



รายงานฉบับสมบูรณ์

โครงการ “การพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย”

โดย รศ.ดร.ชาตรี ธิทธิกุล และคณะ

วันที่ 30 พฤศจิกายน 2552

รายงานฉบับสมบูรณ์ ต่อสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

**โครงการพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรียนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูง
และปลอดภัย**

คณะผู้วิจัย		สังกัด
1. นายชาติรี	สิทธิกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ (หัวหน้าโครงการ)
2. นางจิราพร	ตยุติวุฒิกุล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
3. นายอิทธิสุนทร	นันทกิจ	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯ
4. นางสาวอังสนา	อัครพิศาล	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
5. นายชูชาติ	สันทรัพย์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

ชุดอาชีพทางเลือกสำหรับเกษตรกร

สนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารนำส่งผลการรายงานความก้าวหน้าของโครงการ

เสนอต่อ

สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย

ฝ่ายเกษตร (ฝ่าย 2)

สัญญาเลขที่ RDG 5120008

โครงการ พัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย

พร้อมกันนี้ได้ส่งเอกสารประกอบร่างรายงานฉบับสมบูรณ์ ดังนี้

1. สรุปรายงานความก้าวหน้าของโครงการ
2. รายละเอียดผลการดำเนินงานในรอบ 6 เดือน
3. รายงานสรุปการเงิน
4. ประมาณค่าใช้จ่ายงวดต่อไป
5. กิจกรรมอื่น ๆ

.....วันที่

รศ. ดร. ขาตรี สิทธิกุล

หัวหน้าโครงการ

สารบัญ

หน้า

สรุปข้อเสนอโครงการ (Executive Summary)	1
บทคัดย่อ	5
Abstract	7
สรุปรายงานความก้าวหน้าครั้งที่ 1-3	9
รายละเอียดการดำเนินงาน	
บทที่ 1 การจัดการสารละลายธาตุอาหาร	
- การจัดการปุ๋ยในระบบเฟอร์ติเกชัน	17
บทที่ 2 การจัดการแมลงศัตรูพริกหวาน	
- การสำรวจแมลงศัตรูพริกหวาน	52
- การควบคุมเพลี้ยไฟด้วยสารกำจัดแมลง	72
- การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราในการป้องกันกำจัดแมลงหวี่ขาว	79
- การทดสอบประสิทธิภาพสารชีวภัณฑ์เชื้อราเบอเวริน® (<i>Beauveria bassiana</i>) ในการควบคุมแมลงหวี่ขาว	94
- การผลิตไร <i>Amblyseius cinctus</i> Corpus and Rimando เพื่อใช้ในการควบคุมไรขาวพริก	96
- การศึกษาการใช้วิธีกลลดปริมาณแมลงในแปลงปลูกพริกหวาน	110
บทที่ 3 การจัดการโรคพริกหวาน	
- การควบคุมโรคราแป้งของพริกหวาน	114
- การควบคุมโรคเหี่ยวเฉาของพริกหวาน	143
- การตรวจหาเชื้อไวรัสในพริกหวาน	166
สรุปผลการดำเนินงานตลอดโครงการ	171
ภาคผนวก	
- การศึกษาดูงานแปลงปลูกพริกหวาน ต. โป่งแยง อ. แม่ริม จ. เชียงใหม่	175
- การฝึกอบรมการพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย ครั้งที่ 1	176
- การฝึกอบรมการพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย ครั้งที่ 2	178
- จัดทำโปสเตอร์ในงานประชุมวิชาการพืชสวนแห่งชาติ ครั้งที่ 8	179

Executive Summary

1. ความเป็นมาและความสำคัญ

พริกหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือ ซึ่งมีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่ และบางพื้นที่ที่มีอากาศเย็น เช่น ที่ภาคตะวันออกเฉียงเหนือของประเทศ ในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมาปริมาณความต้องการพริกหวานเพื่อใช้บริโภคสดภายในประเทศและเพื่อการส่งออก เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว นำมาซึ่งการขยายตัวของการผลิตพริกหวาน เกษตรกรเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูก เพิ่มปริมาณการใช้ปุ๋ยเคมี และสารกำจัดโรคและแมลงศัตรูพืช

ปัจจุบันเกษตรกรนิยมปลูกพริกหวานในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (substrate culture system) โดยใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุค้ำจุนราก มีการให้น้ำและปุ๋ยไปพร้อมๆ กัน (fertigation) ซึ่งในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารนั้นเกษตรกรส่วนใหญ่ต้องซื้อปุ๋ยเคมีสำเร็จรูปจากบริษัทในราคาที่สูง หากเกษตรกรมีความรู้ สามารถที่จะหาซื้อแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายทั่วไปตามร้านเคมีเกษตรมาเตรียมสารละลายธาตุอาหารเองได้ จะช่วยลดต้นทุนการผลิตลงได้ระดับหนึ่ง ส่วนเรื่องโรคและแมลงนั้นนับว่าเป็นปัญหาที่สำคัญ ทำให้มีการใช้สารเคมีควบคุมศัตรูพืชอย่างมากมาย และเกษตรกรบางรายอาจใช้สารเคมีอย่างไม่ถูกต้อง ซึ่งอาจเป็นอุปสรรคต่อการจำหน่ายผลผลิตทั้งในและต่างประเทศได้ในอนาคต เพราะผลผลิตมีสารพิษตกค้าง ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์ที่จะ ศึกษาอัตราปุ๋ยที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพริกหวานและมีราคาถูก และลดการใช้สารเคมีลงโดยคัดเลือกชนิดสารเคมีที่ถูกต้องในการใช้ควบคุมโรคและแมลงศัตรูพริก และหาวิธีควบคุมโรคและแมลงแบบผสมผสาน และเพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปลอดภัยต่อผู้บริโภค

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตพริกหวานในระบบไร้ดินภายใต้สภาพโรงเรือนอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิต
2. ส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้ได้เอง
3. เพื่อได้แนวทางในการควบคุมศัตรูพริกหวานโดยวิธีผสมผสาน เพื่อลดสารพิษตกค้าง

3. วิธีการวิจัย

- 3.1 ศึกษาหาสูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตพริกหวานในระบบไร้ดินภายใต้สภาพโรงเรือนอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิต

3.1.1 ทำการทดสอบสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน

3.1.2 ทดสอบชนิดของวัสดุปลูก และวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน

3.2 ให้ความรู้แก่เกษตรกรในการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้ได้เอง

3.2.1 ทำการฝึกอบรมเกษตรกรจำนวน 2 ครั้ง เรื่องการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้ได้เอง รวมถึงการจัดการโรคและแมลงศัตรูพริกหวาน

3.3 ศึกษาแนวทางในการควบคุมศัตรูพริกหวานโดยวิธีผสมผสาน เพื่อลดสารพิษตกค้าง

3.3.1 สำรวจ และประเมินปริมาณแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนปลูกพริกหวาน

3.3.2 ศึกษาการควบคุมเพลี้ยไฟด้วยสารกำจัดแมลงในโรงเรือนปลูกพริกหวาน

3.3.3 ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา และสารชีวภัณฑ์เชื้อราบูเวริน ในการควบคุมแมลงหวี่ขาว

3.3.4 ศึกษาการผลิตไร *Amblyseius cinctus* Corpus and Rimando เพื่อใช้ในการควบคุมไรขาขาวพริก

3.3.5 ศึกษาการใช้วิธีกลในการลดปริมาณแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนปลูกพริก

3.3.6 ทดสอบสารเคมีกำจัดเชื้อรา และปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ในการควบคุมโรคราแป้งในโรงเรือนปลูกพริกหวาน

3.3.7 ทำการแยกเชื้อสาเหตุโรคไฟทอปเธอราใบล้าของพริกหวาน และแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และทดสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และเชื้อรา *Trichoderma* sp. กับเชื้อราสาเหตุโรคไฟทอปเธอราใบล้า

3.3.8 ตรวจสอบหาเชื้อไวรัสที่พบระบาดบนต้นพริกหวานภายในโรงเรือนปลูก

4. สรุปผลการศึกษาทั้งโครงการ

4.1 สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตพริกหวานในระบบไร้ดินภายใต้สภาพโรงเรือน

4.1.1 การเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน พบว่า สูตรสารละลายธาตุอาหารที่คณะผู้วิจัยผสมเองจากแม่ปุ๋ย (สูตร สกว.) สามารถใช้ได้ดีกับการปลูกพริกหวานทั้ง 3 พันธุ์ที่ทดลอง ทำให้พริกหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่าง หรือดีกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารละลายธาตุอาหารที่มีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป และการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พริกหวานในปริมาณที่เท่ากัน พริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารบ่อยครั้งกว่า มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตและ

ให้ผลผลิตที่ดีกว่าพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ให้น้อยครั้งกว่า และการเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้เองจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามร้านค้าเกษตรทั่วไป ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36

4.1.2 ชนิดของวัสดุปลูก และวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน พบว่าวัสดุปลูกที่ได้จากขุยมะพร้าวอัดแท่ง เป็นวัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูง มีแนวโน้มที่ช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตของพริกหวานให้ดีขึ้น

4.2 การให้ความรู้แก่เกษตรกรในการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้เอง

4.2.1 ได้ทำการฝึกอบรมเกษตรกรจำนวน 2 ครั้ง เรื่องการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และให้ความรู้ในการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเพื่อใช้เอง รวมถึงการจัดการโรคและแมลงศัตรูพริกหวาน สำหรับการจذبอบรมนั้นครั้งแรกจัดเมื่อ วันที่ 17 พฤศจิกายน 2551 มีเกษตรกรผู้ปลูกพริกหวานเข้าร่วมสัมมนาทั้งหมดมาจาก 8 หมู่บ้าน จำนวน 44 คน และครั้งที่ 2 จัดขึ้นเมื่อ วันที่ 22 มีนาคม 2553 มีเกษตรกรเข้าร่วมฝึกอบรมมาจาก 5 หมู่บ้าน จำนวน 35 คน

4.3 แนวทางในการควบคุมศัตรูพริกหวานโดยวิธีผสมผสาน เพื่อลดสารพิษตกค้าง

4.3.1 สำรวจ และประเมินปริมาณแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนปลูก พบปริมาณแมลงในโรงเรือนค่อนข้างน้อย เพราะมีการฉีดพ่นสารเคมีกำจัดแมลง ระยะเวลาในการปลูกตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือน ตุลาคม เกษตรกรฉีดพ่นไปทั้งหมด 13 ครั้ง ใช้สารกำจัดแมลง 5 ชนิด ได้แก่ อะบาเม็กติน ไดโคลโฟล ปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ คลอร์ฟิโนเพอร์ และ อิมิดาโครพริด ฉีดพ่นสลับกัน ส่วนชนิดของแมลงที่พบได้แก่ ไรแดง เพลี้ยไฟ และหนอนกระทู้หอม

4.3.2 การควบคุมเพลี้ยไฟด้วยสารกำจัดแมลงในโรงเรือนปลูกพริกหวาน พบว่าสารเคมี 3 ชนิดคือ ฟิโปรนิล อิมิดาโครพริด และ อะบาเม็กติน ให้ผลดีอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในการควบคุมเพลี้ยไฟ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

4.3.3 ประสิทธิภาพของเชื้อราและสารชีวภัณฑ์เชื้อราเบเวริน ในการควบคุมแมลงหวี่ขาว พบว่าเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 6073, เชื้อรา *Beauveria* sp ไอโซเลท 2637, *Metarhizium anisopliae* ไอโซเลท BCC 4849 และ เชื้อรา *Metarhizium flavoviride* (M.fl) สามารถก่อโรคในแมลงหวี่ขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* ได้ ส่วนสารชีวภัณฑ์เชื้อราเบเวรินที่นำมาทดสอบนั้นไม่ได้ผลตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.3.4 การผลิตไร *Amblyseius cinctus* Corpus and Rimando เพื่อใช้ในการควบคุมไรขาวพริก ผลที่ได้นั้นยังไม่น่าพอใจ แต่สามารถเลี้ยงได้บนใบหม่อน และแผ่น polyethylene ซึ่งทั้ง 2 ชนิดมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกัน

4.3.5 วิธีการลดปริมาณแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนปลูกพริก จากการนำกับดักกาวเหนียวเหลืองมาทดสอบร่วมกับการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง เพื่อลดปริมาณของแมลงที่มีปีก

บินเช่น เพลี้ยไฟ แมลงหวี่ โดยติดด้านบนของต้นพริกหวาน ให้สูงกว่าระดับยอดของพริกหวาน ประมาณ 10 เซนติเมตร ขนาดแถบพลาสติกสีเหลืองมีความกว้าง 2 นิ้ว ความยาวครึ่งหนึ่งของแถวปลูก ต้นพริกหวานตากาเวนเขียวไว้ทั้งสองด้านนั้น พบว่า ในด้านที่ติดกับดักกาเวนเขียวสีเหลืองมีปริมาณของเพลี้ยไฟโดยเฉลี่ยน้อยกว่า เมื่อเทียบกับด้านที่ไม่ติดกับดัก

4.3.6 การใช้สารเคมีกำจัดเชื้อรา และปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ในการควบคุมโรคราแป้ง ในโรงเรือนปลูกพริกหวาน การทดสอบสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ แอนวิล ซาพอรอล และปิโตรเลียม สเปรย์ออยล์ กับพริกพันธุ์ มู่หลาน พบว่า การฉีดพ่นด้วยสารเคมีทั้ง 4 กรรมวิธีได้ผลดีเท่ากันในเชิงสถิติ คือใบที่พบว่าเป็นโรคเป็นแผลเก่าเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแผลเก่านี้ จะไม่มีสปอร์ของเชื้อจำนวนมากเพื่อแพร่ระบาดต่อไป แต่การทดลองครั้งนี้แนะนำว่า ควรใช้ แอนวิล ฉีดพ่นสลับกับ ปิโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ คือฉีดพ่นแอนวิลในครั้งแรก อีก 7 วันฉีดพ่น ปิโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ และอีก 7 วันต่อไปกลับมาฉีดพ่นแอนวิล สลับกัน ได้ผลดีเท่ากับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารกำจัดเชื้อราได้ 50% และลดความปนเปื้อนของผลผลิตจากสารเคมีลงได้ 50% เช่นกัน

4.3.7 การแยกเชื้อสาเหตุโรคไฟทอปเธอราใบล้าของพริกหวาน และแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และทดสอบเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ และเชื้อรา *Trichoderma* sp. กับเชื้อราสาเหตุโรคไฟทอปเธอราใบล้า ผลปรากฏว่า สามารถแยกเชื้อ *Phytophthora* sp. ได้จากโคนต้นพริก และผลที่เป็นโรค และจากวัสดุปลูก ส่วนวิธีการแยกนั้น ทำการบ่มตัวอย่างที่เป็นโรคใน moist chamber ล่อเชื้อด้วย แครอท และใบสับปะรด ส่วนการแยกเชื้อปฏิปักษ์แยกได้จากส่วนใบ ลำต้น ราก และวัสดุปลูกพริกหวาน สามารถคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ 2 ไอโซเลท คือ SPSB27 และ SPRB20 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ SPSB27 และ SPRB20 และเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลท T75 ในการควบคุมเชื้อ *Phytophthora* sp. พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ดังกล่าวให้ผลในการควบคุมโรคไฟทอปเธอราใบล้าได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

4.3.8 ตรวจสอบเชื้อไวรัสที่พบระบาดบนต้นพริกหวานภายในโรงเรือนปลูก ด้วยเทคนิค indirect ELISA สามารถตรวจพบเชื้อไวรัส Tospovirus group 4 และตรวจไม่พบเชื้อไวรัส CaCV, CMV, CVMV, TEV และ TMV ส่วนตัวอย่างใบพริกหวาน ที่ตรวจวันที่ 13 มีนาคม 2552 ไม่พบเชื้อไวรัส CMV, CVMV, TEV และ TMV ด้วยเทคนิค indirect ELISA และตรวจไม่พบอนุภาคไวรัสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากการตรวจหาเชื้อไวรัส PMMoV, ToMV และ TMV ในตัวอย่างใบพริกหวานที่แสดงลักษณะอาการของโรคไวรัสโดยใช้ชุดทดสอบ AgriStrip ของบริษัท BIOREBA ในการตรวจสอบไม่พบเชื้อไวรัสทั้ง 3 ชนิดในตัวอย่างพืช อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ว่า อาการที่ปรากฏนั้นอาจเกิดจากเชื้อไวรัสชนิดอื่น ๆ เช่น Alfalfa mosaic virus (AMV) และ Cucumber mosaic virus (CMV) ซึ่งสามารถเข้าทำลายพริกหวานและทำให้เกิดอาการคล้ายกันได้

บทคัดย่อ

โครงการพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ได้สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตพริกหวานในระบบไร้ดิน ภายใต้สภาพโรงเรือนอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิต ส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้ได้เอง และเพื่อได้แนวทางในการควบคุมศัตรูพริกหวานโดยวิธีผสมผสาน เพื่อลดสารพิษตกค้าง

การทดลองเปรียบเทียบสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากปุ๋ยผสมที่เกษตรกรซื้อจากบริษัท และสารละลายธาตุอาหารที่นักวิจัยผสมเอง (สูตร สกว.) พบว่าพริกหวานทั้ง 3 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ ทอร์คาล (Torkal) โกลด์เฟลม (Gold Flame) และ มู่หลาน (Mulan) เจริญเติบโตได้ดี และให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่างกันในถุงปลูกที่ใช้สารละลายสูตร สกว. และเมื่อเปรียบเทียบสารละลายทั้ง 2 สูตร พบว่าพริกทั้ง 3 พันธุ์ เจริญเติบโต และมีคุณภาพดีกว่าในภาชนะปลูกที่ใช้สารละลายสูตรของ สกว. และพบว่าการให้สารละลายธาตุอาหารแก่พริกหวานในปริมาณที่เท่ากัน พริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารบ่อยครั้งกว่าผ่านการจ่ายโดยเครื่องควบคุมเวลาอัตโนมัติ มีแนวโน้มในการเจริญเติบโต และให้ผลผลิตที่ดีกว่าพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ให้น้อยครั้งกว่า การเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้เองจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามร้านค้าวัสดุการเกษตร เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36 และจากการทดสอบวัสดุปลูก 7 ชนิด พบว่าขุยมะพร้าวอัดแท่งมีศักยภาพสูงในการเพิ่มคุณภาพ และปริมาณของผลผลิตพริกหวาน

การทดลองหาวิธีในการเพิ่มปริมาณไรต์หัว แมลงหีวขาว ศึกษาการเจริญเติบโต ของจุลินทรีย์ในการควบคุมแมลงหีวขาว และทดสอบสารฆ่าแมลงในการควบคุมเพลี้ยไฟ พบว่าวิธีการที่เหมาะสมในเพิ่มปริมาณไรต์หัว *Aeolus cinctus* สามารถทำได้โดยการเลี้ยงด้วยละอองเกสรตัวผู้ของต้นรูปยาสูบ และเพิ่มปริมาณแมลงหีวขาวโดยการเลี้ยงด้วยพืชอาศัย (มะเขือเทศ) สำหรับเชื้อจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้ควบคุมแมลงหีวขาวพบว่าเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลต 6073, เชื้อรา *Beauveria* sp ไอโซเลต 2637, *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลต BCC 4849 และ เชื้อรา *Metarhizium flavoviride* (M.fl) สามารถก่อโรคในแมลงหีวขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* ได้ สำหรับสารเคมีที่สามารถนำมาใช้ในการควบคุมเพลี้ยไฟอยู่ในกลุ่มของสารเคมี ได้แก่ สารปีโตเลียมสเปรย์ ออยล์ สารอะบาเม็กติน และสารอิมิดาคลอพริด และสารสกัดจากพืช ได้แก่ สารอะซาดิแรกติน และสารโรติโนน

การวิจัยในส่วนของโรคราแป้งของพริกหวาน ทำการทดสอบสารเคมี 3 ชนิด ได้แก่ แอนวิล ซาพรอล และปีโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ กับพริกพันธุ์ มู่หลาน พบว่า การฉีดพ่นด้วยสารเคมีทั้ง 4 กรรมวิธี ได้ผลดีเท่ากันในเชิงสถิติ คือใบที่พบว่าเป็นโรคเป็นแผลเก่าเสียเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งแผลเก่านี้ จะไม่มีสปอร์

ของเชื้อจำนวนมากแพร่ระบาดต่อไป แต่การทดลองครั้งนี้แนะนำว่า ควรใช้ แอนวิล ฉีดพ่นสลับกับ ปิโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ คือ ฉีดพ่นแอนวิลในครั้งแรก อีก 7 วันฉีดพ่น ปิโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ และอีก 7 วันต่อไปกลับมาฉีดพ่น แอนวิล สลับกัน ได้ผลดีเท่ากับกรรมวิธีอื่น ๆ แต่ประหยัดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารกำจัดเชื้อราได้ 50% และลดความปนเปื้อนของผลผลิตจากสารเคมีลงได้ 50% เช่นกัน ส่วนอัตราที่ใช้ นั้น ใช้แอนวิล 20 มล. ต่อน้ำ 20 ลิตร

การศึกษาโรคเหี่ยวของพริกหวานที่เกิดจากเชื้อรา *Phytophthora* sp. พร้อมทั้งทำการแยกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์กับเชื้อสาเหตุจากส่วนใบ ลำต้น ราก และวัสดุปลูกพริกหวาน สามารถคัดเลือกเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา *Phytophthora* sp. ได้ 2 ไอโซเลต คือ SPSB27 และ SPRB20 เมื่อทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ SPSB27 และ SPRB20 และเชื้อรา *Trichoderma* sp. ไอโซเลต T75 ในการควบคุมเชื้อ *Phytophthora* sp. สาเหตุโรคไฟทอปธอราใบลต์ของพริกหวานในโรงเรือน พบว่า แบคทีเรียปฏิปักษ์ดังกล่าวให้ผลในการควบคุมโรคไฟทอปธอราใบลต์ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

การตรวจสอบเชื้อไวรัสในพริกหวาน ด้วยเทคนิค indirect ELISA สามารถตรวจพบเชื้อไวรัส *Tospovirus* group 4 เพียง 1 ตัวอย่าง จาก 6 ตัวอย่างที่ตรวจ และตรวจไม่พบเชื้อไวรัส *CaCV*, *CMV*, *CVMV*, *TEV* และ *TMV* ส่วนตัวอย่างใบพริกหวาน ที่ตรวจวันที่ 13 มีนาคม 2552 ไม่พบเชื้อไวรัส *CMV*, *CVMV*, *TEV* และ *TMV* ด้วยเทคนิค indirect ELISA และตรวจไม่พบอนุภาคไวรัสด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน จากการตรวจหาเชื้อไวรัส *PMMoV*, *ToMV* และ *TMV* ในตัวอย่างใบพริกหวานที่แสดงลักษณะอาการของโรคไวรัสโดยใช้ชุดทดสอบ *AgriStrip* ของบริษัท *BIOREBA* ในการตรวจสอบ ไม่พบเชื้อไวรัสทั้ง 3 ชนิดในตัวอย่างพืช อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ว่า อาการที่ปรากฏนั้นอาจเกิดจากเชื้อไวรัสชนิดอื่น ๆ เช่น *Alfalfa mosaic virus* (*AMV*) และ *Cucumber mosaic virus* (*CMV*) ซึ่งสามารถเข้าทำลายพริกหวานและทำให้เกิดอาการคล้ายกันได้

Abstract

The project of developing the growing system of bell pepper in the greenhouse for high quality and safety product was intended to obtain the appropriate and efficient nutrient solution formula for growing bell pepper without soil in the greenhouse and to reduce the cost of production. The project also aimed to extend the knowledge of preparing the nutrient solution for the growers and to put the integrated pest management into operation in order to reduce toxic pesticide residue on the product.

Comparing between the nutrient solutions obtained by mixing of the fertilizer elements available from the private company and another prepared by the researchers or so-called the TRF formula (Thailand Research Fund formula) was initialized. The outcome of the TRF formula showed that the three varieties of tested bell peppers namely, Torkal, Gold Flame, and Mulan were similarly grown well and given high quality products in the particular solution. In contrast of the two formulae, the TRF formula gave the better results in terms of growth and product quality of the three peppers. Investigation had also proven that when the nutrient solutions were supplied to the plants of the same quantities, the one available to the plants many times a day through the automatic time sensing device (timer) gave a satisfied results relating to growth and quality of the products than the one manually operating by the grower few times a day. Preparation of the nutrient solution by their own by obtaining the fertilizer elements from the agricultural supply stores, the growers were then save the cost of input by 36 percents. In the study, 7 different kinds of substrates were examined. The result revealed that compressed coconut husk was the best to utilize as the bell pepper substrate because it had a potential to increase yield and quality of the pepper.

Regarding to insect pests of bell pepper, certain experiments on increasing predatory mite, *Aeolus cinctus*, the predator of whitefly, study on culturing of entomophagous fungi, the parasites of whitefly, and chemical control of thrips were carried out. The results pointed out that the laboratory rearing and increasing of *A. cinctus* was accomplished by feeding them with pollen of narrow-leaved cattail (*Typha angustifolia*). In case of whitefly, it was successfully increased in number with tomato plant.

Is was found that *Paecilomyces tenuipes* isolate 6073, *Beauveria* sp. Isolate 2637, *Metarhizium anisopilae* isolate BCC 4849, and *Metarhizium flavoride* were able to cause disease on whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) Three insecticides, petroleum spray oil, abamectin and

imidacloprid were observed to cease the thrips. In addition, the plant extract compounds, azadirachtin and rotenone were identified to kill the particular thrips.

In relation with controlling of powdery mildew disease of pepper, three chemicals, Anvil, Saprol, and petroleum spray oil were attempted to use. The result indicated that using Anvil, Saprol, Saprol sprayed alternately with Anvil, and Anvil sprayed alternately with petroleum spray oil at weekly interval were effective against the disease. There were no difference among the four mentioned treatments statistically. After the spray, most of the diseased lesions found on leaves were the old lesions they produced no spores for further infection. However, based on this find out, the recommendation of using Anvil spray alternately with petroleum spray oil at weekly interval was introduced to the growers. The recommendation treatment was assisted to reduce the cost of fungicide by 50% as well as reduce the contamination of the chemical on the yield of pepper by 50% too. The rate of spraying of Anvil was 20 ml/20 liters of water.

Another important disease of pepper was wilt disease caused by *Phytophthora* sp. The potential bacteria antagonistic to the causal agent were isolated from leaves, stem, root, and planting substrate of bell pepper. Two isolates of antagonistic bacteria which had effective against *Phytophthora* sp., isolates SPSB27 and SPRB20 were obtained. Then the two antagonistic bacteria including *Trichoderma* sp. isolate T75 were tested with *Phytophthora* sp. They were effective as compared with control treatment.

Prevalence of virus diseases was also noted. Six diseased leaf samples were collected and diagnosed for the viral types by indirect ELISA Technique. Only one sample was found to infect with Tospovirus group 4. Other viruses like CaCV, CMV, CVMV, TEV, and TMV were not recognized. Moreover, another group of leaf samples was examined on March 13, 2009. NO CMV, CVMV, TEV, and TMV were detected by indirect ELISA and also no particles of virus were seen by electron microscope. Hater, PMMoV, and TMV were detected by using Agristrip of BIOREBA company. All three mentioned viruses were not found. However, the observed symptoms of virus might have caused by other viruses such as Alfalfa mosaic virus (AMV) and Cucumber mosaic virus (CMV) which had similar symptoms as observed in the greenhouse.

สัญญาเลขที่ RDG 5120008

โครงการ"การพัฒนาระบบการปลูกพริกหวานในโรงเรือนเพื่อให้ได้ผลผลิตคุณภาพสูงและปลอดภัย"
สรุปรายงานฉบับสมบูรณ์

รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 มิถุนายน 2551 ถึง วันที่ 30 พฤศจิกายน 2552

ชื่อหัวหน้าโครงการวิจัย : รศ.ดร.ชาตรี สิทธิกุล

หน่วยงาน : ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ จังหวัดเชียงใหม่ 50200

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมกับการผลิตพริกหวานในระบบไร้ดินภายใต้สภาพโรงเรือนอย่างมีประสิทธิภาพ และลดต้นทุนการผลิต
2. ส่งเสริมให้เกษตรกรมีความรู้ความเข้าใจในการจัดการสารละลายธาตุอาหาร และสามารถเตรียมสารละลาย ธาตุอาหารใช้ได้เอง
3. เพื่อได้แนวทางในการควบคุมศัตรูพริกหวานโดยวิธีผสมผสาน เพื่อลดสารพิษตกค้าง

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการในระยะ 6 เดือนที่ 1 (มิถุนายน – พฤศจิกายน 2551) ตามแผนงานโดยสรุป

แผนกิจกรรม	ผลลัพธ์ (Out put) ที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
ส่วนของการจัดการสารละลาย ธาตุอาหาร 1. คัดเลือกพื้นที่และกลุ่มเกษตรกรเป้าหมาย เพื่อทำการศึกษาและเก็บข้อมูลการใช้ปุ๋ยในแต่ละระยะการเจริญเติบโต 2. จัดเตรียมโรงเรือนทดลอง ที่มีระบบการให้น้ำและปุ๋ยแบบเฟรตติเกชั่น 2 ระบบแยกจากกัน อย่างอิสระ และติดตั้งระบบควบคุมการให้สารละลายธาตุอาหาร 3. ทำการปลูกพริกหวานเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของการใช้ปุ๋ยในระบบเฟรตติเกชั่น และความรู้ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน	1. ได้เกษตรกรที่เป็นตัวแทนเข้าร่วมโครงการ 2. ได้โรงเรือนทดลอง ที่สามารถให้ปุ๋ยในระบบเฟรตติเกชั่น ได้ 2 ระบบ และมีความรู้ในการให้สารละลายที่ต่างกัน 3. ได้โรงเรือนทดลองที่ปลูกพริกหวานในระบบไรร์ดิน โดยได้รับสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 สูตร และมีความรู้ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน	1. ได้เกษตรกรผู้ปลูกพริกหวาน ค.โป่งแยง เข้าร่วมโครงการ 2. ทำการทดลองการให้ปุ๋ยแบบเฟรตติเกชั่น โดยใช้โรงเรือนของนายทวี ทัศตะดา ทดลองให้ปุ๋ย 2 ระบบ คือ เป็ด-ปีควาล์ โดยใช้คน และ Timer 3. ทำการทดสอบปุ๋ยที่เกษตรกรซื้อประจำจากบริษัท และปุ๋ยสูตรที่พัฒนาโดยนักวิจัยของสกว.	เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100%
ส่วนของการจัดการแมลงพริกหวาน 1. ทำการควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพริกหวานที่สำคัญ ได้แก่ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟและไรขาวพริก โดยวิธีผสมผสาน โดยใช้ไรตัวห้ำ <i>A. cinctus</i>, เชื้อจุลินทรีย์ และสารเคมีที่ปลอดภัย เช่น บีโตรเลียมสเปรย์ออยล์	1. ได้วิธีที่เหมาะสมในการใช้ไรตัวห้ำ <i>A. cinctus</i> ควบคุมไรขาวพริก 2. ได้จุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพริกหวาน (แมลงหวี่ขาว) 3. ได้ชนิดสารเคมีที่สามารถควบคุมเพลี้ยไฟ	1. ทำการทดสอบวิธีเลี้ยงไรตัวห้ำ โดยการเลี้ยงด้วยละอองเกสรตัวผู้ของต้นรูปถัวย 2. ทำการเพิ่มปริมาณแมลงหวี่ขาว และศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อรา สำหรับนำไปใช้ในการควบคุมแมลงหวี่ขาว 3. ทำการทดสอบสารสกัดจากพืช และสารเคมีที่จะนำมาใช้ควบคุมแมลงหวี่ขาว	เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100%

แผนกิจกรรม	ผลลัพธ์ (Out put) ที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
<u>ส่วนของการจัดการโรคของพริกหวาน</u> 1. การควบคุมการเกิดโรคราแป้ง โดยใช้สารเคมีฉีดพ่นสลับกับ บีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ โดยใช้ อัตราต่างๆ 2. ทดสอบประสิทธิภาพของ เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการ ยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุ โรคเหี่ยว (phytophthora blight) โดยวิธี dual culture	1. ทราบชนิดของสารเคมีกำจัดเชื้อรา แป้งและทราบอัตราที่ใช้ฉีดพ่น เพื่อ ลดการเกิด phytotoxic บนใบพริก 2. ได้เชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ที่สามารถ ยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโดยวิธี dual culture	1. ทำการทดสอบสารเคมี 3 ชนิด รวมทั้งบีโตรเลียมสเปรย์ ออยล์ ในการลด phytotoxic บน ใบพริก แต่ยังไม่ได้ทดสอบ อัตราต่างๆ ของแต่ละชนิดของ fungicide คาดว่าจะทำใน 6 เดือนที่ 2 2. ทำการแยกเชื้อราปฏิปักษ์จาก ส่วนต่างๆ ของต้นพริกหวาน ได้ ทั้งหมด 183 ไอโซเลท และ คัดเลือกบางไอโซเลทไปทดลอง ในโรงเรือน	ได้ผล 75% ขณะนี้ได้ เตรียมพริกหวานใน รุ่นต่อไปเพื่อทำการ ทดลองใน 6 เดือนที่ 2 แล้ว ได้ผล 100%

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการในระยะ 6 เดือนที่ 2 (ธันวาคม 2551-พฤษภาคม 2552) ตามแผนงานโดยสรุป

แผนกิจกรรม	ผลลัพธ์ (Out put) ที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
ส่วนของการจัดการสารละลายธาตุอาหาร 1. ทำการศึกษาและเก็บข้อมูลต่างๆ ตามแผนที่ได้กำหนดไว้ในระเบียบและวิธีกวีชัย 2. ทำการศึกษาเพื่อยืนยันผลการศึกษาในฤดูกาลปลูกที่ 1 โดยนำสูตรสารละลายธาตุอาหารและความถี่ในการให้สารละลายที่ได้จากการศึกษาในฤดูกาลที่ 1 มาพัฒนาใช้ในการผลิตพริกหวานในฤดูกาลผลิตที่ 2	1. ทราบถึงข้อมูลด้านต่างๆ เช่น - การเจริญเติบโตและผลผลิตและคุณภาพของพริกหวาน - ความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร และในใบพริกหวานในระยะต่างๆ - ทราบถึงผลของความถี่ในการให้สารละลายต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน 2. ได้โรงเรือนทดลองที่ปลูกพริกหวานในระบบไร้ดิน โดยได้รับสารละลายธาตุอาหารและความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสม	1.1 ได้ข้อมูลด้านการเจริญเติบโตและผลผลิต และคุณภาพของพริกหวาน 1.2 ได้ความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร และในใบพริกหวานในระยะต่างๆ 1.3 ได้ความถี่ในการให้สารละลายต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน 2.1 ได้โรงเรือนทดลองที่ปลูกพริกหวานในระบบไร้ดิน	เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100%
ส่วนของการจัดการแมลงพริกหวาน 1. ทำการควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพริกหวานที่สำคัญ ได้แก่ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟและไรขาวพริก โดยวิธีผสมผสานโดยใช้ไรตัวห้ำ <i>A. cinctus</i>, เชื้อจุลินทรีย์ และสารเคมีที่ปลอดภัย เช่น บีโตรเลียมสเปรย์ออยล์	1. ได้วิธีที่เหมาะสมในการใช้ไรตัวห้ำ <i>A. cinctus</i> ควบคุมไรขาวพริก 2. ได้จุลินทรีย์ที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพริกหวาน (แมลงหวี่ขาว)	1.1 ทำการทดสอบวิธีเลี้ยงไรตัวห้ำ โดยการเลี้ยงด้วยละอองเกสรตัวผู้ของต้นรูปฤทัย 2.1 ทำการเพิ่มปริมาณแมลงหวี่ขาว และศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อรา สำหรับนำไปใช้ในการควบคุมแมลงหวี่ขาว 2.2 ทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์การออกของสปอร์เชื้อราทดสอบบนอาหารเทียมและคัดเลือกเชื้อราทดสอบที่สามารถก่อโรคในแมลงหวี่ขาว	เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100%

แผนกิจกรรม	ผลลัพธ์ (Out put) ที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
	3. ได้ชนิดสารเคมีที่สามารถควบคุมแมลงห้ำขาว เพลี้ยไฟ และไรขาว	2.3 ทำการศึกษาความรุนแรงของเชื้อราก่อโรคในแมลงห้ำขาว และการขยายเพิ่มปริมาณเชื้อรา 3.1 ทำการทดสอบสารสกัดจากพืชและสารเคมีที่จะนำไปใช้ควบคุมแมลงห้ำขาว เพลี้ยไฟ และไรขาว	อยู่ระหว่างการดำเนินงาน เป็นไปตามแผน 100%
ส่วนของการจัดการโรคของพริกหวาน 1. การควบคุมการเกิดโรคราแป้งโดยใช้สารเคมีฉีดพ่นสลับกับปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ โดยใช้อัตราต่างๆ 2. ทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยว (phytophthora blight) ในสภาพโรงเรือนทดลองของแปลงเกษตรกร	1. ทราบชนิดของสารเคมีที่ใช้ได้ผลดีในการควบคุมโรคราแป้ง 2. ทราบถึงข้อมูลด้านต่างๆ เช่น ความสามารถในการควบคุมโรคในระบบรากโดยเชื้อจุลินทรีย์ปฏิปักษ์แต่ละชนิด รวมถึงผลต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต	1.1 ได้ชนิดของสารเคมีที่ใช้ได้ผลดีในการควบคุมโรคราแป้ง คือ การฉีดพ่น แอนวิลสลับกับ ปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ 2.1 ได้แบคทีเรียปฏิปักษ์ที่ให้ผลในการควบคุมโรคไฟทอปธอราไบลท์ คือ SPSB 27 SPRB 20 และเชื้อรา <i>Trichoderma</i> sp. ไอโซเลท T75 รวมทั้งผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิต	เป็นไปตามแผน 100% เป็นไปตามแผน 100%

รายละเอียดผลการดำเนินงานของโครงการในระยะ 6 เดือนที่ 3 (มิถุนายน 2552-พฤศจิกายน 2552) ตามแผนงานโดยสรุป

แผนกิจกรรม	ผลลัพธ์ (Out put) ที่คาดว่าจะได้รับ	ผลการดำเนินงาน	หมายเหตุ
ส่วนของการจัดการสารละลายธาตุอาหาร 1. เก็บข้อมูลต่าง ๆ ตามแผนที่ได้กำหนดไว้ในระเบียบและวิธีการวิจัย 2. ทำการฝึกอบรม เรื่องการจัดการสารละลายธาตุอาหารสำหรับพริกหวาน 3. สรุปผลการดำเนินการวิจัย	1. ได้สูตรสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมแก่การปลูกพริกหวานในโรงเรือน 2. ฝึกอบรมเกษตรกรในการปลูกพริกหวาน เรื่อง สารละลายธาตุอาหาร โรค และแมลง เกษตรกรสามารถผสมปุ๋ยใช้เองได้ 3. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์ที่เป็นแนวทางแก่เกษตรกร เรื่อง ธาตุอาหาร โรค และแมลงที่สำคัญของพริกหวาน	1. สูตรอาหารที่ได้ราคาประหยัดกว่าที่เกษตรกรซื้อจากบริษัทร้านค้า 36% 2. เกษตรกรมีความรู้ในการจัดซื้อธาตุอาหารต่าง ๆ แล้วนำมาผสมใช้เองได้ มีความรู้เรื่องการใส่สารเคมีกำจัดโรคและแมลงอย่างมีประสิทธิภาพ 3. ได้ผลสรุปที่สำคัญทั้ง 3 เรื่อง คือ ธาตุอาหาร โรค และแมลง	เป็นไปตามแผน 100%
ส่วนของการจัดการแมลงพริกหวาน 1. ทำการควบคุมการระบาดของแมลงศัตรูพริกหวานที่สำคัญ ได้แก่ แมลงหวี่ขาว เพลี้ยไฟ และไรขาวพริก โดยวิธีผสมผสาน 2. สรุปผลการดำเนินการวิจัย	1. ได้วิธีการควบคุมแมลงที่สำคัญ 3 ชนิด ตามวิธีผสมผสาน เพื่อลดการใช้สารเคมีที่อันตรายลง 2. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์ที่เป็นแนวทางในการควบคุมแมลงที่สำคัญ	1. ได้วิธีผสมผสานในการควบคุมแมลงที่สำคัญ คือ การใช้สารเคมีและกำจัดแมลงด้วยวิธีกล 2. ทราบถึงวิธีการควบคุมแมลงที่สำคัญ	เป็นไปตามแผน 100%
ส่วนของการจัดการโรคของพริกหวาน 1. รวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูล 2. สรุปผลการดำเนินการวิจัย	1. ได้วิธีการควบคุมโรคราแป้งโดยใช้สารเคมีกำจัดเชื้อราร่วมกับปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ซึ่งช่วยลดการใช้สารเคมีลง 50% ได้แบคทีเรียและเชื้อราปฏิปักษ์ ในการควบคุมโรคเหี่ยวของพริกหวาน 2. ได้รายงานฉบับสมบูรณ์อันเป็นแนวทางในการควบคุมโรคที่สำคัญของพริกหวาน	1. สามารถลดการใช้สารเคมีอันตรายในการควบคุมโรคราแป้งลงได้ 50% และได้เชื้อปฏิปักษ์ต่อเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยว 2. ได้แนวทางในการควบคุมโรคที่สำคัญ รวมทั้งโรคที่เกิดจากไวรัส	เป็นไปตามแผน 100%

(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี สิทธิกุล)

หัวหน้าโครงการ

วันที่ 24 พฤษภาคม 2553

รายละเอียดผลการดำเนินงาน

บทที่ 1

การจัดการสารละลายธาตุอาหาร

การจัดการปุ๋ยในระบบเพอร์ดิเกชั่น

3.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

พริกหวานเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของภาคเหนือ ซึ่งมีแหล่งผลิตใหญ่อยู่ที่ ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ. เชียงใหม่ นอกจากนี้ยังกระจายตามพื้นที่ที่มีอากาศเย็น หรือบนพื้นที่สูงของภาคตะวันออกเฉียงเหนือ และยังมีแนวโน้มที่ปลูกได้พอสมควรในพื้นที่สูงของภาคกลาง ในระยะเวลาสิบปีที่ผ่านมาปริมาณความต้องการพริกหวานเพื่อใช้บริโภคสดภายในประเทศและการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว นำมาซึ่งการขยายตัวของการผลิตพริกหวานในพื้นที่ต่างๆ ในเขตภาคเหนือของประเทศ เพื่อผลิตพริกหวานให้เพียงพอความต้องการของตลาด เกษตรกรได้เพิ่มผลผลิตของพริกหวานทั้งด้านการเพิ่มพื้นที่การเพาะปลูกและเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่ สำหรับการเพิ่มผลผลิตต่อพื้นที่นั้น ปุ๋ยเคมี และยากำจัดโรคและแมลง ยังคงเป็นปัจจัยหลักที่สำคัญของการผลิตที่เกษตรกรจำเป็นต้องใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งปุ๋ยเคมี ซึ่งในปัจจุบันเกษตรกรผู้ผลิตพริกหวานส่วนใหญ่นิยมปลูกพริกหวานในระบบการปลูกพืชไร้ดิน (substrate culture system) ภายใต้สภาพโรงเรือน โดยใช้กาบมะพร้าวสับเป็นวัสดุคำจุนราก มีการให้น้ำและปุ๋ยไปพร้อมๆ กัน (fertigation system) ดังนั้นในแต่ละรอบของการให้สารละลายธาตุอาหาร จะมีสารละลายธาตุอาหารบางส่วนไหลล้นออกนอกภาชนะปลูก ปนเปื้อนสู่สิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง nitrates และ phosphates (Raviv *et al.*, 1998, Incrocci *et al.*, 2006) ดังนั้นการปลูกพืชไร้ดินในระบบปิดภายใต้สภาพโรงเรือน จึงเป็นแนวทางในการช่วยลดการปนเปื้อนของสารละลายธาตุอาหารส่วนเกินสู่สิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังเป็นการประหยัดน้ำและปุ๋ย ซึ่งทำให้การใช้น้ำและปุ๋ยเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ (Zekki *et al.* 1996) อย่างไรก็ตามก็ยังมีกรณีการสะสมของไอออนต่างๆ ซึ่งเกิดจากการล้างระบบหรือวัสดุคำจุนราก เพื่อควบคุมความเค็มบริเวณรากพืช (Raviv *et al.*, 1998, Carmassie *et al.*, 2005) สำหรับการปลูกพืชไร้ดินในระบบเปิดนั้น เนื่องจากวัสดุคำจุนรากนั้นต้องการการชะล้างเกลือส่วนเกินออกจากระบบ ซึ่งแตกต่างไปจากธรรมชาติของดินที่ใช้ปลูกพืช ซึ่งจำเป็นต้องดูดซับปริมาณธาตุอาหารเอาไว้และต้องการลดการสูญเสียธาตุอาหารจากการชะล้าง ดังนั้นการปลูกพืชไร้ดินในระบบเปิด ควรจะมีการควบคุมการระบายน้ำออกให้น้อยที่สุด ซึ่งการชะล้างที่เหมาะสมควรอยู่ในระหว่าง 25-35% (Savvas, *et al.*, 2007) Katsououlas *et al.*, 2006 ศึกษาการปลูกกุหลาบในสารละลายธาตุอาหารในระบบปิด โดยใช้ Rockwood เป็นวัสดุคำจุนราก พบว่าการเพิ่มจำนวนความถี่ของการให้สารละลายธาตุอาหาร สามารถทำให้น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของต้นกุหลาบเพิ่มขึ้นได้ถึง 30% ทั้งนี้เนื่องมาจากการเพิ่มความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหาร เป็นการเพิ่มความเข้มข้นของธาตุอาหารในระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งฟอสฟอรัสและ แมงกานีส อีกทั้งการเพิ่มความถี่ในการให้สารละลายยังเป็นการเพิ่มความชื้นในบริเวณรากที่อยู่ในวัสดุคำจุนรากอีกด้วย (Xu *et al.*, 2004, Silber *et al.*, 2005)

จากข้อมูลดังกล่าวมานี้ ชี้ให้เห็นว่าโปรแกรมการให้น้ำและปุ๋ยจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เพราะนอกจากจะเป็นการประหยัดน้ำและปุ๋ยแล้ว การให้น้ำและปุ๋ยอย่างถูกต้องจะเป็นการใช้น้ำอย่างมี

ประสิทธิภาพ สามารถหลีกเลี่ยงการเกิดสภาวะเครียดของพืช และยังสามารถควบคุมคุณภาพของผลผลิตได้อีกด้วย (Raviv and Blom, 2001) อย่างไรก็ตามเกษตรกรส่วนใหญ่ยังขาดความรู้เรื่องการจัดการน้ำและปุ๋ยอย่างถูกวิธี ทำให้การใช้ปุ๋ยไม่เกิดประสิทธิภาพสูงสุด เป็นผลทำให้ต้นทุนทางการผลิตเพิ่มสูงขึ้น และนอกจากนี้ยังส่งผลเสียต่อสภาพของดินและสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้นการศึกษานี้หาแนวทางในการจัดการปุ๋ย เพื่อให้การใช้ปุ๋ยได้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อลดต้นทุนการผลิต จึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจและมีประโยชน์อย่างยิ่งกับเกษตรกร

3.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาแนวทางในการจัดการสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกพริกหวานเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และให้ได้สูตรของสารละลายธาตุอาหารที่เหมาะสมสำหรับการปลูกพริกหวานที่เกษตรกรผู้ปลูกพริกหวานสามารถเตรียมขึ้นใช้เองได้

3.3 วิธีการดำเนินการวิจัย

การศึกษานี้หาแนวทางในการจัดการสารละลายธาตุอาหารสำหรับการปลูกพริกหวาน ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ได้แบ่งการศึกษานี้ออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

3.2.1 การศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวาน

สถานที่ทดลอง: การทดลองเพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหาร ได้ทำการศึกษาในโรงเรือนปลูกพริกหวานของเกษตรกร ในพื้นที่ หมู่ 3 ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในระหว่างเดือนมิถุนายน – ธันวาคม 2551 โดยใช้โรงเรือนขนาดประมาณ 24 x 36 เมตร (กว้าง x ยาว) ซึ่งมีความสูงจากระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 810 เมตร

แผนการทดลอง: การทดลองนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลองย่อย คือ การทดลองย่อยที่ 1 ใช้พริกหวานพันธุ์สีเหลือง (yellow bell pepper) ส่วนการทดลองย่อยที่ 2 ใช้พริกหวานพันธุ์สีแดง (red bell pepper) โดยทั้งสองการทดลองย่อย มีการวางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 3 กรรมวิธี โดยมีรายละเอียดของแต่ละกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจาก ปุ๋ยผสมสูตรสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายเป็นการค้าทั่วไป (commercial fertilizer, CF) และจ่ายสารละลายธาตุ

อาหารให้ต้นพริก ประมาณ 3 ครั้งต่อวัน (ช่วงสายๆ กลางวัน และช่วง บ่าย) ครั้งละประมาณ 5-10 นาที

กรรมวิธีที่ 2 ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมเองจากการใช้แม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายทั่วไป (สูตร สกว.) และจ่ายสารละลายธาตุอาหารเช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 1

กรรมวิธีที่ 3 ใช้สารละลายธาตุอาหารสูตรเดียวกับกรรมวิธีที่ 2 แต่จ่ายสารละลายธาตุอาหารให้กับต้นพริก โดยอาศัยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (ความถี่ในการจ่าย สารละลายเป็น 2 เท่าของกรรมวิธีที่ 2 แต่เวลาในการจ่ายสารละลาย ลดลง เหลือเพียง $\frac{1}{2}$ ของกรรมวิธีที่ 1 ดังนั้นต้นพริกจะได้ปุ๋ยในปริมาณที่เท่ากับ กรรมวิธีที่ 2)

การปลูก: ทำการเพาะเมล็ดพริกหวานพันธุ์สีแดง/เหลืองในถาดเพาะกล้า จนต้นกล้ามีใบ เลี้ยงได้ประมาณ 2 ใบ (ประมาณ 2 - 3 สัปดาห์) จึงทำการย้ายกล้าจากถาดเพาะลงในถุงอนุบาลกล้าขนาดเล็ก โดยปลูกต้นกล้า 2 ต้นต่อถุง ทำการอนุบาลกล้าพริกจนต้นกล้ามีใบเลี้ยงประมาณ 4 ใบ (ประมาณ 1 - 2 สัปดาห์) จึงทำการย้ายกล้าลงถุงปลูกขนาดความจุประมาณ 12 ลิตรที่บรรจุด้วยกาบมะพร้าวสับ โดยมี ระยะระหว่างแถว 1 เมตร และระยะระหว่างถุง 0.5 เมตร (ภาพที่ 1 และ 2)



ภาพที่ 1 การเตรียมถุงปลูกพริกหวาน ; บรรจุวัสดุปลูกลงในถุงปลูก (1) , เตรียมสายน้ำหยด (2), เสียบ หัวน้ำหยดเข้ากับสายน้ำหยด (3) และ ถุงปลูกที่พร้อมใช้งาน โดยมีระยะระหว่างแถว 1 เมตร ระยะระหว่างถุง 0.5 เมตร (4)



ภาพที่ 2 ขั้นตอนการปลูกพริกหวาน ; เพาะเมล็ดพริกหวานในถาดเพาะกล้า (1) คลุมด้วยวัสดุพรางแสง และป้องกันการสูญเสียความชื้น (2) นำไปบ่มไว้ในตู้เพาะกล้า (3) จนต้นกล้ามีใบเลี้ยงได้ ประมาณ 2 ใบ (4) จึงทำการย้ายกล้าจากถาดเพาะลงในถุงอนุบาลกล้าขนาดเล็ก (5) โดยปลูก ต้นกล้า 2 ต้นต่อถุง ทำการอนุบาลกล้าพริกจนต้นกล้ามีใบเลี้ยงประมาณ 4 ใบ (6) จึงทำการ ย้ายกล้าลงถุงปลูก โดยตัดก้นถุง (7) ก่อนนำลงปลูกในถุงปลูก (8)

การเตรียมสารละลายธาตุอาหาร: ทำการเตรียมสารละลายธาตุอาหารเข้มข้นสูง 2 ถึง คือ สารละลาย A และสารละลาย B โดยแต่ละชนิดจะผสมน้ำ 75 ลิตร และเมื่อให้สารละลายธาตุอาหารกับ พริกหวาน จะผสมสารละลาย A และ B กับน้ำดิบในถังเก็บขนาดใหญ่ (ประมาณ 1500 ลิตร) (ภาพที่ 3) ในอัตราส่วน 1 : 1 ให้ได้ค่าการนำไฟฟ้าที่ต้องการ สำหรับน้ำที่นำมาใช้ในการผสมปุ๋ยนั้น จะถูกปรับค่า pH ให้อยู่ในช่วงระหว่าง 5.5-6.5 โดยเติมกรดไนตริกลงไปให้น้ำในกรณีที่น่าเป็นค่า



ภาพที่ 3 ระบบจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้: ทำการให้สารละลายธาตุอาหารตามระยะการ เจริญเติบโตของพืช โดยในระยะต้นกล้า จะให้ปุ๋ยเจือจาง โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ที่ประมาณ 1.5 mS/cm เมื่อย้ายปลูกในถุงปลูกจนถึงระยะก่อนเก็บเกี่ยว จะให้ปุ๋ยที่มีความเข้มข้นสูงขึ้น โดยมีค่าการนำไฟฟ้าอยู่ ในระหว่าง 2.2-2.5 mS/cm

การเก็บบันทึกข้อมูล:

- ทำการบันทึกความสูง และผลผลิตของพริกหวาน ในแต่ละกรรมวิธีการทดลอง ที่ ระยะเวลาดัง ๆ
- บันทึก pH, EC และวิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหาร (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B, S) ในสารละลายธาตุอาหาร
- วิเคราะห์หาความเข้มข้นของธาตุอาหารพืช (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu, B) ในใบพริกหวานในระยะให้ผลผลิตชุดแรก

การป้องกันและกำจัดศัตรูพืช: ทำการป้องกันกำจัดศัตรูพืชตามความจำเป็น โดยใช้วิธีการ แบบบูรณาการตามสภาพของผลการประเมินความเสียหายที่เกิดจากการเข้าทำลายของศัตรูพืชแต่ละชนิด

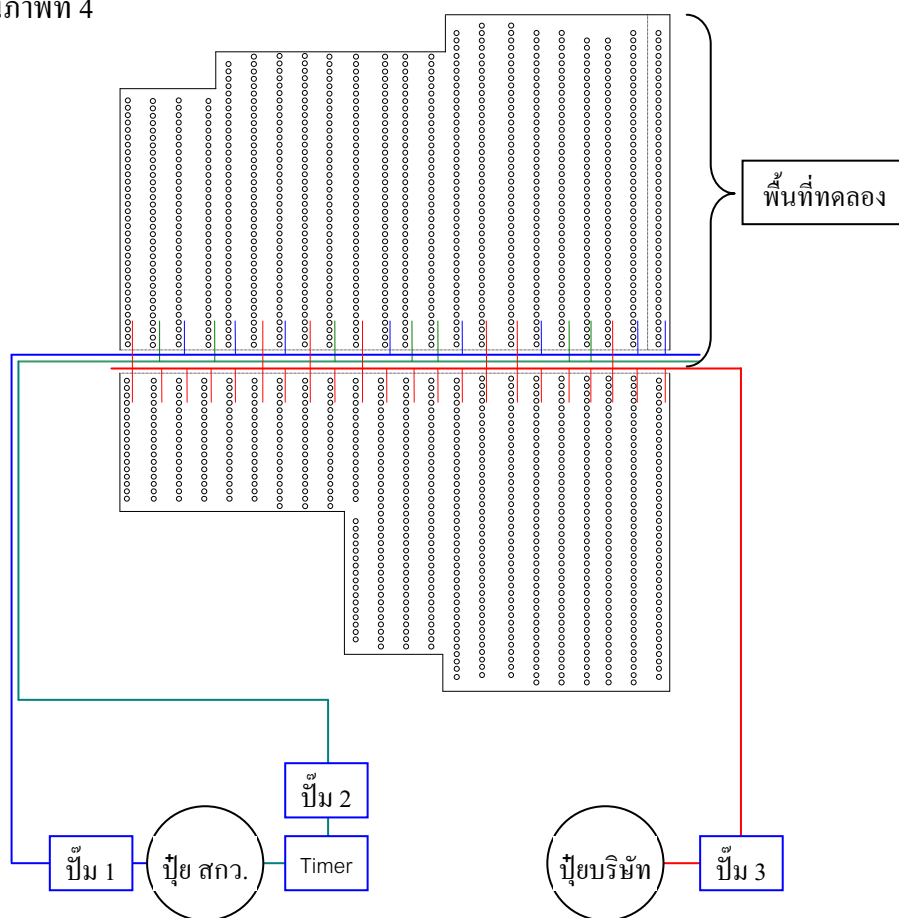
สำหรับการทดลองย่อยที่ 3 ได้ดำเนินการปลูกพริกหวานพันธุ์สีเขียว ในโรงเรือนของ เกษตรกรรายใหม่ ในพื้นที่ หมู่ 3 ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ในช่วงระหว่างเดือน เมษายน - สิงหาคม 2552 โดยใช้โรงเรือนขนาด 6 x 24 เมตร (กว้าง x ยาว) และมีความสูงจาก

ระดับน้ำทะเลเฉลี่ย 850 เมตร สำหรับแผนการทดลองนั้น ประกอบไปด้วยกรรมวิธีการทดลอง 2 กรรมวิธี คือ (1) พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่เกษตรกรซื้อสำเร็จรูปจากบริษัท และ (2) พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามทั่วไป (สูตร สกว.) และอาศัยการวิเคราะห์สถิติแบบ One-way Analysis of variance ในการประเมินความแตกต่างระหว่างผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน สำหรับวิธีการจ่ายสารละลายธาตุอาหารให้แก่พริกหวานนั้น ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองย่อยที่ 1 และ 2

ผลการทดลอง :

3.3.1.1 ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

ในการศึกษาผลของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน 2 ชนิด และความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารที่มีผลต่อคุณภาพและผลผลิตของพริกหวานนี้ จำเป็นต้องมีระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร 2 ระบบที่แยกจากกันโดยอิสระ คณะผู้วิจัยจึงได้ติดตั้งระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารเพิ่มขึ้นอีก 1 ระบบในโรงเรือนของเกษตรกร เพื่อจ่ายสารละลายธาตุอาหารสูตรที่เกษตรกรนิยมใช้ (ปุ๋ยบริษัท) และสูตรที่ทางคณะผู้วิจัยผสมขึ้นใช้เอง (ปุ๋ย สกว.) ระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหาร แสดงในภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แผนผังระบบการจ่ายสารละลายธาตุอาหารในโรงเรือนทดลอง

3.3.1.2 สูตรสารละลายธาตุอาหาร

สูตรของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 สูตรด้วยกัน คือ สูตรที่ 1 เป็นสูตรที่ปกปิดทางการค้า ซึ่งเกษตรกรได้ซื้อจากบริษัทหรือผู้ประกอบการอิสระที่ได้เตรียมขึ้นเพื่อจำหน่ายเป็นชุด ปุ๋ยที่ใช้เตรียมสารละลายธาตุอาหาร 1 ชุดจะประกอบด้วยปุ๋ย 2 ส่วนด้วยกันคือ ปุ๋ย A และ ปุ๋ย B ซึ่งองค์ประกอบของปุ๋ย A และ B จะแตกต่างกันไป และนอกจากนั้นแล้วโดยทั่วไป ปุ๋ยที่จำหน่ายยังสามารถแบ่งออกได้ 2 เกรด คือ ปุ๋ยขนาดเล็กหรือปุ๋ยไม่เต็มสูตร และปุ๋ยชุดใหญ่หรือปุ๋ยเต็มสูตร ซึ่งราคาจะแตกต่างกันไป โดยปุ๋ยขนาดเล็กจะเป็นปุ๋ยที่ราคาถูก (ประมาณ 1,750 – 1,800 บาท/ 35 – 38 กิโลกรัม) สำหรับปุ๋ยชุดใหญ่หรือปุ๋ยเต็มสูตร ราคาจะแพงกว่า (ประมาณ 2,250 – 2,300 บาท/ 38 – 40 กิโลกรัม) สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ได้เลือกใช้ปุ๋ยชุดใหญ่หรือเต็มสูตร (ราคา 2,250 บาท/38 กิโลกรัม) ซึ่งเกษตรกรส่วนใหญ่นิยมใช้ในการปลูกพริกหวาน ส่วนสารละลายธาตุอาหารสูตรที่ 2 (สูตร สกว.) ซึ่งเป็นสูตรธาตุอาหารที่จะแนะนำให้เกษตรกรใช้ต่อไปในอนาคตนั้น องค์ประกอบต่าง ๆ ของปุ๋ย แสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 องค์ประกอบของปุ๋ยชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในการละลายเข้มข้น A และ B (สำหรับปริมาตร 75 ลิตร)

ชนิดปุ๋ย	สารเคมี/ปุ๋ยที่ใช้*	ปริมาณ	หน่วย
ปุ๋ย A	แคลเซียมไนเตรท (15 - 0 - 0)	16.0	กิโลกรัม
	เหล็กอีดีทีเอ (Fe-EDTA)	209	กรัม
ปุ๋ย B	โพแทสเซียมไนเตรท (13 - 0 - 46)	10.1	กิโลกรัม
	โพแทสเซียมฟอสเฟต (0 - 52 - 34)	3.3	กิโลกรัม
	แมกนีเซียมซัลเฟต	6.0	กิโลกรัม
	ซิงค์ซัลเฟต	22.3	กรัม
	คอปเปอร์ซัลเฟต	3.0	กรัม
	แมงกานีสซัลเฟต	26.6	กรัม
	กรดบอริก	28.6	กรัม
	แอมโมเนียมโมลิบเดต ((NH ₄) ₂ Mo ₇ O ₂₄)	1.3	กรัม

*สารเคมีหรือปุ๋ยที่ใช้เตรียมเป็น commercial grade ซึ่งมีจำหน่ายตามร้านค้าปุ๋ยทั่วไป

เมื่อนำปุ๋ยทั้งสองสูตรไปเตรียมสารละลายธาตุอาหาร และปล่อยสู่ระบบให้กับต้นพริกความเข้มข้นของธาตุอาหารแต่ละชนิด pH และค่าการนำไฟฟ้าของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 2

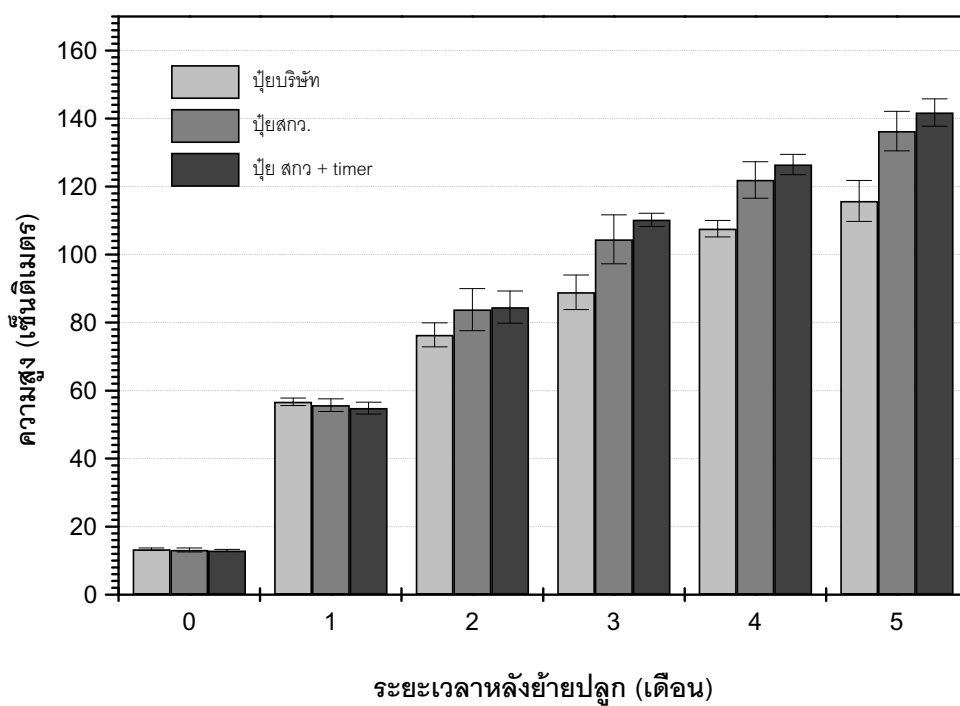
ตารางที่ 2 ค่า pH EC และความเข้มข้นของธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหารเฉลี่ย ของสารละลายธาตุอาหารที่ใช้ในการทดลอง

สูตรปุ๋ย	pH	EC (mS/cm)	ความเข้มข้นธาตุอาหารในสารละลายธาตุอาหาร (mg/L)*										
			N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Cu	Zn	Mn	B
ปุ๋ยบริษัท	6.85	2.32	236.0	52.2	308.8	209.1	46.0	37.3	0.73	0.29	0.26	0.64	0.61
ปุ๋ยสกว.	6.64	2.37	246.0	43.8	308.1	217.4	39.7	27.0	1.30	0.10	0.21	0.39	0.46

* - ค่าเฉลี่ย 6 เดือน โดยทำการวิเคราะห์เดือนละ 2 ครั้ง - Mo ไม่ได้วิเคราะห์

3.3.1.3 การเจริญเติบโตของพริกหวาน

การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกโดยให้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน 2 ชนิด คือ สารละลายธาตุอาหารที่ซื้อปุ๋ยผสมสำเร็จรูปจากทางบริษัทผู้ค้าปุ๋ย (ปุ๋ยบริษัท) และสารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากแม่ปุ๋ยที่ผสมใช้เอง (ปุ๋ยสกว.) แสดงในภาพที่ 5 ซึ่งจะเห็นได้ว่าความสูงของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารของสกว. มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า (ภาพที่ 6) และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนหลังการย้ายปลูก 3 เดือน ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของ สกว. ทั้งที่มีการจ่ายปุ๋ยแบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P = 0.05$) โดยที่ระยะ 3 เดือนหลังย้ายปลูก (เป็นระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว) ต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ที่จ่ายปุ๋ยโดยระบบธรรมดา และจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ มีความสูงเฉลี่ยต่อต้น 104.5 และ 110.2 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยบริษัท มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นเพียง 88.9 ซม.



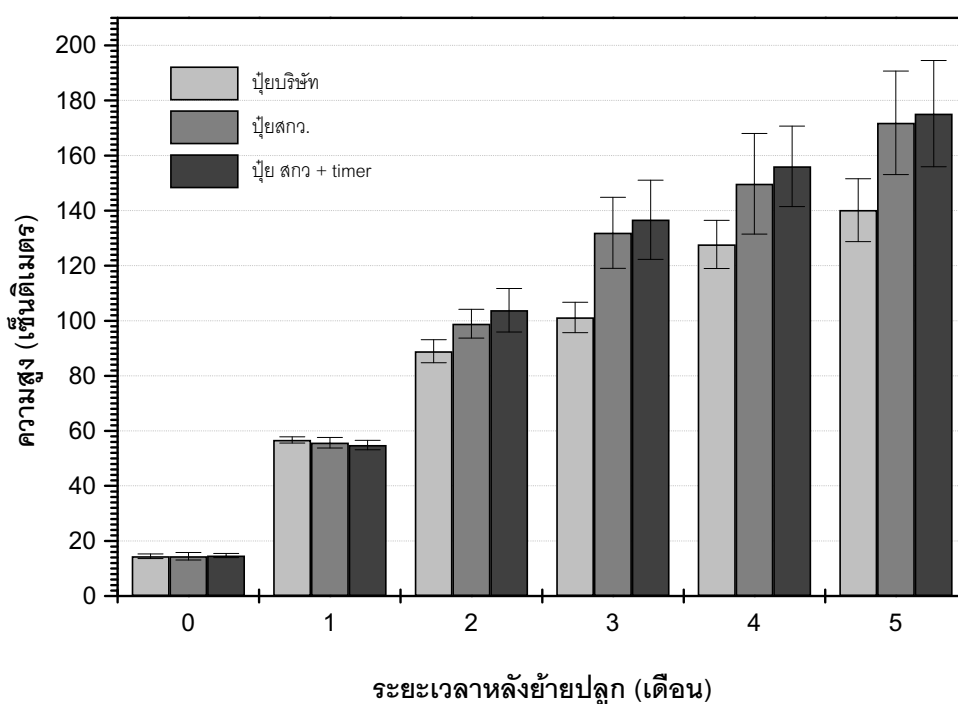
ภาพที่ 5 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองในระยะเวลาต่าง ๆ หลังย้ายปลูก



ภาพที่ 6 แสดงการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง อายุ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ระหว่างการจ่ายปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติพบว่า การเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลา 5 เดือนหลังการย้ายปลูก อย่างไรก็ตามการจ่ายสารละลายโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความถี่ในการให้ปุ๋ยมากกว่า การให้ปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา 2 เท่า มีแนวโน้มทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการจ่ายปุ๋ยด้วยความถี่ต่ำ

สำหรับการทดลองย่อยที่ 2. ซึ่งใช้พริกหวานพันธุ์สีแดงในการทดสอบ ผลการศึกษาพบว่า พริกหวานพันธุ์สีแดง มีการตอบสนองต่อปุ๋ยที่ใช้ทดสอบในลักษณะเช่นเดียวกับพริกหวานพันธุ์สีเหลือง ดังแสดงในภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีแดงในระยะเวลาต่าง ๆ หลังย้ายปลูก

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่าในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูกพริกหวานมีความสูงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารของสกว. มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่า และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างชัดเจนหลังการย้ายปลูก 3 เดือน ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของ สกว. ทั้งที่มีการจ่ายปุ๋ยแบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ จะมีการเจริญเติบโตดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P =$

0.05) โดยที่ระยะ 3 เดือนหลังย้ายปลูก (เป็นระยะที่ให้ผลผลิตแล้ว) ต้นพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ที่จ่ายปุ๋ยโดยระบบธรรมดา และจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ มีความสูงเฉลี่ยต่อต้น 131.9 และ 136.7 ซม. ตามลำดับ ในขณะที่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยบริษัท มีความสูงเฉลี่ยต่อต้นเพียง 101.2 ซม. และเมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้ปุ๋ยของสกว. ระหว่างการจ่ายปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา และการจ่ายปุ๋ยโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ก็พบเช่นเดียวกับการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง คือ ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตลอดระยะเวลา 5 เดือนหลังการย้ายปลูก อย่างไรก็ตามการกระจายสารละลายธาตุอาหารโดยใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งมีความถี่ในการให้ปุ๋ยมากกว่าการให้ปุ๋ยด้วยระบบธรรมดา 2 เท่า มีแนวโน้มทำให้ต้นพริกมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการจ่ายปุ๋ยด้วยความถี่ต่ำ

3.3.1.4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน :

ทำการเก็บตัวอย่างใบพริกในระยะ 2 เดือน (ระยะก่อนการเก็บเกี่ยวผลผลิตชุดแรก) และที่ระยะ 4 เดือน (ระยะที่ผลผลิตสูงสุด) เพื่อวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารต่าง ๆ ในใบ ของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง และพันธุ์สีแดง ซึ่งผลการวิเคราะห์แสดงไว้ในตารางที่ 3-6

ตารางที่ 3 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานพันธุ์สีเหลืองในระยะ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ปุ๋ยบริษัท	4.73	0.36	7.84	1.86	0.94	64.45	4.02	165.31	179.23	69.19
ปุ๋ย สกว.	4.91	0.41	7.51	1.83	0.53	83.68	1.45	177.99	136.40	32.82
ปุ๋ย สกว. + timer	5.08	0.44	8.13	1.87	0.50	84.50	1.20	184.33	138.83	32.79
CV (%)	5.20	2.47	5.83	15.94	11.18	8.73	12.37	20.81	16.55	24.19
LSD 0.05	ns	0.01	ns	ns	0.11	9.30	0.40	ns	ns	14.93

ตารางที่ 4 ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานพันธุ์สีแดงในระยะ 2 เดือนหลังย้ายปลูก

กรรมวิธีทดลอง	ความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวาน									
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	B
	%	%	%	%	%	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
ปุ๋ยบริษัท	4.73	0.35	6.96	2.01	0.99	61.95	4.10	168.48	161.30	61.11
ปุ๋ย สกว.	5.54	0.47	7.82	1.97	0.51	77.00	1.20	168.48	126.75	23.29
ปุ๋ย สกว. + timer	5.34	0.45	7.57	1.93	0.47	73.60	1.73	149.46	111.80	25.13
CV (%)	7.48	1.93	4.79	3.95	7.56	1.90	16.56	5.53	9.55	5.30
LSD 0.05	ns	0.02	ns	ns	0.15	3.93	1.13	ns	ns	5.65

จากตารางที่ 3 และ ตารางที่ 4 จะเห็นว่าปริมาณความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพริกหวานทั้งสองพันธุ์ มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน กล่าวคือ ความเข้มข้นของไนโตรเจน โพแทสเซียม แคลเซียม สังกะสี และแมงกานีส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้ง 3 กรรมวิธีการทดลอง โดยมีไนโตรเจนอยู่ในช่วง 4.7-5.5 % โพแทสเซียมอยู่ในช่วง 6.9-8.1% แคลเซียมอยู่ในช่วง 1.83-2.0% สังกะสีอยู่ในช่วง 150-184 mg/kg และแมงกานีสอยู่ในช่วง 111-179 mg/kg ในขณะที่ความเข้มข้นของฟอสฟอรัส แมกนีเซียม เหล็ก ทองแดง และโบรอนในใบของพริกหวานทั้งพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยต้นพริกที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารของ สกว. ทั้งสองวิธีการ จะมีความเข้มข้นของไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และเหล็กในใบสูงกว่าปุ๋ยของบริษัท ในขณะที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมและโบรอนจะต่ำกว่าปุ๋ยของบริษัท ซึ่งความแตกต่างนี้เป็นผลมาจากความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารที่ต่างกัน (ความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารแสดงไว้ในตารางที่ 2) ซึ่งโดยทั่วไปแล้วพืชจะดูดใช้ธาตุอาหารได้ดีขึ้นเมื่อความเข้มข้นของสารละลายธาตุอาหารเพิ่มสูงขึ้น อย่างไรก็ตามเป็นที่น่าสังเกตว่าการดูดใช้ฟอสฟอรัสของต้นพริกที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารของ สกว. จะดีกว่าที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของบริษัท ถึงแม้ความเข้มข้นของฟอสฟอรัสในสารละลายธาตุอาหารของ สกว. จะต่ำกว่าของบริษัทเล็กน้อยก็ตาม ในทางตรงกันข้ามการดูดใช้แมกนีเซียมของพริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของ สกว. กลับต่ำกว่าของบริษัทถึงแม้ว่าจะมีความเข้มข้นของ Mg สูงกว่าเล็กน้อยก็ตาม และเมื่อเปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบของพริกหวานกับค่ามาตรฐาน พบว่าความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานทั้งพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดงส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่เหมาะสม ยกเว้นความเข้มข้นของโพแทสเซียมซึ่งสูงกว่าค่ามาตรฐานเล็กน้อย และธาตุทองแดงที่ต่ำกว่าค่ามาตรฐานค่อนข้างมากโดยเฉพาะในสูตรปุ๋ยของ สกว. ซึ่งอาจต้อง

พิจารณาเพิ่มความเข้มข้นของทองแดงในสารละลาย B อีกประมาณ 3 เท่า เป็น 9 กรัม/สารละลาย 75 ลิตร

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบความเข้มข้นของธาตุอาหารในใบพริกหวานของค่ามาตรฐาน (*Capsicum annuum* var. *annuum*) กับค่าที่ได้จากงานวิจัย

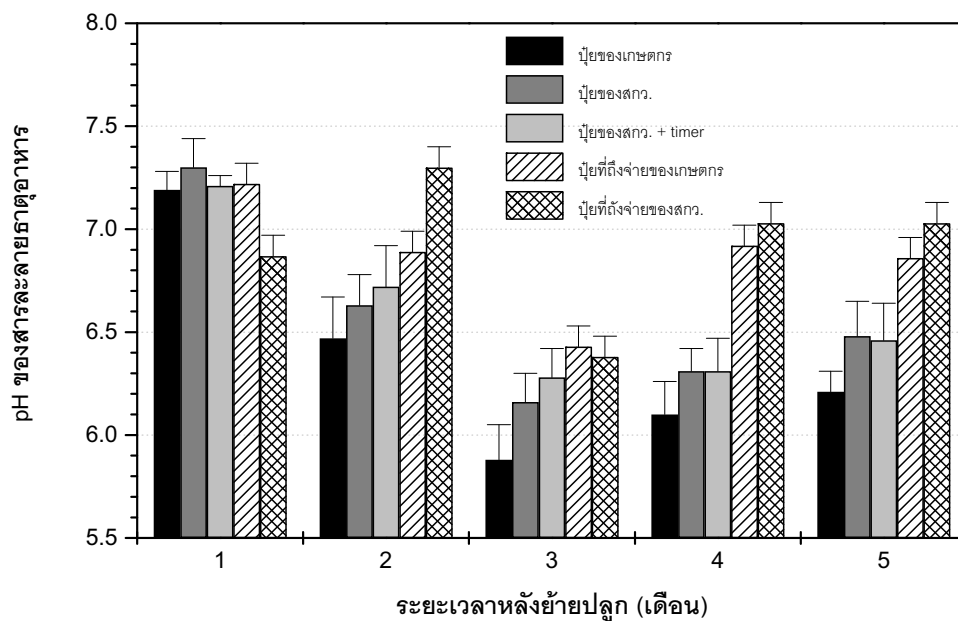
ธาตุอาหารในใบ	ระดับที่เหมาะสม	ค่าที่ได้จากงานวิจัย (พริกหวานสีเหลือง)		
		ปุ๋ยบริษัท	ปุ๋ยสกว.	ปุ๋ยสกว.+ timer
N (%)	4.0 – 6.0	4.73	4.91	5.08
P (%)	0.3 – 1.0	0.36	0.41	0.44
K (%)	4.0– 6.0	7.84	7.51	8.13
Ca (%)	1.00 – 2.5	1.86	1.83	1.87
Mg (%)	0.30 – 1.00	0.94	0.53	0.50
Fe (mg/kg)	60 – 300	64.5	83.7	84.5
Mn (mg/kg)	20 – 250	179	136	139
Cu (mg/kg)	6 – 25	4.0	1.5	1.2
Zn (mg/kg)	20 – 200	165	178	184
B (mg/kg)	25 – 75	69	33	33

(D.O. Huett, et. al., 1997)

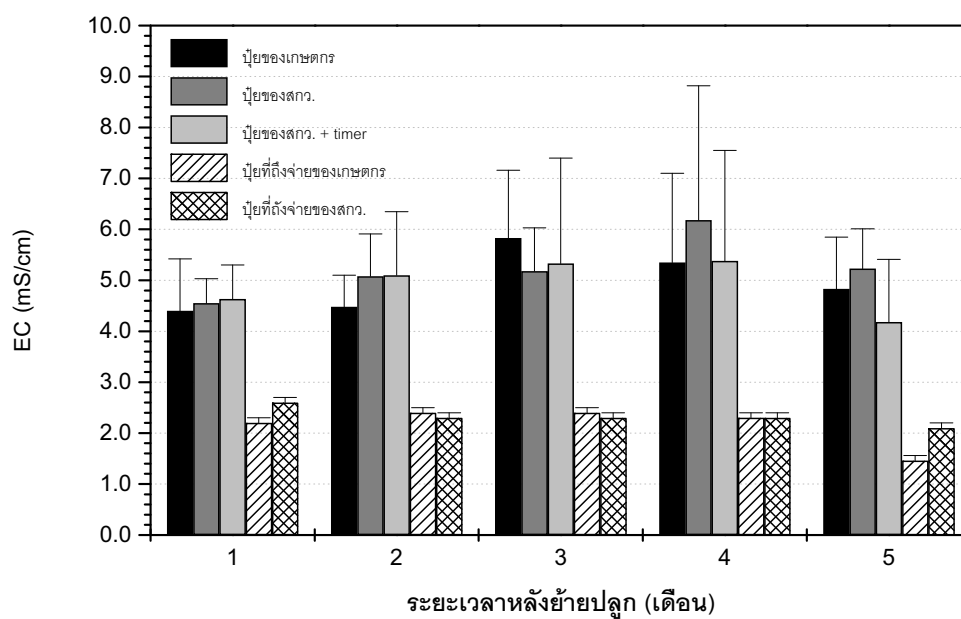
3.3.1.5 การเปลี่ยนแปลง pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูก

โดยทั่วไปในการปลูกพริกหวานโดยใช้กาบมะพร้าวเป็นวัสดุค้ำจุนรากของพริกหวานนั้น เกษตรกรนิยมเจาะรูที่ข้างถุง โดยเจาะสูงจากพื้นประมาณ 5 ซม. เพื่อให้สารละลายธาตุอาหารยังอยู่ในถุงหลังจากมีการปล่อยสารละลายธาตุอาหารแต่ละครั้ง ซึ่งเมื่อมีการให้สารละลายต่อเนื่องกันยาวนาน สารละลายที่ค้างอยู่ก้นถุงจะมีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งค่า pH และ EC ซึ่งจากการติดตามค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุง พบว่า pH ของสารละลายก้นถุงยังคงรักษาระดับไว้ในช่วง 5.8 -6.5 (ภาพที่ 8) ซึ่งเป็นช่วงที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตของพริกหวาน ในขณะที่ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงนั้นจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นประมาณ 2-2.5 เท่าของค่า EC จากสารละลายธาตุอาหารที่อยู่ในถังจ่ายปุ๋ย (ภาพที่ 9) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 4.4-6.2 mS/cm ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการสะสมของปุ๋ยในรูปเกลือต่าง ๆ ที่ก้นถุงในปริมาณสูง หากการสะสมของค่า EC สูงเกินไปแล้วจะ

มีผลกระทบต่อพริกหวานทำให้ซังการเจริญเติบโตได้ เกษตรกรควรปล่อยน้ำเปล่าเพื่อลดค่า EC ที่ก้นถุงลง และควรรักษาระดับ EC ที่ก้นถุงไม่ควรให้สูงกว่า 4 mS/cm



ภาพที่ 8 ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร



ภาพที่ 9 ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

3.3.1.6 ผลผลิต :

สำหรับการปลูกพริกหวานในระบบไร้ดินโดยทั่วไป พริกหวานจะเริ่มให้ผลผลิตหลังจากการย้ายกล้าปลูกแล้วประมาณ 2 เดือน และจะให้ผลผลิตไปจนกระทั่งต้นพริกมีอายุ 6 - 8 เดือน (สามารถเก็บผลผลิตได้ 4-6 เดือน) ขึ้นกับการจัดการธาตุอาหารและการดูแลด้านโรคและแมลง จากการศึกษาในครั้งนี้สามารถเก็บผลผลิตได้ 4 เดือน (ตั้งแต่เดือนที่ 2 – 4) (ภาพที่ 10) ซึ่งจำนวนผล น้ำหนักผลเฉลี่ย และปริมาณผลผลิต ของทั้ง 3 การทดลองย่อย แสดงไว้ในตารางที่ 6-8

ตารางที่ 6 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	ปริมาณผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	19.33	166.07	10.30
ปุ๋ย สกว.	23.92	179.04	13.69
ปุ๋ย สกว. + timer	23.46	178.40	13.36
CV (%)	6.43	3.54	6.44
LSD 0.05	1.96	8.48	1.10

* ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

ตารางที่ 7 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

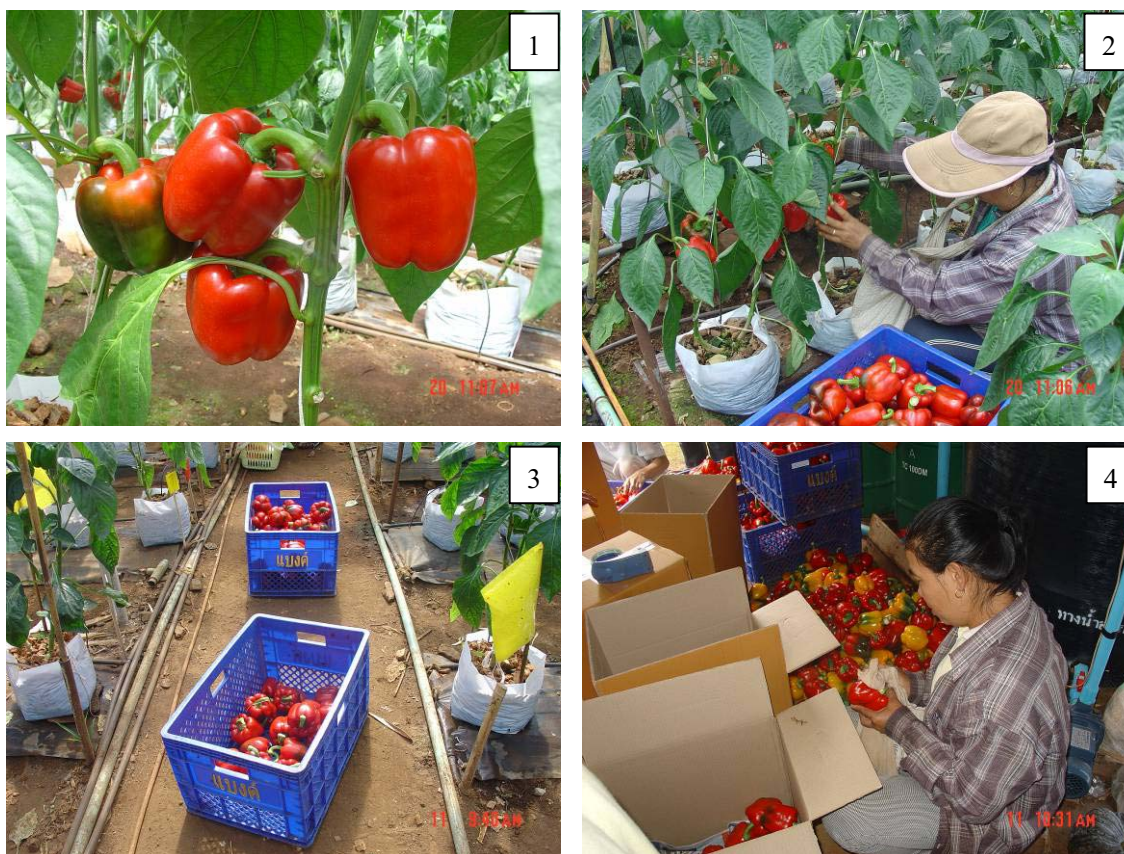
กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	20.33	166.68	10.84
ปุ๋ย สกว.	24.17	182.05	14.40
ปุ๋ย สกว. + timer	25.17	176.66	14.49
CV (%)	9.41	2.96	11.14
LSD 0.05	3.00	7.12	2.03

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

ตารางที่ 8 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยใช้สารละลายธาตุอาหารที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
ปุ๋ยบริษัท	10.44	154.18	5.21
ปุ๋ย สกว.	10.83	157.40	5.47
CV (%)	34.11	11.82	36.67
<i>P 0.05</i>	ns	ns	ns

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.



ภาพที่ 10 การเก็บเกี่ยวผลผลิตพริกหวาน : ผลพริกหวานที่สุกแก่พร้อมสำหรับเก็บเกี่ยว (1), เกษตรกรเก็บเกี่ยวผลผลิตใส่ตะกร้า (2), ผลผลิตที่ใส่ตะกร้าพลาสติกรอการขนส่ง และทำความสะอาดผลผลิต คัดเลือกขนาด และบรรจุกล่องเพื่อจำหน่าย (4)

จากการศึกษาพบว่า พริกหวานที่ปลูกในสารละลายธาตุอาหารของสกว. ทั้งที่จ่ายสารละลายแบบปิดเปิดด้วยมือ เช่นเดียวกับที่เกษตรกรใช้ และควบคุมการจ่ายสารละลายด้วยเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ให้จำนวนผลเฉลี่ยต่อถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย และปริมาณผลผลิตที่สูงกว่าปุ๋ยของบริษัท อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งพริกหวานพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดง โดยพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 23.46-23.92 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 178.40-179.04 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 13.36-13.69 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผลเพียง 19.33 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 166.07 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 10.30 ตัน/ไร่ เช่นเดียวกันกับพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยของสกว. ให้จำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ สูงกว่าที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยของบริษัทอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยพริกหวานพันธุ์สีแดงที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 24.17-25.17 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 176.66-182.05 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 14.40-14.49 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีแดงที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผลเพียง 20.33 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 166.68 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 10.84 ตัน/ไร่

สำหรับการทดสอบกับพริกหวานพันธุ์สีเขียว ในช่วงฤดูร้อน ปี 2552 (ตารางที่ 8) พบว่าผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ได้รับปุ๋ยสกว. และปุ๋ยของบริษัท ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งจำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ โดยพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ได้รับปุ๋ยสกว. มีจำนวนผล 10.83 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 157.18 กรัม/ผล และได้ผลผลิต 5.47 ตัน/ไร่ ในขณะที่พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกโดยได้รับปุ๋ยบริษัท มีจำนวนผล 10.44 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 154.18 กรัม/ผล และได้ผลผลิตเพียง 5.21 ตัน/ไร่ อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ยสกว. มีแนวโน้มที่จะให้ผลผลิตที่ดีกว่าการใช้ปุ๋ยของบริษัท และอีกประการหนึ่งก็คือผลผลิตที่เก็บได้ เป็นข้อมูลการเก็บผลผลิตเพียง 2 เดือน (ประมาณ 4 รุ่น) เท่านั้น จากปกติที่จะเก็บผลผลิตได้น้อย 4 เดือนขึ้นไป ทั้งนี้เนื่องมาจากสาเหตุการระบาดของไวรัส ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ในช่วงท้าย ๆ การทดลอง

เมื่อพิจารณาถึงผลของความถี่ในการให้สารละลายธาตุอาหารต่อพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารสูตรเดียวกัน (ปุ๋ยสกว.) ในปริมาณที่เท่ากัน แต่มีความถี่ในการให้แตกต่างกันคือ 3 ครั้งต่อวัน (กรรมวิธีที่ 2) และ 6 ครั้งต่อวัน (กรรมวิธีที่ 3) พบว่าจำนวนผลเฉลี่ย/ถุง น้ำหนักเฉลี่ย/ผล และปริมาณผลผลิต/ไร่ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งพริกหวานพันธุ์สีเหลืองและพันธุ์สีแดง

3.3.1.7 ต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมี

โดยปกติแล้วเกษตรกรจะซื้อปุ๋ยเคมีจากร้านค้าในหมู่บ้านเพื่อนำมาเตรียมสารละลายธาตุอาหาร ซึ่งปุ๋ยเคมี 1 ชูตจะประกอบด้วยปุ๋ย 2 ส่วน คือปุ๋ย A และปุ๋ย B ซึ่งองค์ประกอบของปุ๋ย A และ B นั้นจะเป็นความลับทางการค้าและจะแตกต่างกันไปในแต่ละบริษัท โดยเฉลี่ยแล้วราคาปุ๋ยเคมี 1 ชูต (น้ำหนักประมาณ 37-39 กิโลกรัม) จะมีราคา 2,250 บาท หรือประมาณ 60 บาท/กิโลกรัม

(ราคา ณ ร้านค้า ต.โป่งแยง อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่, ในช่วงเดือนมิถุนายน – ธันวาคม 2551) สำหรับต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหารสูตร สกว. ซึ่งจัดซื้อแม่ปุ๋ยเคมีต่าง ๆ จากร้านค้าในจังหวัดเชียงใหม่ ราคาชุดละ 1,438.3 บาท (หนักประมาณ 35.5 กิโลกรัม) หรือ 40.5 บาท/กิโลกรัม ต้นทุนค่าปุ๋ยเคมีแต่ละชนิดแสดงไว้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ต้นทุนค่าปุ๋ยสำหรับเตรียมสารละลายธาตุอาหาร สูตร สกว.

ชนิดปุ๋ย	สารเคมี/ปุ๋ยที่ใช้	ขนาดบรรจุ	ราคา/หน่วย	ปริมาณที่ใช้	จำนวนเงิน (บาท)
ปุ๋ย A	แคลเซียมไนเตรท ($15 - 0 - 0$) ²	25 kg	450	16.0 kg	288.0
	เหล็กอีดีทีเอ (Fe-EDTA)	1.0 kg	425	209 g	88.8
ปุ๋ย B	โพแทสเซียมไนเตรท ($13 - 0 - 46$)	25 kg	1,375	10.1 kg	555.5
	โพแทสเซียมฟอสเฟต ($0 - 52 - 34$)	25 kg	3,150	3.3 kg	415.8
	แมกนีเซียมซัลเฟต	25 kg	320	6.0 kg	76.8
	ซิงค์ซัลเฟต	1.0 kg	60	22.3 g	1.3
	คอปเปอร์ซัลเฟต	1.0 kg	150	3.0 g	0.5
	แมงกานีสซัลเฟต	1.0 kg	75	26.6 g	2.0
	กรดบอริก	1.0 kg	70	28.6 g	2.0
	แอมโมเนียม โมลิบเดต $((\text{NH}_4)_2\text{Mo}_7\text{O}_{24})$	100 g	580	1.3 g	7.5
รวมค่าใช้จ่าย				35.5 kg	1438.3

1 ราคาที่ร้านค้า จังหวัดเชียงใหม่ เดือน มิถุนายน - กรกฎาคม 2551

2 ราคาสั่งซื้อจากกรุงเทพรวมค่าจัดส่งถึงเชียงใหม่

จากตารางที่ 9 จะเห็นได้ว่า การเตรียมสารละลายธาตุอาหารโดยการซื้อแม่ปุ๋ยหรือสารเคมีมาผสมเองสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีประมาณ 800 บาทต่อชุด และโดยปกติแล้วในการปลูกพริกหวานในโรงเรือนขนาด 1,600 ตารางเมตรกรใช้ปุ๋ย 7 วัน/ชุด หรือเดือนละ 4 ชุด ในกรณีที่เกษตรกรดูแลต้นพริกได้ดี ประมาณ 8 เดือน เกษตรกรต้องใช้ปุ๋ยอย่างน้อย 32 ชุด หรือคิดเป็นเงิน 72,000 บาท ในขณะที่ซื้อปุ๋ยเคมีมาผสมใช้เอง ใช้ในจำนวนที่เท่ากัน จะเสียค่าใช้จ่ายเพียง 46,025.6 บาท ซึ่งจะเห็นว่าสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36 สำหรับต้นทุนด้านปุ๋ยเคมีในการผลิตพริกหวาน แสดงไว้ในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงต้นทุนการผลิตด้านปุ๋ยเคมีสำหรับการผลิตพริกหวานในพื้นที่ 1 ไร่*

แหล่งที่มาของปุ๋ย	จำนวนปุ๋ยที่ใช้ (ชุด)	ราคาปุ๋ยต่อหน่วย (บาท)	ค่าใช้จ่าย (บาท)
ปุ๋ยผสมสำเร็จรูปจากบริษัท	64	2,250	144,000
ปุ๋ยผสมที่เตรียมเองสูตร สกว.	64	1,440	92,051

* ระยะปลูกพริกหวาน 0.5 x 1.0 ตารางเมตร = 3,200 ไร่/ไร่, ระยะเวลาปลูก 8 เดือน อัตราการใช้ปุ๋ย 8 ชุด/เดือน

3.2.2 อิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน

การศึกษาถึงอิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน แบ่งออกเป็น 2 การทดลองย่อยดังนี้

3.2.2.1 การทดลองย่อยที่ 1 : อิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกต่อคุณภาพและผลผลิตพริกหวาน

การทดลองนี้ได้ดำเนินการในช่วงระยะเวลาเดียว และในโรงเรือนเดียวกับการทดลองที่ 3.2.1 โดยใช้เฉพาะพริกหวานพันธุ์สีเหลือง (yellow bell pepper) และแทรกการทดลองอยู่ในกรรมวิธีที่ 3 ของการทดลองที่ 3.2.1 คือ ใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมขึ้นเอง (สูตร สกว.) และมีการควบคุมการจ่ายสารละลายธาตุอาหารด้วยเครื่องควบคุม (timer)

แผนการทดลอง: การทดลองเพื่อเปรียบเทียบวัสดุปลูกพริกหวานและวิธีการบรรจุวัสดุปลูก ได้ดำเนินการทดลอง ในโรงเรือนเดียวกันกับการทดลองที่ 1 โดยมีการออกแบบการทดลองเป็น Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 5 ซ้ำ และ 7 กรรมวิธี ดังนี้ (ภาพที่ 11)

- กรรมวิธีที่ 1 ใช้กาบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุในถุงปลูกแวนอน
- กรรมวิธีที่ 2 ใช้กาบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 3 ใช้กาบมะพร้าวสับละเอียดที่มีการลดความเค็ม บรรจุในถุงปลูกแวนอน
- กรรมวิธีที่ 4 ใช้กาบมะพร้าวสับละเอียดที่มีการลดความเค็มของวัสดุ บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 5 ใช้ขุยมะพร้าวอัดสำเร็จรูป บรรจุในถุงปลูกแวนอน

- กรรมวิธีที่ 6 ใช้ขุยมะพร้าวอัดสำเร็จรูป บรรจุในถุงปลูกทรงกลมแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้)
- กรรมวิธีที่ 7 ใช้ไยหิน บรรจุถุงปลูกแนวนอน

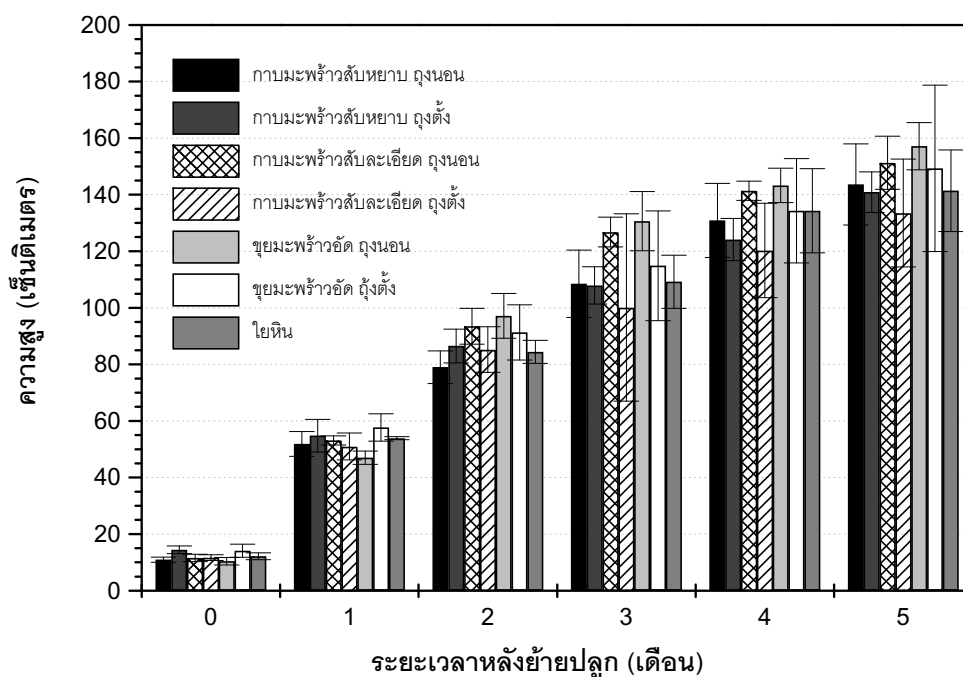


ภาพที่ 11 การบรรจุวัสดุปลูกในถุงปลูกพริกหวาน : บรรจุแบบแนวตั้ง (วิธีปกติที่เกษตรกรนิยมปฏิบัติ) และบรรจุแนวนอน (1), ถุงปลูกแนวนอนที่เตรียมขึ้นเองจากพลาสติกดำแล้วหุ้มด้วยพลาสติกขาวเพื่อกันความร้อน (2), ดินพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกกาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้ (3), พริกหวานที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับละเอียด (4) ขุยมะพร้าวอัด (5) และไนโยหิน (6)

การเก็บบันทึกข้อมูล: ดำเนินการเช่นเดียวกับการทดลองที่ 1.

ผลการศึกษา :

A. การเจริญเติบโตของพริกหวาน : การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกในวัสดุปลูกและวิธีการบรรจุวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน แสดงในภาพที่ 12



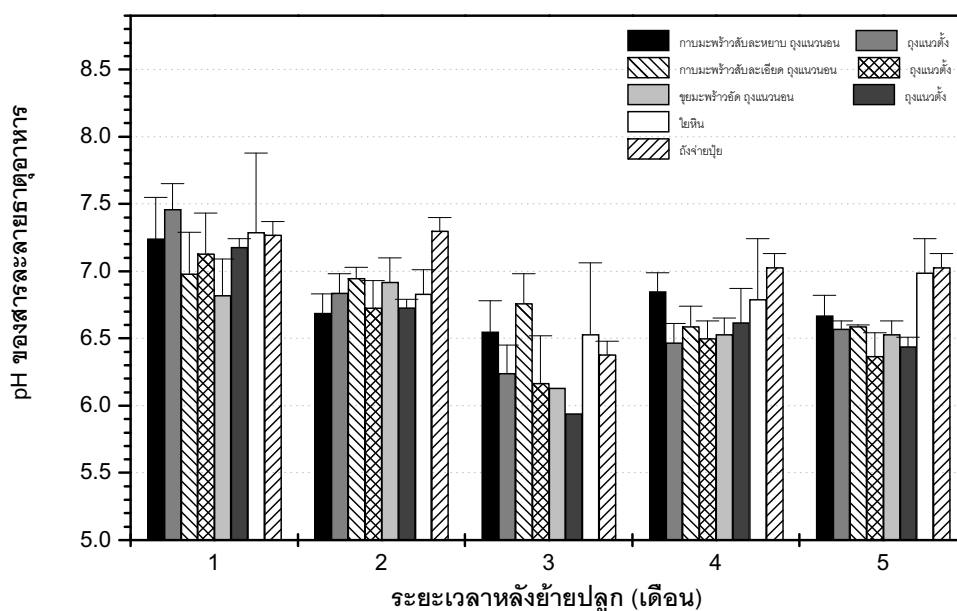
ภาพที่ 12 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกในวัสดุปลูกและกรรมวิธีการบรรจุที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 12 แสดงให้เห็นว่าในช่วงเดือนแรกหลังการย้ายปลูก พริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบทั้งชนิดบรรจุในถุงนอนและถุงตั้ง มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าในวัสดุปลูกชนิดอื่น อย่างไรก็ตามหลังจากนั้นต้นพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดอื่น ก็จะเจริญเติบโตทันพริกหวานที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับหยาบ และมีแนวโน้มที่มีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าตลอดระยะ 5 เดือนหลังการย้ายปลูก

ถึงแม้ว่าการเจริญเติบโตของพริกหวานที่ปลูกในวัสดุที่แตกต่างกันและมีการบรรจุในลักษณะที่แตกต่างกัน จะมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติก็ตาม แต่ต้นพริกหวานที่ปลูกโดยใช้ขุยมะพร้าวอัดและกาบมะพร้าวสับละเอียด มีแนวโน้มที่จะทำให้ต้นพริกหวานมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าการปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรใช้อยู่ในปัจจุบัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่าง

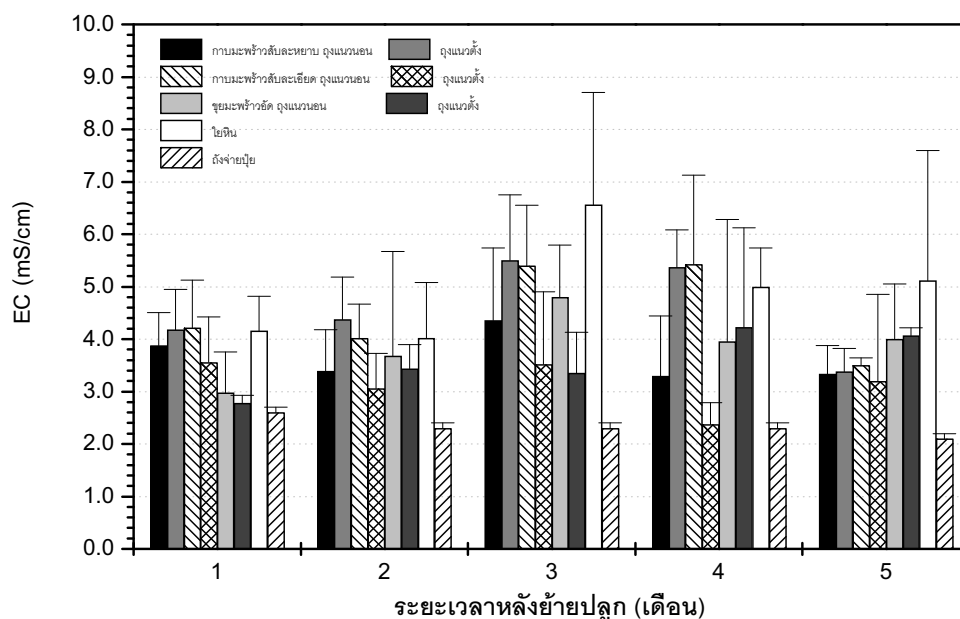
วัสดุปลูกชนิดเดียวกันจะพบว่าการบรรจุวัสดุปลูกในลักษณะถุงแนวนอนจะมีแนวโน้มทำให้ต้นพริกหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าการบรรจุถุงแนวตั้งในทุกวัสดุปลูก

B. การเปลี่ยนแปลงของ pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูก



ภาพที่ 13 ค่า pH ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

สำหรับการเปลี่ยนแปลงของค่า pH และ EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุง เป็นไปในลักษณะเดียวกับการทดลองที่ 1 คือ pH ของสารละลายก้นถุงทุกกรรมวิธีไม่แตกต่างกันนัก โดยในช่วงเดือนแรก ๆ จะมีค่าใกล้เคียงกับ pH ของสารละลายที่ถังจ่าย หลังจากนั้น pH ของสารละลายก้นถุงปลูกจะอยู่ในช่วง 5.8-7.0 (ภาพที่ 13) แต่สำหรับค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงนั้นในแต่ละกรรมวิธีจะไม่แตกต่างกันมากนัก ค่า EC จะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น 1.1-2.6 เท่าของค่า EC จากสารละลายธาตุอาหารที่อยู่ในถังจ่ายปุ๋ย (ภาพที่ 14) โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 2.8-6.5 mS/cm ซึ่งชี้ให้เห็นว่ามีการสะสมของปุ๋ยในรูปเกลือต่าง ๆ ที่ก้นถุงในปริมาณสูง โดยเฉพาะยิ่งระยะเวลาที่ปลูกนานขึ้น ใยหินที่บรรจุถุงแนวนอน มีแนวโน้มในการสะสมเกลือมากกว่าวัสดุอื่น ๆ



ภาพที่ 14 ค่า EC ของสารละลายธาตุอาหารที่ก้นถุงปลูกพริกหวาน และจากถังจ่ายสารละลายธาตุอาหาร

C. ผลผลิต :

จากการศึกษาผลของวัสดุปลูกที่ใช้ต่อผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลือง (ตารางที่ 11) พบว่า พริกหวานที่ปลูกโดยใช้ใบหินจะให้จำนวนผลต่อถุงปลูกสูงสุดคือ 26.20 ผล/ถุง รองลงมาคือขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง จำนวน 25.80 ผล/ถุง และกาบมะพร้าวสับหยาบบรรจุถุงแนวตั้ง (แบบที่เกษตรกรนิยมใช้ทั่วไป) จำนวน 25.20 ผล/ถุง ในขณะที่ปลูกในขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอนให้จำนวนผลต่อถุงต่ำที่สุด คือ 17.60 ผล/ถุง และเมื่อพิจารณาน้ำหนักเฉลี่ยต่อผลแล้วพบว่า พริกหวานที่ปลูกในกาบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอนให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลสูงสุด คือ 201.92 กรัม/ผล รองลงมาคือ ใบหินบรรจุถุงแนวนอน 201.15 กรัม/ผล และ ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน 200.91 กรัม/ผล ในขณะที่พริกหวานปลูกในกาบมะพร้าวสับหยาบที่บรรจุถุงแนวตั้งให้น้ำหนักเฉลี่ยต่อผลต่ำสุด คือ 174.55 กรัม/ผล สำหรับปริมาณผลผลิตนั้น พริกหวานที่ปลูกโดยใช้ใบหินบรรจุถุงแนวนอนก็ยังคงให้ปริมาณผลผลิตสูงสุด คือ 16.87 ตัน/ไร่ รองลงมาคือขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง ให้ผลผลิต 15.82 ตัน/ไร่ และกาบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอนให้ผลผลิต 14.77 ตัน/ไร่ ในขณะที่วัสดุที่เกษตรกรนิยมใช้คือกาบมะพร้าวสับหยาบบรรจุถุงแนวตั้ง ให้ผลผลิต 14.10 ตัน/ไร่ สำหรับกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตต่ำสุดคือพริกหวานที่ปลูกในขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน ได้ผลผลิตเพียง 11.27 ตัน/ไร่

ตารางที่ 11 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเหลืองที่ปลูกโดยวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถุง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
กบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุถุงแนวนอน	19.20	188.55	11.47
กบมะพร้าวสับหยาบ บรรจุถุงแนวตั้ง	25.20	174.55	14.10
กบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวนอน	23.20	201.92	14.77
กบมะพร้าวสับละเอียดบรรจุถุงแนวตั้ง	20.80	183.65	12.23
ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวนอน	17.60	200.91	11.27
ขุยมะพร้าวอัดบรรจุถุงแนวตั้ง	25.80	193.13	15.82
ไยหินบรรจุแนวนอน	26.20	201.15	16.87
CV (%)	18.93	6.79	17.42
LSD 0.05	4.62	14.10	2.60

* ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

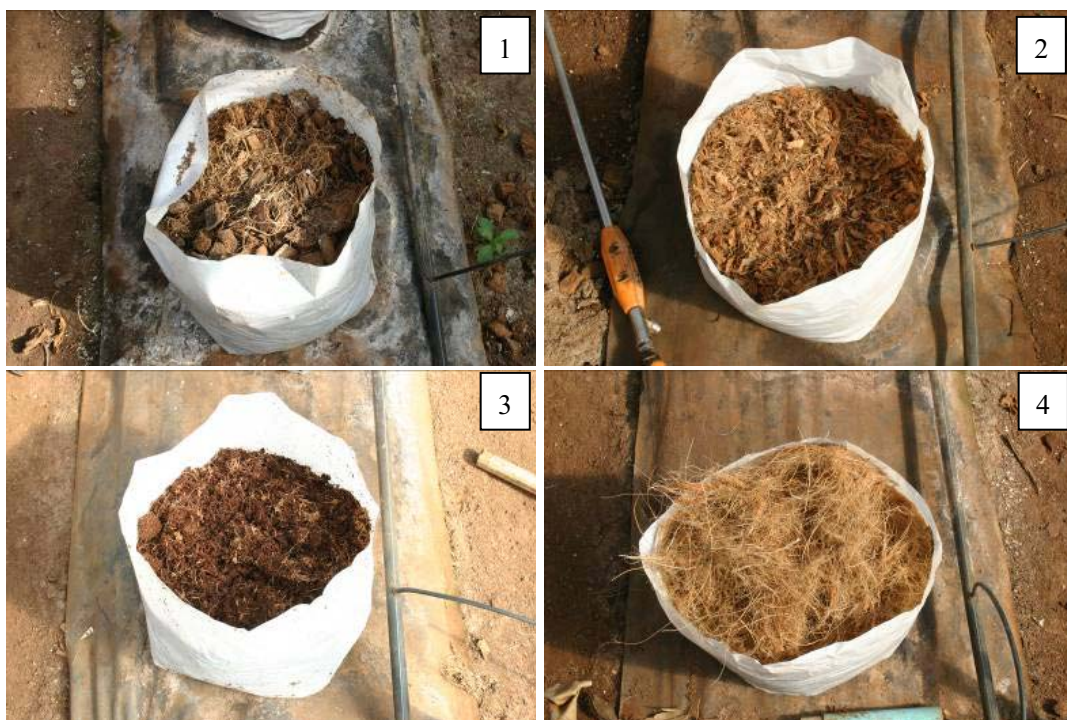
จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ไยหินเป็นวัสดุปลูกที่ทำให้พริกหวานเจริญเติบโตให้ผลผลิตที่มีคุณภาพและปริมาณที่ดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ตามการใช้ไยหินเป็นวัสดุปลูกในการผลิตพริกหวาน อาจจะไม่เหมาะสมทั้งทางด้านราคาและปัญหาการกำจัดหลังจากการใช้งานเสร็จแล้ว วัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้สำหรับปลูกพริกหวานก็คือ ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (ปัจจุบันได้มีการผลิตจำหน่ายทางการค้าแล้ว) ที่ให้ผลการทดสอบดีเป็นอันดับสอง และที่ดีกว่าการใช้กบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้ แต่ขุยมะพร้าวอัดแท่งอาจจะมีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่บ้าง เพราะต้องนำไปแช่น้ำให้แตกตัวก่อนที่จะนำไปบรรจุลงถุงปลูก ทำให้มีน้ำหนักในขั้นตอนการขนย้ายไปวางในโรงเรือน อย่างไรก็ตามขุยมะพร้าวอัดแท่งก็มีข้อดีอีกหลายด้านที่น่าสนใจ เช่น คุณสมบัติในการอุ้มน้ำที่สูง และมีความเค็มต่ำ

3.3.2.2 การทดลองย่อยที่ 2. อิทธิพลของชนิดวัสดุต่อการเจริญเติบโตและผลิตพริกหวานพันธุ์สีเขียว

การทดลองย่อยที่ 2 . เป็นการทดลองเพื่อศึกษาอิทธิพลของชนิดวัสดุปลูกต่อผลผลิตและการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเขียว การศึกษาได้ดำเนินการในระหว่างเดือนเมษายน-สิงหาคม 2552 โดยใช้โรงเรือนเดิมของเกษตรกร สำหรับการศึกษาในครั้งนี้ใช้พริกหวานพันธุ์สีเขียวเป็นพันธุ์ทดสอบ และให้สารละลายธาตุอาหารสูตรสกว. โดยจ่ายสารละลายธาตุอาหารให้ต้นพริกประมาณ 3 ครั้งต่อวัน (ช่วงสายๆ กลางวัน และช่วงบ่าย) ครั้งละประมาณ 5-10 นาที

แผนการทดลอง: เป็นแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ และ 4 กรรมวิธี ดังนี้ (ภาพที่ 15)

- กรรมวิธีที่ 1 ใช้กามมะพร้าวสับหยาบ
- กรรมวิธีที่ 2 ใช้กามมะพร้าวสับหยาบละเอียด (ผลิตภัณฑ์ที่เริ่มนำเข้าสู่ตลาด)
- กรรมวิธีที่ 3 ใช้ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (ผลิตภัณฑ์ที่เริ่มนำเข้าสู่ตลาด)
- กรรมวิธีที่ 4 ใช้เยมะพร้าว



ภาพที่ 15 วัสดุปลูกที่ใช้ในการทดลอง กามมะพร้าวสับหยาบ (1) กามมะพร้าวสับละเอียด (2) ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (3) และ เยมะพร้าว (4)

การเก็บบันทึกข้อมูล:

- เก็บข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุปลูกแต่ละชนิด ในการปลดปล่อยธาตุอาหาร ซึ่งได้ดำเนินการในห้องปฏิบัติการกลาง คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกันยายน – ตุลาคม 2552 โดยนำวัสดุปลูกแต่ละชนิด จำนวน 50 กรัม (ทำ 3 ซ้ำในแต่ละวัสดุปลูก) ใส่ beaker ขนาด 600 มล. เติมน้ำ deionized จำนวน 500 มล. แช่วัสดุปลูกทิ้งไว้ 1 เดือน หลังครบ 1 เดือน นำน้ำที่ใช้แช่วัสดุปลูกนั้นไปวิเคราะห์หาธาตุอาหารที่ละลายน้ำได้ หลังจากนั้นจึงเติมน้ำ deionized เข้าไปใหม่จำนวน 500 มล. แช่ทิ้งไว้อีก 1 เดือน เมื่อครบระยะเวลา 1 เดือน ก็ดำเนินการเช่นเดียวกับครั้งแรก ทำเช่นเดียวกันนี้จำนวน 3 ครั้ง ในระหว่างที่แช่น้ำ จะบันทึกข้อมูล pH และ EC ของน้ำที่แช่วัสดุปลูกตลอดระยะเวลา 3 เดือน

- บันทึกข้อมูลความสูงและผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

ผลการทดลอง :

A. คุณสมบัติต่าง ๆ ของวัสดุปลูก : ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ แสดงไว้ในตารางที่ 12 ซึ่งวัสดุปลูกทุกชนิดมีความเป็นกรดเล็กน้อย pH ใกล้เคียงกันอยู่ในระหว่าง 5.59-6.08 มีปริมาณไนโตรเจน อยู่ในช่วง 0.20-0.25 % แต่ค่าการนำไฟฟ้า (EC) และโพแทสเซียม (K) ของกาบมะพร้าวทั้งสองชนิดจะมีปริมาณที่สูงกว่าขุยมะพร้าวอัดแท่งและใยมะพร้าวอย่างมาก โดยกาบมะพร้าวมีค่า EC อยู่ในช่วง 3.42-2.10 mS/cm และมีปริมาณ K อยู่ในช่วง 1.11-1.13% ในขณะที่ใยมะพร้าวอัดแท่งนั้นมีค่า EC ต่ำกว่าค่อนข้างมากอยู่ที่ 0.77 mS/cm และ K = 0.66% เท่านั้น สำหรับปริมาณฟอสฟอรัสนั้น ใยมะพร้าวมีปริมาณฟอสฟอรัสต่ำสุด อยู่ที่ 136.75 mg/kg ในขณะที่กาบมะพร้าวสับละเอียด ขุยมะพร้าวอัด และกาบมะพร้าวสับหยาบ มีปริมาณฟอสฟอรัสอยู่ในช่วง 264.96 – 606.84 mg/kg ในขณะที่ปริมาณของแคลเซียม (Ca) และ แมกนีเซียม (Mg) นั้นไม่แตกต่างกันมากนักในระหว่างกาบมะพร้าวและขุยมะพร้าว ซึ่งจะมีปริมาณของ Ca อยู่ระหว่าง 0.10-0.44 % และปริมาณ Mg อยู่ในช่วง 0.07-0.12 % ยกเว้นในใยมะพร้าวซึ่งจะมีปริมาณของ Ca และ Mg ต่ำกว่าวัสดุชนิดอื่น โดยมี Ca = 0.04% และมี Mg = 0.03%

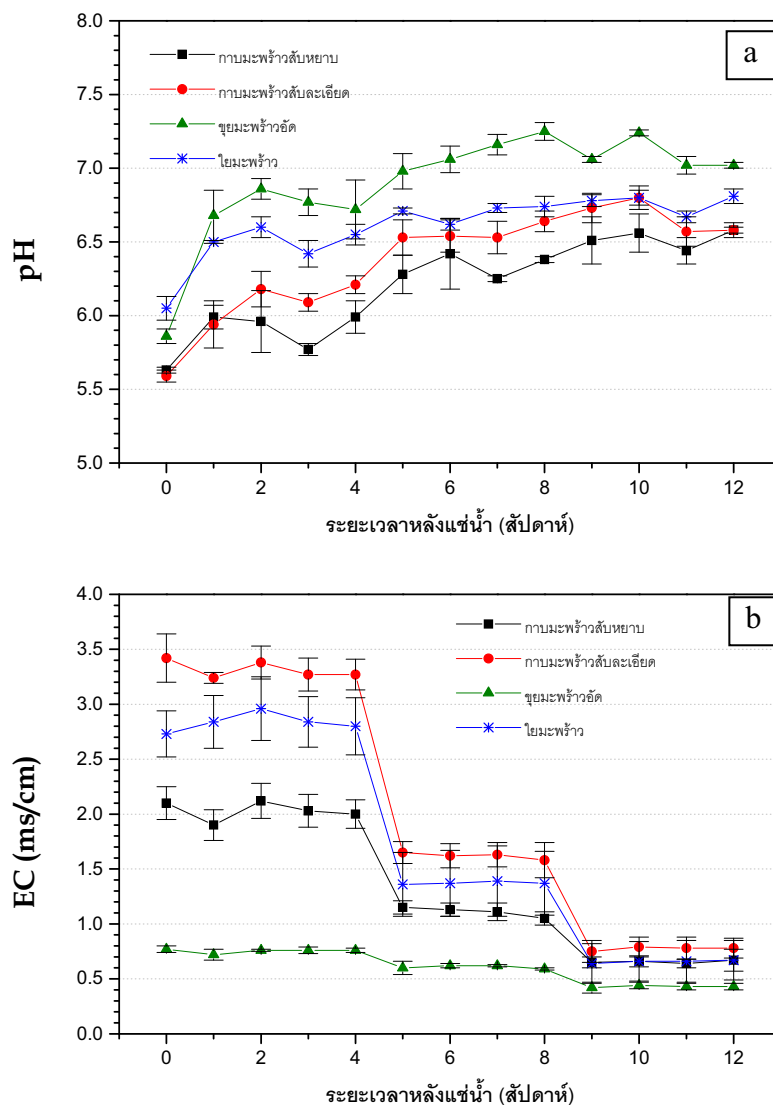
สำหรับปริมาณจุลธาตุอาหารนั้น วัสดุปลูกที่เป็นขุยมะพร้าวอัดแท่งนั้นจะมีปริมาณ Mn และ Zn สูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่นเล็กน้อย ยกเว้นปริมาณ Fe ซึ่งสูงกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ ค่อนข้างมาก ในขณะที่ปริมาณของ Cu ในทุกวัสดุปลูกนั้นมีปริมาณต่ำกว่าเครื่องมือ (Atomic adsorption spectrophotometer) ของห้องปฏิบัติการจะตรวจพบ

ตารางที่ 12 คุณสมบัติของวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ

ชนิดของวัสดุปลูก	pH	EC (mS/cm)	WHC (%)	N (%)	P (mg/kg)	K (%)
กาบมะพร้าวสับหยาบ	5.63	2.10	66.12	0.22	606.84	1.13
กาบมะพร้าวสับละเอียด	5.59	3.42	48.26	0.25	264.96	1.11
ขุยมะพร้าวอัด	5.86	0.77	71.30	0.24	438.85	0.66
ใยมะพร้าว	6.05	2.73	48.60	0.20	136.75	0.59

ชนิดของวัสดุปลูก	Ca (%)	Mg (%)	Fe (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)
กาบมะพร้าวสับหยาบ	0.10	0.07	0.85	0.08	0.12	T
กาบมะพร้าวสับละเอียด	0.14	0.09	2.57	0.16	0.11	T
ขุยมะพร้าวอัด	0.44	0.12	55.45	0.63	0.23	T
ใยมะพร้าว	0.04	0.03	0.44	0.03	0.12	T

T มีปริมาณน้อยมากต่ำกว่าค่า detection limit ของเครื่องมือ

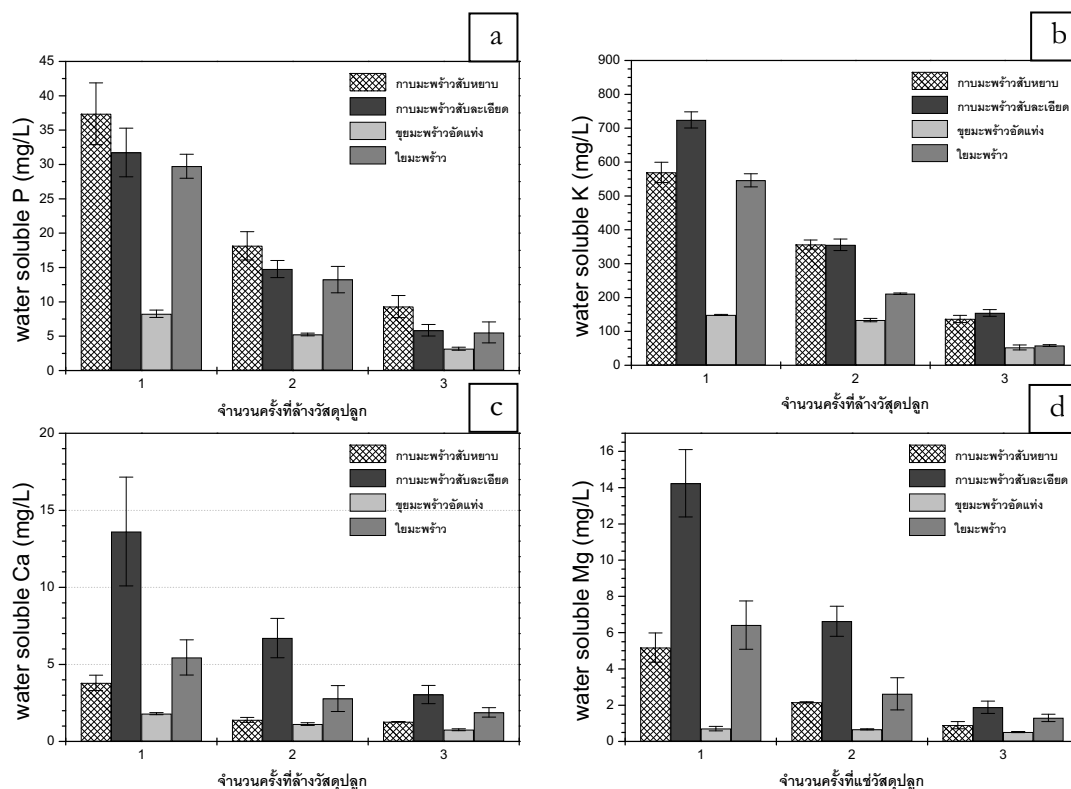


ภาพที่ 16 การเปลี่ยนแปลง pH (a) และ EC (b) ของสารละลายที่เข้าวัสดุปลูก

หลังจากที่นำวัสดุปลูกไปแช่น้ำและบันทึกการเปลี่ยนแปลงของ pH และ EC ของน้ำที่ใช้เข้าวัสดุปลูก พบว่าในระยะ 1 เดือนแรกที่ขังน้ำไว้ pH ของน้ำที่แช่ จะเพิ่มสูงขึ้นจาก pH เริ่มต้นเข้าใกล้ pH 7 หลังจากขังน้ำ 1 เดือนและมีการเปลี่ยนน้ำใหม่จนครบ 3 ครั้ง pH ของน้ำที่เข้าวัสดุปลูกทุกชนิดจะเพิ่มขึ้นไปประมาณ 0.5 หน่วย โดยจะมี pH อยู่ในช่วง 6.5-7.0 (ภาพที่ 16 a)

ตรงกันข้ามกับการเปลี่ยนแปลง pH การเปลี่ยนแปลงของ EC ของทุกวัสดุปลูกนั้นจะลดลงจาก EC เริ่มต้น จากภาพที่ 16 (b) จะเห็นได้ว่า เมื่อแช่น้ำในเดือนแรก EC ของแต่ละวัสดุปลูกจะผันแปรในช่วงแคบ ๆ ใกล้เคียงกับค่า EC ของแต่ละวัสดุปลูก เมื่อครบ 1 เดือนมีการระบายน้ำที่แช่ออก และได้เติมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปใหม่ EC ของกาบมะพร้าวและโยมมะพร้าวจะลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน (มากกว่า 50%) ในขณะที่ขุยมะพร้าวอัดเท่านั้น การลดลงของ EC ไม่มากนัก ในการขังน้ำเดือนที่ 2 นี้ การเปลี่ยนแปลงของ EC ก็เป็นไปในลักษณะเดียวกับเดือนที่ 1 คือจะผันแปรอยู่ในช่วงแคบ ๆ ตลอดระยะเวลาการขังน้ำ และเมื่อระบายน้ำที่แช่ไว้ในเดือนที่ 2 ที่ เติมน้ำบริสุทธิ์เข้าไปใหม่อีกครั้ง EC ของ

น้ำที่ใช้แ้ววัสดุปลูกก็จะลดลงเช่นเดียวกับในเดือนที่ 2 และเมื่อสิ้นสุดการทดลอง พบว่า EC ของทุกวัสดุปลูกจะต่ำกว่า 1.0 mS/cm คือจะอยู่ในช่วง 0.4-0.8 mS/cm โดยวัสดุปลูกที่มี EC ต่ำที่สุดคือ ขุยมะพร้าวอัดแท่ง (0.43 mS/cm) รองลงมาคือ โยมะพร้าว และ กาบมะพร้าวสับหยาบ (EC เท่ากันคือ 0.67 mS/cm) และ กาบมะพร้าวสับละเอียด จะมีสูงที่สุด (0.78 mS/cm)



ภาพที่ 17 ปริมาณของฟอสฟอรัส (a), โพแทสเซียม (b), แคลเซียม (c), และแมกนีเซียม (d) ที่ละลายอยู่ในน้ำแ้ววัสดุปลูก

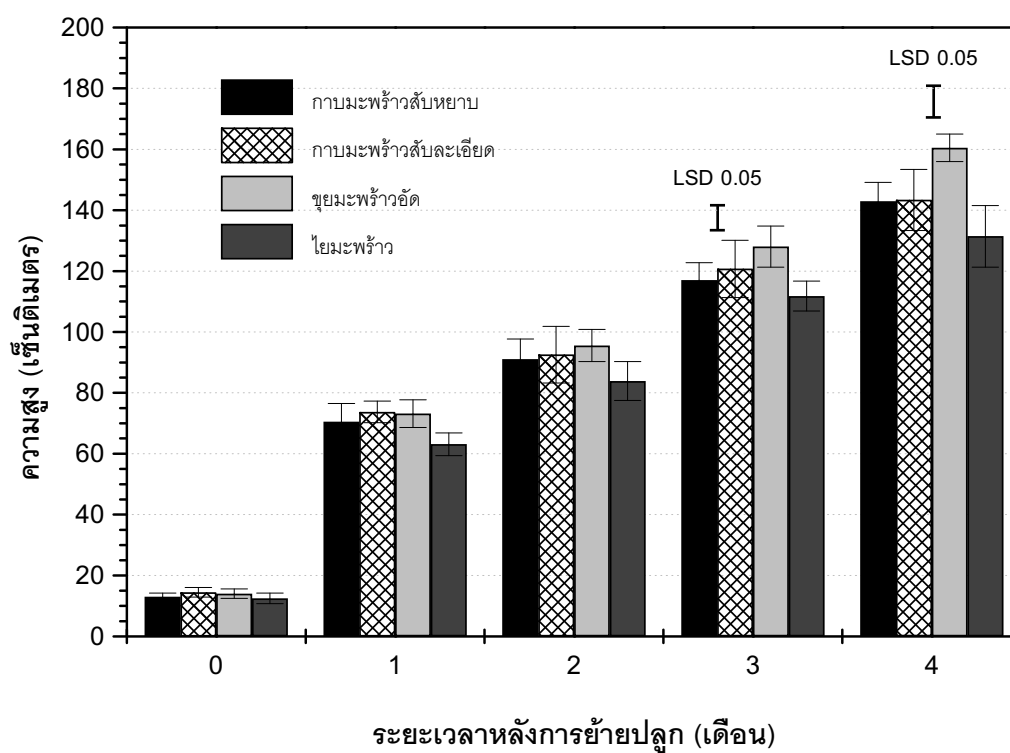
การลดลงของ EC ของวัสดุปลูกแต่ละชนิดนั้นสอดคล้องกับปริมาณของธาตุอาหารต่าง ๆ ที่อยู่ในน้ำที่แ้ววัสดุ จากภาพที่ 17 a-d จะเห็นได้ว่า K เป็นธาตุอาหารที่ละลายอยู่ในน้ำแ้ววัสดุปลูกสูงสุด รองลงมาได้แก่ Mg Ca และ P ตามลำดับ โดยในน้ำแ้ววัสดุปลูกเดือนที่ 1 น้ำแ้วก้ามะพร้าวและโยมะพร้าวมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่สูงสุด โดยมีปริมาณ K ละลายอยู่ในช่วง 5461.5-724.40 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ในช่วง 3.80-13.62 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ในช่วง 5.18-14.24 mg/kg และมี P อยู่ในช่วง 29.74-37.37 mg/kg ในขณะที่น้ำแ้วโยมะพร้าวอัดแท่งนั้นมี K ละลายอยู่เพียง 148.69 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 1.80 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 0.71 mg/kg และมี P อยู่ 8.27 mg/kg หลังจากการระบายน้ำทิ้ง 3 ครั้ง พบว่าในน้ำแ้ววัสดุปลูกครั้งที่ 3 มีปริมาณของธาตุอาหารลดลง แต่น้ำแ้วขุยมะพร้าวอัดแท่งก็ยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายน้ำน้อยที่สุด โดยมี K ละลายอยู่เพียง 52.45 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 0.76 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 0.52 mg/kg และมี P อยู่ 3.19 mg/kg ในขณะที่น้ำแ้วก้ามะพร้าว

สับละเอียดยังคงมีปริมาณธาตุอาหารที่ละลายอยู่สูงกว่าวัสดุชนิดอื่น โดยมี K ละลายอยู่ 154.44 mg/kg มีปริมาณ Ca อยู่ 3.05 mg/kg มีปริมาณ Mg อยู่ 1.89 mg/kg และมี P อยู่ 5.87 mg/kg

B. การเจริญเติบโตของพริกหวาน : การเจริญเติบโตของต้นพริกที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน แสดงในภาพที่ 18



ภาพที่ 18 พริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกในวัสดุปลูกชนิดต่าง ๆ เมื่ออายุได้ 1 เดือน (15 พฤษภาคม 2552) หลังย้ายปลูก



ภาพที่ 19 แสดงความสูงเฉลี่ยของต้นพริกหวานพันธุ์สีเขียวที่ปลูกในวัสดุปลูกที่แตกต่างกัน

จากภาพที่ 19 แสดงการเจริญเติบโตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวนในในช่วง 2 เดือนแรกหลังการย้ายปลูก มีความสูงที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกเป็นขี้เถ้าปศุสัตว์ มีแนวโน้มว่าจะมีการเจริญเติบโตได้ดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น และความแตกต่างจะเห็นได้อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังการย้ายปลูก 3 และ 4 เดือน โดยในระยะ 4 เดือนหลังย้ายปลูก ต้นพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกขี้เถ้าปศุสัตว์เจริญเติบโตได้ดีที่สุด มีความสูงเฉลี่ย 160.5 ซม./ต้น ในขณะที่พริกหวานที่ปลูกใน ขี้เถ้าปศุสัตว์ มีความสูงเฉลี่ยที่ 131.4 ซม./ต้น สำหรับพริกหวานที่ปลูกโดยใช้กาบมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้เป็นวัสดุปลูก นั้นมีความสูง 142.9 ซม./ต้น

C. ผลผลิต : หลังย้ายปลูกได้ประมาณ 1-1.5 เดือนพริกหวานเริ่มออกดอกและเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ในเดือนที่ 2 และจะเก็บผลผลิตได้เรื่อยไป ขึ้นอยู่กับการดูแลสภาพของต้น จากการทดลองในครั้งนี้ทำการเก็บผลผลิตได้เพียง 2 เดือน เท่านั้น เนื่องจากในเดือนที่ 4 หลังย้ายปลูกพริกหวานเกิดการระบาดของไวรัสอย่างรุนแรง ทำให้ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ สำหรับผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวน 2 เดือนแรกที่เก็บเกี่ยว แสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 แสดงผลผลิตของพริกหวานพันธุ์สีเขียวนที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกที่แตกต่างกัน*

กรรมวิธี	จำนวนผลเฉลี่ย (ผล/ถัง)	น้ำหนักผลเฉลี่ย (กรัม/ผล)	จำนวนผลผลิต (ตัน/ไร่)*
กาบมะพร้าวสับหยาบ	10.50	162.47	5.38
กาบมะพร้าวสับละเอียด	10.92	162.88	5.68
ขี้เถ้าปศุสัตว์	11.67	170.37	6.24
ขี้เถ้าปศุสัตว์	10.17	156.77	5.10
CV (%)	28.65	10.49	27.84
LSD 0.05	ns	ns	ns

ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า พริกหวานที่ปลูกในวัสดุที่แตกต่างกัน 4 ชนิด ให้ผลผลิตในระยะ 2 เดือนแรกที่ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามพริกหวานที่ปลูกในวัสดุปลูกขี้เถ้าปศุสัตว์ มีแนวโน้มให้คุณภาพและผลผลิตดีกว่าวัสดุปลูกชนิดอื่น ๆ โดยมีจำนวนผลเฉลี่ยต่อถัง 11.67 ผล/ถัง น้ำหนักผลเฉลี่ยต่อ 170.37 กรัม/ผล และให้ผลผลิต 6.24 ตัน/ไร่ ในขณะที่วัสดุปลูกที่เกษตรกรนิยมใช้คือ กาบมะพร้าวสับหยาบให้จำนวนผลที่ 10.5 ผล/ถัง น้ำหนักผลเฉลี่ย 162.47 กรัม/

ผล และมีผลผลิต 5.38 ตัน/ไร่ สำหรับวัสดุปลูกที่เป็นไยมะพร้าว นั้น ให้ผลผลิตต่ำสุดคือ 10.17 ผล/ถุง น้ำหนักผลเฉลี่ย 156.77 กรัม/ผล และให้ผลผลิตเฉลี่ย 5.10 ตัน/ไร่

ต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูก : การปลูกพริกหวานโดยทั่วไปเกษตรกรนิยมใช้ กาบมะพร้าวสับหยาบเป็นวัสดุปลูก ซึ่งมีต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 4.23 บาท/ถุง หรือ 13,536 บาท/ไร่ เกษตรกรได้พยายามลดค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูกโดยเริ่มหันไปใช้ ไยมะพร้าวที่มีราคาถูกกว่า คือประมาณ 1.75 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 5,600 บาท/ไร่ และในปัจจุบันมีการผลิตขุยมะพร้าวอัดแท่ง และกากมะพร้าว สับละเอียด เพื่อใช้เป็นวัสดุปลูก ซึ่งเป็นอีกทางเลือกหนึ่งของเกษตรกร อย่างไรก็ตามราคายุยมะพร้าว เมื่อนำมาทำเป็นวัสดุปลูกจะมีราคาต้นทุนอยู่ที่ประมาณ 9.12 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 29,184 บาท/ไร่ และ กากมะพร้าวสับละเอียด มีราคาอยู่ที่ประมาณ 6.35 บาท/ถุง หรือคิดเป็น 20,320 บาท/ไร่ ซึ่งก็ยังคงสูงกว่า วัสดุปลูกที่เกษตรกรนิยมใช้อยู่ในปัจจุบัน (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 แสดงต้นทุนค่าใช้จ่ายวัสดุปลูก

ชนิดของวัสดุปลูก	ราคา (บาท/ถุง)	ราคา (บาท/ไร่)*	ผลผลิต (ตัน/ไร่)	ราคาขาย** (บาท/ไร่)	ราคาขาย หลังจากหัก ค่าวัสดุปลูก (บาท/ไร่)	ร้อยละของ รายได้ที่ เพิ่มขึ้น
กากมะพร้าวสับหยาบ	4.23	13,536	5.38	188,300	174,764	0
กากมะพร้าวสับละเอียด	6.35	20,320	5.68	198,800	178,480	2.13
ขุยมะพร้าว	9.12	29,184	6.24	218,400	189,216	8.17
ไยมะพร้าว	1.75	5,600	5.10	178,500	172,900	-1.07

*ระยะการปลูกพริกหวาน 0.5 ม. x 1.0 ม.

** ราคาเฉลี่ย 35,000 บาท/ตัน

จากตารางที่ 14 เมื่อพิจารณาต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านวัสดุปลูก จะเห็นว่าไยมะพร้าวเป็นวัสดุปลูกที่มีราคาต่อหน่วยถูกที่สุด และขุยมะพร้าวมีราคาสูงที่สุด แต่หากพิจารณาถึงผลผลิตที่ได้รับถึงแม้ว่าจะไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ผลผลิตของพริกหวานที่ปลูกในขุยมะพร้าวได้มากถึง 6.24 ตันต่อไร่ ในขณะที่ปลูกในไยมะพร้าวได้เพียง 5.10 ตัน/ไร่ ซึ่งเมื่อขายผลผลิตในราคาเฉลี่ย 35 บาท/กก. จะเห็นว่า การปลูกพริกหวานในวัสดุปลูกขุยมะพร้าว สามารถเพิ่มรายได้ขึ้นร้อยละ 8.17 เมื่อเทียบกับ การใช้กากมะพร้าวสับหยาบเป็นวัสดุปลูก และการปลูกพริกหวานในวัสดุปลูกไยมะพร้าว ซึ่งมีต้นทุนวัสดุปลูกที่ต่ำสุด แต่รายได้จากการขายผลผลิตเมื่อหักต้นทุนด้านวัสดุปลูกแล้วมีรายได้ลดลงร้อยละ 1.07 เมื่อเทียบกับกากมะพร้าวสับหยาบ ซึ่งจากการศึกษาในครั้งนี้ชี้ให้เห็นว่า ขุยมะพร้าวอัดแท่งก็เป็นวัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูงที่สามารถใช้ในการปลูกพริกหวานได้อย่างมี

คุณภาพ เนื่องจากมีความสามารถในการอุ้มน้ำที่ดี มีค่า EC ที่ค่อนข้างต่ำ และมีการปลดปล่อยธาตุหรือสารอาหารอื่น ๆ ออกมาน้อย ซึ่งเป็นผลดีที่ทำให้สามารถควบคุมสารละลายธาตุอาหารในระบบได้ตามที่ต้องการ อย่างไรก็ตามราคาต่อหน่วยจะสูงกว่ากามมะพร้าวสับหยาบ ซึ่งอาจเป็นข้อจำกัดในการส่งเสริมให้เกษตรกรใช้ สำหรับกามมะพร้าวสับหยาบที่เกษตรกรนิยมใช้กันอยู่อย่างแพร่หลายนั้น เนื่องจากมีราคาต่อหน่วยถูก แต่มีข้อด้อยที่มีค่าของ EC สูง และมีการปลดปล่อยธาตุอาหารออกมาในระบบค่อนข้างมาก ทำให้สารละลายธาตุอาหารที่จ่ายให้กับพริกหวานอาจมีสารอาหารเกินไปจากที่ต้องการ แต่จากผลการศึกษาในครั้งนี้ เกษตรกรสามารถนำไปปรับใช้ในการลดค่า EC ของกามมะพร้าวหยาบ โดยนำกามมะพร้าวสับหยาบไปแช่น้ำประมาณ 2-3 วัน แล้วบีบเอาน้ำที่แช่ทิ้งไป ทำเช่นเดิมประมาณ 3-4 ครั้งก็จะทำให้กามมะพร้าวสับมีค่า EC ที่ต่ำลง และการปลดปล่อยสารอาหารต่ำลง เช่นเดียวกับขุยมะพร้าวอัดแท่ง

3.4 สรุปผลการศึกษา

1. สูตรการเตรียมสารละลายธาตุอาหารที่คณะผู้วิจัยได้ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้ สามารถใช้ได้ดีกับการปลูกพริกหวานทั้ง 3 สายพันธุ์ ทำให้พริกหวานเจริญเติบโตได้ดีกว่าและให้ผลผลิตที่มีคุณภาพไม่แตกต่าง หรือดีกว่าการใช้สารละลายธาตุอาหารที่เตรียมจากปุ๋ยผสมที่มีจำหน่ายตามร้านค้าทั่วไป
2. การให้สารละลายธาตุอาหารแก่พริกหวานในปริมาณที่เท่ากัน พริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารบ่อยครั้งกว่า มีแนวโน้มในการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตที่ดีกว่าพริกหวานที่ได้รับสารละลายธาตุอาหารที่ให้น้อยครั้งกว่า
3. การเตรียมสารละลายธาตุอาหารใช้เองจากแม่ปุ๋ยที่มีจำหน่ายตามร้านค้าเกษตรทั่วไป ทำให้เกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าใช้จ่ายด้านปุ๋ยเคมีได้ถึงร้อยละ 36
4. วัสดุปลูกที่ได้มาจากขุยมะพร้าวอัดแท่ง เป็นวัสดุปลูกอีกชนิดหนึ่งที่มีศักยภาพสูง มีแนวโน้มที่จะช่วยเพิ่มคุณภาพและปริมาณผลผลิตของพริกหวานให้ดีขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- Carmassie, G., Incrocci, L., Maggini, R., Malorgio, F., Tognoni, F., and A., Pardossi. 2005. Modelling salinity build-up in recirculation nutrient solution culture. *J. Plant Nutr.* 28, 431-445.
- Incrocci, L., Malorgio, F., Della Bartola., and A., Pardossi. 2006. The influence of drip irrigation or subirrigation on tomato grown in closed-loop substrate culture with saline water. *Sci. Hort.* 107, 365-372.
- Katsououlas, N., Kittas, C., Dimokas, G., and Ch., Lykas. 2006. Effect of irrigation frequency on rose flow production and quality. *Biosyst. Engin.* 93, 237-244.
- Raviv, M., and J., Blom. 2001. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soilless-grown cut roses. *Sci. Hort.* 88, 257-276.
- Raviv, M., Krasnovsky, A., Medin, S., and R., Reuveni. 1998. Assessment of various control strategies fore recirculation of greenhouse effluents under semi-arid conditions. *J. Hort. Sci. Biotech.* 73, 485-491.
- Savvas, D., Stamati, E., Tsirogiannis, I.L., Mantzos, N., Barouchas, P.E., Katsoulas, N., and C. Kittas. 2007. Interactions between salinity and irrigation frequency in greenhouse pepper grown in closed-cycle hydroponic systems. *Agri. Water Mang.* 9, 102-111.
- Silber, A., Bruner, M., Kening, E., Reshef, G., Zohar, H., Posalski, I., Yehezkel, H., Shmuel, D., Cohen, S., Dinar, M., Matan, E., Dinkin, I., Cohen, Y., Karni, L., Aloni, B., and S., Assouline. 2005. High fertigation frequency and phosphorus level: Effects on summer-grown bell pepper growth and blossom-end rot incidence. *Plant and Soil* 223, 59-69.
- Xu, G., Levkovitch, I., Soriano, S., Wallach, R., and A., Silber. 2004. Integrated effect of irrigation frequency and phosphorus level on lettuce: P uptake, root growth and yield. *Plant and Soil*, 263, 297 – 309.
- Zekki, H., Gauthier, L., and A., Gosselin. 1996. Growth, productivity, and mineral composition of hydroponically cultivated greenhouse tomatoes with or without nutrient solution recycling. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 121, 1082-1088.
- D.O. Huett, N.A. Maier, L.A. Sparrow and T.J. Piggott. 1997. *Plant Analysis an Interpretation Manual* 2^{sd}. Ed. D.J. Reuter, J.B. Robinson. CSIRO Publishing, Australia. 572 P.

บทที่ 2

การจัดการแมลงศัตรูพริกหวาน

แมลงศัตรูพริกหวาน

พื้นที่ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ มีการปลูกพริกหวานในโรงเรือน ซึ่งมีแมลงศัตรูขนาดเล็กที่สามารถเล็ดลอดเข้าไปภายในโรงเรือนได้ เช่น เพลี้ยไฟ ไรแดง ไรขาวพริก แมลงหวี่ขาว เป็นต้น ดังนั้นจึงควรมีการติดตามเฝ้าระวังการแพร่ระบาดของแมลงศัตรูเหล่านี้ เมื่อพบการแพร่ระบาดจะได้กำจัดได้ทันเวลาที่ เพื่อมิให้ก่อความเสียหายต่อผลผลิต และแพร่กระจายไปยังแหล่งปลูกพริกหวานบริเวณใกล้เคียง

เก็บข้อมูลการเพาะปลูกและการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนตั้งแต่เริ่มปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยว ทำการสำรวจบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนของเกษตรกรบ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ เพื่อศึกษาชนิดและปริมาณของแมลงศัตรูพริกหวานที่เข้าทำลายในแต่ละช่วงการเจริญเติบโต

การสำรวจ และประเมินปริมาณแมลง

วิธีการศึกษา

การสำรวจและประเมินปริมาณแมลงศัตรูที่เข้าทำลายพริกหวานในโรงเรือนปลูกพริกหวานของนายทวี ฤาตะธา ระหว่างเดือนพฤษภาคมถึงเดือนธันวาคม 2551 โดยแบ่งเป็น 2 วิธีการคือ

1.1 การสำรวจเพลี้ยไฟ โดยการติดกับดักกาวเหนียวสีเหลืองขนาดความกว้าง 2 นิ้ว ยาว 35 เซนติเมตรกับเชือกยึดลำต้น เหนือยอดพริกหวานประมาณ 10 เซนติเมตร ตลอดแถวปลูก สุ่มเก็บกับดักที่อยู่เหนือยอดพริกหวาน นำกับดักมาตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟภายใต้กล้อง stereomicroscope ทุก 1 สัปดาห์ ทำการบันทึกจำนวนเพลี้ยไฟพริกหวานที่พบบนกับดักกาวเหนียว

1.2 การสำรวจส้มแฉะบริเวณใบ และยอดของต้นพริกหวาน จำนวน 30 ต้น โดยใช้นิ้วมือเคาะบริเวณยอดของต้นพริกหวานที่ทำกรสุม 5 ครั้งบนกระดาดสีขาวขนาด A4 ทำการตรวจนับจำนวนชนิดและปริมาณของแมลงที่พบบนกระดาดสีขาว (ภาพที่ 1)

นอกจากนี้ทำการสำรวจพื้นที่บริเวณรอบๆ โรงเรือนพริกหวาน ทำการสำรวจวัชพืช บันทึกชนิดของแมลงที่พบในแต่ละช่วงที่ทำการสำรวจ จัดทำปฏิทินช่วงการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพริกหวานแต่ละชนิด



ภาพที่ 1 การสำรวจปริมาณแมลงในโรงเรือนพริกหวาน

(ก) แถบกับดักกาวเหนียวสีเหลือง

(ข) การสุ่มเจาะบริเวณใบ และยอดของต้นพริกหวาน

ผลการศึกษา

จากการสำรวจปริมาณแมลงศัตรูพืชในแปลงปลูกพริกหวานของนายทวี ฤาตะธา เกษตรกร บ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ตั้งแต่เริ่มเพาะเมล็ดจนถึงช่วงเก็บเกี่ยว ที่มีการป้องกันแมลงศัตรูพริกหวานโดยการใช้สารเคมีป้องกันแมลงศัตรูพืช อะบาแม็กติน (เกรทเตอร์®) 1.8 EC เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ และหนอนกระทุ้งหอม และ ไดโคลโฟล (ไอบีโมท์®) 25 % w/v EC เพื่อกำจัดไรแดง พ่นสลับกันทุก 10-15 วัน ร่วมกับการใช้กับดักกาวเหนียวเหลืองและปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ (ดีซี ตรอน พลัส®) 83.9% W/V E.V. เพื่อกำจัดเพลี้ยไฟ ซึ่งการใช้ปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ จะพ่นสลับกับสารเคมีดังที่กล่าวแล้ว 7 วัน สารอิมิดาคลอพริด (คลอฟิเคอร์®) 10 % SL อัตรา 8 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อกำจัดแมลงปากดูด สารคลอร์ฟินาเพอร์ (แรมเพจ®) 10% EC อัตรา 15 มิลลิลิตร ต่อน้ำ 20 ลิตร เพื่อกำจัดหนอนกระทุ้งหอมในช่วงของการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่ามีไรแดง เพลี้ยไฟ และแมลงหวี่ขาว โรงเรือนเข้าทำลายในปริมาณน้อยตั้งแต่นากล่าพริกหวานลงปลูกในแปลงจนเริ่มเก็บเกี่ยวพริกหวาน โดยพบบริเวณยอดของต้นพริกหวานและพบอาศัยอยู่บนดอกตั้งแต่ดอกเริ่มบาน และจะเคลื่อนย้ายไปยังดอกอื่นเมื่อดอกเริ่มติดเป็นผลอ่อน ในช่วงระยะการเก็บเกี่ยวพริกหวานประมาณเดือนกันยายน-ตุลาคม พบหนอนกระทุ้งหอมในปริมาณที่น้อยเช่นกัน (ตารางที่ 1) จากการสำรวจไม่พบแมลงหวี่ขาวบนต้นพริกหวาน แต่เมื่อสำรวจรอบๆ แปลงภายในโรงเรือน กลับพบแมลงหวี่ขาวบนวัชพืชจำพวก สาบแร้งสาบกา และสาบเสือ (ภาพที่ 2)

ตารางที่ 1 ระยะเวลาการปลูกและการเข้าทำลายของแมลงในแปลงปลูกพริกหวานของเกษตรกรบ้าน
ม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

	เดือน																				หมายเหตุ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
	พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.					ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.					พ.ย.				ธ.ค.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3		4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
แมลงศัตรูที่พบ																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							

-  เพาะเมล็ด
-  ย้ายกล้าใส่ถุง
-  ย้ายกล้าลงปลูกในแปลงและการเจริญทางลำต้น
-  เก็บเกี่ยวผลผลิต
-  ใช้สารเคมีอะบาเม็กติน
-  ใช้สารเคมีไดโคโลฟ
-  ใช้ปีโตรเลียมสเปรย์ออย
-  ใช้สารเคมีคลอร์ฟิโนเพอร์
-  ใช้สารเคมีอิมิดาโครพริด



ภาพที่ 2 แมลงหีขาวอาศัยอยู่บนวัชพืชรอบโรงเรือน

จากตารางแสดงระยะเวลาตั้งแต่ปลูกจนถึงเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่าเกษตรกรเก็บผลผลิตพริกหวานได้ประมาณ 4-5 เดือน ซึ่งการเก็บผลผลิตของเกษตรกรในช่วงท้ายการปลูกพริกหวานรุ่นดังกล่าวเกษตรกรให้ความสนใจในการดูแลรักษาต้นพริกหวานและโรงเรือนลดลงเนื่องจากการปลูกพริกหวานรุ่นต่อไปในอีกโรงเรือนหนึ่ง เมื่อเกษตรกรทิ้งโรงเรือนที่ปลูกพริกหวานเดิมเพื่อรอต้นเก่าออกจะทิ้งต้นพริกหวานให้แห้งในโรงเรือน ด้วยเหตุนี้ทำให้เป็นแหล่งสะสมโรคและแมลงศัตรูให้เข้าทำลายโรงเรือนปลูกพริกหวานที่อยู่ถัดไป ทำให้เกิดปัญหาในการแพร่ระบาดของโรคไวรัสและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพริกหวานในการปลูกรุ่นต่อไป

ในช่วงเดือนมกราคมถึงกลางเดือนกุมภาพันธ์เกษตรกรส่วนใหญ่พักโรงเรือนและทำความสะอาดโดยพ่นสารฆ่าแมลงและกำจัดโรคพืช พร้อมทั้งซ่อมแซมโรงเรือนที่ชำรุด เตรียมการเพาะปลูกพริกหวานในรุ่นถัดไป ซึ่งอยู่ในช่วงฤดูร้อนถึงฤดูฝน โดยเกษตรกรเริ่มเพาะเมล็ดปลายเดือนมกราคมเป็นต้นไป ซึ่งขึ้นอยู่กับความพร้อมของเกษตรกรแต่ละบุคคล

สำหรับแปลงปลูกพริกหวานของนายทวี ถาด๊ะถา เมื่อเก็บเกี่ยวผลผลิตรุ่นสุดท้ายเสร็จแล้วจะทิ้งต้นพริกหวานไว้ในโรงเรือนเพื่อให้ต้นพริกหวานแห้งแล้วทำการย้ายออกจากโรงเรือนเพื่อทำลายทำให้โรงเรือนนี้เป็นที่สะสมโรคและแมลงซึ่งอาจจะส่งผลต่อการปลูกพริกหวานในช่วงต่อไปได้ ส่วนแปลงปลูกช่วงต่อจากแปลงเดิมนายทวีได้เริ่มเพาะเมล็ดกลางเดือนพฤศจิกายนและย้ายกล้าปลูกในโรงเรือนในต้นเดือนมกราคม แต่ไม่สามารถที่จะทำการสำรวจและประเมินแมลงได้เนื่องจากเกษตรกรละเลยการดูแลสภาพของโรงเรือน (ภาพที่ 3 และ 4) เป็นเหตุให้ไรขาวและหนอนเข้าทำลายต้นพริกหวานส่งผลให้ยอดและใบพริกหวานหงิก ชะงักการเจริญเติบโต (ภาพที่ 5) ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงเปลี่ยนพื้นที่ปลูกพริกหวานเพื่อให้การดำเนินงานต่อเนื่อง



ภาพที่ 3 สภาพภายนอกโรงเรือนแปลงปลูกพริกหวานใหม่ของนายทวี



ภาพที่ 4 สภาพภายในโรงเรือนและหลังคาชำรุดฉีกขาด



ภาพที่ 5 ต้นพริกหวานมีอากรไรขาวและเพลี้ยไฟเข้าทำลาย

การสำรวจและป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพริกหวานในเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายน

การสำรวจเก็บข้อมูลแมลงศัตรูพริกหวานในเดือนมกราคมถึงเดือนมิถุนายนดำเนินการในโรงเรือนของนางคำ เกษตรกรบ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ซึ่งเป็นโรงเรือนที่ได้เลือกให้ดำเนินการสำรวจใหม่ (ภาพที่ 6-8)



ภาพที่ 6 สภาพภายนอกโรงเรือน



ภาพที่ 7 สภาพภายในโรงเรือน



ภาพที่ 8 ต้นกล้าพริกหวานย้ายปลูก

1. การสำรวจแมลงศัตรูพริกหวาน

วิธีการศึกษา

การสำรวจส้มเคาะบริเวณใบ และยอดของต้นพริกหวาน จำนวน 30 ต้น โดยใช้นิ้วมือเคาะบริเวณยอดของต้นพริกหวานที่ทำการสุ่ม 5 ครั้งบนกระดาษสีขาวขนาด A4 ทำการตรวจนับจำนวนชนิดและปริมาณของแมลงที่พบบนกระดาษสีขาว พร้อมทั้งทำการสำรวจพื้นที่บริเวณรอบๆ โรงเรือนพริกหวาน บันทึกชนิดของแมลงที่พบในแต่ละช่วงที่ทำการสำรวจ

ผลการศึกษา

จากการสำรวจและเก็บข้อมูลแมลงศัตรูพริกหวานในโรงเรือนปลูกพริกหวานเกษตรกรบ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน 2552 แมลงศัตรูพริกหวานที่พบได้แก่ เพลี้ยไฟ หนอนเจาะผลมะเขือเทศ เพลี้ยแป้ง ไรขาว และแมลงหวี่ขาว เป็นต้น โดยเพลี้ยไฟเข้าทำลายพริกหวานตั้งแต่ย้ายกล้าลงปลูกในโรงเรือนจนถึงช่วงเก็บเกี่ยวผลผลิต โดยในระยะย้ายกล้าจนถึงการเจริญของลำต้นพบปริมาณของเพลี้ยไฟน้อย แต่เมื่อพริกหวานเริ่มออกดอกปริมาณของเพลี้ยไฟจะเพิ่มมากขึ้น (ภาพที่ 9) ซึ่งเกษตรกรป้องกันกำจัดโดยใช้สารอะบาเม็กติน ร่วมกับสารฟิโปรนิลสลับกับอิมิดาคลอพริด โดยฉีดพ่นทุก 7- 10 วัน แต่เนื่องจากเกษตรกรปลูกพริกหวานหลายโรงเหลื่อมสลับกันและในพื้นที่บริเวณดังกล่าวยังมีพื้นที่ปลูกพริกหวานและดอกเบญจมาศของเกษตรกรรายอื่นซึ่งเป็นพืชอาหารที่เพลี้ยไฟสามารถดำรงชีวิตได้ ดังนั้นทำให้พบเพลี้ยไฟตลอดการเพาะปลูกพริกหวาน นอกจากนี้สภาพแวดล้อมภายในโรงเรือนยังเอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของเพลี้ยไฟได้เป็นอย่างดี และรวดเร็ว นอกจากนี้ในช่วงการเจริญทางลำต้นยังพบการเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งและหนอนเจาะผลมะเขือเทศ โดยเพลี้ยแป้งเข้าทำลายส่วนยอดและใบอ่อนถึงเพศลาดโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงและขับน้ำหวาน (honeydew) ซึ่งมีมดเป็นผู้แพร่กระจาย (ภาพที่ 10) ส่วนหนอนเจาะผล

มะเขือเทศ พบกัฏกีนยอคใบ และผลของพริกหวาน (ภาพที่ 11) หนอนผีเสื้อเข้าสู่ภายในโรงเรือนได้เนื่องจากหลังคาของโรงเรือนมีช่องจึงทำให้ผีเสื้อบินเข้ามาวางไข่ได้ ในการป้องกันกำจัดหนอนเจาะผลมะเขือเทศ เกษตรกรใช้สารเคมีแลมปีดาไซฮาโลทิน ส่วนไรขาวมักพบในช่วงกลางเดือนมิถุนายนโดยทำให้ใบอ่อนของพริกหวานหงิก ขอบใบม้วนงอลงด้านล่าง ก้านใบยาวเปราะหักง่าย ส่วนยอดจะหงิกเป็นฝอยและมีสีน้ำตาลแดง ทำให้ต้นพริกหวานไม่เจริญเติบโตชะงักการเกิดดอกแตกยอด อาการดังกล่าวจะพบกับต้นพริกที่ไม่ได้รับการดูแลอย่างเหมาะสม การป้องกันกำจัดใช้สารเคมีฟิโปรนิล

สำหรับแมลงหวี่ขาวพบอาศัยในวัชพืชบนพื้นโรงเรือนและนอกโรงเรือน แต่ในต้นพริกหวานแมลงหวี่ขาวไม่เข้าทำลาย แต่หากเกษตรกรไม่กำจัดวัชพืชภายในโรงเรือนและรอบๆ โรงเรือนก็อาจเป็นแหล่งสะสมปริมาณของแมลงหวี่ขาวเพิ่มมากขึ้นและอาจจะเคลื่อนย้ายเข้าทำลายต้นพริกหวานได้ (ภาพที่ 12-13)



ภาพที่ 9 การเข้าทำลายของเพลี้ยไฟที่ยอด ดอก และผลของพริกหวาน



ภาพที่ 10 การเข้าทำลายของเพลี้ยแป้งที่ยอดและข้อกิ่งของพริกหวาน



ภาพที่ 11 การเข้าทำลายของหนอนเจาะผลมะเขือเทศที่ดอกบานและใบของพริกหวาน



ภาพที่ 12 แผลงหีขาวโรงเรือนอาศัยในต้นวัชพืช



ภาพที่ 13 วัชพืชภายในและรอบนอกโรงเรือน

ตารางที่ 2 ระยะเวลาการปลูกและการเข้าทำลายของแมลงในแปลงปลูกพริกหวานของเกษตรกร บ้าน ม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่

	เดือน																																หมายเหตุ		
	ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.					พ.ค.				มิ.ย.				ก.ค.					ส.ค.				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2		3	4
แมลงศัตรูที่พบ																																			
เพลี้ยไฟ																																			
แมลงหวี่ขาว																																			
หนอนเจาะผลมะเขือเทศ																																			
เพลี้ยแป้ง																																			
ไรขาว																																			
เพลี้ยอ่อน																																			



เพาะเมล็ด



ย้ายกล้าใส่ถุง



ย้ายกล้าลงปลูกในแปลงและการเจริญทางลำต้น



เก็บเกี่ยวผลผลิต



สารเคมีอะบาเม็กติน



สารเคมีอิมิดาคลอพริด



สารฟิโปรนิล



สารแลมปีดาไซฮาโลทริน

การกำจัดวัชพืชภายในโรงเรือนเกษตรกรใช้วิธีการโดยการถอนทิ้งและใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชถ้ามีปริมาณมากซึ่งมักใช้ในช่วงที่มีฝนตกติดต่อกันหลายวันหรือฤดูฝนเนื่องจากวัชพืชมีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็วทำให้เกษตรกรไม่สามารถจะกำจัดด้วยการถอนทิ้งได้ทัน ส่วนการใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชภายในโรงเรือนนั้นเกษตรกรเลือกใช้กรัมม็อกโซนเนื่องจากเป็นสารเคมีประเภทสัมผัสต้นตายเพื่อไม่ให้เกิดผลกระทบต่อต้นและผลผลิตของพริกหวาน สำหรับภายนอกโรงเรือนใช้สารเคมีกำจัดวัชพืชราวด็อพซึ่งเป็นสารเคมีกำจัดวัชพืชประเภทดูดซึม ต้องใช้เวลาอย่างน้อยประมาณ 3 วัน จึงเกิดผลกับต้นพืช ทำให้ตัวอ่อนแมลงหีวขาวที่อยู่ในระยะที่ 4 (pupa) สามารถเจริญเป็นตัวเต็มวัยและผสมพันธุ์พร้อมทั้งกระจายการวางไข่ในพืชอาหารอื่นๆ ต่อไป และเนื่องด้วยพืชอาหารของแมลงหีวขาวมีหลายชนิด ดังนั้นแมลงหีวขาวจึงสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ หากกำจัดวัชพืชด้วยวิธีการโดยการถอนหรือตัดต้นวัชพืชแล้วนำไปทิ้งหรือเผาทำลายอาจจะเป็นวิธีที่สามารถกำจัดแมลงหีวขาวได้มากที่สุด

จากการสำรวจแมลงศัตรูพริกหวานที่ปลูกในโรงเรือนของเกษตรกรบ้านม่วงคำ ต.โป่งแยง อ.แมริม จ.เชียงใหม่ ตั้งแต่เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2551 จนถึงเดือนสิงหาคม พ.ศ. 2552 พบว่าแมลงศัตรูที่พบได้ตลอดฤดูกาลปลูกพริกหวานและทุกช่วงของการเจริญเติบโตตั้งแต่ระยะย้ายกล้าปลูกจนถึงระยะเก็บเกี่ยวผลผลิต คือ เพลี้ยไฟ สำหรับแมลงศัตรูชนิดอื่น ๆ ที่พบ ได้แก่ ไรแดง ไรขาว หนอนกระทู้หอม เพลี้ยอ่อน และแมลงหีวขาว แมลงศัตรูเหล่านี้พบในปริมาณที่น้อยและพบบางช่วงของการเจริญเติบโตหรืออาศัยในวัชพืชที่อยู่บริเวณรอบโรงเรือนซึ่งไม่ได้เป็นศัตรูที่ทำลายหรือก่อความเสียหายให้กับพริกหวาน สำหรับสารเคมีการป้องกันกำจัดแมลงของเกษตรกรตลอดช่วงฤดูกาลปลูกเริ่มตั้งแต่ย้ายกล้าปลูกในแปลงจนกระทั่งเก็บเกี่ยว มีจำนวนการพ่นสารฆ่าแมลงของเกษตรกรทั้งหมด 12 ครั้ง และไม่มีการนำวิธีอื่นมาช่วยร่วมในการป้องกันกำจัด

จากการเก็บข้อมูลแมลงศัตรูที่เข้าทำลายพริกหวานดังกล่าวข้างต้นแล้วนั้น เพลี้ยไฟเป็นแมลงศัตรูที่พบมากที่สุดในทุกครั้งของการสำรวจ อาการพริกหวานเมื่อเพลี้ยไฟเข้าทำลายโดยการดูดน้ำเลี้ยงทำให้เกิดอาการยอดหดหรือใบหงิก (Leaf curl) โดยใบอ่อนที่ยอดเรียวยาวและโค้งงอลง ขอบใบงอ ใบมีขนาดเล็กลง ผิวใบมีจุดสีน้ำตาลใบเหลืองและแข็งกรอบ เมื่อแตะใบอ่อนเพียงเบา ๆ ก็จะหลุดร่วงง่าย ใบอ่อนจะออกเป็นกระจุกอาการคล้ายเกิดจากการทำลายของไรขาว แต่ใบจะแข็งและกรอบกว่าทำให้ยอดหงิกไม่ติดผล หากระบาดรุนแรงในระยะที่ติดผลแล้วจะไม่สามารถเก็บผลผลิตได้เลย (ภาพที่ 14 และ 15)



ภาพที่ 14 อาการของยอดและใบพริกหวานเมื่อเพลี้ยไฟเข้าทำลาย



ภาพที่ 15 เพลี้ยไฟเข้าทำลายดอกและผลของพริกหวาน

จากการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลแมลงศัตรูพริกหวานที่ปลูกในโรงเรือน 2 รอบการปลูก พร้อมทั้งเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์เฉลี่ยบนพื้นที่ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ สามารถสรุประยะการเจริญเติบโตและการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพริกหวานแต่ละชนิด ดังในตารางที่ 3 และ 4

จากตารางที่ 3 และตารางที่ 4 พบว่าแมลงศัตรูพริกหวานที่เข้าทำลายมีความแตกต่างกัน ตามสภาพอากาศในแต่ละช่วงการปลูก แมลงศัตรูพริกหวานที่พบได้จากการสำรวจทั้ง 2 รอบการปลูกคือ เพลี้ยไฟและหนอนกระทู้ผัก แต่แมลงศัตรูที่เป็นปัญหาสำคัญและสามารถพบได้ตลอดทั้งปีในพื้นที่สำรวจคือ เพลี้ยไฟ ซึ่งพบได้ตั้งแต่ย้ายกล้าปลูกจนกระทั่งเก็บเกี่ยวผลผลิต เนื่องจากในพื้นที่มีการปลูกพริกหวานเป็นจำนวนมากติดต่อกันเป็นระยะเวลานาน ประกอบกับมีพืชอาศัยที่อยู่ในตระกูลเดียวกับพริกหวานและชนิดอื่น ๆ ที่เพลี้ยไฟสามารถดำรงชีวิตอยู่ได้ ทำให้เกิดการสะสมของเพลี้ยไฟและแมลงศัตรูพืชชนิดอื่น ๆ จากรายงานที่ได้กล่าวไปแล้วข้างต้น เกษตรกรนิยมใช้สารเคมีในกลุ่ม อะเวอร์แม็กติน (Avermectin) เช่น สารอะบาเม็กติน ในการควบคุมและป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟ สำหรับการควบคุมและป้องกันกำจัดหนอนกระทู้ผักเกษตรกรใช้สารกลุ่ม ไพริทรอยด์ เช่น สารแลมปีดาไซฮาโลทริน แต่ปัญหาสำคัญของการพ่นสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงพบว่าเกษตรกรใช้สารเคมีในอัตราที่ไม่เหมาะสม มีการฉีดพ่นสารเคมีเพื่อป้องกันแมลงศัตรูไว้ล่วงหน้าก่อนแมลงจะระบาดโดยไม่ได้สำรวจปริมาณแมลงก่อนพ่น ทำให้เกิดความสิ้นเปลืองสารเคมีโดยไม่จำเป็น อีกทั้งเกษตรกรใช้สารเคมีชนิดเดียวต่อเนื่องตลอดฤดูปลูก หรือใช้สารเคมีหลายชนิดพร้อมกัน ซึ่งอาจทำให้แมลงดื้อยา ส่งผลให้เกษตรกรไม่สามารถควบคุมปริมาณแมลงศัตรูพริกหวานได้ ทั้งนี้ในช่วงท้ายของการเก็บเกี่ยวผลผลิตเกษตรกรมักจะเลยการดูแลป้องกันสภาพของโรงเรือน ทำให้แมลงเพิ่มขึ้นและมีโรคไวรัสตามมาจากการถ่ายทอดของแมลงปากดูดดังกล่าวแล้วข้างต้น ส่วนศัตรูพริกหวานชนิดอื่น ๆ ได้แก่ แมลงหวี่ขาว ไรขาว ไรแดง เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยอ่อน พบในปริมาณน้อย เกษตรกรป้องกันกำจัดโดยใช้สารเคมี เช่นเดียวกับการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟและใช้กำมะถันทองในการป้องกันกำจัดไร ซึ่งเกษตรกรสามารถควบคุมได้แต่อย่างไรก็ตามแมลงศัตรูเหล่านี้เป็นแมลงปากดูดที่สามารถเป็นพาหนะในการถ่ายทอดเชื้อไวรัสได้เช่นเดียวกับเพลี้ยไฟ

ดังนั้นเกษตรกรควรมีการจัดการพริกหวานตั้งแต่การเพาะเมล็ด เพื่อป้องกันแมลงศัตรู โดยการคลุกเมล็ดพริกหวานด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงปากดูด เช่น อิมิดาคลอพริด เป็นต้น การเตรียมโรงเรือนก็มีความสำคัญในการป้องกันแมลงศัตรูโดยก่อนการย้ายต้นกล้าพริกหวานปลูกในโรงเรือนจะต้องซ่อมแซมส่วนที่ขาดชำรุด กำจัดวัชพืชภายในโรงเรือนเพราะอาจมีแมลงศัตรูหลบซ่อนอยู่ได้ ในช่วงแรกของการย้ายกล้าปลูกในโรงเรือนควรมีการประเมินแมลงโดยการติดกาเหี่ยวสีเหลืองสามารถทำให้เกษตรกรทราบว่า มีแมลงศัตรูชนิดใดบ้าง หากพบแมลงศัตรูมีปริมาณน้อยเกษตรกรสามารถใช้สารสกัดสะเดาหรือน้ำมันปิโตรเลียม สเปรย์ออยล์พ่นสลับ โดยเลือกสารชนิดใดชนิดหนึ่งพ่นทุก ๆ 7 วัน เพื่อควบคุมการเพิ่มปริมาณของแมลงปากดูด เช่น เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง แมลงหวี่ขาว ไรขาว และไรแดง หากในช่วงนี้พบอาการของโรคไวรัสเกษตรกรควรย้ายต้นกล้าดังกล่าวออกจากแปลงทันทีและเผาทำลายเพื่อป้องกันการแพร่กระจายโรคไวรัสในโรงเรือน ซึ่งในช่วงที่พริกหวานแตกใบอ่อนและออกดอกมักพบเพลี้ยไฟเป็นจำนวนมาก เกษตรกรสามารถพ่นสารเคมีป้องกันกำจัด เช่น อิมิดาคลอพริด ฟิโปรนิล โดยเลือกใช้สารชนิดใดชนิดหนึ่งในการฉีดพ่นแต่ละครั้งและไม่ควรพ่นติดต่อกัน ในฤดูร้อน

พ่นทุก ๆ 5-7 วัน และในฤดูฝนพ่นทุก ๆ 7-10 วัน โดยเฉพาะบริเวณส่วนดอก เพราะมักพบเพลี้ยไฟในบริเวณส่วนดอกที่เริ่มบาน ทั้งนี้เกษตรกรสามารถพ่นสลับกับสารสกัดสะเดาหรือพ่นสารบีโตเรลียม หลังการพ่นสารเคมีดังกล่าวแล้ว 5 วัน เพื่อป้องกันไม่ให้สร้างความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ และน้ำมันมีคุณสมบัติในการเคลือบบนผิวใบทำให้แมลงดูดน้ำเลี้ยงได้ยากมากขึ้น ช่วงการแตกใบอ่อนของพริกหวานนอกจากพบเพลี้ยไฟแล้วยังมีหนอนกระทู้ผักและเพลี้ยแป้งเข้าทำลายช่วงนี้ด้วย ดังนั้นการฉีดพ่นด้วยสารน้ำมันดังกล่าวแล้วนั้นสามารถช่วยลดจำนวนหนอนกระทู้ผักด้วย ร่วมกับการเก็บกลุ่มไข่ และตัวหนอน ออกจากแปลงปลูกแล้วทำลายในช่วงที่มีการตัดแต่งทรงพุ่มพริกหวาน นอกจากนี้ช่วงที่ดอกพริกหวานบานและติดผลพบหนอนกระทู้ผักเข้าทำลายภายในดอกและผลของพริกหวาน โดยการกัดกินและเจาะเข้าไปข้างในผลพริกหวานทำให้เกิดความเสียหายกับผลผลิต เกษตรกรควรเก็บผลพริกหวานที่มีร่องรอยการเข้าทำลายของหนอนกระทู้ผักทิ้ง สามารถลดจำนวนประชากรหนอนกระทู้ได้อย่างต่อเนื่อง

สำหรับไรแดง ไรขาว และเพลี้ยอ่อน พบว่าไม่เป็นปัญหามากนัก เมื่อพบยอดของพริกหวานที่ถูกไรแดงและไรขาวทำลายให้ทำการตัดยอดทิ้ง ไรขาวมักพบในช่วงที่มีอากาศชื้น ฝนตกพริ้ว ๆ ตลอดเวลาหรือฝนตกต่อเนื่องเป็นเวลานาน ให้ฉีดพ่นด้วยสารฆ่าไร โดยเฉพาะ เช่น อามิตราซ พ่น 5-7 วันครั้ง หรือใช้ก้ามฉัตรพ่น แต่ควรทำการฉีดพ่นไม่นำไปโรยไว้บนต้นพริกหวานเพราะอาจเกิดผลเสียต่อสุขภาพของผู้ปฏิบัติงานในแปลงได้ และควรพ่นเพื่อป้องกันการระบาด หากมีการระบาดของไรขาวแล้วควรพ่นด้วยสารเคมี เกษตรกรไม่ควรพ่นก้ามฉัตรในขณะแดดร้อนจัดและไม่ควรใช้เกินอัตราแนะนำเพราะอาจทำให้แมลงศัตรูสร้างความต้านทานได้ สำหรับเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้งใช้สารกลุ่มน้ำมัน (ปิโตรเลียม สเปรย์ออยล์) หรือสารสกัด ได้แก่ สะเดา ยาสูบ โรติโนน ฉีดพ่นสลับกัน เพื่อไม่ให้แมลงมีความต้านทาน และควรป้องกันกำจัดมดด้วยเนื่องจากเป็นพาหะในการแพร่กระจายเพลี้ยอ่อนและเพลี้ยแป้ง ซึ่งอาจพ่นด้วยคาร์บาริล (เซฟวิน 85) สามารถป้องกันกำจัดได้ทั้งหมด เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อนได้ด้วย ส่วนแมลงหวี่ขาวแม้ไม่ใช่แมลงศัตรูที่เข้าทำลายต้นพริกหวานโดยตรงแต่สามารถที่จะเป็นพาหะในการแพร่กระจายไวรัสพืชสู่ต้นพริกหวานได้เช่นเดียวกับเพลี้ยไฟ โดยอาการโรคไวรัสที่เกิดจากแมลงหวี่ขาวเป็นพาหะสามารถพบได้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. อาการใบด่าง (Mosaic disease) พืชแสดงอาการใบด่างสีเขียวอ่อนสลับสีเขียวเข้ม แต่โดยทั่วไปแล้วในส่วนสีเขียวอ่อนมักแสดงอาการเป็นสีเหลืองทอง (golden mosaic) หรือใบสีเหลือง (bright yellow type) หรืออาการเส้นใบมีสีเหลือง (vein yellowing)

2. ใบหงิก (Leaf curl disease) อาการประเภทนี้พบได้น้อยกว่าลักษณะแรก โดยใบพืชม้วนงอมาก ใบไม่ด่าง เส้นใบหนาและหย่นไม่เจริญเติบโต บางครั้งเกิด Leaf enation ต้นแคระแกร็น

3. ใบเหลือง (Disease of the yellow type) พืชแสดงอาการใบเหลือง บางครั้งอาการคล้ายกับพืชขาดธาตุอาหาร

ลักษณะอาการของพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัสแบบทั่วไปทั้งต้นเรียกว่า systemic symptom เนื่องจากไวรัสแพร่กระจายไปทุกส่วนของพืช สำหรับลักษณะอาการแบบเฉพาะที่ เรียกว่า local symptom

ลักษณะอาการทั่วไปของโรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัสคือ การลดลงของขนาดพืช ส่วนยอดของพืชอาจไหม้และส่วนของใบอาจมีสีเหลืองซีดหรือเป็นจุดสีเหลืองซีดหรือจุดสีน้ำตาล หรือเป็นรอยจุดด่างเป็นดวงๆ (ring spot) หรือเป็นรอยขีด (streak) ใบพืชอาจจะเสียรูปร่างไปเพียงเล็กน้อย ใบเป็นคลื่น หรืออาจจะเสียรูปร่างไปจนไม่เหลือลักษณะเดิม

ความรุนแรงและลักษณะอาการของโรคที่เกิดจากเชื้อไวรัสชนิดหนึ่งจะผันแปรไปได้ด้วยปัจจัยต่างๆ เช่น ชนิดและอายุของพืช สภาพแวดล้อมก่อนเกิดการติดเชื้อ (infection) และในระหว่างที่มีการพัฒนาของโรค และความผันแปรในตัวเชื้อไวรัสเอง ความผันแปรในตัวเชื้อไวรัสชนิดใดชนิดหนึ่งสามารถตรวจสอบได้จากความแตกต่างในเรื่องของ ความสามารถในการก่อให้เกิดโรคกับพืชชนิดต่างๆ ลักษณะอาการของโรคที่เกิดขึ้นในต้นพืช และการถ่ายทอดเชื้อโรคโดยแมลงว่าเป็นแมลงชนิดใด ซึ่งความผันแปรนี้ก่อให้เกิดการแบ่งชนิดของไวรัสเป็น strain

การถ่ายทอดเชื้อไวรัส (virus transmission)

การแพร่กระจายของเชื้อไวรัสเกิดได้ 4 ทางดังนี้

1. ทางเมล็ด แต่เกิดขึ้นได้ยากมาก อาจเป็นเพราะว่าขณะเกิดต้นอ่อนภายในเมล็ดนั้น เชื้อไวรัสไม่สามารถติดเข้าไปได้
2. ทางส่วนขยายพันธุ์โดยไม่อาศัยเพศ (vegetative organ) เชื้อไวรัสสาเหตุของโรคพืชที่ก่อให้เกิดอาการแบบ systemic ทั้งหมด ถ่ายทอดเชื้อโรคได้ด้วยวิธีนี้
3. ทางการสัมผัส มักเกิดในกรณีที่มีเชื้อไวรัสในปริมาณความเข้มข้นสูง อาจเกิดโดยการเสียดสีของกิ่งของต้นที่อยู่ใกล้กันขณะที่มีลมพัด หรือการที่รากของต้น ไม้มาแตะกันแล้วเชื้อผ่านเข้าทางรอยแผล หรือเกิดการเชื่อมกันของราก (root grafting)
4. ทางตัวพาหะ(vector) เป็นวิธีการถ่ายทอดเชื้อที่สำคัญที่สุด ตัวพาหะนี้ได้แก่ รา ไส้เดือนฝอย นก สัตว์ขนาดใหญ่ และแมลง ซึ่งแมลงจัดว่าเป็นตัวพาหะที่สำคัญที่สุด

ความสัมพันธ์ระหว่างไวรัสสาเหตุของโรคพืชและตัวพาหะที่เป็นสัตว์ขาปล้อง (The relations of plant viruses to arthropod vectors) โดยไวรัสเกือบทุกชนิด ยกเว้น TMV มีการแพร่กระจายและปลูกเชื้อโดยแมลง และแมลงที่เป็นพาหะที่สำคัญ คือ เพลี้ยอ่อน(aphid) ซึ่งตามปกติเป็นตัวนำเชื้อไวรัสที่ก่อให้เกิดโรค mosaic และไวรัสชนิดที่ใกล้เคียงอื่นๆ นอกจากนี้ยังมีพาหะชนิดอื่นที่สำคัญ ได้แก่ เพลี้ยไฟ (thrips) แมลงหวีขาว (whitefly) เพลี้ยแป้ง (mealy bug) และไร (mite)

การจำแนกไวรัสสาเหตุของโรคพืชโดยใช้แมลงพาหะ

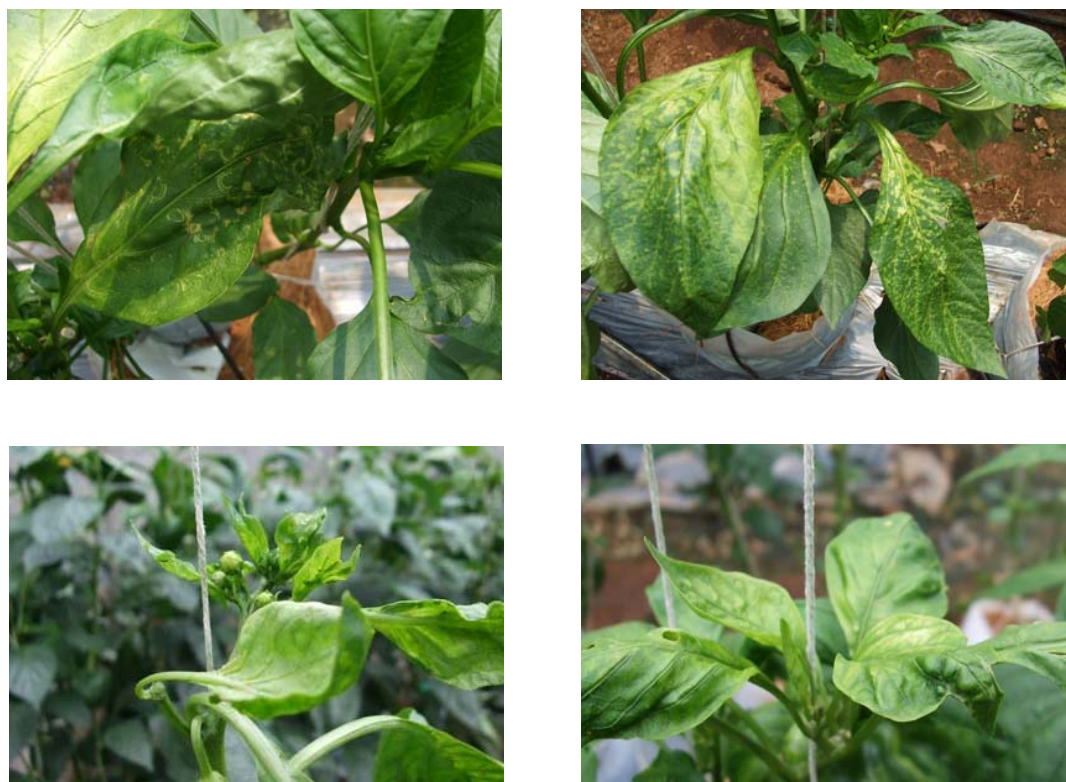
ไวรัสสาเหตุของโรคพืชส่วนใหญ่ถ่ายทอดโดยมีเพลี้ยอ่อนเป็นพาหะ จึงถูกแยกออกเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. stylet-borne virus หรือ nonpersistent virus จะสามารถถ่ายทอดโดยติดไปกับปากของแมลงและหายไปจากตัวแมลงอย่างรวดเร็ว เพียงแค่การไปดูดกินน้ำเลี้ยงพืชหนึ่งครั้งเท่านั้น ไวรัสนี้มีสมาชิกมากที่สุด

2. circulative virus หรือ persistent virus ไวรัสสาเหตุของโรคพืชเข้าไปอยู่ภายในตัวแมลงเป็นระยะเวลายาวนานหรือตลอดชั่วชีวิตของแมลง ไม่เป็นที่แน่ชัดว่าไวรัสมีการเพิ่มจำนวนในตัวแมลงของเพลี้ยอ่อนหรือไม่ แต่ถ้าเป็นไวรัสที่ถ่ายทอดโดยเพลี้ยกระโดด มันจะผ่านต่อไปยังรุ่นลูก รุ่นหลานได้ทางไข่

จากการหาข้อมูลโรคพืชที่เกิดจากเชื้อไวรัสโดยเพลี้ยไฟเป็นพาหะในประเทศไทย กรมวิชาการเกษตรได้รายงานถึง เชื้อไวรัส Groundnut Bud Necrosis Virus (GBNV) โดยมีเพลี้ยไฟเป็นแมลงพาหะเนื่องจากเชื้อ GBNV สามารถทำให้เกิดความผิดปกติกับต้นพืชได้หลายลักษณะ นับตั้งแต่อาการ ใบลาย (mosaic) ใบด่างวงแหวน (ringspot) ใบซีด (chlorosis) แตกช่อมากกว่าปกติ (rosette) ยอดกุด (bunchy top) ไปจนถึงตาไหม้หรือยอดไหม้ (bud blight) การวินิจฉัยไม่ควรใช้อาการแต่เพียงอย่างเดียวในการวินิจฉัยสาเหตุโรค โดยอาการเป็นจุดสีซีด หรือเป็นปื้นตายสีน้ำตาล จากนั้นจะเห็นอาการใบสีซีดหรือจุดกระบนใบยอด ใบมีลักษณะโค้งงอ บิดเบี้ยวขนาดเล็กกว่าปกติ หลังจากแสดงอาการระยะแรกแล้ว หากเชื้อเป็นสายพันธุ์รุนแรงและถูกเชื้อเข้าทำลายตั้งแต่ระยะแรกของการเจริญเติบโต ต้นพืชมักแคระแกรน และแห้งตายทั้งต้นในระยะต่อมา การแพร่ระบาดเชื้อไวรัส GBNV โดยแมลงเพลี้ยไฟเป็นพาหะซึ่งพบรายงานว่ามีทั้งหมด 7 ชนิด คือ *Thrips tabaci*, *T. palmi*, *T. setosus*, *Scirtothrips dorsalis*, *Frankliniella schultzei*, *F. occidentalis* และ *F. fusca* ในประเทศอินเดีย พบ *T. palmi* และ *S. dorsalis* เป็นพาหะนำโรคที่สำคัญ การถ่ายทอดไวรัสจะเกิดขึ้นเนื่องจากตัวอ่อนของเพลี้ยไฟดูดกินเชื้อเข้าไป จากนั้นเชื้อจะเข้าไปไหลเวียนอยู่ในกระแสโลหิตเพิ่มปริมาณและสะสมตัวอยู่ในต่อมน้ำลายของแมลง ซึ่งจะใช้เวลาราว 3 - 12 วัน จึงจะสามารถถ่ายทอดไปยังพืชต้นใหม่ได้ การรับเชื้อในช่วงที่แมลงเป็นตัวแก่แล้วไม่มีความสำคัญทางระบาดวิทยา เนื่องจากไวรัสที่รับเข้าไปจะไม่สามารถ ซึมผ่านผนังลำไส้เข้าสู่ระบบโลหิตของแมลงได้ อย่างไรก็ตามแมลงที่เชื้อเข้าไปสู่กระแสโลหิตได้แล้ว จะคงความสามารถในการถ่ายทอดเชื้อไปจนตลอดอายุขัย เนื่องจากเชื้อ GBNV และเพลี้ยไฟที่เป็นพาหะมีพืชอาศัยมากมายหลายชนิด ทั้งที่เป็นผัก พืชไร่ ไม้ดอกประดับ ตลอดไปจนถึงวัชพืช เชื้อ GBNV จึงอาศัยพืชเหล่านี้ในการอยู่ข้ามฤดูปลูกเพื่อแพร่ระบาดในฤดูปลูกถัดไป ในอินเดีย พบว่า มะเขือเทศ มะเขือ ถั่วเขียว บานชื่น และเบญจมาศ เป็นพืชปลูกที่เป็นแหล่งพักอาศัยของเชื้อที่สำคัญ นอกจากนั้นยังพบเชื้อในวัชพืช เช่น สาบแร้งสาบกา (*Ageratum conyzoides*) และจี่เหล็กเทศ (*Cassia tora*) สำหรับในประเทศไทยพบพืชปลูกหลายชนิดที่เป็นที่พักอาศัยของเชื้อในสภาพธรรมชาติ คือ พริก , มะเขือเทศ , แตงโม, แคนตาลูป,

ยาสูบ , ถั่วพุ่ม และมะเขือ พืชเหล่านี้มีการปลูกหมุนเวียนอยู่ตลอดปี และบางชนิดเป็นพืชที่อยู่ข้ามปีได้ จึงน่าจะเป็นแหล่งของเชื้อในช่วงเริ่มระบาดที่สำคัญ นอกจากพืชปลูกเหล่านี้แล้วยังตรวจพบ GBNV ใน วัชพืชอีกหลายชนิดคือ โทงเทง (*Physalis minima*) ผักผีเสื้อ (*Spilanthes paniculata*) แพงพวย (*Vincia rosea*) ผักเสี้ยนผี (*Cleome viscosa*) ผักแครด (*Synedrella nodiflora*) และกระดุมใบ (*Richardia* sp.) วัชพืชเหล่านี้พบอยู่ทั่วไปในพื้นที่ปลูก จึงน่าจะเป็นแหล่งพักอาศัยของเชื้อที่สำคัญด้วยเช่นกัน

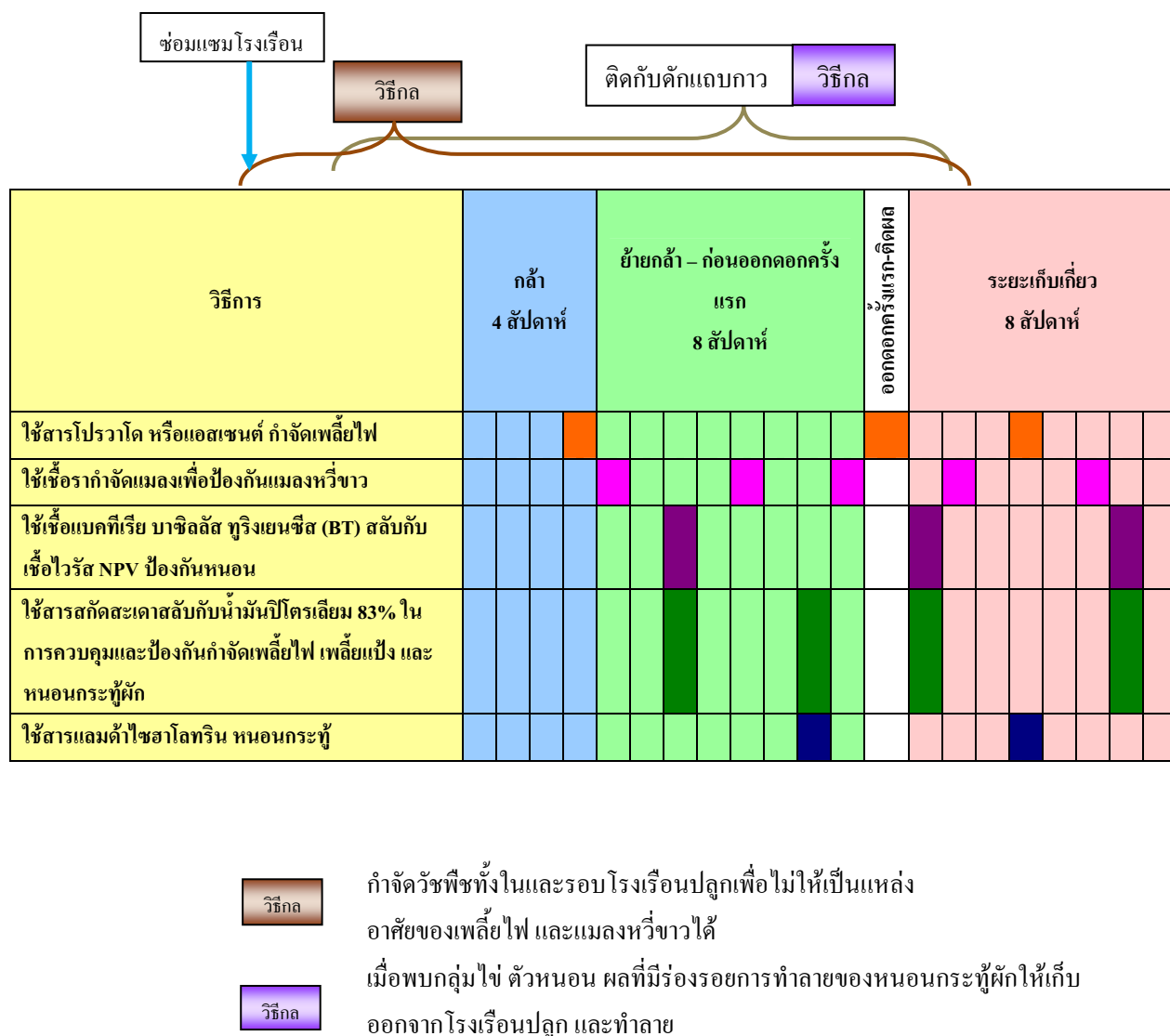


ภาพที่ 16 ลักษณะอาการของต้นพริกหวานที่เกิดโรคไวรัส

ทั้งนี้ในโรงเรือนปลูกพริกหวานมักพบแมลงหวี่ขาวอยู่กันอย่างหนาแน่นในวัชพืชตามโคนต้น พื้นดินภายใน และบริเวณรอบนอกโรงเรือนพริกหวาน ดังนั้นเกษตรกรควรป้องกันกำจัดวัชพืชภายใน แปลงและรอบ ๆ บริเวณโรงเรือนอย่างสม่ำเสมอ หากในฤดูฝนเกษตรกรสามารถใช้สารเคมีป้องกันกำจัด วัชพืชได้ เช่น พาราควอต (กรัมม็อกโซน) เนื่องจากออกฤทธิ์ได้รวดเร็วในทุกสภาวะอากาศและไม่เลือกที่จะ เป็นการควบคุมการเติบโตของวัชพืช อุณหภูมิและความชื้นของดินช่วยให้พืชผลสามารถเติบโตได้มาก ขึ้นในแต่ละฤดูกาล คุณสมบัติของกรัมม็อกโซนออกฤทธิ์ควบคุมเฉพาะในส่วนของใบวัชพืชและเนื้อสาร ไม่ไหลซึมสู่ชั้นน้ำบาดาล ดังนั้นเกษตรกรจะใช้ในการป้องกันกำจัดวัชพืชในแปลง เพราะในฤดูฝนวัชพืช เพิ่มขึ้นและแพร่กระจายอย่างรวดเร็วส่งผลให้แมลงหวี่ขาวมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน แต่ สารเคมีป้องกันกำจัดวัชพืชไม่มีผลต่อแมลงหวี่ขาวจึงไม่ทำให้ตัวอ่อนที่ได้ใบวัชพืชเหล่านี้ตายได้ เนื่องจากสารออกฤทธิ์ไม่มีผลหรือมีกลไกในการทำลายแตกต่างจากสารออกฤทธิ์ของยาฆ่าแมลง ส่วนการ

ป้องกันกำจัดแมลงหัวข้าว สารเคมีที่ใช้ได้แก่ คาร์โบซัลเฟน (พอสซ์ 20% EC), เฟนโพรพาทริน (ดานิ ตอล 10%EC), ไบเฟนทริน (เทลสตาร์ 10%EC) หรือฟิโพนิล (แอสเซนต์ 5%SC) โดยเลือกใช้สารใดสาร หนึ่งพ่นและควรพ่นสลับกัน หรืออาจใช้สารสกัดเคา หรือน้ำมันปิโตรเลียม นอกจากนี้ยังมีอีกหนึ่ง ทางเลือกโดยการใช้เชื้อรากำจัดแมลงในควบคุมแมลงหัวข้าว และใช้กับดักกาวเหนียวสีเหลืองเพื่อประเมิน ปริมาณตัวเต็มวัยของแมลงที่มีปีก และสามารถที่ลดปริมาณของแมลงในโรงเรือนได้ด้วย

การลดการใช้สารเคมีเกษตรกรจะต้องทราบชนิดของแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายเพื่อเลือกใช้สาร ป้องกันกำจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพในการควบคุม สำหรับวิธีการจัดการแมลงศัตรูพริกหวานด้วยวิธี ผสมผสานเกษตรกรควรเริ่มตั้งแต่ระยะกล้าเนื่องจากเพลี้ยไฟสามารถเข้าทำลายได้ตั้งแต่ระยะเพาะกล้า โดย พ่นสารอิมิดาคลอพริคเมื่อกล้าพริกหวานอายุ 1 เดือน จากนั้นใช้สารสกัดสะเคาหรือปิโตรเลียมสเปรย์ ออยล์พ่นทุก ๆ 7 – 10 วัน ขึ้นอยู่กับปริมาณแมลงที่เกษตรกรสามารถตรวจนับได้ในช่วงของการ เจริญเติบโตทางลำต้น หากในช่วงนี้พบต้นที่เป็นโรคไวรัสควรนำออกจากแปลงและทำลายเพื่อไม่ให้ เป็นแหล่งแพร่กระจายเชื้อไวรัสในแปลงเพราะแมลงศัตรูพริกหวานส่วนใหญ่เป็นแมลงปากดูดสามารถเป็นตัว พาหะในการถ่ายทอดเชื้อได้ และควรกำจัดวัชพืชอย่างสม่ำเสมอ ในระยะนี้สามารถนำเชื้อรากำจัดแมลงใช้ สลับได้ ในช่วงที่พริกหวานออกดอกมักพบปริมาณของเพลี้ยไฟที่มากอาจจำเป็นต้องพ่นสารฆ่าแมลงเพื่อ ควบคุมปริมาณไม่ให้สูงเกินไป จากนั้นใช้สารสกัดจากพืชหรือสารปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์พ่นสลับ สำหรับแมลงปากดูด ส่วนแมลงปากกัดหากพบในปริมาณน้อยควรพ่นเชื้อเชื้อแบคทีเรีย บาซิลลัส ทูริงเยน ซิส (BT) สลับกับเชื้อไวรัส NPV ตามชนิดของหนอน หรือมีแรงงานที่สามารถใช้มือเด็ดใบพืชที่พบกลุ่ม ไข่ทิ้งได้ หากพบเข้าทำลายมากอาจพ่นด้วยสารแลมด้าไซฮาโลทริน เป็นต้น ดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 แนวทางการลดการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูสำหรับการปลูกพริกหวาน

ดังนั้น เห็นได้ว่าการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงจำนวน 5 ครั้ง ตลอดการปลูก และใช้ในช่วงที่แมลงมักเข้าทำลายมาก หากเปรียบเทียบการใช้สารฆ่าแมลงของเกษตรกรในตารางที่ 2 ซึ่งใช้จำนวน 12 ครั้งตลอดฤดูการปลูก พบว่าสามารถลดการใช้สารฆ่าแมลงได้ 60 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพริกหวานควรเลือกใช้สารชนิดใดชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดแมลงได้หลายชนิด แต่ควรใช้สลับกันเพื่อไม่ให้แมลงมีความต้านทานต่อสารเคมีที่ใช้ ร่วมกับการใช้สารสกัด การเกษตรกรรม และวิธีกลต่าง ๆ เพื่อลดการใช้สารเคมีทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ปลอดภัยต่อผู้ผลิต และระบบนิเวศในพื้นที่ขึ้นอีกด้วย

การควบคุมเพลิงไฟด้วยสารกำจัดแมลง

1. การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดแมลงกับเพลิงไฟด้วยวิธีการฉีดพ่นในห้องปฏิบัติการ วิธีการทดลอง

ตัดใบพริกหวานขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7 เซนติเมตร นำไปวางในกระปุกพลาสติกที่บรรจุไว้เพื่อให้ความชื้น โดยให้ใบพริกแนบติดกับฐานกล่องละ 1 ใบ จากนั้นปล่อยเพลิงไฟจำนวน 10 ตัว ทำการพ่นสารฆ่าแมลงโดยใช้เครื่องพ่นที่มีขนาดละอองเล็กในการฉีดพ่น สารฆ่าแมลงที่ใช้คือ สารอะซาดิแรกทิน สารโรติโนน สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ สารอะบาเม็กติน และสารอิมิดาคลอพริด แบ่งเป็นกรรมวิธีต่าง ๆ ซึ่งแต่ละกรรมวิธีทำ 3 ซ้ำ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 สารอะซาดิแรกทิน ใช้ในอัตราแนะนำ 100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 สารโรติโนน ใช้ในอัตราแนะนำ 80 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ใช้ในอัตราแนะนำ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 4 สารอะบาเม็กติน ใช้ในอัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 สารอิมิดาคลอพริด ใช้ในอัตราแนะนำ 1.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ชุดควบคุม ใช้น้ำกลั่น

บันทึกเปอร์เซ็นต์การตายเพลิงไฟที่เวลา 1, 3, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง นำไปวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix (SX)

ผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดเพลิงไฟ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ 1, 3, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง โดยนำไปวิเคราะห์ทางสถิติ ผลการทดลองพบว่าเปอร์เซ็นต์การตายของเพลิงไฟในชุดควบคุมแตกต่างจากการใช้สารฆ่าแมลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) โดยชั่วโมงแรกสารอิมิดาคลอพริดให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลิงไฟได้ดีที่สุด ที่ 56.7 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่สารอะซาดิแรกทินไม่มีผลทำให้เพลิงไฟตาย ส่วนสารเคมีชนิดอื่นให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลิงไฟที่ต่ำกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ ต่อมาในชั่วโมงที่ 3, 6, 12, 24 และ 48 ชั่วโมง สารอิมิดาคลอพริดยังให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลิงไฟได้ดีที่สุด ที่ 63.3, 63.3, 73.3, 86.7 และ 100.0 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนสารเคมีชนิดอื่น ๆ ให้เปอร์เซ็นต์การตายเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอ และที่ 48 ชั่วโมง สารอะบาเม็กตินให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลิงไฟเท่ากับสารอิมิดาคลอพริดที่ 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสารอะซาดิแรกทิน สารโรติโนน สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ให้เปอร์เซ็นต์การตายใกล้เคียงกันคือ 66.7, 73.3 และ 70.0 ตามลำดับ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารฆ่าแมลงในการกำจัดเพลี้ยไฟด้วยวิธีการฉีดพ่น

สารทดสอบ	เปอร์เซ็นต์การตายเฉลี่ยที่เวลา (ชั่วโมง)					
	1	3	6	12	24	48
สารอะซาดิแรกทิน	0.00 c ¹	16.70 cd	16.70 c	33.30 c	53.30 c	66.70 b
สารโรติโนน	6.70 c	10.00 cd	23.30 c	36.70 c	53.30 c	73.30 b
สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์	3.30 c	13.30 bc	23.30 c	43.30 bc	56.70 c	70.00 b
สารอะบาเม็กติน	23.30 b	23.30 b	43.30 b	56.70 b	76.70 b	100.00 a
สารอิมิดาคลอพริค	56.70 a	63.30 a	63.30 a	73.30 a	86.70 a	100.00 a
ชุดควบคุม	0.00 c	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 d	0.00 c

¹ ตัวอักษรในแนวนอนที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference (LSD)

จากผลการทดลองดังกล่าวเห็นได้ว่าที่เวลา 48 ชั่วโมงสารเคมีฆ่าแมลงทั้ง 5 ชนิดคือสารอะซาดิแรกทิน สารโรติโนน สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ สารอะบาเม็กติน และสารอิมิดาคลอพริค ให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟได้เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ สารเคมีดังกล่าวจึงสามารถที่จะนำมาใช้ควบคุมเพลี้ยไฟทดแทนกันได้

2. การทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเพลี้ยไฟในแปลงปลูกพริกหวาน

วิธีการทดสอบ

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารกำจัดเพลี้ยไฟด้วยวิธีการฉีดพ่นในห้องปฏิบัติการพบว่า สารอะซาดิแรกทิน สารโรติโนน สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ สารอะบาเม็กติน และสารอิมิดาคลอพริค ให้เปอร์เซ็นต์การตายของเพลี้ยไฟมากกว่า 50 เปอร์เซ็นต์ จึงนำสารป้องกันกำจัดแมลงทั้ง 5 ชนิดดังกล่าวมาทำการทดสอบการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟในแปลงปลูกพริกหวาน โดยทดสอบในแปลงปลูกพริกหวานของเกษตรกรบ้านม่วงคำ ตำบลโป่งแยง อำเภอแม่ริม จังหวัดเชียงใหม่ วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 5 กรรมวิธี จำนวน 5 ซ้ำ (ซ้ำละ 10 ต้น) ทำการตรวจนับเพลี้ยไฟโดยเคาะบริเวณใบ และยอดของต้นพริกหวานจำนวน 5 ครั้ง บนกระดาษสีขาวขนาด A4 ตรวจนับจำนวนของเพลี้ยไฟที่พบบนกระดาษสีขาว และทำการพ่นสารตามกรรมวิธี ด้วยเครื่องพ่นยาแบบสูบโยกสะพายหลัง ดังนี้

- กรรมวิธีที่ 1 สารโรติโนน ใช้ในอัตราแนะนำ 80 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร
 กรรมวิธีที่ 2 สารอะชาดิแรกทิน ใช้ในอัตราแนะนำ 100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร
 กรรมวิธีที่ 3 สารปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ใช้ในอัตราแนะนำ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
 กรรมวิธีที่ 4 สารอะบาเม็กติน ใช้ในอัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร
 กรรมวิธีที่ 5 ชุคควบคุม นิดพ่นน้ำเปล่า

จากนั้นตรวจนับจำนวนเพลี้ยไฟหลังการพ่นสารกำจัดเพลี้ยไฟเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วัน โดยวิธีการสุ่ม นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผลทางสถิติโดยใช้โปรแกรม Statistix (SX)

ผลการทดสอบ

จากการตรวจนับเพลี้ยไฟโดยการเคาะที่ยอดจำนวน 5 ครั้ง ทั้งก่อนพ่นและหลังพ่นสารทดลอง ตามตารางที่ 2 พบว่า ก่อนการพ่นสารทดลองพบเพลี้ยไฟในทุกกรรมวิธีระหว่าง 25.86- 38.86 ตัวต่อ 10 ยอด หลังการพ่นสารกำจัดเพลี้ยไฟพบว่าเพลี้ยไฟมีปริมาณลดลงเมื่อพ่นสารแล้วเป็นเวลา 3, 5 และ 7 วันได้ โดยทุกกรรมวิธีพบเพลี้ยไฟระหว่าง 3.71-22.71 ตัวต่อ 10 ยอดตามลำดับ แตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับการไม่ใช้สาร ซึ่งพบเพลี้ยไฟ 24.43-29.14 ตัวต่อ 10 ยอด เมื่อเปรียบเทียบการใช้สารเคมี ป้องกันกำจัดแมลงกับสารสกัดจากพืชและน้ำมันปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ พบว่ากรรมวิธีที่ใช้สารเคมี ป้องกันกำจัดแมลงฟิโพรนิลมีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดเพลี้ยไฟได้ดี ซึ่งไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงสารอิมิดาโคลพริด และอะบาเม็กติน เนื่องจากพบปริมาณเพลี้ยไฟหลังจากพ่นสารน้อยกว่ากรรมวิธีที่พ่นด้วยสารสกัดจากพืชและน้ำมันปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ แสดงว่าในช่วงที่มีปริมาณของเพลี้ยไฟน้อยเกษตรกรสามารถใช้สารสกัดจากพืชหรือน้ำมันปิโตรเลียมสเปรย์ออยล์ แทนสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงได้ ดังนั้นเกษตรกรควรใช้สารสลับกันหรือเลือกใช้สารชนิดใดชนิดหนึ่งเท่านั้นเพื่อไม่ให้แมลงเกิดการดื้อยา และในกรรมวิธีที่พ่นด้วยสารสกัดจาก สะเดาและหางไหลจะเห็นได้ว่าปริมาณเพลี้ยไฟที่พบหลังการพ่นสารไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเทียบกับ กรรมวิธีที่พ่นด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงแล้วสารสกัดจากสะเดาพบปริมาณเพลี้ยไฟไม่แตกต่างกัน ทางสถิติ แสดงว่าสารสกัดสะเดาให้ผลการควบคุมปริมาณเพลี้ยไฟได้ดีกว่าสารสกัดจากหางไหล และเมื่อเทียบปริมาณเพลี้ยไฟหลังพ่นสารพบว่าสารสกัดจากพืชกับน้ำมันปิโตรเลียมสเปรย์ ออยล์ พบเพลี้ยไฟไม่แตกต่างกัน ยกเว้นสารสกัดสะเดาที่พบเพลี้ยไฟแตกต่างกันทางสถิติเมื่อเทียบกับน้ำมันปิโตรเลียม สเปรย์ ออยล์ เมื่อสังเกตข้อมูลในตารางพบว่าปริมาณเพลี้ยไฟหลังพ่นสารในทุกกรรมวิธีที่ 5 วันและ 7 วัน มีปริมาณเพลี้ยไฟไม่แตกต่างกันทางสถิติแสดงว่าเกษตรกรสามารถที่จะเพิ่มระยะเวลาของการพ่น สารครั้งต่อไปโดยประเมินจากกับดักกาวเหนียวสีเหลืองหรือตรวจดูปริมาณแมลงก่อนการพ่นสารในแต่ละ ครั้ง ซึ่งจะทำให้เกษตรกรลดจำนวนการพ่นสารในแต่ละช่วงได้เช่นกัน (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟพริกที่ยอด ก่อนและหลังพ่นสารทดลองด้วยกรรมวิธีต่าง ๆ ใน
โรงเรือนปลูกพริกหวาน อ.แม่ริม จ.เชียงใหม่

กรรมวิธี	อัตราการใช้ ต่อน้ำ 20 ลิตร	ค่าเฉลี่ยจำนวนเพลี้ยไฟพริก (ตัว/10ยอด)			
		ก่อนพ่น สาร	หลังพ่นสาร (วันที่)		
			3	5	7
สารอะซาดิแรกทิน	100 มิลลิลิตร	31.71	11.43c ¹	13.57cd	16.00cd
สารโรติโนน	80 มิลลิลิตร	26.71	14.29bc	16.57bc	19.86bc
สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์	60 มิลลิลิตร	34.86	16.71b	19.29b	22.71b
สารอะบาเม็กติน	60 มิลลิลิตร	37.71	6.57d	9.57de	13.29de
สารอิมิดาโคลพริด	1.5 กรัม	37.14	3.71d	6.43e	10.00de
สารฟิโปรนิล	20 มิลลิลิตร	25.86	4.86d	6.57e	9.29e
ชุดควบคุม	-	38.86	24.43a	25.29a	29.14a
CV%		32.08	36.61	34.50	33.81

¹ ค่าเฉลี่ยตามแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรเหมือนกัน ไม่แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยวิธี LSD

จากข้อมูลข้างต้นจึงได้นำมาทดสอบอีกครั้งในช่วงเดือนมิถุนายนถึงเดือนสิงหาคม 2552 โดยศึกษาประสิทธิภาพของสารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูพริกหวานร่วมกับสารเคมีป้องกันกำจัดโรคราแป้ง โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) จำนวน 15 ซ้ำ 6 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 พ่นน้ำเปล่า

กรรมวิธีที่ 2 สารปีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ ใช้ในอัตราแนะนำ 80 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 3 พ่นสารอะซาดิแรกทิน ใช้ในอัตราแนะนำ 100 ซีซีต่อน้ำ 20 ลิตร

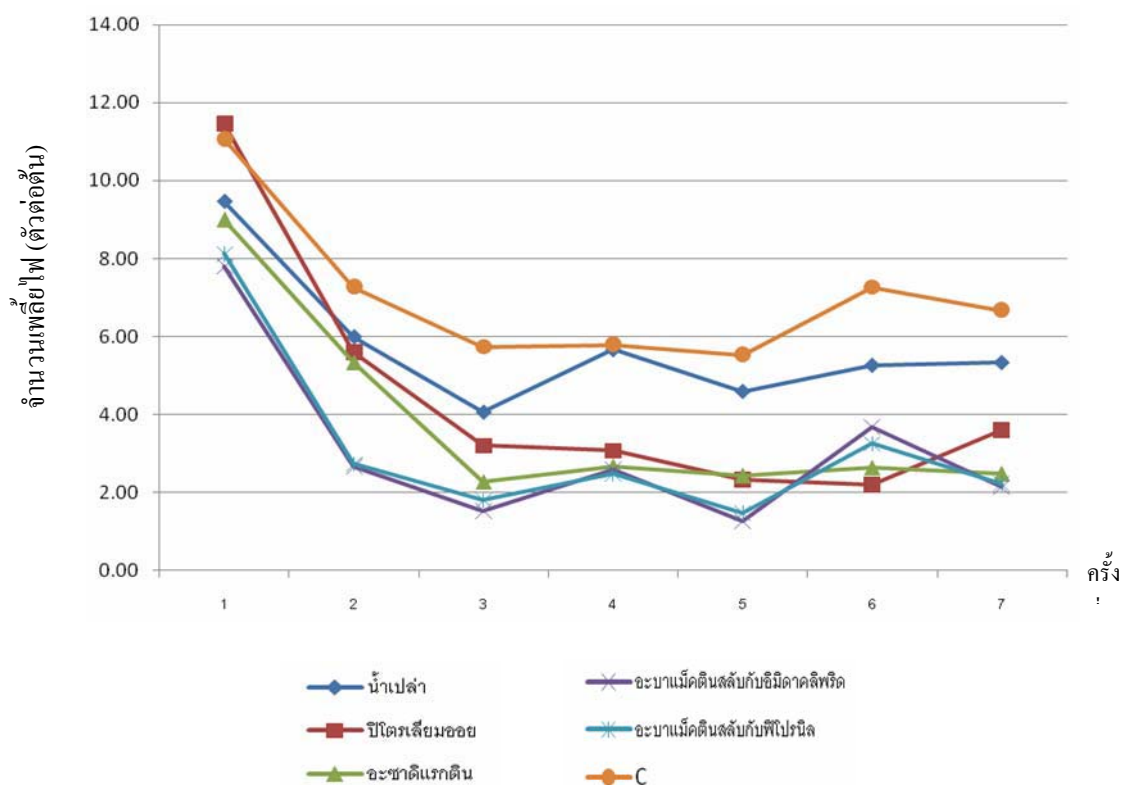
กรรมวิธีที่ 4 พ่นสารอะบาเม็กติน ใช้ในอัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สลับกับ
สารอิมิดาโคลพริด ใช้ในอัตราแนะนำ 1.5 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 5 พ่นสารอะบาเม็กติน ใช้ในอัตราแนะนำ 60 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร สลับกับสารฟิ
โปรนิล ใช้ในอัตราแนะนำ 20 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 6 ชุดควบคุม

การวางแผนการทดลองครั้งนี้ดำเนินการให้สอดคล้องกับการพันสารเคมีป้องกันกำจัดโรคระบาด เนื่องจากความเป็นจริงเกษตรกรมักใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงและโรคพ่นพร้อมกัน เพื่อประหยัดแรงงานและเวลา ทำการบันทึกข้อมูลจำนวนแมลงในแต่ละกรรมวิธี จำนวน 7 ครั้ง โดยก่อนพ่นสาร 1 ครั้ง และหลังจากพ่น จำนวน 6 ครั้ง โดยบันทึกสัปดาห์ละ 1 ครั้ง ซึ่งสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงที่เลือกใช้สามารถควบคุมแมลงปากดูดได้ดี และในการควบคุมหนอนกระทู้ใช้สารแลมปีดาไซฮาโลทริน โดยพ่น 2 สัปดาห์ต่อครั้ง และติดกับดักกาวเหนียวสีเหลืองด้านบนของต้นพริกหวานซึ่งเป็นวิธีการในการลดปริมาณแมลงขนาดเล็ก จากการทดลองดังกล่าวได้ผลการควบคุมแมลงดังนี้

เมื่อเริ่มดำเนินการควบคุมพบว่าก่อนพ่นสารทุกกรรมวิธีมีปริมาณเพลี้ยไฟมากกว่า 5 ตัวต่อต้น ซึ่งเป็นจำนวนที่สูงเนื่องจากเพลี้ยไฟเป็นแมลงขนาดเล็ก สามารถแพร่ขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถถ่ายทอดไวรัสโรคพืชได้ หากในโรงเรือนปลูกมีต้นพริกหวานที่เป็นโรคไวรัสอยู่ด้วย



ภาพที่ 1 จำนวนประชากรเพลี้ยไฟบนต้นพริกหวานในโรงเรือนของเกษตรกร

จากภาพที่ 1 พบว่าทุกกรรมวิธีหลังพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงสามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟได้ โดยกรรมวิธีที่ใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงจะได้ผลดีที่สุด แต่การใช้สารสกัดจากพืชและสาร บีโตรเลียมสเปรย์ออยล์ก็สามารถลดปริมาณเพลี้ยไฟได้เช่นกัน แต่อาจต้องทำการพ่นซ้ำบ่อยครั้ง หรือใช้เมื่อพบปริมาณเพลี้ยไฟน้อย ทำให้ลดการใช้สารเคมีลงได้ หลังการพ่นสารครั้งที่ 5 ในกรรมวิธีที่ใช้

สารเคมีอะบาแม็คตินพบปริมาณเฟลียไฟเพิ่มขึ้นอาจเนื่องมาจากเฟลียไฟมีการดื้อยา ทำให้การใช้สารเคมีในบางครั้งไม่สามารถป้องกันการเข้าทำลายหรือทำให้เฟลียไฟกลับเข้ามาในแปลงปลูกได้เร็วขึ้น ดังนั้นการลดปริมาณเฟลียไฟสามารถนำสารสกัดจากพืชและสารปีโตเลียมสเปรย์ออยล์ใช้สลับกับสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงเพื่อลดการต้านทานสารฆ่าแมลงของแมลง ซึ่งการต้านทานสารฆ่าแมลงของแมลงนั้นเป็นกลไกความต้านของแมลงที่มีต่อสารเคมี เมื่อแมลงได้รับสารกำจัดแมลงชนิดเดียวติดต่อกันเป็นเวลานาน ทำให้แมลงสามารถปรับตัวโดยการสร้างเอนไซม์มาย่อยสลายสารเคมีที่เป็นพิษได้ หรือเกิดการเปลี่ยนตำแหน่งรับสารเคมี โดยปกติแมลงมีตำแหน่งในร่างกายทำหน้าที่รับสารจากภายนอก เมื่อแมลงปรับตัวต้านทานสารเคมี จะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งดังกล่าวให้สารเคมีสัมผัสได้ยากขึ้น หรืออาจเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเพราะแมลงศัตรูพืชส่วนใหญ่มีขนาดเล็ก ชอบหลบซ่อนตามซอกของพืช และสามารถเคลื่อนที่ได้รวดเร็ว ทำให้สามารถหลบหนีจากละอองของสารเคมีได้ สำหรับสารสกัดจากพืชและสารปีโตเลียมสเปรย์ออยล์นั้นเป็นสารที่มีกลไกการป้องกันแมลงทางสรีรวิทยาและพฤติกรรมโดยสารสกัดจากพืชมีผลในการขับไล่หรืออาจมีผลในการยับยั้ง ขัดขวางการดำรงชีวิตของแมลง ส่วนสารปีโตเลียมสเปรย์ออยล์มีผลต่อสรีรวิทยาของแมลงโดยเข้าไปขัดขวางหรือสะสมในส่วน of ระบบหายใจหรือต่อต่าง ๆ ในร่างกายของแมลง ทั้งนี้สารปีโตเลียมสเปรย์ออยล์ยังเป็นสารเพิ่มประสิทธิภาพในการเคลือบผิวใบพืชทำให้มีผลต่อการกินอาหารของแมลง เพราะทำให้แมลงดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืชได้ยากกว่าเดิม ซึ่งแตกต่างจากกลไกของสารฆ่าแมลงที่ทำให้แมลงตายทางกระบวนการชีวเคมีเป็นส่วนใหญ่ ส่งผลให้แมลงสร้างความต้านทานต่อสารฆ่าแมลงได้ ดังนั้นสารทั้งสองชนิดดังกล่าวสามารถใช้ทดแทนสารเคมีในช่วงฤดูฝนได้ สำหรับแมลงศัตรูของพริกหวานชนิดอื่นนั้นพบเข้าทำลายไม่มากเมื่อพ่นสารป้องกันกำจัดแมลงเช่นเดียวกับเฟลียไฟแล้วพบว่า สามารถลดปริมาณของแมลงชนิดอื่น ๆ ในแปลงปลูกได้ แต่แมลงศัตรูจำพวกปากดูดเช่นเดียวกับเฟลียไฟได้แก่ เพลี้ยแป้งไรขาว ไรแดง และแมลงหวี่ขาว หากพบจะต้องรีบกำจัดเนื่องจากแมลงศัตรูเหล่านี้เป็นพาหะในการถ่ายทอดโรคไวรัสของพืชได้

เอกสารอ้างอิง

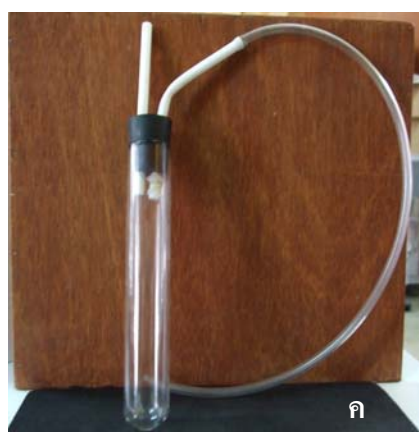
- Finney, D. J. 1971. Probit Analysis 3.rd ed. Cambridge Univ. Press, London.
- Gökçe A. and M. Kubilay. 2004. Pathogenicity of *Paecilomyces* spp. to the Glasshouse Whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* with Some Observations on the Fungal Infection Process. (Online). Available: <http://journals.tubitak.gov.tr/agriculture/issues/tar-05-29-5/tar-29-5-1-0411-1.pdf> (May 24, 2008)
- Intamas, S., S. Supothina, K. Tasanatai, M. Isaka. 2009. Quantitative analysis of beauvericin in natural specimen and cultivated synnemata of the lepidopteran pathogen *Isaria tenuipes*. In: Book of abstracts international conference on fungal evolution and Charles Darwin: from morphology to molecules. (Online). Available: <http://www.slideshare.net/nstda/abstracts-charles-darwin> (September 10, 2009).
- Wang Zu, N., 1996. Three entomogenous fungi from Taiwan and their pathogenicity to some insect. Report of the Taiwan Sugar Research Institute. 154: 15- 30.
- Zhu, J.S., G.M. Halpern, K. Jones. 1998. The scientific rediscovery of a precious ancient Chinese herbal regimen: *Cordyceps sinensis*: part 2. J. Altern Complement Med 4: 429-457.

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราในการป้องกันกำจัดแมลงหีขาว

1. การเพิ่มปริมาณแมลงหีขาวโรงเรือนในห้องปฏิบัติการ

วิธีการทดลอง

ทำการเพิ่มปริมาณแมลงหีขาวโรงเรือน โดยใช้ต้นมะเขือเทศอายุประมาณ 1 เดือนเป็นพืชอาศัย วางไว้ในกรงตาข่ายขนาด 40 x 50 x 60 เซนติเมตร ใช้หลอดดูดแมลง (aspirator) ดูดแมลงหีขาวตัวเต็มวัยจากต้นพืชที่เลี้ยงไว้เป็นจำนวน 100 ตัว (ratio 2:1) ปล่อยเข้าไปในกรงและเลี้ยงไว้ในอุณหภูมิห้อง (อุณหภูมิ 29 ± 2 องศาเซลเซียส ความชื้น 60 ± 10 เปอร์เซ็นต์) เมื่อครบ 24 ชั่วโมงทำการเปลี่ยนถ่ายต้นมะเขือเทศเพื่อตรวจนับปริมาณไข่และแยกเลี้ยงไว้ในกรงตาข่าย นำไข่ที่ได้มาเลี้ยงต่อบนต้นมะเขือเทศ จนกระทั่งเข้าสู่ตัวอ่อนระยะที่ 2 เพื่อใช้ในการทดสอบต่อไป (ภาพที่ 1)



ภาพที่ 1 การเพาะเลี้ยงแมลงหีขาวโรงเรือน *Trialeurodes vaporariorum* ในห้องปฏิบัติการ

- ก. กรงเลี้ยง stock แมลงหีขาวขนาด 1.5 x 1.5 เมตร
- ข. กรงที่ใช้เพิ่มปริมาณขนาด 40 x 50 x 60 เซนติเมตร
- ค. เครื่องดูดแมลงขนาดเล็ก

จากการปล่อยแมลงหีขาวไว้ในกรงเป็นเวลา 24 ชั่วโมง และตรวจนับจำนวนไข่บนใบมะเขือเทศ พบว่าแมลงหีขาววางไข่ไว้บนใบที่สองและที่สามนับจากยอดลงมา โดยในแต่ละใบมีจำนวนไข่เฉลี่ย 56 ฟอง ไข่มีลักษณะเป็นรูปหยดน้ำรียาวาวสีขาวเหลืองเมื่อใกล้ฟักส่วนปลายของไข่จะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเกือบดำ ระยะไข่ 3-5 วัน ตัวอ่อนมี 4 ระยะ ตัวอ่อนวัย 1 มีขนาดเล็กมาก มีขาเคลื่อนไหวได้ ลำตัวยาวรี ด้านหลังมีสีเขียวอ่อน ระยะตัวอ่อนวัย 1 มีอายุประมาณ 2-3 วัน ตัวอ่อนวัยที่ 2 มีลักษณะแบนติดกับใบพืช อายุประมาณ 4-6 วัน ตัวอ่อนวัยที่ 3 คล้ายกับตัวอ่อนวัยที่ 2 แต่ลำตัวจะหนาขึ้นมีอายุประมาณ 1 - 3 วัน ตัวอ่อนวัย 4 หรือระยะดักแด้มีอายุประมาณ 3-5 วัน ระยะตั้งแต่วางไข่จนถึงระยะตัวเต็มวัยออกจากดักแด้ประมาณ 15 วัน (ภาพที่ 2)



ภาพที่ 2 แมลงหีขาวแต่ละระยะการเจริญเติบโต

- | | |
|---------------------|---------------------|
| ก. ระยะไข่ | ข. ตัวอ่อนระยะที่ 1 |
| ค. ตัวอ่อนระยะที่ 2 | ง. ตัวอ่อนระยะที่ 3 |
| จ. ตัวอ่อนระยะที่ 4 | ฉ. ตัวเต็มวัย |

2. ศึกษาการเจริญเติบโตของเชื้อราทดสอบบนอาหารเทียม

วิธีการทดสอบ

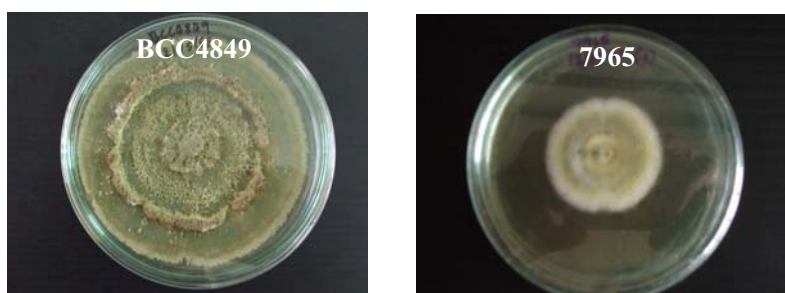
- เตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ Malt peptone Agar (MA) ในขวดแก้วปริมาตร 400 ml ต่อขวด นำมาเชื้อ จากนั้นเทอาหาร MA ลงในจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และรอให้อาหารแข็งตัว
- ทำการย้ายเชื้อรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 2637, 5082, 5335, เชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 6073, 8003, เชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* ไอโซเลท M.fl,

5744 และเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลท Bcc4849, 7965 (ได้รับการอนุเคราะห์จาก ดร. มาลี ตั้งระเบียบ สถาบันวิจัยและเทคโนโลยีการเกษตรลำปาง) ลงบนอาหาร MA ที่เตรียมไว้ โดยใช้ cork borer ขนาด 0.5 เซนติเมตร ที่ผ่านการฆ่าเชื้อจะลงบนเชื้อรา จากนั้นใช้เข็มเย็บย้ายเชื้อราวางลงบนจานอาหาร

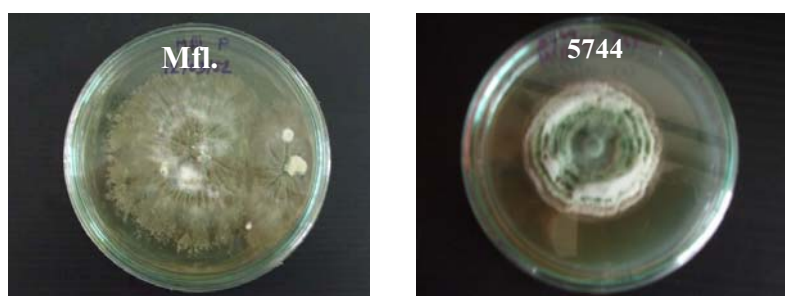
3. บ่มเชื้อราทดสอบไว้ที่อุณหภูมิห้อง ทำการวัดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของโคโลนีหลังจากย้ายเชื้อแล้วเป็นเวลา 3, 5, 7, 11 และ 15 วัน

ผลการทดสอบ

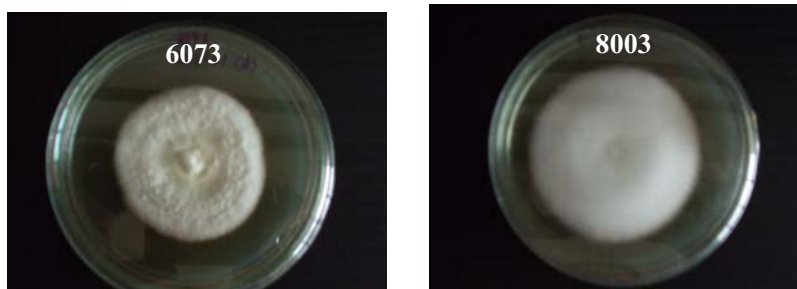
จากการศึกษาลักษณะโคโลนีของเชื้อรา พบว่าโคโลนีของเชื้อราแต่ละชนิดมีลักษณะที่แตกต่างกัน โดยโคโลนีของเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* (ภาพที่ 3) มีลักษณะสีเขียวขี้ม้าปนเหลืองเส้นใยมีสีขาว เชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* มีลักษณะสีเขียวเข้มปกคลุมด้วยเส้นใยสีขาว (ภาพที่ 4) สำหรับเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* มีลักษณะเส้นใยฟูสีขาว (ภาพที่ 5) และเชื้อรา *Beauveria bassiana* มีลักษณะสีขาวละเอียด (ภาพที่ 6)



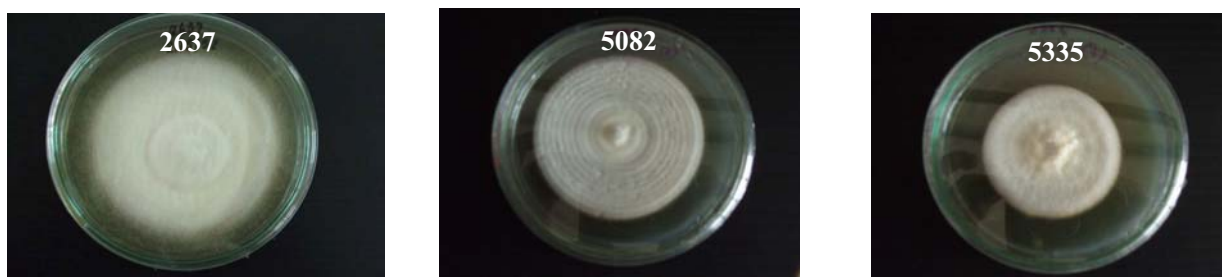
ภาพที่ 3 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Metarhizium anisopilae*



ภาพที่ 4 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Metarhizium flavoviridae*



ภาพที่ 5 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes*



ภาพที่ 6 ลักษณะโคโลนีของเชื้อรา *Beauveria bassiana*

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อราแต่ละชนิดที่เลี้ยงบนอาหาร Malt peptone Agar (MA) เป็นเวลา 15 วัน พบว่าเชื้อรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 2637, 5082 และ 5335 โคโลนีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.3, 7.0 และ 5.1 เซนติเมตร ตามลำดับ เชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 8003 และ 6073 โคโลนีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.9 และ 7.1 เซนติเมตร เชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* ไอโซเลท M.fl และ 5744 โคโลนีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 และ 6.1 เซนติเมตร และเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลท 7965 และ Bcc4849 โคโลนีมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4.9 และ 4.4 เซนติเมตร (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 การเจริญเติบโตของเชื้อราทดสอบบนอาหารเทียมที่เวลา 15 วัน

Species	Isolate number	เส้นผ่าศูนย์กลางของเชื้อราทดสอบ (เซนติเมตร)
<i>Beauveria bassiana</i>	2637	5.3 cde ¹
<i>Beauveria bassiana</i>	5082	7.0 ab
<i>Beauveria bassiana</i>	5335	5.1 de
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	6073	5.9 cd
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	8003	7.1 a
<i>Metarhizium flavoviridae</i>	M.fl	2.5 f
<i>Metarhizium flavoviridae</i>	5744	6.1 bc
<i>Metarhizium anisopilae</i>	7965	4.9 e
<i>Metarhizium anisopilae</i>	BCC 4849	4.4 e

¹ ตัวอักษรในแนวตั้งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference (LSD)

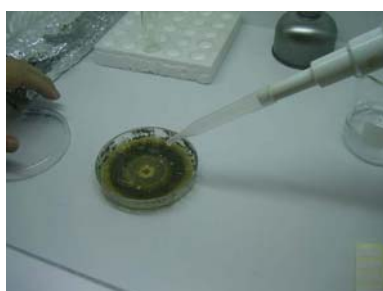
จากตารางที่ 1 แสดงได้ว่าเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 8003 มีการเจริญเติบโตดีที่สุดคือ 7.1 เซนติเมตร แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับเชื้อรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 5082 ซึ่งเจริญเติบโตได้ 7.0 เซนติเมตร สำหรับเชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* ไอโซเลท M.fl มีการเจริญเติบโตน้อยที่สุดเพียง 2.5 เซนติเมตร จากการศึกษายังไม่สามารถคัดเลือกเชื้อราที่มีประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดแมลงหั่วขาว เนื่องจากเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตดีอาจจะผลิตสปอร์หรือสปอร์มีเปอร์เซ็นต์การงอกต่ำ ดังนั้นจึงทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เพื่อเป็นข้อมูลเพิ่มเติมในการคัดเลือกเชื้อราในการกำจัดแมลง

3. ศึกษาเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อราทดสอบบนอาหารเทียม

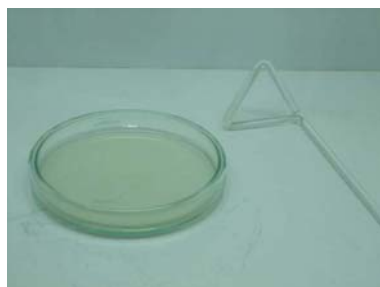
วิธีการทดสอบ

หลังจากเพาะเลี้ยงและสังเกตการเจริญเติบโตของโคโลนีเชื้อ *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 2637, 5082, 5335, เชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 6073, 8003, เชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* ไอโซเลท M.fl, 5744 และเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลท Bcc4849, 7965 เป็นเวลา 15 วัน นำเชื้อราดังกล่าวมาทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์บนอาหารเทียม โดยเตรียมเป็นสปอร์แขวนลอย ดังนี้

1. การเตรียมสปอร์แขวนลอย โดยเติม tween 80 0.1 % ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วประมาณ 3-5 มิลลิลิตร ลงบนเชื้อราทดสอบ ใช้ส่วนปลายหลอดดูดดูดสปอร์ให้สปอร์แขวนลอยอยู่ในน้ำกลั่น (ภาพที่ 7)
2. นำมาตรวจนับด้วยเฮมาไซโตเมเตอร์ (hemacytometer) ภายใต้กล้องจุลทรรศน์เพื่อคำนวณหาความเข้มข้น และปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร
3. ใช้ไมโครปิเปต (micropipette) ดูดสารแขวนลอยสปอร์ประมาณ 100 ไมโครลิตร ลงบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยให้รอบ เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 24 ชั่วโมง (ภาพที่ 8)
4. สุ่มนับสปอร์ 3 ครั้ง ๆ ละ 100 สปอร์ นำมาคำนวณหาเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์



ภาพที่ 7 การเตรียมสปอร์แขวนลอย



ภาพที่ 8 ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมเกลี่ยสปอร์ให้ทั่วจานเลี้ยงเชื้อ

ผลการทดสอบ

จากการนำสารแขวนลอยสปอร์ของเชื้อราทดสอบ เกลี่ยลงบนผิวหน้าอาหารแล้วทิ้งไว้ 24 ชั่วโมง พบว่าสปอร์ของเชื้อราทดสอบมีเปอร์เซ็นต์การงอกที่แตกต่างกัน โดยเปอร์เซ็นต์การงอกสปอร์ของเชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 6073 และเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลท BCC 4849 สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ส่วนสปอร์ของเชื้อรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 2637 มีการงอกต่ำที่สุดคือ 59.02 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 เปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อราทดสอบบนอาหารเทียมที่เวลา 24 ชั่วโมง

Species	Isolate number	% การงอก
<i>Beauveria bassiana</i>	2637	59.02 e ¹
<i>Beauveria bassiana</i>	5082	84.70 c
<i>Beauveria bassiana</i>	5335	99.04 a
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	6073	100.00 a
<i>Paecilomyces tenuipes</i>	8003	82.07 d
<i>Metarhizium flavoviridae</i>	M.fl	97.00 b
<i>Metarhizium flavoviridae</i>	5744	99.04 a
<i>Metarhizium anisopilae</i>	7965	97.45 b
<i>Metarhizium anisopilae</i>	BCC 4849	100.00 a

¹ ตัวอักษรในแนวดิ่งที่ตามหลังค่าเฉลี่ยที่แตกต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P < 0.05$) เมื่อทดสอบทางสถิติด้วยวิธี Least significant difference (LSD)

เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์เชื้อราทดสอบบนอาหารเทียมที่เวลา 24 ชั่วโมง พบว่าเชื้อรา *Metarhizium anisopilae* ไอโซเลท BCC 4849, เชื้อรา *Paecilomyces tenuipes* ไอโซเลท 6073, เชื้อรา *Beauveria bassiana* ไอโซเลท 5335 และเชื้อรา *Metarhizium flavoviridae* ไอโซเลท 5744 มีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ โดยมีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ที่ 100, 100, 99.04 และ 99.04 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

เมื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของเชื้อราและเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ พบว่าเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตเร็วแต่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ต่ำ แสดงให้เห็นว่าเชื้อราชนิดนี้มีความสามารถทำให้เกิดโรคกับแมลงได้ยากหรืออาจต้องใช้ระยะเวลาในการงอกเข้าสู่ภายในลำตัวแมลง ส่วนเชื้อราที่มีการเจริญเติบโตช้าแต่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์สูงภายในเวลาอันสั้น อาจทำให้เชื้อรามีโอกาสที่จะเข้าทำลายแมลงได้เร็ว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของเชื้อราแต่ละชนิดด้วย

เชื้อราที่นำมาทดสอบในการก่อโรคกับแมลงหั่วขาวควรมีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์สูง เนื่องจากแมลงหั่วขาวมีวงจรชีวิตที่สั้น ใช้เวลาในการเปลี่ยนแปลงรูปร่างในแต่ละระยะการเจริญเติบโตเพียง 1-5 วัน และสามารถขยายพันธุ์ได้อย่างรวดเร็ว เนื่องจากเพศเมียสามารถวางไข่ได้โดยไม่ต้องผสมพันธุ์ หากเชื้อราทดสอบมีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์ที่สูงอาจมีโอกาสนในการเข้าก่อโรคกับแมลงหั่วขาวได้ และควรเป็นเชื้อที่เพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วในวัสดุเพาะเลี้ยงในธรรมชาติ

ดังนั้นการทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรคกับแมลงหีขาวโรงเรือน จึงคัดเลือกเชื้อราทั้งหมดนำมาทดสอบ เนื่องจากเชื้อราทดสอบส่วนใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกของสปอร์มากกว่า 50 %

4. การทดสอบความสามารถในการทำให้เกิดโรค

1. เพิ่มปริมาณเชื้อราที่ใช้ทำการทดสอบ โดยการนำมาเลี้ยงในอาหาร malt peptone agar (MA) ซึ่งประกอบด้วย malt extract 3% , peptone form soymeal 0.5% , Agar 1.5% และน้ำ 100 มิลลิลิตร (ภาพที่ 9)

2. นำเชื้อรามาทำสปอร์แขวนลอยในน้ำกลั่นผสม tween 80 0.1% ที่นิ่งมาเชื้อ (ภาพที่ 10) แล้วนับด้วย haemocytometer เพื่อคำนวณหาความเข้มข้น ปรับความเข้มข้นให้ได้ 10^8 สปอร์/มิลลิลิตร จัดพ่นสารแขวนลอยสปอร์ลงบนแมลงหีขาวที่อยู่บนใบพืชอาหาร (ภาพที่ 11)

3. นำตัวอ่อนแมลงหีขาวที่พ่นเชื้อราแล้ววางบนถาดที่ใส่น้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้กับเชื้อรา สังเกตการงอกของเส้นใยเชื้อราบนตัวแมลงหีขาว ส่วนแมลงหีขาวที่ไม่มีเส้นใยขึ้นปกคลุมบนตัวแมลงเก็บไว้ในกระดวยกรองที่ขึ้นที่อยู่ในจานเลี้ยงเชื้อ (ภาพที่ 12) เพื่อให้เส้นใยของเชื้อราเจริญเติบโต

วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) โดยแต่ละเชื้อทำ 3 ซ้ำแต่ละซ้ำใช้แมลงหีขาว 100 ตัว ใช้น้ำกลั่นผสม tween 80 0.1% เป็นตัวเปรียบเทียบ บันทึกจำนวนแมลงหีขาวที่ตายทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน นำแมลงหีขาวที่ตายมาตรวจดูภายใต้กล้อง stereomicroscope เพื่อตรวจสอบว่าเป็นเชื้อราชนิดเดียวกันกับที่พ่นหรือไม่ คำนวณหาเปอร์เซ็นต์การตายด้วย Abbott 's formula (Finney, 1971)



ภาพที่ 9 สารเคมีชนิดต่างๆ สำหรับทำอาหารเลี้ยงเชื้อ และอาหารเลี้ยงเชื้อ

ก. malt extract, Agar, peptone form soymeal

ข. malt peptone agar (MA)