื้อ *Aspergillus flavus* ในทุก ๆ แปลงในช่วง เตรียมดิน ราดน้ำส้มควันไม้ลงดินในอัตราส่วน 1:20 (450 ลิตรต่อไร่) หลังการปลูกเชื้อ 3 วัน ปลูกถั่วลิสงหลังการราดน้ำส้มควันไม้ 7 วัน

ผลการทดลอง

1. ในฤดูแล้งที่ระยะเก็บเกี่ยว การฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตรทางใบ ทำให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีน้ำหนักแห้งทางลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) เมื่อเทียบกับการไม่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้และฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 และ 1:500 โดยปริมาตร
2. ในฤดูแล้ง พบว่าน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้ถั่วลิสงในแปลงที่มีการปลูกเชื้อรา *Aspergillus flavus* มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่าแปลงที่ไม่ได้ปลูกเชื้อราอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
3. ในฤดูฝน การใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้จำนวนฝักต่อต้นของถั่วลิสงพันธุ์มข. 60 สูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
4. ในฤดูฝนที่ระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตรา 1:300 ทำให้ถั่วลิสงมีค่าดัชนีการเก็บเกี่ยวเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับการไม่ใช้น้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.01$) และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:500, 1:200 โดยปริมาตร และไม่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ พบว่าถั่วลิสงพันธุ์มข. 60 มีดัชนีการเก็บเกี่ยวสูงกว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)
5. ในฤดูฝน พบว่าการฉีดพ่นทางใบของถั่วลิสง ด้วยน้ำส้มควันไม้ในอัตราส่วนต่าง ๆ ทำให้ถั่วลิสงพันธุ์ขอนแก่น 60-3 มีเปอร์เซ็นต์กะเทาะสูงกว่าถั่วลิสงพันธุ์มข. 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

ข้อสรุป

1. การใช้น้ำส้มควันไม้ทำให้ลำต้นของพืชเจริญเติบโต สอดคล้องกับผลการวิจัยที่นักวิจัยอื่นได้ทำมาแล้วเช่น Kadota and Niimi (2004) กล่าวว่าน้ำส้มควันไม้ทำให้ต้นบานขึ้นมีความสูงและการแตกกิ่งเพิ่มอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
2. ถึงแม้การใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 ทำให้ถั่วลิสงเมล็ดโตที่ปลูกในฤดูแล้งที่ระยะเก็บเกี่ยว มีการเติบโตทางด้านลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อาจจะไม่ใช่วิธีการที่ต้องการ เนื่องจากถั่วลิสงทั้ง 2 พันธุ์มีแนวโน้มของดัชนีการเก็บเกี่ยวต่ำที่สุดเมื่อใช้น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตร อีกทั้งการใช้น้ำส้มควันไม้ต่อ

3. ครุณี โชติษฐียงกุล, สนั่น จอกลอยและโสภณ วงศ์แก้ว (2550) ได้ทำการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของน้ำส้มควันไม้ต่อการทำลายของเชื้อราบนเพลีสไฟ และปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อราและสารอะฟลาทอกซินในถั่วลิสงเมล็ดโต โดยทดลองทั้งสภาพการผลิตในฤดูแล้งและฤดูฝน ณ หนองพืชรไร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำที่ใช้ ได้แก่ น้ำที่ปราศจากน้ำส้มควันไม้, 1:500, 1:300 และ 1:200 โดยปริมาตร

การทดลองมี 2 การทดลอง เป็นจำนวน 4 ซ้ำ ดังนี้

1. การทดลองในฤดูแล้ง ระหว่างเดือนมกราคม-มิถุนายน 2548 ประกอบด้วย การปลูกเชื้อรา *Aspergillus flavus* ในแปลงปลูกถั่วลิสง และไม่มีการปลูกเชื้อราในแปลง ราดน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:20 (450 ลิตรต่อไร่) โดยปริมาตร ลงดินก่อนปลูก 3 วันและฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบทุก ๆ 15 วันตั้งแต่ 20 วันหลังออกจนถึง 15 วันก่อนการเก็บเกี่ยว ใช้ น้ำส้มควันไม้ทุกความเข้มข้น โดยใช้ประมาณ 100-170 ลิตรต่อไร่

2. การทดลองในฤดูฝน ระหว่างเดือนกรกฎาคม-ธันวาคม 2548 มีวิธีการทดลองเหมือนกับในฤดูแล้ง แต่ใช้พันธุ์ถั่วลิสง 2 พันธุ์ คือพันธุ์ขอนแก่น 60-3 และพันธุ์มข. 60 เป็นตัวอย่าง และปลูกเชื้อ *Aspergillus flavus* ทุก ๆ แปลงในช่วงเตรียมดิน

ผลการทดลอง

1. ในฤดูฝนเมื่อน้ำส้มควันไม้ราดลงดินก่อนปลูก ระยะต่อมา มีการฉีดพ่นทางใบของถั่วลิสง และเก็บเมล็ดถั่วลิสงไว้ 1 เดือนภายใต้อุณหภูมิห้อง พบว่าเมล็ดถั่วลิสงของต้นที่ไม่ได้รับการฉีดน้ำส้มควันไม้ มีการปนเปื้อนของเชื้อราสูงกว่าต้นที่ได้รับการฉีดน้ำส้มควันไม้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งถั่วลิสงพันธุ์มข. 60 มีการปนเปื้อนมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 ($p < 0.01$)

2. ในฤดูฝน พบว่าการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบของถั่วลิสง ทำให้ถั่วลิสงพันธุ์ขบ. 60 มีการปนเปื้อนสารอะฟลาทอกซินในเมล็ดมากกว่าพันธุ์ขอนแก่น 60-3 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.01$)

ข้อสรุป

1. การทดลองในฤดูแล้ง ชี้ให้เห็นว่าน้ำส้มควันไม้ไม่สามารถควบคุมประชากรของเพลี้ยไฟและต้นถั่วที่เป็นโรค ให้มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบทุก ๆ 2 สัปดาห์อาจไม่มีประสิทธิภาพพอในการไล่แมลง เนื่องจากน้ำส้มควันไม้มีสมบัติทั้งไล่แมลงและเร่งการเจริญเติบโตของพืชด้วย

2. การใช้พ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตร ทำให้ถั่วลิสงเมล็ดโตที่ปลูกในฤดูแล้งมีการเติบโตทางด้านลำต้นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และพบจำนวนเพลี้ยไฟมีมากขึ้นในแปลงถั่วลิสงในอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากัน อีกทั้งการใช้พ่นน้ำส้มควันไม้ราดดินก่อนปลูกและฉีดทางใบจะช่วยทำให้ฝักที่เสียหายเนื่องจากเสียนดินมีจำนวนลดลงเล็กน้อย แต่การใช้พ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตรทำให้ฝักที่เสียหายมีจำนวนสูงสุด

3. การทดลองนี้เป็นการศึกษาการระบาดของเพลี้ยไฟตามธรรมชาติ บางฤดูก็อาจพบการระบาดน้อยซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการทดลอง ทำให้ไม่สามารถทราบผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ในการควบคุมเพลี้ยไฟที่แท้จริง

4. การใช้พ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตรราดดินก่อนปลูก และการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วนต่าง ๆ ทางใบถั่วลิสง ไม่ทำให้จำนวนเชื้อราในดินแตกต่างกันในทางสถิติ ควรฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบร่วมกับการฉีดพ่นลงดิน ในช่วงการเจริญเติบโตของถั่วลิสง จะช่วยควบคุมจำนวนเชื้อราได้ดีขึ้น

5. น้ำส้มควันไม้ที่ราดดินก่อนปลูก และระยะต่อมาทำการฉีดพ่นทางใบทุก 15 วัน ไม่ได้ทำให้การปนเปื้อนของเชื้อราและอะฟลาทอกซินในเมล็ดถั่วลิสงที่ระยะเก็บเกี่ยวในฤดูแล้ง มีจำนวนลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเก็บไว้ 1-2 เดือนที่อุณหภูมิห้องก็ได้ผลเหมือนกัน เมื่อทดลองในฤดูฝน พบว่าเมล็ดถั่วลิสงจากต้นที่ไม่ได้ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้มีการปนเปื้อนของเชื้อรา สูงกว่าเมล็ดถั่วลิสงจากต้นที่ฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งในขณะฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ทางใบ ควรมีการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ลงดินพร้อมกัน

6. ควรคำนึงถึงปัจจัยอื่นที่มีผลต่อการปนเปื้อนของเชื้อราและอะฟลาทอกซิน เช่นจำนวนเชื้อราในดินและความเหมาะสมของสภาพแวดล้อมด้วย

4. พัทธกรณ ธิลาภิรมย์กุล (2550) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับน้ำส้มควันไม้ในเรื่องการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้ของเกษตรกรในด้านการป้องกันกำจัดศัตรูลำไย ตำบลเหมืองง่า อำเภอเมือง จังหวัดลำพูน โดยเลือกดำเนินการวิจัยในสถานที่ดังกล่าวเนื่องจากเป็นแหล่งของกลุ่มเกษตรกรที่เคยได้รับการสนับสนุนในด้านการฝึกอบรม เรื่องเทคนิคการสร้างเตาเผาถ่าน เพื่อผลิตน้ำส้มควันไม้อย่างมีประสิทธิภาพ จากโครงการเสริมสร้างความเข้มแข็งแก่เกษตรกร ด้านการป้องกันและกำจัดศัตรูพืชแบบผสมผสาน ในพื้นที่ที่มีการใช้สารกำจัดศัตรูพืชในปริมาณมาก ผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามที่มีวัตถุประสงค์กำหนดขึ้นให้เหมาะสมและสอดคล้องกับกลุ่มประชากรคือกลุ่มเกษตรกรผู้ปลูกลำไย เพื่อรวบรวมข้อมูลทั่วไปในการใช้ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้ที่ได้จากการเผาถ่านลำไย มีการตรวจนับศัตรูลำไยในแปลงลำไยของเกษตรกรที่มีการใช้น้ำส้มควันไม้เพื่อป้องกันกำจัดศัตรูลำไยอย่างสม่ำเสมอตลอดฤดูกาลผลิต จำนวน 100 ซ่อต่อแปลงเป็นจำนวน 10 แปลง เปรียบเทียบกับแปลงลำไยของเกษตรกรในพื้นที่ใกล้เคียงที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูลำไยจำนวน 10 แปลง ทำการตรวจนับแมลงศัตรูลำไย ทุก ๆ 2 สัปดาห์ ตั้งแต่ระยะแตกยอดอ่อนจนถึงระยะใกล้เก็บเกี่ยวผล ผลของการศึกษาพบการระบาดของแมลงศัตรูลำไยที่สำคัญ 4 ชนิด คือ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง เพลี้ยไก่แจ้และไร ในช่วงแตกยอดอ่อนพบเพลี้ยหอยมีจำนวนสูงสุดถึง 38.9 เปอร์เซ็นต์ ในแปลงที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูลำไย ส่วนในแปลงที่ใช้น้ำส้มควันไม้พบเพลี้ยหอยมีจำนวน 21.7 เปอร์เซ็นต์ ในระยะผลแก่พบเพลี้ยแป้งสูงสุดเป็นจำนวน 14.9 เปอร์เซ็นต์ในแปลงที่ใช้น้ำส้มควันไม้ ในแปลงที่ใช้สารเคมีพบเพลี้ยแป้งเป็นจำนวน 12.8 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำค่าเฉลี่ยของจำนวนเพลี้ยในแปลงที่ใช้สารเคมีกับในแปลงที่ใช้น้ำส้มควันไม้ มาเปรียบเทียบโดยใช้สถิติ *t-test* พบว่าจำนวนเพลี้ยที่พบในแปลงระหว่างการใส่สารเคมี และการใช้น้ำส้มควันไม้ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แสดงว่าสามารถใช้น้ำส้มควันไม้ทดแทนการใช้สารเคมีเพื่อป้องกันกำจัดศัตรูลำไยได้

ผลจากการวิจัยพบอีกว่าส่วนใหญ่กลุ่มเกษตรกรคือ 65 เปอร์เซ็นต์ มีความพอใจในการใช้น้ำส้มควันไม้ รวมทั้งพบอีกว่าหลังจากมีการใช้น้ำส้มควันไม้ กลุ่มเกษตรกรมี

ข้อเสนอแนะ

1. ควรส่งเสริมและสนับสนุน การใช้ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้ในพืชอื่นบ้าง โดยเฉพาะในพืชซึ่งมีการใช้สารเคมีกำจัดค่อนข้างสูง
2. ควรใช้ไม้ลำไยที่ได้จากการตัดแต่งกิ่งมาเผา เพื่อได้น้ำส้มควันไม้และได้ถ่าน ที่มีประโยชน์นำไปเป็นเชื้อเพลิงรวมทั้งนำถ่านไปขายได้ด้วย ทำให้เกิดเศรษฐกิจพอเพียงในชุมชน ชุมชนจะเกิดความเข้มแข็งขึ้น ไม่ต้องพึ่งพาบุคคลภายนอกได้ในระดับหนึ่ง
3. ควรมีการศึกษาถึงผลของการใช้น้ำส้มควันไม้ เพื่อการป้องกันโรคและแมลงศัตรูลำไยโดยควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ให้เหมาะสม และเก็บข้อมูลได้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นข้อมูลให้มีการใช้ประโยชน์น้ำส้มควันไม้ในแปลงลำไยต่อไป

5. พุทธพร วิวาจารย์ (2550) ได้ศึกษาอิทธิพลของความเข้มข้นน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาการแช่เมล็ดพืชต่อการงอกของพืชคละน้ำ ถั่วฝักยาว ข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 และ ข้าวโพด โดยการแช่เมล็ดพืชแต่ละชนิด ๆ ละ 25 เมล็ด ในสารละลายที่มีอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 0:100, 1:400 1:300 1:200 1:100 โดยปริมาตร ในช่วงเวลา 0.5, 1, 2, 3 และ 4 ชั่วโมง ทำ 4 ซ้ำ บันทึกข้อมูลโดยการนับจำนวนต้นอ่อน ครั้งแรกจะนับเฉพาะต้นอ่อนที่งอกปกติ ส่วนการนับต้นอ่อนครั้งสุดท้ายต้องตรวจนับจำนวนต้นอ่อนปกติ จำนวนต้นอ่อนที่ผิดปกติ เมล็ดสดไม่งอก เมล็ดแข็ง และเมล็ดตาย รายงานเป็นเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดพืชแต่ละชนิด

ผลการทดลอง

1. พบว่าความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาในการแช่เมล็ดมีผลต่อการงอกของเมล็ดคละน้ำ นั่นคือ การแช่เมล็ดคละน้ำในอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 1:400 โดยปริมาตรนาน 1 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นอัตราการงอกเฉลี่ยของเมล็ดพืชคละน้ำได้สูงสุดคือเมล็ดงอก 95 เปอร์เซ็นต์ การแช่เมล็ดคละน้ำในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตร นาน 0.5 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 92 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้ง

2. พบว่า อิทธิพลของความเข้มข้นน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาในการแช่เมล็ด ไม่มีผลต่อเมล็ดถั่วฝักยาว เพราะเมล็ดถั่วฝักยาวก็สามารถงอกได้ดีในน้ำ ที่ไม่มีส่วนผสมของ น้ำส้มควันไม้ นั่นคือ อัตราการงอกของเมล็ดถั่วฝักยาวเมื่อแช่เมล็ดถั่วฝักยาวในน้ำส้มควันไม้ ไม่แตกต่างจากอัตราการงอกเมื่อแช่เมล็ดถั่วฝักยาวในน้ำที่ปราศจากน้ำส้มควันไม้

3. พบว่า ปัจจัยที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวคือแต่ละอัตราส่วนของ น้ำส้มควันไม้กับน้ำ ทำให้การงอกของเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีค่าแตกต่างกันอย่างมี นัยสำคัญทางสถิติ ระยะเวลาการแช่เมล็ดไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 การแช่เมล็ดข้าวเหนียวในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:400 โดยปริมาตร นาน 1 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นอัตราการงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวเหนียวได้ 75 เปอร์เซ็นต์ การแช่เมล็ด ข้าวเหนียวในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:100 โดยปริมาตร นาน 1 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ การงอกเฉลี่ย 71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้งสองความเข้มข้น มีอัตราการงอกสูงกว่าอัตราการงอกของ เมล็ดที่แช่ในน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และการแช่เมล็ดข้าวเหนียวในน้ำส้มควันไม้ ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร นาน 4 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ย 41 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอัตราการงอกต่ำกว่าอัตราการงอกของเมล็ดที่แช่ในน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

4. พบว่า ผลของความเข้มข้นของสารละลายน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาใน การแช่เมล็ดมีผลต่ออัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพด คือ อัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดมีค่า แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งการแช่เมล็ดข้าวโพดในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 1:400 โดยปริมาตร นาน 1 ชั่วโมง สามารถกระตุ้นอัตราการงอกเฉลี่ยของเมล็ดข้าวโพดได้ 95 เปอร์เซ็นต์ การแช่เมล็ดข้าวโพดในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตร นาน 0.5 ชั่วโมง จะกระตุ้นอัตราการงอกเฉลี่ยได้ 92 เปอร์เซ็นต์ ทั้งสองความเข้มข้นมีค่าอัตรา การงอกสูงกว่าอัตราการงอกของเมล็ดข้าวโพดที่แช่ในน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่เมื่อ แช่เมล็ดข้าวโพดในน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร นาน 1 ชั่วโมง จะ กระตุ้นอัตราการงอกเฉลี่ยได้ 42 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าอัตราการงอกต่ำกว่าอัตราการงอกของ เมล็ดข้าวโพดที่แช่ในน้ำเปล่าอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

ข้อสรุป

1. ส่วนมากผลการทดลองกับเมล็ดพืช 4 ชนิดแตกต่างกัน เนื่องจากเมล็ดพืชทั้ง 4 ชนิดไม่เหมือนกันเช่นความหนา ขนาด และลักษณะของเมล็ด โดยเมล็ดพืชที่มีขนาดเล็กและเปลือกเมล็ดบาง สามารถงอกได้ดีกว่าพืชที่มีเมล็ดขนาดใหญ่และเปลือกเมล็ดค่อนข้างหนา

2. น้ำส้มควันไม้สามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาภายในเมล็ดพืชค่าน้ำ และข้าวโพด เนื่องจากกรดแอซิกและโพรพิโอนิกในน้ำส้มควันไม้ จะช่วยสลายเซลล์โลสของเปลือกเมล็ด ทำให้เปลือกเมล็ดบางขึ้น เมล็ดจึงสามารถงอกได้ดีขึ้น

3. ระยะเวลาการแช่เมล็ด ไม่มีผลต่อการงอกของเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 เนื่องจากเมล็ดข้าวเหนียวพันธุ์ กข 6 มีระยะพักตัวประมาณ 5 สัปดาห์ เมล็ดสามารถงอกได้เมื่อพ้นสภาพการพักตัวและสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม

4. เหตุที่ความเข้มข้นของน้ำส้มควันไม้ และระยะเวลาในการแช่เมล็ดไม่มีผลต่อเมล็ดถั่วฝักยาว อาจเกิดจากเมล็ดถั่วฝักยาวมีเปลือกเมล็ดค่อนข้างบาง และไม่มีระยะพักตัวของเมล็ด เมื่อสภาพแวดล้อมพอเหมาะ เมล็ดก็สามารถงอกได้

ผู้วิจัยเสนอแนะว่าอัตราส่วนของน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำเท่ากับ 1:400 โดยปริมาตร ควรแบ่งระยะเวลาการแช่เมล็ดในช่วง 30 นาทีถึง 1 ชั่วโมง ให้ละเอียดมากกว่านี้ เพื่อจะได้รู้เวลาที่เหมาะสมที่สุดของการแช่เมล็ดพืชต่าง ๆ

6. ศิริวรรณ ทิพรักษ์, ดร.ณิ โชติขจรยางกุลและอนันต์ พลธานี (2550) ศึกษาผลของน้ำส้มควันไม้ร่วมกับปุ๋ยคอกที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 โดยทดลอง ณ แปลงนาเกษตรกร ตำบลบ้านทุ่ม อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น

การทดลองมี 5 วิธีคือ

1. ไม่น้ำส้มควันไม้และไม่ใส่ปุ๋ย (วิธีควบคุม)
2. ใส่น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ 300 กิโลกรัมต่อไร่
3. ใส่น้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยมูลไก่ 600 กิโลกรัมต่อไร่

4. ใสน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยมูลวัว 500 กิโลกรัมต่อไร่

5. ใสน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตร ร่วมกับปุ๋ยมูลวัว 1,000 กิโลกรัมต่อไร่

วิธีทดลอง

1. เตรียมดินโดยไถตะไคร้ในพื้นที่ที่ทดลอง และทำคันนาล้อมรอบแปลงย่อยขนาด 4×5 เมตร จำนวน 15 แปลงย่อย แล้วทำการทดลอง ทั้ง 5 วิธีลงในแปลงย่อย โดยทดลอง 3 ซ้ำ หลังจากนั้นใสน้ำปุ๋ยคอกของทุก ๆ วิธีรองพื้นเป็นเวลา 10 วันก่อนปักดำ โดยใช้ทั้ง 5 วิธี และปล่อยน้ำเข้าแปลงย่อยก่อนการปักดำ รักษาระดับน้ำในแปลงย่อยอยู่ในระดับ 5-10 เซนติเมตรเหนือผิวดินตลอดฤดูปลูกจนถึงระยะ 7 วันก่อนเก็บเกี่ยว การปักดำใช้ใช้ต้นกล้าข้าว อายุ 55 วัน ปักดำ 5 ต้นต่อกอ ระยะห่างระหว่างกอและระหว่างแถวเป็น 25 เซนติเมตร

2. ทำการฉีดพ่นน้ำส้มควันไม้ที่ใบข้าวตามวิธีที่กำหนดทุก ๆ 15 วัน หลังปักดำ จนถึงระยะ 7 วันก่อนการเก็บเกี่ยวโดยฉีดพ่น 80-250 ลิตรต่อไร่ ขึ้นอยู่กับการเจริญเติบโตของ ข้าว และในระยะกำเนิดช่อดอกให้ใส่มูลไก่แห้งหน้า 100 กิโลกรัมต่อไร่ ในแปลงที่ใส่มูลไก่ และใส่มูลวัวแห้งหน้า 200 กิโลกรัมต่อไร่ในแปลงที่ใส่มูลวัว

ผลการทดลอง

1. ที่ระยะแตกกอสูงสุด พบว่า การฉีดน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตรให้แก่ข้าวร่วมกับใส่มูลไก่ 300 และ 600 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวมีจำนวนหน่อ ต่อกอเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีที่ไม่ใสน้ำส้มควันไม้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และในระยะที่ข้าว ออกดอก 75 เปอร์เซ็นต์ การฉีดน้ำส้มควันไม้ต่อน้ำในอัตราส่วน 1:300 โดยปริมาตรให้แก่ข้าว ร่วมกับใส่มูลไก่ 600 กิโลกรัมต่อไร่ ทำให้ข้าวออกดอกเร็วกว่าวิธีอื่นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ในระยะเก็บเกี่ยว พบว่าการใสน้ำส้มควันไม้ร่วมกับปุ๋ยคอก ไม่มีผลทำให้การ เจริญเติบโตของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่น จำนวนหน่อต่อกอ น้ำหนักแห้ง ส่วนเหนือดิน และความสูงของต้นข้าว

3. ในด้านองค์ประกอบผลผลิตของข้าว พบว่า การนํ้าน้ำสํมคว้นไม้ร่วมกับปุ๋ยคอก ทำให้นํ้าหนักเมล็ดตํอกอและนํ้าหนักเมล็ดดีตํอกอ เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสําคัญทางสถิติ โดยการใช้นํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับมูลไก่ 300 กิโลกรัมตํอไร่ ทำให้อามีนํ้าหนักเมล็ดมากที่สุดใน

4. การนํ้านํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับการใช้ปุ๋ยคอกทุก ๆ วิธี ทำให้อามีผลผลิตเพิ่มขึ้นมากกว่าวิธีควบคุมอย่างมีนัยสําคัญทางสถิติ

ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ

1. เมื่อนํ้านํ้าสํมคว้นไม้ทางใบรวมกับปุ๋ยคอก จะทำให้อามีจำนวนหน่อตํอกอในระยะแตกกอสูงสุด เพิ่มขึ้นมากกว่าการไม่นํ้านํ้าสํมคว้นไม้อย่างมีนัยสําคัญทางสถิติ ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับการรายงานของสมาคมเทคโนโลยีที่เหมาะสม (2546) และ Tsuyoshi (1994) ว่า การใช้นํ้าสํมคว้นไม้ตํอนํ้าในอัตราส่วน 1:200 โดยปริมาตร นํ้าสํมคว้นไม้ดิน 2-3 ครั้งตํอเดือน ตั้งแต่เริ่มปลูกถึงก่อนการเก็บเกี่ยว จะช่วยให้อามีออกรอกและติดรวงได้ดี

2. การใช้นํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับปุ๋ยคอก ทำให้นํ้าหนักเมล็ดตํอกอ ผลผลิตและดัชนีเก็บเกี่ยวของข้าวเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสําคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับ ชญานิษฐ์ รวมตะกู, ครุณี โชติขุญยางกูและอนันต์ พลธานี (2547) กล่าวว่า การใช้นํ้าสํมคว้นไม้ตํอนํ้าในอัตราส่วน 1:300-350 โดยปริมาตร รวมกับปุ๋ยเคมีนั้น แม้ไม่สามารถทำให้อามีผลผลิตของข้าวขาวดอกมะลิ 105 เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสําคัญทางสถิติได้ แต่มีแนวโน้มที่นํ้าหนักเมล็ดและผลผลิตดีขึ้น กล่าวได้ว่าการนํ้านํ้าสํมคว้นไม้ทางใบรวมกับการใช้ปุ๋ยคอก ให้ผลดีเหมือนกับ หรือดีกว่าการใช้นํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับปุ๋ยเคมี

3. การใช้นํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับปุ๋ยคอก ทำให้อามีออกรอกได้เร็วขึ้นอย่างมีนัยสําคัญทางสถิติ

4. การผลิตข้าวอินทรีย์ ควรนํ้านํ้าสํมคว้นไม้ร่วมกับมูลไก่ 300 และ 600 กิโลกรัมตํอไร่ หรือมูลวัว 1,000 กิโลกรัมตํอไร่ 10 วันก่อนปักดำ ในกรณีใส่มูลไก่ควรใส่ตํองหน้าในช่วงกํานิดช่อดอก 100 กิโลกรัมตํอไร่ ในกรณีใส่มูลวัวควรใส่ 200 กิโลกรัมตํอไร่ จะทำให้อามีผลผลิตข้าวเพิ่มดังได้กล่าวแล้ว

7. จุไรวัณย์ รัตนะพิสิฐ วรสร โพธิ์ทอง และกวินธิดา อธิกิจไพบูลย์ (ม.ป.ป.) ได้ทำการศึกษาภาวะที่เหมาะสมต่อการผลิตน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา โดยนำขี้เลื่อยไม้ยางพาราจากโรงงานเฟอร์นิเจอร์ไปร่อนเพื่อคัดขนาด แบ่งขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำไปกลั่นสลายที่อุณหภูมิ 300-500 องศาเซลเซียสโดยใช้เตาไฟฟ้าที่สามารถควบคุมอุณหภูมิได้ในช่วง 0-1,200 องศาเซลเซียส เพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ในช่วงอุณหภูมิ 300, 350, 400 และ 500 องศาเซลเซียส น้ำส้มควันไม้จะถูกนำไปหาปริมาณ ค่าพีเอช ความถ่วงจำเพาะ และองค์ประกอบต่อไป ขี้เลื่อยไม้ยางพาราอีกส่วนหนึ่งถูกนำไปหาความชื้นและองค์ประกอบ

ผลการทดลอง

1. ขี้เลื่อยไม้ยางพารามีปริมาณเถ้า 3.6 สารระเหย 81.1 คาร์บอน 15.3 และความชื้น 8.93 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2. น้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้เป็นของเหลวสีน้ำตาลแดง และมีสีเข้มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

3. ในช่วงอุณหภูมิ 300, 350, 400 และ 500 องศาเซลเซียส น้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้ มีค่าความถ่วงจำเพาะเท่ากับ -, 1.116 1.115 และ 1.062 มีพีเอชเป็น 2.69, 2.32 2.46 และ 2.10 ได้ปริมาณน้ำส้มควันไม้ต่อขี้เลื่อยไม้ยางพาราเป็น 0.108, 0.239, 0.361 และ 0.451 มีปริมาณกรดแอสติกเป็น 46.544, 126.471, 93.847 และ 113.760 กรัมต่อลิตร มีเมทานอลเป็น 0.187, 0.412, 1.769 และ 0.544 กรัมต่อลิตร มีเอซีโทนเป็น -, -, 0.024 และ 0.013 กรัมต่อลิตร และมีฟีนอลเป็น 0.078, 0.097, 0.100 และ 0.193 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ

4. พบว่าความถ่วงจำเพาะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น และมีค่ามากกว่าน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเกรดการค้าซึ่งมีค่า 1.02 เพราะว่าพาร์ในน้ำส้มควันไม้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารายังคงปนเปื้อนสูง ต้องตั้งทิ้งน้ำส้มควันไม้ไว้นานถึง 3-6 เดือน

5. ค่าพีเอชที่ได้ พบว่ามีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น

6. พบว่าปริมาณน้ำส้มควันไม้ที่เก็บได้จากขี้เลื่อยไม้ยางพารา มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพราะมีการควบแน่นของแก๊สที่ได้อย่างต่อเนื่อง

7. ปริมาณของสารประกอบที่ได้มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิมากขึ้น ในช่วงอุณหภูมิ 300-350 องศาเซลเซียส เซลลูโลสอาจจะเริ่มสลายตัว จำนวนของสารประกอบจะมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เพราะเกิดการสลายตัวของลิกนิน ทำให้พบน้ำมันดินในน้ำส้มควันไม้

8. เมื่อวิเคราะห์สารเคมีในน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเกรดการค้า มีปริมาณกรดแอซิดิก เมทานอล แอซีโทน และฟีนอลเป็น 40.666, 2.992, 1.304 และ 0.271 กรัมต่อลิตร ตามลำดับ จะเห็นว่าปริมาณกรดแอซิดิกในน้ำส้มควันไม้ยี่ห้ออื่นมีค่าสูงกว่า แต่ปริมาณเมทานอล แอซีโทน และฟีนอลของน้ำส้มควันไม้ยูคาลิปตัสเกรดการค้า มีค่าสูงกว่าในทุก ๆ อุณหภูมิ ซึ่งอาจจะมาจากหลายสาเหตุ เช่น ชนิดไม้ รวมทั้งช่วงการตั้งน้ำส้มควันไม้ทิ้งไว้จะมีปฏิกิริยาต่อเนื่องกัน และสารประกอบในน้ำส้มควันไม้สามารถทำปฏิกิริยากับออกซิเจน

9. สภาวะที่เหมาะสมต่อการเก็บน้ำส้มควันไม้จากยี่ห้ออื่นมีค่าสูงกว่า ควรใช้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 350-400 องศาเซลเซียส และกรดแอซิดิกที่วิเคราะห์ได้ในครั้งนี้มีปริมาณมากที่สุด รวมทั้งการเพิ่มอุณหภูมิการเผาไหม้ให้สูงขึ้นมีผลต่อการเพิ่มจำนวนชนิดของสารเคมี

ผู้วิจัยเสนอแนะว่า ในการทดลองครั้งต่อไปควรนำผลการทดลองเปรียบเทียบกับผลการทดลองในครั้งนี้ ในงานวิจัยครั้งนี้สามารถนำข้อมูลไปใช้ประโยชน์ให้กับโรงเลื่อยและโรงเฟอร์นิเจอร์ไม้ยางพาราได้

8. พิมพ์ภัทรา ทัพพะวาสน์ และสุจินต์ พุกภัยพัฒนรักษ์ (ม.ป.ป.) ได้ศึกษาการใช้ น้ำส้มควันไม้เพื่อเพิ่มคุณภาพยางแผ่นในด้านการยับยั้งเชื้อรา และผลกระทบของน้ำส้มควันไม้ ต่อความยืดหยุ่นของยางแผ่น โดยทำการทดลองเพื่อศึกษาหาความเข้มข้นที่เหมาะสมของ น้ำส้มควันไม้ต่อการจับตัวของน้ำยางพารา และผลกระทบต่อสมบัติความยืดหยุ่นของยางแผ่น ได้ใช้อัตราส่วนของกรดฟอร์มิกต่อน้ำส้มควันไม้เป็น 15:0, 15:1, 15:3, 15:5 และ 15:10 โดย ปริมาตร

วิธีการทดลองแบ่งเป็น 2 ส่วน คือการผลิตยางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกเพื่อการจับตัว และการผลิตยางแผ่นที่ใช้น้ำส้มควันไม้ร่วมกับกรดฟอร์มิกเพื่อการจับตัว มีการทดลอง 2 ชั่วโมง

1. นำน้ำยางพาราสดมากรองให้สะอาดด้วยตะแกรง
2. เติมน้ำสะอาดลงไปใต้น้ำยางที่กรองได้ ในอัตราส่วนน้ำยาง 3 ส่วนต่อน้ำ สะอาด 2 ส่วนโดยปริมาตร แล้วคนให้เข้ากัน
3. เจือจางกรดฟอร์มิกเข้มข้น 90 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตรจำนวน 4 มิลลิลิตร ต่อน้ำสะอาด 100 มิลลิลิตร จะได้กรดเข้มข้น 2.5 เปอร์เซ็นต์โดยปริมาตร

4. เทกรดฟอร์มิกเจือจาง 15 มิลลิลิตร และน้ำส้มคว้นไม้ตามอัตราส่วน 1, 3, 5, และ 10 มิลลิลิตร ต่อน้ำยาง 50 มิลลิลิตร แล้วคนให้เข้ากัน ทิ้งไว้ 30-60 นาที เพื่อให้ยางจับตัวเป็นแผ่น

5. นำยางแผ่นที่ได้รีดให้หนา 3-5 มิลลิเมตร

6. นำยางแผ่นไปผึ่งแดด

7. นำไปทดสอบความยืดหยุ่น

ผลการทดลอง

1. ยางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวในการจับตัว จะมีความหนาใกล้เคียงกับยางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกและน้ำส้มคว้นไม้

2. เมื่อใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียวในการจับตัวของยางแผ่น ยางแผ่นสามารถทนต่อแรงกระทำได้น้อยที่สุด และเมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้ ยางแผ่นทนต่อแรงกระทำได้มากกว่ายางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียว การเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้ 5 มิลลิลิตรทำให้ยางแผ่นทนต่อแรงกระทำได้มากที่สุด แต่การเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้เป็น 10 มิลลิลิตรทำให้ยางแผ่นทนต่อแรงกระทำลดลง

3. พบว่ายางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียว สามารถยืดได้มีระยะทางน้อยที่สุด แต่เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้ในยางแผ่น ทำให้ยางแผ่นสามารถยืดได้มากขึ้น

4. เมื่อใช้น้ำส้มคว้นไม้ปริมาณ 5 มิลลิลิตร น้ำยางจะมีการจับตัวกันมากที่สุด แต่ถ้าเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้มากขึ้นเป็น 10 มิลลิลิตร จะทำให้ยางแผ่นทนต่อแรงกระทำได้น้อยลง

5. เมื่อเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้ในยางแผ่น จะทำให้ค่าความเครียดของยางแผ่นเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับยางแผ่นที่ใช้กรดฟอร์มิกเพียงอย่างเดียว และการเพิ่มปริมาณน้ำส้มคว้นไม้มากขึ้นเป็น 10 มิลลิลิตรทำให้ยางแผ่นมีค่าความเครียดสูงสุด

ผู้วิจัยสรุปว่า การใช้น้ำส้มคว้นไม้ร่วมกับกรดฟอร์มิกทำให้ยางแผ่นมีความยืดหยุ่นและทนรับแรงกระทำได้มากขึ้นเมื่อเทียบกับการใช้กรดฟอร์มิกอย่างเดียว โดยการใช้น้ำส้มคว้นไม้ที่เหมาะสมคือ 5 มิลลิลิตรรวมกับกรดฟอร์มิกเจือจาง 15 มิลลิลิตร ยางแผ่นจะรับแรงกระทำได้มากที่สุด ถ้าใช้น้ำส้มคว้นไม้ 10 มิลลิลิตรรวมกับกรดฟอร์มิกเจือจาง 15 มิลลิลิตร

9. Hisashi Yoshimura, Hisako Washio, Sadao Yoshida, Takao Seino, Mitsuho Otaka, Kazunori Matsubara and Matsutoshi Matsubara, (1995) ได้ทำการศึกษา น้ำส้มควันไม้และสารบางชนิดที่เร่งการเจริญเติบโตของผลไม้ *pleurotus ostreatus* โดยใส่กรด บิวทาโนอิก (butanoic acid) และ 2-เมทอกซีฟีโนล (2-methoxyphenol) จำนวน 100 กรัมลงใน จี๋เลื้อยซึ่งใช้ในการปลูกผลไม้ พบว่า ผลไม้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 29 และ 23 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การเจริญเติบโตของผลไม้มากกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งมีน้ำหนัก 137.2 กรัมต่อภาชนะที่ ใช้ปลูก เมื่อใช้น้ำส้มควันไม้ที่มีความเข้มข้น 0.1-6 เปอร์เซ็นต์เติมลงในจี๋เลื้อย พบว่า ผลไม้ ชนิดนี้มีการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น 21-42 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่ากลุ่มควบคุม

ผลที่ได้จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้น จะเห็นว่าน้ำส้มควันไม้มีประโยชน์มากมาย ต่อการเกษตร เช่นการใช้ร่วมกับปุ๋ยในการเร่งการเจริญเติบโตของข้าว การกำจัดเชื้อรา อีกทั้ง น้ำส้มควันไม้ยังมีประโยชน์ในทางอุตสาหกรรมด้วย คือทำให้แผ่นยางมีสมบัติดีขึ้น ใน งานวิจัยนี้จะทำการตรวจสอบถึง ประโยชน์ของน้ำส้มควันไม้จากกะลามะพร้าว กาบรวมกับ กะลามะพร้าว และกาบรวมกับกะลามะพร้าวรวมกับกะเพรา ในการกำจัดปลวกทหารและเพลี้ย เป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) ให้ตายอย่างน้อยมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

สรุป

บทนี้ได้กล่าวถึงเอกสารที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย และกล่าวถึงงานวิจัยที่ทำมาแล้วใน เรื่องน้ำส้มควันไม้เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ เช่นการกำจัดเสี้ยนดินและเพลี้ยไฟ การเร่งการ เจริญเติบโตของพืช และการเพิ่มคุณภาพของยางแผ่น

งานวิจัยเรื่องนี้ได้ผากะลามะพร้าว กาบรวมกับกะลามะพร้าว และกาบรวมกับ กะลามะพร้าวรวมกับกะเพรา เพื่อเก็บน้ำส้มควันไม้ในการกำจัดปลวกทหารและเพลี้ยเป้ง *Ferrisia virgate* (Cockerell) อีกทั้งได้ถ่านซึ่งสามารถนำไปใช้เป็นพลังงานได้ งานวิจัยนี้มีความ

บทต่อไปจะกล่าวถึงวิธีการทดลอง รวมถึงรายละเอียดในการทดลองในงานวิจัย