รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ
Research and Development on Ginger Production Technology of Quality

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์
Mrs.Laddawan Insung

ปี พ.ศ. 2558

รายงานโครงการวิจัย

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ
Research and Development on Ginger Production Technology of Quality

หัวหน้าโครงการวิจัย
นางลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์
Mrs. Laddawan Insung

ปี พ.ศ. 2558

คำปรารภ (Foreword หรือ Preface)

โครงการวิจัยการ วิจัยและพัฒนาการผลิตขิง คุณภาพเป็นโครงการวิจัย เดี่ยว ดำเนินการ 5 ปี ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2554-2558 ประกอบด้วย 2 กิจกรรม คือ กิจกรรม ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิง คุณภาพ และกิจกรรม ศึกษาเทคโนโลยีการผลิต พันธุ์ขิง ดำเนินการในพื้นที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตร ที่สูงเพชรบูรณ์ สถาบันวิจัยพืชสวน สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช และแปลงเกษตรกร โครงการวิจัยได้รับ งบประมาณจากกรมวิชาการเกษตร และได้รับความร่วมมือจากข้าราชการ พนักงานราชการ ลูกจ้าง รวมทั้ง ผู้อำนวยการศูนย์ฯ ทุกแห่ง การเขียนรายงานฉบับนี้ สำเร็จได้เพราะ ได้รับความร่วมมือเป็นอย่างดีจากหัวหน้า การทดลอง และผู้ร่วมงาน ทุกท่าน หากการดำเนินงาน ในขั้นตอนใดของ โครงการวิจัย รวมทั้ง การเขียน รายงานผลการวิจัยถ้า มีความผิดพลาดประการใดยินดีน้อมรับคำแนะนำและแก้ไข

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ
โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตขิงคุณภาพ 1
บทนำ 1
บทคัดย่อ 2
กิจกรรมงานวิจัย 1 ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ 4
กิจกรรมงานวิจัย 2 ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ขิง 47
บทสรุปและข้อเสนอแนะ 69
บรรณานุกรม 71
ภาคผนวก 78

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้เชี่ยวชาญสมเจตน์ ประทุมมินทร์ ผู้เชี่ยวชาญบุษรา จันทร์แก้วมณี ผู้เชี่ยวชาญนรินทร์ พูลเพิ่ม ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาการดำเนินการโครงการวิจัย คณะกรรมการวิชาการของสถาบันวิจัยพืชสวน รวมทั้ง คณะผู้เชี่ยวชาญกรมวิชาการเกษตรทุก ๆ ท่าน ที่ช่วย พิจารณาแก้ไขการเสนอโครงการวิจัย และขอขอบคุณคณะผู้ร่วมดำเนินงานวิจัยทุกท่าน และ ผู้เกี่ยวข้องอื่น ๆ ที่ได้ช่วยกันดำเนินงานวิจัยและร่วมกันแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นทำให้งานวิจัยโครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตขิงคุณภาพนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาวิจัยในครั้งนี้จะสามารถเป็นประโยชน์กับนักวิชาการและผู้สนใจได้ไม่มากก็น้อย

ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์

หัวหน้าโครงการวิจัย ฯ

การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ
Research and Development on Ginger Production Technology of Quality

ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์[1/]
Laddawan Insung
สนอง จรินทร[4/]
Sanong Jarintorn
สุรชาติ คูอาริยะกุล[4/]
Surachart Kooariyakul
บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2/]
Buranee Puawongphat
ไว อินต๊ะแก้ว[4/]
Wai Intakaew
วิมล แก้วสีดา[4/]
Wimol Kaewseeda
สุภา สุขโชคกุศล[1/]
Supa Sukchokgusol
จิตอาภา ชมเชย[3/]
Jitarpa Chichuban
เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข[5/]
Saowaluk Bantengsuk
ทัศนีย์ ดวงแย้ม[4/]
Tassanee Doungyam
ศศิธร วรปิติรังสี[4/]
Sasitorn Vorapitirangs
พรอนันต์ แข็งขัน[1/]
Pornanun Khengkun
นางณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2/]
Nuttima Kositcharoenkul

คำสำคัญ (Keywords) ขิง โรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย การอบดิน แมลงศัตรูขิง ปุ๋ย หัวพันธุ์ขิงปลอดโรค ginger, becteria wilt, *Ralstonia solanacearum*, Soil fumigation, ginger pests, fertilizer, disease-free ginger

บทนำ

ขิง (Ginger; *Zingiber officinale* Roscoe) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของโลกจึงเป็นพืชที่มีศักยภาพในการส่งออก ตลาดต่างประเทศมีความต้องการขิงที่ผลิตจากประเทศไทย เนื่องจากมีคุณภาพดีกว่าประเทศอื่นๆ ขิงจึงเป็นพืชที่มีราคาดี ให้ผลตอบแทนสูง ดังนั้นการพัฒนาคุณภาพของขิงเพื่อการส่งออกเป็นสิ่งสำคัญ แต่การพัฒนาการผลิตขิงประสบปัญหาสำคัญที่เป็นอุปสรรคต่อการส่งออก คือขิงที่ผลิตได้ส่วนใหญ่คุณภาพยังไม่ได้มาตรฐานทั้งในการผลิตขิงอ่อน และขิงแก่ เนื่องจากขาดความรู้ในเทคโนโลยีในการจัดการการผลิต รวมทั้งปัญหาสำคัญที่ทำความเสียหายให้แก่ผู้ผลิตขิงเป็นอย่างมาก คือโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ซึ่งเชื้อสาเหตุของโรคนี้ทำให้การผลิตขิงของไทยเกิดความเสียหายอย่างรุนแรง เนื่องจากเชื้อสามารถอาศัยอยู่ในดินได้เป็นเวลานาน และยังติดไปกับหัวพันธุ์ ซึ่งจุดนี้เป็นปัญหาที่สำคัญต่อการผลิตขิง การที่หัวพันธุ์ขิงเป็นโรคทำเกิดการระบาดของโรคในแหล่งปลูก มีการระบาดอย่างรวดเร็วผลผลิตเสียหาย จนบางครั้งไม่สามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้ นอกจากนี้เกษตรกรยังไม่สามารถปลูกขิงซ้ำที่เดิมได้เพราะการเกิดโรคระบาดรุนแรงในปีต่อมา เกษตรกรต้องเปลี่ยนพื้นที่ปลูกขิงทุกปีทำให้เกิดปัญหาพื้นที่ปลูกหมดไป ต้องบุกรุกทำลายป่าเพื่อหาพื้นที่ปลูกขิงใหม่ทุกปี ดังนั้นการใช้หัวพันธุ์ขิงดีปลอดโรค ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีการผลิตพืชที่ดีในทุก ๆ ด้าน น่าจะเป็นวิธีการที่จะสามารถพัฒนาการผลิตขิงของไทยให้มีคุณภาพดี มีมาตรฐานตรงตามความต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ

การเพิ่มศักยภาพในการผลิตขิง เพื่อให้ได้ผลผลิตสูง มีคุณภาพดีนั้น จึงต้องมีการศึกษา วิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตเพื่อหาเทคโนโลยีการจัดการระบบการผลิตที่ดี ให้ครอบคลุมทุกสาขา ในการผลิตพืช เพื่อจัดทำแนวทางการผลิตขิงอย่างมีคุณภาพ ซึ่งเทคโนโลยีการผลิตด้านต่าง ๆ เหล่านี้ จะเป็นแนวทางส่งเสริมให้เกษตรกรมีการปรับปรุงประสิทธิภาพการผลิตขิงที่มีคุณภาพ อันจะนำมาซึ่งความสำเร็จและได้รับผลตอบแทนคุ้มค่ากับการลงทุน และยังเป็นการอนุรักษ์พื้นที่รักษาสภาพแวดล้อมที่จะถูกทำลายเพื่อต้องการพื้นที่เนื่องจากการผลิตขิงอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อให้ได้แนวทางในการผลิตขิงปลอดจากศัตรูพืชและลดการทำลายสภาพแวดล้อม
2. หาวิธีในการผลิตหัวพันธุ์ที่ปลอดโรค และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้สนใจ
3. ศึกษาวิธีการผลิตขิงคุณภาพ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออก

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยและพัฒนาการผลิตขิงคุณภาพ ทำการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิง คุณภาพ และศึกษาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ขิง เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตขิงให้ได้คุณภาพ ดำเนินการปี 2554–255 8 พบว่า การจัดการโรคเหี่ยวขิงจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน โดย การปรับปรุงดิน (soil amendment) ด้วยการอบดินด้วย ยูเรีย:ปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ เพื่อลดประชากรของแบคทีเรีย *R. solanacearum* ก่อนปลูกขิงและในระหว่างปลูกขิง ร่วมกับการใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* ดินรากยาสูบ no.4 ในแปลงปลูก สามารถทำการปลูกขิงและเก็บผลผลิตขิงได้ 960 กโลกรัมต่อไร่ และพบการเกิดโรคเหี่ยวในแปลง 60 เปอร์เซ็นต์ในการปลูกขิงพื้นที่ปลูกเดิมในปีที่ 3 ขณะที่แปลงควบคุม พบการเกิดโรคถึง 100 เปอร์เซ็นต์ และไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ นอกจากนี้การใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมชีวภาพ และการอบดินด้วยแสงอาทิตย์นั้น พบว่าการใช้การอบดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับการรมดินด้วยพืชตระกูลกะหล่ำ สามารถควบคุมการเกิดโรคเหี่ยวขิงได้นาน 90 วัน การสำรวจแมลงศัตรูขิง พบเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งเป็นแมลงศัตรูขิงที่พบทั้งในแปลงปลูกและในแหล่งรับซื้อ ด้านการจัดการปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดของหัวขิง พบว่า การใช้ ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60, 12 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตขิงเพิ่มขึ้น 10-25 เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลง 46 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง พบว่า การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงโดยไม่มีวัสดุคลุม สามารถเก็บหัวพันธุ์ได้นาน 3 เดือน โดยมีอัตราการงอก 90 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบการงอกของหัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาตั้งแต่ 4 เดือน ขึ้นไป

การผลิตหัวพันธุ์ขิงเพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิงให้ปลอดจากโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย*R. solanacearum* นั้น การใช้หัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ที่ผลิตจากต้นกล้าขิงที่ได้จากการเลี้ยงเนื้อเยื่อ ที่ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร และเก็บเกี่ยวอายุ 5 เดือน มาผลิตหัวพันธุ์ปลอดโรค (G0) ใช้ระยะปลูก 20x25 ซม. และเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ (G0) ได้เมื่ออายุ 7 เดือน การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่ และ การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) ในแปลงเกษตร ใช้เทคโนโลยีการจัดการโรคเหี่ยวขิงแบบผสมผสาน และการจัดการปุ๋ย พบว่าหัวพันธุ์ขิงG1 และ G2 ที่ได้ตรวจไม่พบเชื้อโรคเหี่ยว และมีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) 1.09 บาทต่อแง่ง และต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) ลดลงเหลือ 0.730.81 บาทต่อแง่ง แต่ยังเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหัวพันธุ์ที่เกษตรกรใช้

รหัสโครงการวิจัย 01-37-54-01

1/ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

2/ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

3/ ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ 3 ต.สะเดาะพง อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ 67270

4/ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 โทร 053-170100

5/ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

Abstract

Research and development on ginger production technology of quality. The study production technology quality ginger and education technology ginger rhizome to find the right technology to produce quality ginger that has taken years 2554-2558. The management of bacterial wilt of ginger *Ralstonia solanacearum* by soil amendment with soil fumigation with urea: lime rate of 80 : 800 kg/rai to reduce the population of bacteria *R. solanacearum* before planting ginger and during ginger plant. Together with the use of antagonistic bacteria *Bacillus subtilis* strain tobacco root soil no.4. It can be planted ginger and ginger harvest was 960 kg/rai. And wilt disease in 60 percent of the crop planted ginger repeat the same third years. While the control found the disease

reached 100 percent and could not keep productivity. In addition, the use of cruciferous plants as bio-fumigant with soil solarization that can control bacterial wilt of ginger for 90 days. The survey ginger pests, rhizome scale and mealy bugs are common pests found in ginger fileds and the resources to purchase. Fertilizer to increase productivity and the size of the ginger found that the fertilizer 46-0-0, 0-0-50 and 0-46-0 rate 60, 12, 100 kg/rai. Ginger yields increased 10-25% and can reduce the cost of fertilizer by 46%. The storage ginger rhizome that keeping ginger rhizome without cover. It can store up to third months, with the rhizome germination rate of 90 percent and no germination of ginger rhizome storage over four months.

Production ginger rhizome to produce ginger rhizome is free from bacterial wilt *R. solanacearum.* Use of ginger rhizome (Minirhizome) made from ginger plantlets from tissue spacing of 10x15 cm and 5 months old harvest to produce disease-free rhizome (G0) using the spacing of 20x25 cm and harvested rhizome (G0) at the age of 7 months. For the production of disease-free ginger rhizome (G1) in the fields and produce disease-free ginger rhizome (G2) in agricultural plots. Using integrated management of ginger bacterial wilt and fertilizer management found that ginger rhizome G1 and G2 were undetected bacteria wilt. The cost of producing disease-free ginger rhizome (G1) 1.09 baht/stem and the cost of producing disease-free ginger rhizome (G2) 0.73-0.81 baht/stem, but the cost is relatively high compared to the ginger rhizome that farmers using.

กิจกรรมงานวิจัยที่ 1
ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ

ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์[1/]
Laddawan Insung
สนอง จรินทร[4/]
Sanong Jarintorn
บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[2/]
Buranee Puawongphat
นางณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล[2/]
Nuttima Kositcharoenkul
สุภา สุขโชคกุศล[1/]
Supa Sukchokgusol
จิตอาภา ชมเชย[3/]
Jitarpa Chichuban
เสาวลักษณ์ บันเทิงสุข[5/]
Saowaluk Bantengsuk
วิมล แก้วสีดา[4/]
Wimol Kaewseeda[1/]
ศศิธร วรปิติรังสี[4/]
Sasitorn Vorapitirangs
สุรชาติ คูอาริยะกุล[4/]
Surachart Kooariyakul

คำสำคัญ (Keywords) โรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย แบคทีเรียปฏิปักษ์ การอบดิน พืชตระกูลกะหล่ำ การรมทางชีวภาพ การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ แมลงศัตรูขิง ปุ๋ย การเพิ่มผลผลิตbacterial wilt, *Ralstonia solanacearum*, *Bacillus subtilis*, soil fumigation, *Brassica juncea*, bio-fumigant(BF), soil solarization, ginger pests, fertilizer

บทคัดย่อ

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการส่งออก ในการผลิตขิงปัจจุบันยังขาดเทคโนโลยีในการผลิตที่จะทำให้ขิงมีคุณภาพ โดยเฉพาะการแก้ไขปัญหาการเกิดโรคเหี่ยว ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* สถาบันวิจัยพืชสวน จึงได้ทำการศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการผลิตขิงให้ได้คุณภาพ ดำเนินการปี 2554 –2558 พบว่า การจัดการโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. Solanacearum* แบบผสมผสาน โดยวิธีการอบดิน ด้วยยูเรีย:ปูนขาว อัตรา 80 :800 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ ร่วมกับการแช่หัวพันธุ์ขิงก่อนปลูกด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 ความเข้มข้น 10^{8}-10^{9} หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร อัตรา 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร หลังปลูกขิงรดด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา 50 กรัม ต่อน้ำ 20 ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อต้น ทุกเดือน ทำการขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงและโรยด้วยยูเรีย :ปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ทันทีที่พบต้นขิงแสดงอาการเหี่ยว สามารถควบคุมโรคเหี่ยวขิงได้ดีกว่าวิธีของเกษตร และสามารถเก็บผลผลิตได้ในการปลูกซ้ำที่เดิมในปีที่ 3 ได้ 960 กิโลกรัมต่อไร่ และพบการเกิดโรคเหี่ยวในแปลง 60 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่วิธีของเกษตรกรเกิดโรคเหี่ยว 100 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองการใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมชีวภาพ และการอบดินด้วยแสงอาทิตย์นั้น พบว่าการใช้การอบดินด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ร่วมกับการรมดินด้วยพืชตระกูลกะหล่ำ

รหัสโครงการวิจัย 01-37-54-01

1/ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
2/ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
3/ ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ 3 ต.สะเดาะพง อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ 67270
4/ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 โทร 053-170100
5/ สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

ต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 79.9 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือจำนวน 52.2 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุมที่มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 58.0 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือ 10.3 เปอร์เซ็นต์ จากการตรวจผลภายหลังปลูก 40 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ การสำรวจแมลงศัตรูขิง พบเพลี้ยหอยและเพลี้ยแป้งเป็นแมลงศัตรูขิงที่พบทั้งในแปลงปลูกและในแหล่งรับซื้อ การใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดของหัวขิง พบว่า การใช้ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60 , 12 และ 100 กิ โลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตขิงเพิ่มขึ้น 10-25

เปอร์เซ็นต์ และสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลง 46 เปอร์เซ็นต์ การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง พบว่า การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงโดยไม่มีวัสดุคลุม มีการงอกสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 2 เดือน และความงอกลดลงเหลือ 90 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บ 3 เดือน และไม่พบการงอกของหัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาตั้งแต่ 4 เดือน ขึ้นไปในทุกกรรมวิธี ดังนั้นการเก็บหัวพันธุ์ขิงควรเก็บไม่เกิน 3 เดือน

Abstract

Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) is a crop that has the potential to export. Ginger is currently lacking in the production technology to produce to make ginger quality. The problem caused the disease. This is caused by the bacterium *Ralstonia solanacearum.* Horticulture Research Institute has the research during 2554–2558 to find the right technology to produce a high quality ginger. The integrated management of bacterial wilt *R. solanacearum* used were soil amendment with urea : Lime (CaO) at 80:800 kg/rai and left for 3 weeks to disinfest the soil, ginger rhizomes were soaked before planting with the mixture of the powder formulation of antagonistic bacteria *Bacillus subtilis* strain tobacco root soil no.4 containing 10^8-10^9 CFU/ml at 50 g/20 liters of water, after planting each plant was drenched every month with 50 ml of the same concentration of the antagonistic bacteria, diseased ginger plants were removed when found and the planted area were disinfested with urea: ime (CaO) at 80:800 kg/rai. It can control bacterial wilt *R. solanacearum* better than farmers' method. And can be produced in the plant over the previous three years was 960 kg/rai. And wilt disease in 60 percent conversion, while farmers method wilt disease 100%. The experimental use of cruciferous plants as bio-fumigant with soil solarization and it was found that the use of solar energy by soil solarization with soil fumigation with cruciferous plants. Ginger normal growth of 79.9% and and was down to 52.2%, the difference was statistically significant with the control that ginger is the normal growth of 58.0% and 10.3% decrease from the plant after the 40 days and 90 days respectively. The survey ginger pests, rhizome scale and mealy bugs are common pests found in ginger fileds and the resources to purchase. Fertilizer to increase productivity and the size of the ginger found that the fertilizer 46-0-0, 0-0-50 and 0-46-0 rate 60, 12, 100 kg/rai. Ginger yields increased 10-25% and can reduce the cost of fertilizer by 46%. And the study of ginger rhizome storage found that shelf ginger rhizome without cover have germination of up to 95% after the store two months declined to 90 percent germination after the third months of storage, and no germination of ginger rhizome preserves from four months in all treatments. So to keep the ginger rhizome should be no more than three months.

บทนำ

ขิง (Ginger) เป็นพืชล้มลุก ใบเดี่ยวอยู่ในวงศ์Zingiberaceae มีลำต้นใต้ดิน นิยมนำมาใช้ในด้านปรุงอาหาร สมุนไพร และด้านการแพทย์ ขิงเป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการส่งออก โดยมีตลาดรับซื้อในต่างประเทศมีมูลค่าการส่งออกเพิ่มขึ้นทุกปี แต่การผลิตขิงประสบปัญหาทำให้เป็นอุปสรรคต่อการส่งออกเนื่องจากศัตรูพืช ทำให้ผลผลิตเสียหายไม่ได้คุณภาพ ศัตรูพืชที่สำคัญได้แก่ โรคเหี่ยวที่เกิดจากแบคทีเรีย*Ralstonia solanacearum* โรคนี้ทำความ

เสียหายอย่างสูงต่อการผลิตและการตลาดของขิงคุณภาพของหัวขิงจะต่ำเนื่องจากเกษตรกรต้องรีบขุดส่งออกจำหน่ายก่อนครบอายุเพราะขิงพบการระบาดของโรคเหี่ยวในแปลงปลูก นอกจากนี้แบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวยังสามารถแฝงอยู่ในหัวขิง เมื่อส่งออกไปต่างประเทศมีการขนส่งระยะทางไกลทำให้โรคแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงปลายทางหัวขิงเน่าไม่สามารถขายได้ แบคทีเรีย*R. solanacearum* ยังเป็นศัตรูพืชที่สำคัญทางกักกันพืช ถ้าพบแบคทีเรียนี้ติดไปกับหัวพันธุ์ที่ส่งออก หัวพันธุ์เหล่านั้นจะถูกเผาทำลายทันที ทำให้ไม่สามารถส่งออกได้

การป้องกันกำจัดโรคนี้ทำได้ยากเนื่องจากเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคสามารถมีชีวิตอยู่ในดินเป็นเวลานาน และมีพืชอาศัยกว้าง พืชเศรษฐกิจหลายชนิดที่เป็นพืชอาศัยของแบคทีเรียนี้ได้แก่ ขิง ปทุมมา พริก มันฝรั่ง พืชตระกูลมะเขือ เป็นต้น ยังไม่มีรายงานชนิดของสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมโรคการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงทำได้ค่อนข้างยาก การควบคุมจึงเน้นวิธีผสมผสาน โดยการปฏิบัติตั้งแต่ก่อนปลูกพืชไปจนถึงภายหลังการเก็บเกี่ยว การจัดการดินโดย การรมฆ่าเชื้อในดินก่อนการ ปลูก ร่วมกับวิธีการอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น การปลูกพืชหมุนเวียน การใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ รวมทั้งมีการจัดการแปลงปลูกที่ดี จะเป็นแนวทางที่จะลดเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ลงได้ นอกจากการจัดการในเรื่องโรคเหี่ยวขิงแล้ว การศึกษาถึงปัจจัยด้านการผลิตด้านต่างๆ ที่ทำให้การผลิตขิงมีประสิทธิภาพ การหาเทคโนโลยีในด้านต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นด้านโรคแมลง การใช้ปุ๋ยอย่างถูกต้องและเหมาะสม รวมถึงการเก็บรักษาหัวพันธุ์ สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยให้การผลิตขิงมีคุณภาพมากขึ้น

ดังนั้นจึงจำเป็นอย่างยิ่งที่ทุกฝ่ายต้องร่วมมือกันช่วยแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อให้การผลิตขิงดีขึ้นทั้งปริมาณและคุณภาพสามารถสร้างรายได้ที่ดีให้กับเกษตรกรและประเทศชาติ จึงได้ทำการศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิงเพื่อเพิ่มคุณภาพและผลผลิต เพื่อให้เกษตรกรและผู้ที่สนใจได้นำไปศึกษาและปฏิบัติจนเกิดความรอบรู้และทักษะ สามารถผลิตขิงได้ผลดีทั้งปริมาณและคุณภาพเป็นที่ต้องการของตลาดทั้งในและต่างประเทศ สร้างรายได้ช่วยเศรษฐกิจของประเทศไทยให้ดีขึ้นอีกทางหนึ่งและยังเป็นการอนุรักษ์พื้นที่รักษาสภาพแวดล้อมที่จะถูกทำลายเพื่อต้องการพื้นที่เนื่องจากการผลิตขิงอีกด้วย

วัตถุประสงค์

เพื่อให้ได้แนวทางในการผลิตขิงปลอดจากศัตรูพืชและลดการทำลายสภาพแวดล้อม และศึกษาวิธีการผลิตขิงคุณภาพ เพื่อเพิ่มศักยภาพในการผลิตเพื่อการส่งออก

ระเบียบวิธีการวิจัย (อุปกรณ์และวิธีการทดลอง)

การทดลองที่ 1.1 การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. อุปกรณ์มาตรฐานในห้องปฏิบัติการแบคทีเรีย ได้แก่ ตู้เขี่ยเชื้อชนิดปลอดเชื้อ อุปกรณ์การแยกแบคทีเรีย
2. อุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เช่น ตู้ควบคุมอุณหภูมิ ตู้เย็นสำหรับเก็บตัวอย่าง หม้อนึ่งความดันไอน้ำ ตู้แช่แข็ง (Freezer) –20 องศาเซลเซียส
3. เครื่องแก้วและอุปกรณ์อื่นๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ เช่น เครื่องชั่ง, pH meter, Shaker, Spectrophotometer ยี่ห้อ Hitachi model 2001
4. สารเคมีที่ใช้ในการเตรียมอาหารเลี้ยงแบคทีเรีย
5. สารที่ใช้สำหรับเตรียมผงเชื้อ *B. subtilis* ได้แก่ talcum, carboxymethylcellulose 2.5% และ magnesium sulfate
6. แบคทีเรีย *B. subtilis* ดินรากยาสูบ no.4
7. วัสดุเกษตร ได้แก่ หัวพันธุ์ขิง ยูเรีย ปูนขาว ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยคอก สารกำจัดแมลง สารป้องกันกำจัดโรคพืช
8. อุปกรณ์สำหรับการบันทึกข้อมูล

วิธีการ

ทำการทดลองในพื้นที่ที่มีการระบาดของโรคเหี่ยวในศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ การทดลองนี้ทำแปลงทดลองซ้ำที่เดิมเป็นระยะเวลา 3 ปี ติดต่อกัน และทำการทดลองแบบเดียวกันทุกปี ทำการทดลองจำนวน 2 แปลง แบ่งเป็น แปลงทดสอบ 1 แปลง และแปลงเปรียบเทียบ 1 แปลง ขนาดแปลงละ 1 งาน ดังนี้

<u>แปลงที่ 1</u> แปลงที่ป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงโดยวิธีผสมผสาน ปฏิบัติการทดลองดังนี้

1. ไถพรวนดิน จากนั้นทำการปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยยูเรีย และปูนขาว อัตรา 80 และ 800 กิโลกรัมต่อไร่ โดยโรยยูเรียที่ผสมกับปูนขาวในอัตราที่กำหนด ไถกลบดินและตบดินให้แน่น ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์ หลังจากตบหน้าดินเสร็จแล้วควรรดน้ำให้ดินมีความชื้น เพื่อช่วยเร่งการสร้างแก๊สพิษฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ได้ดียิ่งขึ้น

2. หลังจากปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยยูเรียและปูนขาวครบ 3 สัปดาห์ จึงไถเปิดหน้าดิน ทำร่อง และเริ่มปลูกขิง โดยการคัดหัวพันธุ์ขิงที่สมบูรณ์นำไปแช่ด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผึ่งให้แห้งประมาณ 30 นาที แล้วจึงนำไปปลูก หลังจากปลูกขิงรดด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no. 4 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อต้น และรดต่อเนื่องทุกเดือน

3. ตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวทุกสัปดาห์ เมื่อพบต้นขิงที่แสดงอาการเหี่ยวจะทำการขุดออกจากแปลงและโรยยูเรียผสมปูนขาวอัตรา 80 : 800 กิโลกรัมต่อไร่ ลงในหลุม กลบดินตบดินให้แน่นแล้วรดน้ำเพื่อให้เกิดแก๊สพิษฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* บริเวณนั้นเพื่อป้องกันการระบาดของโรค

<u>แปลงที่ 2</u> แปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการที่เกษตรกรใช้ในการปลูกขิงแบบปกติทั่วไป ปฏิบัติการทดลอง ดังนี้

1. ไถพรวนดิน ทำร่องโดยไม่อบดิน และเริ่มปลูกขิงโดยการคัดหัวพันธุ์ที่สมบูรณ์ จากนั้นนำไปแช่ในสารป้องกันกำจัดเชื้อราและสารกำจัดแมลงเป็นเวลา 10 นาที ก่อนนำไปปลูก

2. การปลูกจะไม่แช่หัวพันธุ์ขิงด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* ดินรากยาสูบ no.4 ก่อนปลูก และไม่รดด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* ดินรากยาสูบ no.4

3. ตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวทุกสัปดาห์ แต่ไม่มีการขุดต้นขิงที่แสดงอาการของโรคออกจากแปลง

การบันทึกข้อมูล

- การเกิดโรคเหี่ยวของขิงในแปลงทดลองทุกสัปดาห์
- น้ำหนักของผลผลิตที่เก็บเกี่ยวได้
- ต้นทุนการผลิตต่อไร่
- มูลค่าผลผลิตต่อไร่
- กำไรสุทธิ
- สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน R/C

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2557

กลุ่มงานบักเตรีวิทยา กลุ่มวิจัยโรคพืช สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาข้อมูลการปลูกมัสตาร์ด และการปลูกขิงร่วมกับการปลูกมัสตาร์ด

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. แปลงปลูกมัสตาร์ด

2. ปุ๋ยคอก ฟางข้าว และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15

3. เมล็ดพันธุ์มัสตาร์ดเบอร์ 71 เมล็ดพันธุ์มัสตาร์ดเบอร์ 77 และเมล็ดพันธุ์มัสตาร์ดพื้นบ้าน

4. ไม้บรรทัด เครื่องชั่ง

5. ขิงแม่พันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

6. ระบบการให้น้ำแบบสปริงเกอร์

วิธีการ

<u>ศึกษาข้อมูลการปลูกมัสตาร์ด</u>

ทำการไถพรวนแปลงปลูก หลังจากนั้นใช้ปูนขาวร่วมกับยูเรีย อัตรา800:80 กิโลกรัมต่อไร่ ปล่อยไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ จึงทำการปรับดินเป็นร่องกว้า30 เซนติเมตร ยาว4 เมตร รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์ อัตรา1 ตันต่อไร่ ทำการหยอดเมล็ดมัสตาร์ดหลุมละ3–4 เมล็ด โดยใช้ระยะห่างระหว่างหลุมประมาณ2–3 เซนติเมตรใส่ปุ๋ยสูตร 15–15–15 เมื่อต้นมัสตาร์ดอายุได้2 เดือน

การบันทึกข้อมูล

บันทึกการเจริญเติบโต ความสูง จำนวนดอก ลักษณะของใบ ระยะเวลาในการออกดอก ระยะเวลาในการออกฝัก ขนาดของฝัก ผลผลิต ปัญหาโรคและแมลง

<u>การปลูกขิงร่วมกับการปลูกมัสตาร์ด</u>

นำขิงที่ได้จาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อและเป็นขิงที่ปลอดโรค มาทำความสะอาดด้วยน้ำเปล่า อนุบาลต้นกล้าในวัสดุปลูกปลอดเชื้อผ่านความร้อน คือ ทราย แกลบ ดิน ในอัตราส่วน:**1**:1 ใส่วัสดุปลูกที่ปลอดเชื้อในถาดหลุม ย้ายขิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อลงไป คลุมถาดหลุมที่มีต้นกล้าขิงด้วยถุงพลาสติก ปิดปากถุงให้แน่นประมาณ 7 วัน เพื่อลดการสูญเสียน้ำ สังเกตกล้าขิงว่ามีความสมบูรณ์ดีจึงนำถุงออกและให้น้ำตามปกติให้ปุ๋ยสูตร 15-15-15 เมื่อผ่านไป 1 อาทิตย์หลังจากนำกล้าขิงออกจากถุง ย้ายลงแปลงปลูกเมื่อขิงมีความสูงประมาณ 10 เซนติเมตร

เตรียมแปลงปลูกขิงโดย ปรับปรุงดินโดยใช้ปูนขาวร่วมกับยูเรีย ตากดินไว้ประมาณ 3 สัปดาห์ รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยอินทรีย์อัตรา 1 ตันต่อไร่ ทำการปลูกขิงในช่วงเดือนมีนาคม โดยมีขนาดของแปลงขิง 3 X4เมตร โดยมีระยะปลูกระหว่างแถวและระหว่างต้นคือ 25X50 เซนติเมตร แบ่งพื้นที่ปลูกขิงทั้งหมดเป็น 3 ส่วน ส่วนที่1 ปลูกขิงเพียงอย่างเดียวในพื้นที่ปลูกขิงเดิม ส่วนที่ 2 ปลูกมัสตาร์ดในพื้นที่ก่อนลงปลูกขิงจากนั้นไถกลบมัสตาร์ดแล้วปลูกขิงลงในแปลงที่ผ่านการปลูกมัสตาร์ดมาก่อนหน้านั้นแล้วประมาณ 1 เดือน 1 แปลง ส่วนที่3 ทำการปลูกมัสตาร์ดลงไปแซมระหว่างแถวขิง โดยหยอดเมล็ดมัสตาร์ดประมาณ 3-4 เมล็ดลงในหลุมลึก 2-3 เซนติเมตร วางแผนการทดลองแบบ RCB 4 ซ้ำๆละ 20 ต้น ใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 อัตรา 50 กิโลกรัม ต่อไร่ เมื่อขิงมีอายุ 45 วัน และใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงมีอายุได้ 90 วัน เก็บข้อมูลขิงเมื่อขิงมีอายุได้ 2 เดือน และ 4 เดือน โดยมีกรรมวิธีในการทดลอง คือ

กรรมวิธีที่1 ปลูกขิงเพียงอย่างเดียวตามวิธีเกษตรกร (Control)

กรรมวิธีที่2 ปลูกมัสตาร์ดเบอร์ 71ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร

กรรมวิธีที่3 ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดเบอร์71แซมระหว่างต้น

กรรมวิธีที่4 ปลูกมัสตาร์ดเบอร์ 77ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร

กรรมวิธีที่5 ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดเบอร์77แซมระหว่างต้น

กรรมวิธีที่6 ปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร

กรรมวิธีที่7 ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงมัสตาร์ดพื้นบ้านแซมระหว่างต้น

การบันทึกข้อมูล

บันทึกการเจริญเติบโต ความสูง จำนวนกอ น้ำหนักหัวขิง ความกว้างความยาวหัวขิง อัตราการเกิดโรคและแมลงขิง การเจริญเติบโตของมัสตาร์ด ผลของมัสตาร์ดที่มีต่อขิงในแปลงปลูก

เวลาและสถานที่

ตุลาคม 2552 – กันยายน 2556 (งบประมาณปี2553 ได้รับการสนับสนุนจากกรมวิชาการเกษตร)
ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเลย (ภูเรือ)

การทดลองที่ 1.3 การใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมทางชีวภาพ เพื่อควบคุมแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. แบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ (wild strain) *Rso* isolate 5003-2 race 1 biovar 3 ซึ่งแยกได้จากขิงเก็บตัวอย่างจาก จ.พะเยา

2. แบคทีเรียกลายพันธุ์ (mutant) *Rso* isolate 5003-2 คัดเลือกจากการต้านทานต่อสารปฏิชีวนะ Rifampicin ตามวิธีการของ Kloepper *et al.* (1980)

3. อาหารเลี้ยงเชื้อ Semiselective South Africa agar (SMSA) medium พัฒนาโดย J. Elphinstone (ไม่ได้ตีพิมพ์) ตามรายงานของ Englebrecht (1994) (1 ลิตรประกอบด้วย bactopeptone 10.0 กรัม glycerol 5 มิลลิลิตร casamino acids 1.0 กรัม วุ้นผง 15.0 กรัม น้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื้อที่ 21°C (นาน 15 นาที) ที่เติมสารปฏิชีวนะ rifampicin 90 มิลลิกรัมต่อลิตร สารป้องกันกำจัดเชื้อรา benomyl 100 มิลลิกรัมต่อลิตร chlorothalonil 100 มิลลิกรัมต่อลิตร กับ procymidone 25 มิลลิกรัมต่อลิตร และสาร tetrazolium chloride (T2C) 50 มิลลิกรัมลิตร ดัดแปลงวิธีการของ Bayot *et al.* (2004)

4. อาหารเลี้ยงเชื้อ Selective Medium Design Algorithm Restricted by Two Constraints (SMART) (1 ลิตรประกอบด้วย D-manitol 1 กรัม Na_2HPO_4 3 กรัม KH_2PO_4 3 กรัม NH_4Cl 1 กรัม $MgSO_4$ 0.25 กรัม $FeSO_4$ 0.005 กรัม วุ้นผง 15.0 กรัม น้ำกลั่น 1,000 มิ ลลิลิตร นึ่งฆ่าเชื่อที่ 121 °C นาน 20 นาที) ที่เติม crystal Violet 0.003 กรัม สารป้องกันกำจัดเชื้อราprocymedone 0.05 กรัม สารปฏิชีวนะ chloramphenical 0.01 กรัม และ polymixin 0.01 กรัม ฆ่าเชื้อโดยวิธีกรองผ่านmembrane ดัดแปลงวิธีการของ Kawanishi *et al.* (2011)

5. อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการโรคพืช

6. ถ้วยพลาสติกชนิด polystyrene (PS) ขนาดจุ 200 มิ ลลิลิตร ฝาปิดเจาะรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร จำนวน 5 รู

7. ถุงพลาสติกใสชนิด polypropylene (PP) ขนาด 8x12 นิ้ว ที่เจาะรูข้างถุงขนาด 12 มิลลิเมตร จำนวน 4 รู แล้วปิดทับด้วยแผ่นพาราฟิล์มเพื่อให้อากาศถ่ายเท

8. ดิน silty clay (ชุดเชียงราย) เก็บตัวอย่างจากแปลงทดลองของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายที่ความลึกระดับ 0-20 เซนติเมตร นำมาร่อนผ่านตะแกรงขนาด 2.0 มิลลิเมตร (ก้อนดินมีขนาด 8.6 mesh) ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม (ซึ่งจะมีน้ำประมาณ 2.5 กรัมต่อดิน 100 กรัม) เก็บใส่ถุงไว้ที่อุณหภูมิห้องเพื่อรอการศึกษา

9. แผ่นพลาสติกใสชนิด PP

10. ปุ๋ยคอก ฟางข้าว และปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 สูตร 21-0-0

11. ถาดเพาะเมล็ด PS ขนาดเซลล์ลึก 5.0 เซนติเมตร ปริมาตร 45 ลูกบาศ์กเซนติเมตร จำนวน 84 เซลล์ต่อถาด

12. เมล็ดพันธุ์ผักตระกูลกะหล่ำในกลุ่ม *Brassica juncea* ได้แก่ IM#52 และ IM#80, เขียวใบ#71,

ชุนฉ่าย#77 และ ขิ่ว#91

13. ท่อนพันธุ์ขิงปลอดโรคเหี่ยว ขนาดน้ำหนัก 50-75 กรัมต่อท่อน
14. สังกะสีแผ่นเรียบ ขนาด 200x90 เซนติเมตร
15. 10 mM phosphate buffer pH 6.8
16. แผ่นพลาสติกใสชนิด polyethylene (PE) ขนาดกว้าง 1.40 เมตร หนา 0.04 มิลลิเมตร

วิธีการ

1. การเตรียมต้นผักตระกูลกะหล่ำในกลุ่ม *B. jumcea* สำหรับการศึกษา

- การศึกษาในสภาพโรงเรือน ปลูกผักตระกูลกะหล่ำในกลุ่ม*B. jumcea* ได้แก่ IM#52 และ80, เขียวใบ#71, ชุนฉ่าย#77 และขิ่ว#91 ในเซลล์ถาดเพาะเมล็ด เมื่อต้นกล้าอายุ 4 สัปดาห์ ย้ายปลูกในแปลงปลูกขนาด 90 x250 เซนติเมตร ต้นกล้าผักตระกูลกะหล่ำ IM#52, 80 เขียวใบ#71 และขิ่ว#91 มีระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร ส่วนชุนฉ่าย#77 มีระยะปลูก 40 x60 เซนติเมตร เมื่อต้นผักเจริญเติบโตจนถึงระยะผสมเกสร (ต้นผักมีการสะสมอาหารสูงที่สุด) สุ่มเก็บตัวอย่างต้นผักตระกูลกะหล่ำทั้ง 5 ชนิด ในช่วงเช้าตรู่ คัดเลือกใบบริเวณกลางลำต้นขึ้นไปถึงปลายยอดและช่อดอก หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร นำไปอบให้แห้งด้วยเตาอบพลังแสงอาทิตย์ เมื่อแห้งเก็บใส่ถุงพลาสติกปิดปากถุงสนิทเก็บรักษาไว้ในdessicator ที่อุณหภูมิห้อง เพื่อการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

- การเตรียมตัวอย่างผักกาดเขียวใบ#71 เพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสดสำหรับควบคุมโรคเหี่ยวของขิงในดิน โดยเตรียมแปลงปลูกแล้วหว่านเมล็ดผักกาดเขียวใบ#71 เมื่อถึงระยะผสมเกสร ทำการเก็บเกี่ยวและนำมาหั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร นำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกพักไว้รอการศึกษาต่อไป

- การศึกษาในสภาพแปลงปลูก เตรียมแปลงปลูกแล้วหว่านเมล็ดผักกาดเขียวใบ #71 ดูแลรักษาให้เจริญเติบโตจนถึงระยะผสมเกสร เก็บเกี่ยวแล้วนำมาหั่นเป็นชิ้น ขนาด 3-5 เซนติเมตร ที่ห้องปฏิบัติการ นำตัวอย่างใส่ถุงพลาสติกพักไว้รอการศึกษาในขั้นตอนต่อไป

2. การเตรียมแบคทีเรีย *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิง

- เตรียมแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงสายพันธุ์ธรรมชาติ (wild strain) และกลายพันธุ์ (mutant) *Rso* isolate 5003-2 โดยการย้ายเชื้อที่เก็บรักษาไว้ในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้วผสม glycerine 50 เปอร์เซ็นต์ ในหลอด cryogenic vial ขนาดบรรจุ 2.0 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิ -20 $^{\circ}$C (Sly, 1983) ไปขีดบนอาหารเลี้ยงเชื้อSMSA medium เติม TZC เพื่อตรวจสอบลักษณะเบื้องต้น บ่มจานเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิ 28 $\pm$0.5°C นาน 48 ชั่วโมง จากนั้นย้ายโคโลนีแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติและกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ที่มีลักษณะตามแบบฉบับไปเลี้ยงบน slant อาหารเลี้ยงเชื้อ SMSA medium ในหลอดเลี้ยงเชื้อบ่มหลอดเลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิ 28 $\pm$0.5 $^{\circ}$C นาน 48 ชั่วโมง และย้าย culture แบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ และกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ไปใส่ในหลอดเลี้ยงเชื้อใหม่ที่มีน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว ซึ่งจะใช้เป็นแหล่งของเชื้อตลอดการศึกษาทดลอง

3. การยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิงด้วยผักตระกูลกะหล่ำในสภาพโรงเรือน

3.1 ประสิทธิภาพของผักตระกูลกะหล่ำชนิดต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* ในดิน

การทดสอบดัดแปลงจากวิธีการของ Akiew *et al.*(1996) และ Olivier *et al.* (2006) โดยการนำตัวอย่างผักตระกูลกะหล่ำที่หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร อบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ IM#52 และ#80 เขียวใบ #77 ชุ่ยฉ่าย#77 และขิ่ว# จำนวน 2.0 กรัม ผสมคลุกเคล้ากับดินแห้ง (silty clay) ชุดเชียงราย จำนวน 100.0 กรัม บรรจุในถ้วยพลาสติกที่หยดสารแขวนลอยแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 จำนวน 15.0 มิ ลลิลิตร ลงไปในดินแห้งก่อน ซึ่งในดิน 1 กรัม จะมีปริมาณแบคทีเรีย *Rso* ประมาณ 3.0 x10^{7} หน่วยโคโลนี และมีความจุความชื้นในสนามของดิน (field capacity, FC) ประมาณ 57

เปอร์เซ็นต์ ก่อนนำไปบ่มในที่มืดสภาพอุณหภูมิห้อง และปิดฝาพลาสติกที่มีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิ ลลิเมตร จำนวน 5 รู ปิดปากถ้วยพลาสติกด้วยแผ่นพลาสติกใสชนิด PP ซึ่งมีคุณสมบัติให้ก๊าซออกซิเจนซึมผ่านได้ สารแขวนลอยแบคทีเรีย เตรียมจากแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 บ่มที่อุณหภูม 28 $\pm$0.5°C นาน 48 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นประมาณ 2 x10^{8} หน่วยโคโลนี ต่อมิลลิลิตร (วัดด้วย spectrophotometer ค่า OD=0.1 ช่วงคลื่น 620 น าโนเมตร) วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 8 กรรมวิธี มี 3 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใช้ใบขิงและใบข้าวโพด หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร อบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ จำนวน 2.0 กรัม และกรรมวิธีการไม่ผสมวัตถุใดๆ ในดินเป็นชุดควบคุม บันทึกการเจริญเติบโตของโคโลนีแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 สาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในดินในสภาพโรงเรือนภายหลังการทดลอง 1, 14, 28, 35 และ 42 วัน โดยการละลายตัวอย่างดินของแต่ละกรรมวิธี จำนวน 5 กรัมใน 10 mM phosphate buffer จำนวน 45 มิลลิลิตร ใน flask รูปชมพู่ขนาด 125 มิ ลลิลิตร นำไปเขย่าที่ 100 รอบ ต่อนาที นาน 30 นาที จากนั้นนำสารแขวนลอยดินไปกรองผ่านกระดาษกรอง จำนวน 2 ชั้น เพื่อกรองอนุภาคดินออก แล้วนำไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SMSA medium ขณะเดียวกันนำตัวอย่างดินของแต่ละกรรมวิธี จำนวน 5 กรัม บรรจุในกระป๋องอลูมิเนียมมีฝาปิดไปอบที่อุณหภูมิ 105°C นาน 24 ชั่วโมง เพื่อชั่งหาน้ำหนักดินแห้งในแต่ละช่วงเวลาของการทดลอง นับจำนวนประชากรแบคทีเรียด้วยวิธี serial dilution pour plate จากการนับจำนวน 2 จาน เลี้ยงเชื้อเพื่อวิเคราะห์ผลทางสถิติ

3.2 ประสิทธิภาพของผักกาดเขียวใบอัตราส่วนต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* ในดิน

การทดลองดำเนินวิธีการเดียวกับการศึกษาประสิทธิภาพของผักตระกูลกะหล่ำชนิดต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรีย *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในดิน โดยการนำตัวอย่างสดผักกาดเขียวใบ#71 ซึ่งมีประสิทธิภาพสูงสุดจากการศึกษาในข้อ 3.1 ที่หั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0เซนติเมตร จำนวน 5.0, 10.0 และ 20.0 กรัม ผสมคลุกเคล้ากับดินแห้งชุดเชียงราย จำนวน 100.0 กรัม บรรจุในถ้วยพลาสติกที่หยดสารแขวนลอยแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ที่เจือจาง ความเข้มข้น 1 เท่า (มีประชากรเชื้อประมาณ 1.0x10^{8} หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร) จำนวน 15.0 มิลลิลิตร ซึ่งดิน 1 กรัม จะมีเชื้อประมาณ 1.5 x10^{7} หน่วยโคโลนี ลงไปในดินแห้งก่อนเช่นเดียวกับการศึกษาในข้อ 3.1 วางแผนการทดลองแบบ CRD จำนวน 5 กรรมวิธีมี 4 ซ้ำ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใช้ใบผักบุ้งจีนสดหั่นเป็นชิ้นขนาด 0.5-1.0 เซนติเมตร จำนวน 20.0 กรัม และกรรมวิธีการไม่ผสมวัตถุใดๆ ในดินเป็นชุดควบคุม บันทึกการเจริญเติบโตของโคโลนีแบคทีเรียกลายพันธุ์*Rso* isolate 5003-2 ภายหลังการทดลอง 2, 4, 5, 6, 7 และ 8 สัปดาห์ การละลายตัวอย่างดิน การเลี้ยงเชื้อแบคทีเรีย และการนับจำนวนประชากรแบคทีเรีย ดำเนินวิธีการเดียวกับข้อ 3.1

3.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบในการควบคุมแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* ในดิน

นำตัวอย่างผักกาดเขียวใบ #71 ในระยะผสมเกสรที่หั่นเป็นชิ้นประมาณ 1 ซม. จำนวน 100 กรัม ผสมแอลกอฮอล์ 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 20 มิลลิลิตร ปั่นในถุงพลาสติกพอแหลก จากนั้นนำไปผสมคลุกเคล้ากับดินแห้งชุดเชียงราย จำนวน 2,000 กรัม (5.0เปอร์เซ็นต์น้ำหนัก ต่อน้ำหนัก) ในถุงพลาสติกใสชนิด PP โดยการปลูกเชื้อล่วงหน้า 1 วัน ด้วยสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 ที่ความเข้มข้นประมาณ 1.0x10^{7} หน่วยโคโลนี ตตต่อ มิลลิลิตร จำนวน 300 มิ ลลิลิตร ซึ่งในดินจะมีปริมาณแบคทีเรีย *Rso* ประมาณ 1.5x10^{6} หน่วยโคโลนีต่อดิน 1 กรัม จากนั้นปิดปากถุงพลาสติกให้สนิท ก่อนนำไปบ่มในที่มืดสภาพอุณหภูมิห้อง วางแผนการทดลองแบบ CRD มี 2 กรรมวิธีมี จำนวน 15 ซ้ำ ใช้ผักกาดเขียวใบ #71 รวมทั้งสิ้น จำนวน 1,500 กรัม เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการปลูกเชื้อแบคทีเรียแต่ไม่ใส่ผักกาดเขียวใบเป็นชุดควบคุม ภายหลังการบ่มนาน 6 สัปดาห์ ตรวจการมีชีวิตรอดของแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 ในดิน และตรวจทุกๆ สัปดาห์ต่อเนื่องเมื่อตรวจไม่พบจึงหยุดโดยการนำตัวอย่างดินในถุงพลาสติกจากกรรมวิธีการใช้ผักกาดเขียวเป็นปุ๋ยพืชสดและการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุม จำนวน 1.0 กรัม ที่ระดับความลึกจากผิวดินประมาณ 10 เซนติเมตร ผสม

กับน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 100 มิ ลลิลิตร เมื่อเขย่าหรือปั่นนาน 10 นาที ปล่อยทิ้งไว้ให้ดินตกตะกอน จากนั้นดูดสารแขวนลอย จำนวน 0.10 มิลลิลิตร ไปหยดลงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SMART ในจานเลี้ยงเชื้อเกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหารเลี้ยงเชื้อด้วยแท่งแก้วสามเหลี่ยม ภายหลังบ่มไว้ในอุณหภูมิห้อง (21-32 °C) นาน 3-5 วัน ตรวจโคโลนีของแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SMART ดังกล่าว ภายหลังการทดลอง 12 สัปดาห์ เปิดปากถุงพลาสติกล่วงหน้า 1 วัน จากนั้นนำดินไปใส่ถุงพลาสติกดำขนาด 5 x10 นิ้ว แล้วจึงปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้การเกิดโรคเหี่ยว จำนวนถุงละ 1 ต้น ในดินกรรมวิธีการใช้ผักกาดเขียวเป็นปุ๋ยพืชสด และการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุม โดยการทำแผลที่รากต้นกล้าขิง จำนวน 2 ด้านในทิศทางตรงกันข้ามด้านละ 2-3 ราก จากนั้นนำถุงพลาสติกดำบรรจุดิน และปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้การเกิดโรคเหี่ยวดังกล่าวไปวางเรียงบนชั้น สูงจากระดับพื้นดิน จำนวน 20 เซนติเมตร ระยะห่างระหว่างกรรมวิธี 160 เซนติเมตร ระหว่างต้น 40 เซนติเมตร และระยะแถวคู่ในกรรมวิธีเดียวกันจำนวน 80 เซนติเมตร ตรวจผลการเกิดโรคเหี่ยวกับต้นกล้าขิงภายหลังการปลูกนาน 8 วัน ช่วงการตรวจทุกๆ2 วัน ติดต่อกันนาน 90 วัน

4. การควบคุมโรคเหี่ยวของขิงด้วยปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบในแปลงปลูก

นำตัวอย่างผักกาดเขียวใบ#71 ในระยะผสมเกสรที่หั่นเป็นชิ้นขนาด 3-5 เซนติเมตร รวมทั้งหมด 26.4 กิโลกรัม เพื่อคลุกเคล้ากับดินที่มีแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 โดยใช้สารแขวนลอยแบคทีเรียอายุ 48 ชั่วโมง ที่ความเข้มข้นประมาณ $1x10^7$ หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร จำนวน 2 ลิตร ในดินแต่ละวงท่อโลหะ พื้นที่ 0.44 ตารางเมตร (ปริมาณแบคทีเรียในดินประมาณ$0.23x10^6$ หน่วยโคโลนีต่อดิน 1 กรัม) จำนวน 12 ท่อ นำผักกาดเขียวใบ#71 ที่หั่นแล้ว จำนวน 2.2 กิโลกรัม (อัตรา 5 กิโลกรัมต่อดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร) ใส่ภาชนะปากกว้าง แล้วเติมอัลกอฮอล์ 40 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 440 มิลลิลิตร (20%W/W) นวดคลุกเคล้าพอแหลกแบ่งเป็น 3 ส่วนเท่าๆ กัน จากนั้นนำไปใส่ในดินในวงท่อโลหะที่ติดเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิง ที่ความลึกจากระดับผิวดิน 25, 15 และ 5 เซนติเมตร รดน้ำให้ชุ่มแล้วคลุมปากวงท่อโลหะดังกล่าวด้วยแผ่นพลาสติกใส PE ความหนา 0.04 มิลลิเมตร ตรึงและกลบทับขอบแผ่นพลาสติกด้วยดินเพื่อไม่ให้อากาศเข้าออกวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 2 กรรมวิธี จำนวน 12 ซ้ำ เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ราดแบคทีเรีย *Rso* แต่ไม่ใส่ผักกาดเขียวใบ#71 จากนั้นปล่อยทิ้งไว้ตามธรรมชาติ เมื่อครบ 4 เดือน ปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้การเกิดโรคเหี่ยวในดินในวงท่อโลหะดังกล่าว จำนวนวงละ 3 ต้น ที่ทำแผลที่รากโดยวิธีตัดราก 2 ด้านในทิศตรงกันข้ามด้านละ 2-3 ราก จากนั้นรดน้ำตามให้ชุ่ม ตรวจผลการเกิดโรคเหี่ยวกับพืชบ่งชี้ภายหลังปลูก 8 วัน และช่วงทุก 2 วัน ติดต่อกันจนกระทั่งต้นขิงในชุดควบคุมเป็นโรค 100 เปอร์เซ็นต์

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2557

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 1.4 การอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวเพื่อกำจัดโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียของขิงในแปลงปลูก

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. แบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 race 1 biovar 3 แยกได้จากขิง เก็บตัวอย่างจาก อ.เมือง จ.พะเยา
2. อาหารเลี้ยงเชื้อ Kelman's medium (1 ลิตร ประกอบด้วย peptone 10.0 กรัม, casein hydrolysate 1.0 กรัม น้ำตาล glucose 5.0 กรัม และวุ้นผง 15.0 กรัม) (Kelman, 1954)
3. อุปกรณ์ต่างๆ ในห้องปฏิบัติการโรคพืช
4. ปูนโดโลไมท์ และปูนขาว
5. เมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวใบ#71

6. ถาดเพาะ polystylene (PS) ขนาดเซลล์ลึก 5.0 เซนติเมตร ปริมาตร 45ลูกบาศ์กเซนติเมตร จำนวน 84 เซลล์ต่อถาด
7. ปุ๋ยคอก (มูลไก่) ฟางข้าว กับปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15, 21-0-0, 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60
8. แผ่นพลาสติกใสชนิด polyethylene (PE) ขนาดกว้าง 140 เซนติเมตร หนา 0.04 มิลลิเมตร
9. ท่อพลาสติก polyinyl chloride (PVC) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ยาว 25 เซนติเมตร พร้อมแผ่น พลาสติกเจาะรูเล็กๆ จำนวน 5-6 รู หุ้มปลายด้านหนึ่ง อีกด้านปิดด้วยฝาพลาสติกPVC
10. เทปกาวชนิดใส ขนาดกว้าง 2 นิ้ว
11. ท่อนพันธุ์ขิงปลอดโรคเหี่ยว ขนาดน้ำหนัก 50-75 กรัมต่อท่อน
12. สารป้องกันกำจัดโรคพืช carbendazim 50%WP สารฆ่าแมลง Petroleum spray oil 83.9% EC และ imidaclopid 5% EC
13. ท่อพลาสติก PE สีดำขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว พร้อมหัวจ่ายน้ำแบบกระจายด้านข้าง
14. ที่วัดอุณหภูมิแบบ probe

วิธีการ

1. การเตรียมพื้นที่ปลูก และการเตรียมท่อนพันธุ์ขิงเพื่อปลูก

ในเนื้อที่ 0.75 ไร่ ของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย เตรียมพื้นที่ปลูกขิงโดยการไถดินผึ่งแดด จากนั้นปรับปรุงดินโดยการหว่านปูนโดโลไมท์ อัตรา 400 กิโลกรัมต่อไร่ แล้วไถพรวนด้วยจอบหมุนในพื้นที่ 250 ตารางเมตร กับเตรียมแปลงย่อยขนาด 1.20x10.0 เมตร แบ่งเป็น 4 แถวๆ ละ 7 แปลงย่อย รวมทั้งหมดจำนวน 28 แปลงย่อย ระยะระหว่างแปลงย่อย 1.50 เมตร ระยะระหว่างplot 2.0 เมตร ภายหลังการใส่ปุ๋ยคอกปลูกขิง โดยการใช่ท่อนพันธุ์ขิงปลอดโรคน้ำหนัก 50-75 กรัมต่อท่อน มีตาจำนวน 2-3 ตา ที่แช่ในสารละลายสารป้องกันกำจัดโรคพืช carbendazim อัตรา 40 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ผสมกับ Petroleum spray oil อัตรา 25 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารฆ่าแมลง imidacloprid อัตรา 40 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร เป็นเวลา 15-20 นาที จากนั้นนำขึ้นผึ่งให้แห้งก่อนนำไปปลูกในแปลงย่อยที่เตรียมไว้ โดยการปลูกแบบแถวคู่ เสร็จแล้วคลุมแปลงด้วยฟางข้าวเพื่อรักษาความชื้นในดินและป้องกันวัชพืช การทดลองในปี 2555 และปี 2556 มีระยะปลูก 30x60 เซนติเมตร แต่ละแปลงย่อยใช้ท่อนพันธุ์ขิง จำนวน 66 ท่อน ปลูกเสร็จในปลายเดือนมีนาคม ส่วนการทดลองในปี 2557 มีระยะปลูก 35x50 เซนติเมตร แต่ละแปลงย่อยใช้ท่อนพันธุ์ขิง จำนวน 56 ท่อน ปลูกเสร็จในปลายเดือนเมษายน ภายหลังปลูกมีการปฏิบัติด้านเขตกรรมเพื่อบำรุงรักษาให้ต้นขิงเจริญเติบโต โดยการกำจัดวัชพืชในแปลงปลูกภายหลังปลูกนาน 2 เดือน พร้อมใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 46-0-0, 18-46-0 และ 0-0-60 อัตรา 60, 12 และ 85 กิโลกรัมต่อไร่ ตามลำดับ (ศศิธร และคณะ, 2556) จากนั้นกลบโคน และปล่อยให้ต้นขิงได้รับน้ำฝนตามสภาพธรรมชาติ

2. การเตรียมสารแขวนลอยแบคทีเรีย*Rso* isolate 5003-2 และการปลูกเชื้อ

นำแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ที่เลี้ยงบน slant อาหารเลี้ยงเชื้อ Kelman' medium ในหลอดเลี้ยงเชื้อจากการย้ายสารแขวนลอยแบคทีเรีย*Rso* isolate 5003-2 ที่เก็บรักษาไว้ในพาราฟิน 50% ในหลอด cryogenic vial ที่อุณหภูมิ 4oC ไปขีดบนอาหารเลี้ยงเชื้อKelman's medium (Kelman, 1954) เพื่อตรวจสอบโคโลนีที่มีลักษณะตามแบบฉบับ ซึ่งจะเป็นแหล่งของเชื้อตลอดการทดลอง ไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อKelman's medium ในจานเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (24-32oC) เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นเตรียมสารแขวนลอยแบคทีเรีย*Rso* isolate 5003-2 ดังกล่าวที่ความเข้มข้นประมาณ 2x108 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร (วัดด้วย spectrophotometer ช่วงคลื่น 620 นม. ค่า OD=0.1) สำหรับการปลูกเชื้อดังนี้

ปี 2555 นำสารแขวนลอยแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ที่ความเข้มข้นประมาณ 2x108 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร ไปปลูกเชื้อกับต้นขิงโดยหยดสารแขวนลอยแบคทีเรีย*Rso* ดังกล่าว จำนวน 1 หยด บนแผลรอยตัดก้านขิงสูง

จากผิวดินประมาณ 30 เซนติเมตร ภายหลังปลูกเชื้อนาน 10-15 วัน ต้นขิงจะเริ่มแสดงอาการโรคเหี่ยว จากนั้นปล่อยทิ้งให้ต้นขิงเป็นโรคตามสภาพธรรมชาติ วางแผนการทดลองแบบRCB มี 4 ซ้ำ จำนวน 7 กรรมวิธี (Tr) ปลูกเชื้อกับต้นขิง จำนวน 5 กรรมวิธี ได้แก่ Tr1-Tr5 ส่วน Tr6 และTr7 ไม่มีการปลูกเชื้อ

ปี 2557 เตรียมสารแขวนลอยแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ที่ความเข้มข้นประมาณ 2108 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร รวมทั้งสิ้นจำนวน 54.4 ลิตร จากนั้นเจือจางลง 20 เท่า เพื่อปลูกเชื้อลงในแปลงย่อยขนาดพื้นที่ 12 ตารางเมตร Tr1-Tr5 จำนวนแปลงละ 54.4 ลิตร (ซึ่งในดินจะมีปริมาณเชื้อประมาณ 0.2-1106 หน่วยโคโลนีต่อดิน 1 กรัม) เพื่อให้มั่นใจว่าดินในแปลงปลูกจะมีเชื้อแบคทีเรีย*Rso* กระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ โดยTr4 ราดเชื้อก่อนการทดลอง 1 สัปดาห์ Tr1 และTr3 ราดเชื้อก่อนการทดลอง 1 วัน ส่วนTr2 และTr5 ราดเชื้อก่อนการทดลอง 7 และ 12 สัปดาห์ ตามลำดับ

3. การเตรียมต้นผักกาดเขียวใบ#71 เพื่อเป็นสารรมทางชีวภาพ(Biofumigant)

เพาะเมล็ดผักกาดเขียวใบ #71 ในปลายเดือนพฤศจิกายน ในเซลล์ถาดเพาะPS เมื่อต้นกล้าผักกาดเขียวใบ#71 มีอายุ 25-28 วัน ย้ายต้นลงปลูกในแปลงย่อยของTr1 และTr3 ที่มีการเตรียมดินโดยการขุดและปรับปรุงดินด้วยการใส่ปุ๋ยคอกก่อนปลูก จำนวน 160 ต้นต่อแปลงย่อย ระยะปลูก 25-30 เซนติเมตร เมื่อต้นผักกาดเขียวใบ#71 เจริญเติบโตอยู่ในระยะผสมเกสร (ช่อดอกบาน 50%) รดน้ำในแปลงย่อยให้ชุ่มล่วงหน้า 1 วัน จากนั้นถอนแล้วสับผสมคลุกเคล้าลงในดินให้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตร สำหรับการทดลองในปลายเดือนมกราคม ทั้งในปี 2556 และปี 2557

4. การป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงในดินสภาพแปลงปลูก

ดำเนินการทดลองในปี 2556 และปี 2557 เป็นการดำเนินการทดลองในแปลงปลูกเดิมในปี 2555 ต่อจากการปลูกขิง แล้วปลูกเชื้อกับต้นขิงให้เป็นโรคเหี่ยวด้วยแบคทีเรีย*Rso* isolate 5003-2 วางแผนการทดลองแบบRCB มี 4 ซ้ำ 7 กรรมวิธี ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 (Tr1) การคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใบ (BF) กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว
กรรมวิธีที่ 2 (Tr2) การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ (SS) กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว
กรรมวิธีที่ 3 (Tr3) BF ร่วมกับ SS กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว
กรรมวิธีที่ 4 (Tr4) การกำจัดวัชพืชก่อนปลูกกับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว
กรรมวิธีที่ 5 (Tr5) ไม่มีการกำจัดวัชพืชกับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว (positive check)
กรรมวิธีที่ 6 (Tr6) SS กับดินที่ปลอดโรคเหี่ยว
กรรมวิธีที่ 7 (Tr7) ไม่มีการกำจัดวัชพืชกับดินที่ปลอดโรคเหี่ยว (negative check)

<u>การคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใบ#71</u>

เมื่อต้นผักกาดเขียวใบ#71 เจริญเติบโตอยู่ในระยะผสมเกสร รดน้ำแปลงย่อยให้ชุ่มล่วงหน้า 1 วัน จากนั้นถอนแล้วสับผสมคลุกเคล้าลงในดินให้ลึกประมาณ 15-20 เซนติเมตรแล้วเกลี่ยดินหลังแปลงให้เรียบ (อัตราประมาณ 5 กิโลกรัมต่อพื้นที่ 1 ตารางเมตร)

การทดลองปี 2556 ดำเนินการทดลอง มกราคม 2556 Tr1 คลุมแปลงด้วยฟางข้าวแล้วรดน้ำตามให้ชุ่มภายหลังการเกลี่ยดินหลังแปลงให้เรียบ ส่วน Tr3 คลุมแปลงด้วยแผ่นพลาสติกใสPE โดยการยึดขอบแปลงแล้วกลบด้วยดินให้สนิท ภายหลังการเกลี่ยดินหลังแปลงให้เรียบแล้วรดน้ำตามให้ชุ่ม จนครบ 9 สัปดาห์ จึงเอาแผ่นพลาสติกPEใสออก

การทดลองปี 2557 ดำเนินการทดลอง มกราคม 2557 Tr1 และTr3 คลุมแปลงด้วยแผ่นพลาสติกใสPE ให้สนิท เช่น การปฏิบัติในปี 2556 ภายหลังการวางท่อพลาสติกใสPE ที่มีหัวจ่ายน้ำเพื่อให้ความชุ่มชื้นกับดิน เมื่อครบเวลา 9 สัปดาห์ จึงเอาแผ่นพลาสติกใสPE ออก ส่วน Tr3 ดำเนินการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ต่อไปอีกนาน 6 สัปดาห์ จึงเอาแผ่นพลาสติกใสPE ออก

<u>การอบดินด้วยแสงอาทิตย์</u>

ประกอบด้วย Tr2 Tr3 และ Tr6 โดย Tr3 เป็นการปฏิบัติต่อเนื่องจากการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใน Tr1 เป็นเวลา 9 สัปดาห์ ส่วน Tr2 และ Tr6 เตรียมแปลงย่อยด้วยการกำจัดวัชพืช และขุดพรวนดินเพื่อเตรียมแปลง จากนั้นสับและเกลี่ยหน้าดินให้เรียบแล้วรดน้ำให้ชุ่มล่วงหน้า 1 วัน ก่อนคลุมด้วยแผ่นพลาสติก PE โดย Tr2 และ Tr6 ในปี 2556 เริ่มการทดลองในปลายเดือนมากราคม (อบนาน 9 สัปดาห์) ส่วนในปี 2557 เริ่มการทดลองในกลางเดือนมีนาคม (อบนาน 6 สัปดาห์)

<u>การกำจัดวัชพืช</u>

เป็นการเตรียมแปลงของ Tr4 ก่อนปลูก 4 เดือน โดยการถากหน้าดินเพื่อกำจัดวัชพืชปล่อยทิ้งไว้นาน 3 เดือน จากนั้นจึงขุดไถดิน แล้วหว่านปูนโดโลไมท์ ผึ่งแดดไว้นาน 1 เดือน ก่อนการเตรียมแปลงเพื่อปลูกขิง ในปี 2556 เริ่มการทดลองในเดือนพฤศจิกายน จากนั้นเตรียมแปลงและปลูกขิงในปลายเดือนมีนาคม ส่วนปี 2557 เริ่มการทดลองในเดือนมกราคม จากนั้นเตรียมแปลงและปลูกขิงในปลายเดือนเมษายน

<u>การไม่กำจัดวัชพืช</u>

เป็นการปล่อยแปลงทิ้งไว้ตามสภาพธรรมชาติโดยไม่มีการกำจัดวัชพืช ประกอบด้วย Tr5 และ Tr7 การเตรียมแปลงก่อนปลูกนาน 1 เดือน โดยการถากหน้าดินเพื่อกำจัดวัชพืช จากนั้นขุดดินผึ่งแดดไว้และหว่านปูนโดโลไมท์ แล้วจึงเตรียมแปลงพร้อมการใส่ปุ๋ยคอกเพื่อปลูกหัวพันธุ์ขิง โดยในปี 2556 เริ่มปฏิบัติในปลายเดือนกุมภาพันธ์ ส่วนในปี 2557 เริ่มปฏิบัติในต้นเดือนเมษายน

<u>การให้น้ำในแปลงปลูกระหว่างการทดลอง</u>

เป็นการเพิ่มความชุ่มชื้นกับดินเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทดลองปี 2557 ประกอบด้วย Tr1, Tr2, Tr3 และ Tr6 โดยการวางท่อพลาสติก PE จำนวน 2 เส้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 0.5 นิ้ว ที่เจาะรูให้น้ำแบบกระจายด้านข้าง จำนวน 40 จุดต่อเส้นโดยมีระยะห่าง 25 เซนติเมตร ไปตามความยาวของแปลงทดลอง แต่ละเส้นห่างกันประมาณ 50 เซนติเมตร โดย Tr1 และ Tr3 เริ่มให้น้ำทุกวันเว้นวัน ภายหลังการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียว นาน 20 วัน เมื่อปรากฏว่าดินภายใต้แผ่นพลาสติก PE ในแปลงทดลองเริ่มแห้ง ส่วน Tr2 และ Tr6 วางท่อพลาสติกจำนวน 2 เส้น ก่อนคลุมพลาสติก PE เพื่ออบดินด้วยแสงอาทิตย์ และเริ่มให้น้ำทุกวันเว้นวันไปจนสิ้นสุดการทดลอง เพื่อเป็นการเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นกับดินในแปลงทดลองที่คลุมด้วยแผ่นพลาสติก PE ดังกล่าว

<u>การบันทึกข้อมูล</u>

การวัดอุณหภูมิของดิน

เจาะรูแผ่นพลาสติก PE ที่คลุมแปลงย่อยของการทดลอง Tr1, Tr2 และ Tr3 บริเวณหลังแปลงจำนวนแปลงละ 2 จุด ให้ห่างกันประมาณ 6 เมตร จากนั้นสอดท่อนพลาสติก PVC ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ¾ นิ้ว ความยาว 25 เซนติเมตร ให้ปลายด้านที่หุ้มด้วยแผ่นพลาสติกเจาะรูเล็กๆ จำนวน 5-6 รู ลงไปให้ฝังลงไปในดินแต่ละแปลง ลึกประมาณ 20 เซนติเมตร ตามวิธีการของ Klien *et al*. (2011) โดยปลายด้านที่ปิดด้วยฝาพลาสติก PVC โผล่เหนือผิวดินประมาณ 5 เซนติเมตร จากนั้นใช้เทปกาวชนิดใสปิดรอบบริเวณรอยต่อของแผ่นพลาสติก PE กับ ท่อพลาสติก PVC ให้สนิท เพื่อป้องกันการรั่วซึมของสารประกอบระเหยได้ ITC และความร้อนในดินระหว่างการทดลองรมดินโดยวิธีชีวภาพและการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ การตรวจวัดอุณหภูมิเริ่มเวลา 13:00-15:00 นาฬิกา โดยการเปิดฝาพลาสติก PVC ออก แล้วสอดเทอร์โมมิเตอร์ลงไปในท่อพลาสติก PVC เพื่อวัดอุณหภูมิของดินในแปลงระหว่างการทดลอง

การตรวจผลการเป็นโรคเหี่ยว

ตรวจผลและบันทึกจำนวนต้นขิงที่สมบูรณ์ปกติ เป็นโรคเหี่ยวและไม่งอกจากต้นขิงทุกต้นในแต่ละแปลงย่อย ที่ปลูกเป็นพืชบ่งชี้ (indexing plant) การมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 สาเหตุโรคเหี่ยวของขิง นำค่าที่ได้ไปคำนวณเป็นร้อยละและวิเคราะห์ผลทางสถิติ

ระยะเวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2554 สิ้นสุดกันยายน 2557
ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 1.5 การสำรวจรวบรวมและจัดการแมลงศัตรูขิง

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

- แปลงขิง
- อุปกรณ์เก็บตัวอย่างแมลง เช่น ขวดขนาดเล็ก กล่องเลี้ยงแมลง แอลกอฮอล์ ฯลฯ
- อุปกรณ์บันทึกข้อมูลต่างๆ

วิธีการ

ทำการสำรวจแมลงและเก็บตัวอย่างแมลงที่พบเข้าทำลายในแปลงขิงและในแหล่งรับซื้อขิงทุก 2 สัปดาห์ และทำการสัมภาษณ์เกษตรกรผู้ปลูกขิง และผู้ประกอบการรับซื้อขิง เก็บอย่างต่อเนื่องติดต่อกันตามฤดูกาลการปลูกขิงในพื้นที่ต่างๆ เพื่อตรวจ ชนิด ระยะ ปริมาณ และการเข้าทำลายของแมลงศัตรูพร้อมทั้งเก็บตัวอย่างแมลงที่พบมาศึกษาที่ห้องปฏิบัติการ ทำการศึกษาชนิดของศัตรูขิง และหาแนวทางป้องกันกำจัดเพื่อให้ได้วิธีการที่ดีถูกต้องเหมาะสม

การบันทึกข้อมูล

- บันทึกชนิดแมลงที่พบเข้าทำลายขิง
- บันทึกตัวอย่างแมลงหาชื่อวิทยาศาสตร์ที่ถูกต้อง
- บันทึกภาพรูปร่างลักษณะแมลงที่เข้าทำลายและลักษณะการทำลายขิง
- หาวิธีการป้องกันกำจัดที่เหมาะสม

เวลาและสถานที่

- ตุลาคม 2553 – กันยายน 2556
- แปลงปลูกขิง และแหล่งรับซื้อขิง จังหวัดเลย จังหวัดเพชรบูรณ์ จังหวัดเชียงราย จังหวัดเชียงใหม่

การทดลองที่ 1.6 ศึกษาการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดหัวขิง

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

หัวพันธุ์ขิงใหญ่หรือขิงหยวก
ปุ๋ยเคมี ได้แก่ 46-0-0 0-46-0 0-0-50 13-13-21 และ 0-10-30
ปุ๋ยคอก (มูลวัว) ปูนขาว ขี้เถ้าแกลบ และ ฟางข้าว
เครื่องชั่ง ถุงตาข่าย อุปกรณ์การเกษตรอื่นๆ

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block 6 ซ้ำ 4 กรรมวิธี กรรมวิธีมีดังนี้กิโลกรัมของ
กรรมวิธีที่ 1 ใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ เท่ากับ 5:1:9 อัตรา 55 11 และ 100 N P_2O_5 K_2O ต่อไร่ (ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 120, 24 และ 200กิโลกรัมต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 2 ใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ 5:1:9 อัตรา 41 8 และ 75 กิโลกรัมของ N P_2O_5 K_2O ต่อไร่ (ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 90, 18 และ 150 กิโลกรัมต่อไร่)
กรรมวิธีที่ 3 ใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของ $N:P_2O_5:K_2O$ 5:1:9 อัตรา 27.5 5.5 และ 50 กิโลกรัมของ N P_2O_5 K_2O ต่อไร่ (ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60, 12 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่)

กรรมวิธีที่ 4 ใส่ปุ๋ย 13-13-21 200 กิโลกรัมต่แไร่ ร่วมกับปุ๋ย 0-10-30 อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ (ปุ๋ยเกษตรกร)
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1. เตรียมพื้นที่ ไถ ตาก พรวนดิน เตรียมแปลงทดลอง และเตรียมหัวพันธุ์ขิง ปรับความเป็นกรดเป็นด่างของดินโดยการใส่ปูนขาว 500 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูก 1 เดือน และกำจัดโรคในดินก่อนปลูกโดยใส่ปูนขาวและยูเรียอัตราส่วน &1 คลุกเคล้าดินให้ทั่ว

2. ปลูกขิงในแปลงทดลอง ปลูกโดยใช้ท่อนพันธุ์ที่มีตา 2-3 ตา จำนวน 24 แปลง ขนาด แปลงย่อย 1.2x10 เมตร ปลูก 2 แถว ต่อแปลง ระยะปลูกระหว่างต้น 30 เซนติเมตร ระยะระหว่างแถว 60 เซนติเมตร เว้นร่องระหว่างแปลง 60 เซนติเมตรดูแลรักษาต้นขิง ให้น้ำและพ่นสารกำจัดศัตรูพืชตามการระบาด

ใส่ปุ๋ยตามกรรมวิธีทุก 1 เดือนจนถึง 4 เดือน แบ่งใส่ดังนี้

ปุ๋ย 46-0-0 และ 0-46-0 แบ่งใส่ 4 ครั้งๆ ละเท่าๆ กันเมื่อขิงอายุ 1, 2, 3 และ 4 เดือน หลังงอก

ปุ๋ย 0-0-50 แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละเท่า ๆ กันเมื่อขิงอายุ 3 และ 4 เดือน

ปุ๋ย 13-13-21 แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละ 100 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อขิงอายุ 1 และ 2 เดือน

ปุ๋ย 0-10-30 แบ่งใส่ 2 ครั้ง ๆ ละ 100 กิโลกรัมต่อไร่เมื่อขิงอายุ 3 และ 4 เดือน

3. พูนโคนหลังใส่ปุ๋ยครั้งที่ 3 งดให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 1 เดือน

4. เก็บเกี่ยวขิงแก่เมื่อครบอายุ 11 เดือน บันทึกผลผลิตและน้ำหนักเหง้าขิงทุกกรรมวิธี

5. ดำเนินการทดลองซ้ำในพื้นที่เดิมอีก 1 ฤดูปลูก

การบันทึกข้อมูล

บันทึกผลผลิตและน้ำหนักเหง้าขิงทุกกรรมวิธี นำผลวิเคราะห์ผลทางสถิติ สรุป และรายงานผลการทดลอง

ระยะเวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2553 สิ้นสุด กันยายน 2556

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 1.7 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

หัวพันธุ์ขิงอายุ 10 เดือน วัสดุประกอบการทดลอง ได้แก่ แกลบดำ ทราย ขุยมะพร้าว ปูนขาว ปุ๋ยเคมี วัสดุคลุมแปลง สารเคมีป้องกันกำจัดแมลง คาร์โบซัลแฟน และสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เทอราคลอ อุปกรณ์ ได้แก่ เครื่องมือปลูก จอบ เสียม เครื่องวัดพิกัดแปลง ตลับเมตร เครื่องชั่งน้ำหนัก โรงเรือนเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง

วิธีดำเนินการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 4 กรรมวิธี 5 ซ้ำ ได้แก่

กรรมวิธีที่ 1 ใช้แกลบดำรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 เซนติเมตร

กรรมวิธีที่ 2 ใช้ขุยมะพร้าวรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 เซนติเมตร

กรรมวิธีที่ 3 ใช้ทรายรองพื้นและคลุมด้านบนหนา 5 เซนติเมตร

กรรมวิธีที่ 4 ไม่มีวัสดุคลุม

ทุกกรรมวิธีเก็บในกล่องไม้ไม่มีฝา ขนาด 40x70x30 เซนติเมตร รองพื้นด้านล่างและด้านข้างด้วยตาข่ายพรางแสงสีดำ

วิธีการดำเนินการวิจัย

- เตรียมวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง เตรียมโรงเรือน โดยเป็นโรงเรือนมีหลังคาฝาโล่งลมผ่านสะดวก ใช้ตาข่ายสีดำล้อมด้านข้างเพื่อพรางแสง
- เตรียมพันธุ์ขิงที่เก็บจากแปลงปลูกของเกษตรกร แบ่งทดลองตามกรรมวิธี กรรมวิธีละ 3 กิโลกรัม เก็บรักษาตามกรรมวิธีที่กำหนดไว้ ที่อุณหภูมิห้องปกติ
- เตรียมแปลงปลูก เตรียมแปลงปลูกด้วยไถผาน 4 ลึกประมาณ 60 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 7 วัน หว่านปูนขาวผสมปุ๋ยยูเรีย อัตราส่วน 80 :800 กิโลกรัมต่อไร่ ทำการไถพรวนด้วยไถผาน 7 ลึกประมาณ 40-50 เซนติเมตร ทิ้งไว้ 3 สัปดาห์

นำหัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาปลูกในแปลงทุก ๆ 1 เดือนจนครบ 6 เดือน โดยเตรียมท่อนพันธุ์ขิงโดยตัดแง่งให้เหลือ 3-5 ตา แช่ท่อนพันธุ์ขิงด้วยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงคาร์โบซัลแฟน 50 มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร และสารป้องกันเชื้อราเทอราคลอ มิลลิลิตรต่อน้ำ 20 ลิตร ก่อนนำปลูกตามกรรมวิธี โดยครั้งที่ 1 เริ่มปลูกขิงในเดือนมีนาคม ครั้งที่ 2 เริ่มปลูกเดือนเมษายน ครั้งที่ 3 เริ่มปลูกเดือนพฤษภาคม ครั้งที่ 4 เริ่มปลูกเดือนมิถุนายน ครั้งที่ 5 เริ่มปลูกเดือนกรกฎาคม ครั้งที่6 เริ่มปลูกเดือนสิงหาคม

การบันทึกข้อมูล

-น้ำหนักก่อนเก็บรักษา ทุก ๆ 1 เดือน
-ความชื้นในวัสดุคลุมที่ชั้นกลาง
-เปอร์เซ็นต์การงอกทุกๆ 1 เดือน
-สภาพพื้นที่แปลงปลูก สภาพภูมิอากาศ

ระยะเวลาและสถานที่

ระยะเวลาที่ดำเนินการ ปีที่เริ่มต้น ตุลาคม 2555 ปีที่สิ้นสุด กันยายน 2558
ดำเนินการทดลองในพื้นที่ศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดลองที่ 1.1 การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* แบบผสมผสาน

จากการศึกษาการจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสาน ทำการทดลองที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์ 2555 ถึง มกราคม 25 58 โดยทำการทดลองจำนวน 2 แปลง แบ่งเป็นแปลงทดสอบ 1 แปลง และแปลงเปรียบเทียบ 1 แปลง ทำแปลงทดลองซ้ำที่เดิมเป็นระยะเวลา 3 ปี ติดต่อกัน ผลการทดลองแต่ละปี เป็นดังนี้

ผลการทดลองในปีที่ 1 เริ่มเตรียมดินในเดือนกุมภาพันธ์ และปลูกขิงเดือนมีนาคม 2555 เก็บผลผลิตเดือนมกราคม 2556 โดยแปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 38 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 2,260 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายขิงแก่ กิโลกรัมละ 17 บาท รายได้จากผลผลิต 38,420 บาทต่อไร่ ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 79 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 690 กิโลกรัมต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 11,730 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ผลการทดลองในปีที่ 2 เริ่มเตรียมดินในเดือนกุมภาพันธ์ และปลูกขิงเดือนมีนาคม 2556 เก็บผลผลิตเดือนมกราคม 2557 โดยแปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 40 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 1,867 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายขิงแก่ กิโลกรัมละ 19 บาท รายได้จากผลผลิต 35,473 บาทต่อไร่ ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 90 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 303 กิโลกรัมต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 5,757 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 1)

ผลการทดลองในปีที่ 3 เริ่มเตรียมดินในเดือนกุมภาพันธ์ และปลูกขิงเดือนมีนาคม 2556 เก็บผลผลิตเดือนมกราคม 2558 โดยแปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 60 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 960 กิโลกรัมต่อไร่ ราคาขายขิงแก่ กิโลกรัมละ 22 บาท รายได้จากผลผลิต 21,120 บาทต่อไร่ ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร เมื่อตรวจสอบการเกิดโรคเหี่ยวของขิงก่อนเก็บเกี่ยวผลผลิต พบขิงเป็นโรคเหี่ยว 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ (ตารางที่ 1)

ตารางที่ 1 แสดงการเปรียบเทียบผลผลิตขิงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคระหว่างแปลงจัดการโรคด้วยวิธีผสมผสานและแปลงเกษตรกร

กรรมวิธี	2555-56		2556-57		2557-58	
	ผลผลิต(กก)	การเกิดโรค(%)	ผลผลิต(กก)	การเกิดโรค(%)	ผลผลิต(กก)	การเกิดโรค(%)
วิธีผสมผสาน	2,260	38	1,867	40	960	60
วิธีเกษตรกร	690	79	303	90	-	100

จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่าในปี 2555-56 แปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน มีต้นทุนการผลิต 21,750 บาทต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 38,420 บาทต่อไร่ สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนเท่ากับ 1.76 ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร มีต้นทุนการผลิต 12,670 บาทต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 11,730 บาทต่อไร่ สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 0.92 ในปี 2556-57 แปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน มีต้นทุนการผลิต 21,710 บาทต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 35,473 บาทต่อไร่ สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนเท่ากับ 1.63 ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร มีต้นทุนการผลิต 12,490 บาทต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 5,757 บาทต่อไร่ สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 0.46 ในปี 2557-58 แปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสาน มีต้นทุนการผลิต 22,190 บาทต่อไร่ รายได้จากผลผลิต 21,120 บาทต่อไร่ สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 0.95 ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีการของเกษตรกร มีต้นทุนการผลิต 11,700 บาทต่อไร่ ไม่มีรายได้จากผลผลิต มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน เท่ากับ 0 (ตารางที่ 2)

จากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าการจัดการโรคเหี่ยวของขิงโดยวิธีผสมผสาน ซึ่งใช้วิธีการปรับปรุงดินก่อนปลูกด้วยยูเรียและปูนขาวร่วมกับการใช้ผงสำเร็จ แบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 และการลดปริมาณเชื้อสาเหตุของโรคในแปลงโดยการขุดต้นที่เป็นโรคไปเผาทำลายและฆ่าเชื้อสาเหตุของโรคด้วยยูเรียและปูนขาวบริเวณที่เกิดโรคทันที สามารถลดการเกิดโรคได้ สอดคล้องกับ พัชรินทร์ (2540) ได้ศึกษาการควบคุมโรคเหี่ยวของมะเขือเทศในแปลงทดลองโดยใช้ แบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ CH6m พบว่าสามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวได้ 33 เปอร์เซ็นต์ และในการปรับปรุงดินด้วย ยูเรีย :ปูนเผา อัตรา 68.5 :800 กิโลกรัมต่อไร่ สามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวในแปลงทดลองได้ 81 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 แสดงการเปรียบเทียบ ต้นทุนการผลิต รายได้ และสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน ระหว่างแปลงจัดการ โรคด้วยวิธีผสมผสานและแปลงเกษตรกร

รายการ	วิธีผสมผสาน			วิธีเกษตรกร		
	2555-56	2556-57	2557-58	2555-56	2556-57	2557-58
ต้นทุนการผลิต (บาท/ไร่)	21,750	21,710	22,190	12,670	12,490	11,700
- หัวพันธุ์	3,600	3,400	3,800	3,600	3,400	3,800
- ปุ๋ยยูเรีย	1,040	1,040	1,040	-	-	-
- ปูนขาว(CaO)	1,760	1,920	2,000	220	240	250
- ปุ๋ยคอก	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
- ปุ๋ยเคมี	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850	1,850
- สารป้องกัดกำจัดศัตรูพืช	450	450	450	450	450	450
- ฟางข้าว	250	250	250	250	250	250
- ผงแป้งเชื้อ *Bs*	3,500	3,500	3,500	-	-	-
- ค่าแรงงาน	7,900	7,900	7,900	4,900	4,900	3,700
รายได้ (บาท/ไร่)	38,420	35,473	21,120	11,730	5,757	-
- ผลผลิต (กก./ไร่)	2,260	1,867	960	690	303	-
สัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุน	1.76	1.63	0.95	0.92	0.46	0

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาข้อมูลการปลูกมัสตาร์ด และการปลูกขิงร่วมกับการปลูกมัสตาร์ด

<u>การศึกษาข้อมูลการปลูกมัสตาร์ด</u>

จากการศึกษาการปลูกมัสตาร์ด 3 สายพันธุ์ คือ มัสตาร์ดเบอร์ 71 (เมล็ดพันธุ์จาก ศวส.เชียงราย) มัสตาร์ดเบอร์ 71 (ผักชุนฉ่าย หสน.สยามเคมีเกษตรกรรม) และมัสตาร์ ดพันธุ์พื้นบ้าน ดำเนินงานที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเลย (ภูเรือ) จังหวัดเลย ระหว่าง ปี 2553– 2555 โดยมีระยะปลูก 25x30 เซนติเมตร ให้น้ำโดยระบบสปริงเกอร์ทุกวัน พบทั้ง 3 พันธุ์มีการงอกหลังปลูก 15 วัน และมีอัตราการงอก 80 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2553 ทำการทดลองปลูกมัสตาร์ด 2 ฤดู คือ ระหว่างช่วงเดือนมกราคม–มีนาคม 2553 และ ช่วงเดือนกรกฎาคม–กันยายน 2553 (กรมวิชาการเกษตรให้งบประมาณดำเนินการศึกษาการปลูกขยายพันธุ์เพื่อใช้เมล็ดในปี 2554) พบว่า ในการปลูกช่วงเดือนมกราคม–มีนาคม 2553 มัสตาร์ดเบอร์ 71 และ มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน มีระยะเวลาการออกดอก 41 วัน และ 42 วัน ตามลำดับ ซึ่งเร็วกว่า มัสตาร์ดเบอร์ 77 ที่มีระยะเวลาการออกดอก 62 วัน ส่วนระยะเวลาการอเก็บฝัก มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน เก็บฝักเร็วที่สุดเมื่ออายุ 64 วัน รองลงมาคือมัสตาร์ดเบอร์ 71 และมัสตาร์ดเบอร์ 77 มีระยะเวลาในการออกฝัก 64 วัน และ 82 วัน ตามลำดับ เมื่อดูถึงผลผลิตที่ได้ พบว่ามัสตาร์ดเบอร์ 77 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุดในพื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร คือ 940 กรัม รองลงมาคือ มัสตาร์ดพันธุ์พื้นเมืองให้ผลผลิตเมล็ด 440กรัม และมัสตาร์ดเบอร์ 71 ให้ผลผลิตเมล็ดเพียง 150 กรัม (ตารางที่ 3)

<u>ตารางที่ 3</u> การเจริญเติบโตของมัสตาร์ดแต่ละสายพันธุ์ ช่วง มกราคม – มีนาคม 2553

พันธุ์	ระยะเวลาในการออกดอก(วัน)	ระยะเวลาในการเก็บฝัก(วัน)	ผลผลิตเมล็ด(กรัม/6 ตรม)
มัสตาร์ดเบอร์ 71	41	66	150
มัสตาร์ดเบอร์ 77	62	82	940
มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน	42	64	440

ในช่วงปลูกเดือนกรกฎาคม – กันยายน 2553 นั้น พบว่า มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้านใช้ระยะเวลาในการออกดอกและเก็บฝักเร็วกว่าพันธุ์อื่น คือ ใช้ระยะเวลาดอก 50 วัน และ ระยะเก็บฝัก 70 วัน ส่วนมัสตาร์ดเบอร์ 71 และมัสตาร์ดเบอร์ 77 ใช้ระยะเวลาออกดอก 58 และ 75 วัน และใช้ระยะเวลาเก็บฝัก 81 และ 97 วัน ตามลำดับ ส่วนผลผลิตเมล็ดที่ได้ มัสตาร์ดเบอร์ 77 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด คือ 940 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร ในขณที่มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้านให้ผลผลิตเมล็ด 440 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร และมัสตาร์ดเบอร์ 71 ให้ผลผลิตเมล็ดต่ำสุดเพียง 150 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว6 ตารางเมตร(ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 การเจริญเติบโตของมัสตาร์ดแต่ละสายพันธุ์ ช่วง กรกฎาคม – กันยายน 2553

พันธุ์	ระยะเวลาในการออกดอก(วัน)	ระยะเวลาในการเก็บฝัก(วัน)	ผลผลิตเมล็ด(กรัม/6 ตรม.)
มัสตาร์ดเบอร์ 71	58	81	120
มัสตาร์ดเบอร์ 77	75	97	1,030
มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน	50	70	500

จากการปลูกมัสตาร์ด 2 ช่วงระยะเวลาในปี 2553 นั้น ช่วงการปลูกเดือนมกราคม–มีนาคม จะใช้เวลาที่สั้นกว่า ช่วงที่ปลูกในเดือน กรกฎาคม–กันยายน เนื่องจากช่วงเดือนมกราคม–เดือนมีนาคมอุณหภูมิจะสูงกว่า ช่วงเดือนกรกฎาคม–กันยายน เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อนจะทำให้การเจริญเติบโตของมัสตาร์ดเร็วขึ้น โดยมัสตาร์ดจะหยุดสร้างใบใหม่และสร้างช่อดอกแทน (Anonymus, 2011)

ปี 2554 ทำการปลูกมัสตาร์ด 2 ช่วงฤดู พบว่าในการปลูกช่วงเดือนมกราคม-มีนาคม มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้านมีระยะเวลาในการออกดอก และเก็บฝักเร็วที่สุด คือ30 และ 52 วัน ตามลำดับ มัสตาร์ดเบอร์ 71 ใช้ระยะเวลาการออกดอกและเก็บฝัก 36 และ 60 วัน ตามลำดับ ส่วนมัสตาร์ดเบอร์ 77 ใช้เวลาออกดอกและเก็บฝักนานสุด คือ 55 และ 78 วัน ตามลำดับ และผลิตเมล็ดที่ได้ มัสตาร์ดเบอร์77 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงสุด คือ 270 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร รองลงมาคือ มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน และมัสตาร์ดเบอร์ 71 ให้ผลผลิตเมล็ด 180 และ 120 กรัม ต่อพื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร ตามลำดับ (ตารางที่5)

ตารางที่ 5 การเจริญเติบโตของมัสตาร์ดแต่ละสายพันธุ์ ช่วง มกราคม – มีนาคม 2554

พันธุ์	ระยะเวลาในการออกดอก (วัน)	ระยะเวลาในการออกฝัก(วัน)	ผลผลิตเมล็ด(กรัม / 6 ตรม.)
มัสตาร์ดเบอร์ 71	36	60	120
มัสตาร์ดเบอร์ 77	55	78	270
มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน	30	52	180

จากตารางที่ 6 พบว่า การปลูกมัสตาร์ดในช่วงเดือน กรกฎาคม–กันยายน 2554 มัสตาร์ดเบอร์ 71 ใช้ระยะเวลาออกดอกและเก็บฝักเร็วกว่าพันธ์อื่น คือ ระยะเวลาออกดอก34 วัน และระยะเวลาเก็บฝัก 55 วัน ส่วนมัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้านใช้ระยะเวลา40 และ 61 วัน ในการออกดอก และเก็บฝัก ตามลำดับ และมัสตาร์ดเบอร์77 ใช้ระยะเวลานานสุดคือ ระยะเวลาออกดอก54 วัน และระยะเวลาเก็บฝัก77 วัน เมื่อดูผลผลิตเมล็ด พบว่ามัสตาร์ดเบอร์ 77 สามารถเก็บผลผลิตเมล็ดได้มากสุด คือ300 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว 6 ตารางเมตร รองลงมาคือ มัสตาร์ดเบอร์71 และมัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน ที่เก็บผลผลิตได้250 และ 210 กรัม ต่อ พื้นที่เก็บเกี่ยว6 ตารางเมตร ตามลำดับ

ตารางที่ 6 การเจริญเติบโตของมัสตาร์ดแต่ละสายพันธุ์ กรกฎาคม – กันยายน 2554

พันธุ์	ระยะเวลาในการออกดอก (วัน)	ระยะเวลาในการเก็บฝัก(วัน)	ผลผลิตเมล็ด(กรัม / 6 ตรม.)

มัสตาร์ดเบอร์ 71	34	55	250
มัสตาร์ดเบอร์ 77	54p	77	300
มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน	40	61	210

จากผลการปลูกและขยายพันธุ์มัสตาร์ดทั้งปี จะเห็นว่าระยะเวลาที่ใช้ในแต่ละฤดูปลูกจะแตกต่างกัน ในปี 2553 ระยะเวลาของการเจริญเติบโตจะใช้ระยะเวลามากกว่าการปลูกในปี 2554 ทั้ง 2 ช่วงฤดูปลูก เนื่องจากสภาพอุณหภูมิของปี 2554 ในช่วงในช่วงเดือนมกราคม มีนาคม มีการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิสูงขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงของอุณหภูมิต่ำสุด ซึ่งอาจเป็นสาเหตุให้ต้นมัสตาร์ดทุกสายพันธุ์หยุดการเจริญเติบโตทางใบและเร่งสร้างช่อดอกแทน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิเป็นปัจจัยที่สำคัญในการปลูกขยายพันธุ์มัสตาร์ด ส่วนผลผลิตเมล็ดที่ได้ในปี 2554 ได้ผลผลิตเมล็ดน้อยกว่าในปี 2553 มาก เนื่องจากสภาพอากาศ ที่แตกต่างกัน รวมทั้งปริมาณน้ำฝนที่ปี 2554 ในเดือนมีนาคม ซึ่งใกล้ระยะเก็บเกี่ยวผลผลิตมีฝนตกมาก และในช่วงเดือน กรกฎาคม สิงหาคม มีฝนตกตลอด ทำให้ฝักมีความชื้นสูงเกิดเชื้อราเข้าทำลาย จึงทำให้ผลผลิตเมล็ดที่เก็บได้มีน้อย(ภาพผผนวกที่ 1 และ 2)

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นลักษณะของต้นมัสตาร์ดในแต่ละสายพันธุ์ ดังนี้ มัสตาร์ดเบอร์ 71 ใบล่างมีขอบใบหยักโค้ง ขนาดเฉลี่ย กว้าง 20-35 เซนติเมตร ยาว 15–20 เซนติเมตร จำนวนใบ 12– 8 ใบต่อ อ ใบบนรูปทรงยางรี ขนาดใบเฉลี่ย กว้าง 1–2 เซนติเมตร ยาว 10–12 เซนติเมตร ลักษณะดอก มีสีเหลืองสด ดอกขนาดเล็กมี 4 กลีบ ก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 2–10 ดอก ความสูงต้น 100–140 เซนติเมตร มีขนาดฝักยาว 6–8 เซนติเมตร มัสตาร์ดเบอร์ 77 ใบล่าง ใบใหญ่ยาวรี ขอบใบหยักโค้ง ขนาดใบยาว 40–45 เซนติเมตร จำนวนใบ 10–20 ใบ ต่อ กอ ดอกมีสีเหลืองสดขนาดเล็ก 4 กลีบ ก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 2–10 ดอก ความสูงต้น 39–40 เซนติเมตร และสูงขึ้นถึง 100–140 เซนติเมตร ในช่วงออกฝัก ขนาดฝักยาว 6-8 เซนติเมตร ส่วนมัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน มีลักษณะใบล่างสีเขียวแก่ แซมด้วยสีม่วง ขอบใบหยักโค้งถี่ ขนาดใบกว้าง 10-15 เซนติเมตร ยาว 20–40 เซนติเมตร ใบบนยาวรี ปลายแหลมมน ขนาดกว้าง 1-2 เซนติเมตร ยาว 10–20 เซนติเมตร ดอกมีขนาดเล็ก 4 กลีบ สีเหลืองสดก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 4–10 ดอก ความสูงต้น 90–120 เซนติเมตร ขนาดฝักยาว 6–8 เซนติเมตร

ตารางที่ 7 ลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของมัสตาร์ดพันธุ์ต่าง ๆ

พันธุ์	ใบล่าง	ใบบน	ดอก	ความสูงต้น	ขนาดฝัก
มัสตาร์ดเบอร์ 71 (จาก สวส. เชียงราย)	ขอบใบหยักโค้ง ขนาดโดยเฉลี่ย ใบยาว 20-35 ซ.ม. กว้าง 15-20 ซ.ม.จำนวนใบ 12-18 ใบ/กอ	รูปทรงใบยาวรี ยาวโดยเฉลี่ย 10-12 ซ.ม. กว้าง 2 ซ.ม.	สีเหลืองสด ดอกเล็กมี 4 กลีบ ก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 2-10 ดอก	100-140 ซ.ม.	6-8 ซ.ม.
มัสตาร์ดเบอร์ 77 (ผักชุนฉ่าย หสน. สยามเคมีกษตรกรรม)	ขอบใบหยักโค้ง ใบใหญ่ยาวรีก่นใบยาว ขนาดใบโดยเฉลี่ยยาว 40-45 ซ.ม. จำนวนใบ 10-20 ใบ/กอ	ใบยาวรี โดยเฉลี่ยยาว 8-16 ซ.ม. กว้าง 1-2 ซ.ม.	สีเหลืองสด ดอกเล็กมี 4 กลีบ ก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 2-10 ดอก	30-40 ซ.ม. และสูงขึ้นในช่วงออกฝัก 100-140 ซ.ม.	6-8 ซ.ม.
มัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน	ใบล่างสีเขียวแก่และมีสีม่วงแซม ขอบใบหยักโค้งถี่ ขนาดโดยเฉลี่ย ยาว 20-40 ซ.ม. กว้าง 10-15 ซ.ม.	ใบยาวรี ปลายแหลมมน โดยเฉลี่ยยาว 10-20 ซ.ม. กว้าง 1-2 ซ.ม.	สีเหลืองสด ดอกเล็กมี 4 กลีบ ก้านดอกมีดอกตั้งแต่ 4-10 ดอก	90-120 ซ.ม.	6-8 ซ.ม.

การปลูกขิงร่วมกับการปลูกมัสตาร์ด

การเจริญเติบโตของขิง

1. ความสูง (เซนติเมตร)

จากการศึกษา พบว่า ความสูงของลำต้นเหนือดินของขิงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ในทุกกรรมวิธี แต่ความสูงของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนปลูกขิงมีค่าสูงกว่าการปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร (control) ในขณะที่ความสูงของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกก่อนที่จะปลูกมัสตาร์ดแซมมีค่าต่ำกว่าการปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร (control) (ตารางที่ 8)

ตารางที่ 8 ความสูงของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	ความสูง (เซนติเมตร)
1. ปลูกขิงเพียงอย่างเดียวตามวิธีเกษตรกร (control)	37.70
2. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	39.40
3. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 แซมระหว่างต้น	33.20
4. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	40.10
5. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 แซมระหว่างต้น	36.40
6. ปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	37.90
7. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านแซมระหว่างต้น	35.80
F-test	ns
C.V. = 14.5%	

2. จำนวนกอ (กอ)

จากการศึกษา พบว่า จำนวนกอของลำต้นเหนือดินของขิงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยจำนวนกอของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนปลูกขิงมีค่าสูงกว่าการปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร (control) ในขณะที่จำนวนกอของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกก่อนที่จะปลูกมัสตาร์ดแซมมีค่าต่ำกว่าการปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร (control) (ตารางที่ 9)

ตารางที่ 9 จำนวนกอของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	จำนวนกอ (กอ)
1. ปลูกขิงเพียงอย่างเดียวตามวิธีเกษตรกร (control)	7.60
2. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	12.30
3. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 แซมระหว่างต้น	6.10
4. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	10.30
5. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 แซมระหว่างต้น	6.90
6. ปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	9.60
7. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านแซมระหว่างต้น	7.00
F-test	ns
C.V. = 59.2 %	

3. การเกิดโรคเหี่ยว (เปอร์เซ็นต์)

จากการศึกษา พบว่า การเกิดโรคเหี่ยวของขิงไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยการเกิดโรคเหี่ยวของขิงที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนปลูกขิงมีค่าต่ำกว่าการปลูกขิงตามวิธีการของเกษตรกร (control) ในทางเดียวกันการเกิดโรคเหี่ยวของ ขิงที่ปลูกก่อนที่จะปลูกมัสตาร์ดแซมมีค่าต่ำกว่าการปลูกขิงตามวิธีการของเกษตรกร (control) (ตารางที่ 10)

ตารางที่ 10 การเกิดโรคเหี่ยวของขิงที่ปลูกด้วยวิธีการที่แตกต่างกัน

กรรมวิธี	การเกิดโรค(%)
1. ปลูกขิงเพียงอย่างเดียวตามวิธีเกษตรกร (control)	65.00
2. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	38.38
3. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 71 แซมระหว่างต้น	43.80
4. ปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 ก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	33.80
5. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ด เบอร์ 77 แซมระหว่างต้น	57.50
6. ปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านก่อนปลูกขิงตามวิธีเกษตรกร	42.50
7. ปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดพื้นบ้านแซมระหว่างต้น	63.80
F-test	ns
C.V. = 53.8 %	

ในกรรมวิธีที่ปลูกขิงก่อนการปลูกมัสตาร์ดแซม (กรรมวิธีที่3 5 และ 7) จะปลูกขิงจนมีความสูงประมาณ30 เซนติเมตร จึงปลูกมัสตาร์ดเนื่องจากมัสตาร์ดมีการเจริญเติบโตเร็วและเก็บผลผลิตก่อนขิง ความสูงของต้นมัสตาร์ดอาจมีผลต่อการสังเคราะห์แสงของขิงได้ หว่านเมล็ดมัสตาร์ดปลูกแซมช่วงเดือนกรกฎาคม และทำการกลบหัวขิงเก็บผลการเจริญเติบโตและการเกิดโรคในช่วงเดือนสิงหาคม พบว่าขิงมีอัตราการเกิดโรคเหี่ยวสูงขึ้น เนื่องจากปริมาณน้ำฝนที่มีมากในเดือนกรกฎาคมเดือนกันยายนมีปริมาณ 140-170 มิลลิเมตร ทำให้ขิงและมัสตาร์ดตายเกิน80 เปอร์เซ็นต์

การเจริญเติบโตของขิงทั้งในด้านความสูงและจำนวนกอที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนที่จะปลูกขิงมีการเจริญเติบโตดีที่สุด และมีอัตราการเกิดโรคเหี่ยวลดลง ซึ่งอาจเป็นไปได้ว่ามัสตาร์ดเป็นพืชที่มีธาตุอาหารที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืชซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของNgouajio (2013) ที่พบว่า ความสูงและปริมาณผลผลิตของมะเขือที่ปลูกในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกมัสตาร์ดมีค่าสูงกว่าความสูงและปริมาณผลผลิตของมะเขือที่ปลูกในพื้นที่ที่ปกติ รวมทั้งยังพบว่าในมัสตาร์ดสามารถลดอัตราการเกิดโรคเหี่ยวในมะเขือได้ด้วย ซึ่งการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าการเจริญเติบโตของลำต้นเหนือดินของขิงที่ปลูกในพื้นที่ที่ผ่านการปลูกมัสตาร์ดก่อนที่จะปลูกขิงมีการเจริญเติบโตสูงสุดเมื่อเปรียบเทียบกับการปลูกขิงเพียงอย่างเดียวตามวิธีเกษตรกร และการปลูกขิงตามวิธีเกษตรกรก่อนจึงปลูกมัสตาร์ดแซม

การทดลองที่ 1.3 การใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมทางชีวภาพ เพื่อควบคุมแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก

1. ผลการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิง ด้วยผักตระกูลกะหล่ำในสภาพโรงเรือน

1.1 ประสิทธิภาพของผักตระกูลกะหล่ำชนิดต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรีย *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในดิน

ผลการสลายตัวของใบผักตระกูลกะหล่ำในระยะผสมเกสรอบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ IM#52 และ IM#80 เขียวใบ#71 ชุนฉ่าย#77 และขิ่ว#91 ในดิน silty clay (ชุดเชียงราย) ในที่มืดสภาพอุณหภูมิห้อง เปรียบเทียบกับกรรมวิธีการใช้ใบขิง และใบข้าวโพดอบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุม พบว่า (ตารางที่ 11) เขียวใบ#71 มีประสิทธิภาพสูงสุดในการยับยั้งการเจริญโคโลนีของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ได้ตั้งแต่ 14 วัน ภายหลังการทดลอง โดยประชากรเชื้อลดลงจนตรวจไม่พบในดิน รองลงมาได้แก่ IM#52 และ #80 กับขิ่ว #91 สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีแบคทีเรียได้ตั้งแต่ 42 วัน ภายหลังการทดลอง ส่วนชุนฉ่าย#77 ไม่สามารถควบคุมแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ในดิน ภายหลังการทดลอง 42 วัน

ตารางที่ 11 ผลการสลายตัวของใบผักตระกูลกะหล่ำจำนวน 5 สายพันธุ์ ใบขิง และใบข้าวโพดอบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ต่อการเจริญเติบโตของ*Rso* isolate 5003-2 ในสภาพโรงเรือน

Code/สายพันธุ์	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (หน่วยโคโลนี/ดินแห้ง 1 กรัม)				
	1 วัน	14 วัน	28 วัน	35 วัน	42 วัน
52/Indian mustard	$4.50x10^6$	-	$9.81x10^2$	$3.88x10^5$	-
71/เขียวใบ	$4.90x10^6$	-	-	-	-
77/ชุนฉ่าย	$1.37x10^7$	$1.07x10^7$	$1.21x10^7$	$1.01x10^6$	$2.40x10^5$
80/Indian mustard	$9.51x10^5$	$4.67x10^5$	$6.31x10^5$	$4.13x10^5$	-
91/ขิ่ว	$4.41x10^6$	$5.07x10^6$	$5.61x10^5$	$6.38x10^5$	-
ใบขิง	$4.58x10^7$	$6.41x10^7$	$4.84x10^7$	$1.61x10^7$	$8.87x10^6$
ใบข้าวโพด	$1.45x10^7$	$1.32x10^7$	$1.23x10^7$	$6.13x10^6$	$3.20x10^6$
ไม่ใส่วัตถุใดๆ (ชุดควบคุม)	$3.48x10^7$	$3.21x10^7$	$1.91x10^7$	$2.06x10^7$	$6.81x10^6$

1.2 ประสิทธิภาพของผักกาดเขียวใบ#71 อัตราส่วนต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรีย *Rso* สาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในดิน

การทดสอบ ประสิทธิภาพของผักกาดเขียวใบ#71 อัตราส่วนต่างๆ ในการควบคุมแบคทีเรีย *Rso* พบว่า (ตารางที่ 12) ผักกาดเขียวใบ#71 อัตรา 20.0 กรัม ต่อดินแห้ง 100 กรัม มีผลในการยับยั้งการเจริญโคโลนีของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* ในดินได้เร็วสุดและตรวจไม่พบเชื้อได้ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ในขณะที่ใบสดผักบุ้งจีน และการไม่ใส่วัตถุใดๆ พบว่าการใช้ใบผักบุ้งจีนสด มีผลในการยับยั้งการเจริญโคโลนีของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* ในดินได้เร็วและไม่พบเชื้อภายหลังการทดลอง 3 สัปดาห์ ส่วนการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุมที่ตรวจพบประชากรของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ดังกล่าว แปรปรวนอยู่ในช่วง $3.72 x10^5$ – $8.67x10^3$ หน่วยโคโลนี/ดินแห้ง 1 กรัม ภายหลังการทดลอง 2-8 สัปดาห์

ตารางที่ 12 ผลการสลายตัวของใบสดผักกาดเขียวใบ#71 อัตราส่วน 5.0, 10.0 และ 20.0 กรัมต่อดินแห้ง 100 กรัมต่อการเจริญเติบโตของ *Rso* isolate 5003-2 ในสภาพโรงเรือน

กรรมวิธี	ค่าเฉลี่ยปริมาณเชื้อ (หน่วยโคโลนี/ดินแห้ง 1 กรัม)						
	2 สัปดาห์	3 สัปดาห์	4 สัปดาห์	5 สัปดาห์	6 สัปดาห์	7 สัปดาห์	8 สัปดาห์
เขียวใบ#71 5.0 กรัม	$5.90x10^5$	$2.67x10^5$	$4.99x10^4$	$5.14x10^4$	$5.54x10^3$	$2.38x10^2$	0
เขียวใบ#71 10.0 กรัม	$1.01x10^6$	$2.54x10^5$	$1.90x10^4$	$5.14x10^3$	$2.44x10^3$	0	0
เขียวใบ#71 20.0 กรัม	$1.37x10^5$	$1.76x10^4$	$3.88x10^3$	$9.36x10^2$	0	0	0
ผักบุ้งจีน 20.0 กรัม	$5.46x10^4$	0	0	0	0	0	0
ไม่ใส่วัตถุใดๆ(ชุดควบคุม)	$3.72x10^5$	$2.92x10^5$	$1.76x10^5$	$5.43x10^4$	$7.41x10^4$	$9.26x10^3$	$8.67x10^3$

หมายเหตุ 0 = ตรวจไม่พบประชากรเชื้อ

1.3 ประสิทธิภาพของปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบในการควบคุมแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* ในดิน

ผลการสลายตัวของใบสดผักกาดเขียว#71 ระยะผสมเกสร อัตรา 100 กรัมต่อดินแห้ง 2,000 กรัม ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตโคโลนีของแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 ในดินที่บรรจุในถุงพลาสติกใสชนิด PP บ่มไว้ในสภาพอุณหภูมิห้อง และการไม่ใส่วัตถุใดๆ ในดินที่มีเชื้อเป็นชุดควบคุม พบว่า การใช้ผักกาดเขียวใบ#71 ภายหลังการทดลอง 9 สัปดาห์ ปรากฏว่าตรวจไม่พบแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* ดังกล่าวบนอาหารเลี้ยงเชื้อ SMART (ตารางที่ 13)

ตารางที่ 13 การมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ภายหลังการใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมทางชีวภาพ อัตรา 100 กรัมต่อดินแห้ง 2,000 กรัม ในสภาพโรงเรือน

กรรมวิธี	เวลาภายหลังการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียว (สัปดาห์)			
	6	7	8	9

คลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียว [1/]	+ [2/]	+	+	- [3/]
ชุดควบคุม	+	+	+	+

[1/] จากการทดลอง จำนวน 15 ซ้ำ, [2/] + เท่ากับตรวจพบเชื้อในดิน, [3/] - เท่ากับตรวจไม่พบเชื้อในดิน

การศึกษาใช้ต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้การเกิดโรคเหี่ยว พบว่า การใช้ใบสดผักกาดเขียว #71 เป็นสารรมทางชีวภาพสามารถควบคุมโรคเหี่ยวของขิงได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการปลูกต้นกล้าขิงในดินนาน 90 วัน เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ที่พบต้นกล้าขิงเป็นโรคเหี่ยวเพิ่มขึ้นเมื่อเวลามากขึ้น และพบโรคเหี่ยว 100 เปอร์เซ็นต์ เมื่อต้นกล้าขิงอายุ 90 วัน (ตารางที่ 14)

ตารางที่ 14 จำนวนต้นกล้าขิงที่อยู่รอดของแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ภายหลังการใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารรมทางชีวภาพ อัตรา 100 กรัมต่อดินแห้ง 2,000 กรัม

กรรมวิธี	เวลาภายหลังการปลูกพืชบ่งชี้ (วัน)					
	0	10	30	50	70	90
คลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียว	15	15	15	15	15	15
ชุดควบคุม(ติดเชื้อแบคทีเรีย *Rso*)	15	14	11	8	2	0

2. ผลการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงด้วยปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบในแปลงปลูก

ผลการใช้ใบผักกาดเขียวใบ #71 ในระยะผสมเกสรเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ อัตรา 5 กิโลกรัมต่อดิน พื้นที่ 1.0 ตารางเมตร ในวงท่อโลหะขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 75 เซนติเมตร ในการควบคุมแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ปลูกเชื้อด้วยสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 แต่ไม่ใส่วัตถุใดๆ พบว่า การใช้ผักกาดเขียวใบ #71 เป็นปุ๋ยพืชสดสามารถควบคุมโรคเหี่ยวของขิงได้ นาน 74 วัน คือ พบต้นขิงมีการรอดตาย จำนวน 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการย้ายปลูก 8 วัน และอัตราการรอดตายลดลงเรื่อย ๆ เหลือจำนวน 0 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังปลูก 76 วัน ในดินในวงท่อโลหะในสภาพแปลงปลูก เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่พบว่าต้นขิงแสดงการเป็นโรคเหี่ยว จำนวน 100 เปอร์เซ็นต์ ภายหลังการย้ายปลูก 24 วัน (ตารางที่ 15)

ตารางที่ 15 จำนวนต้นกล้าขิงที่อยู่รอดภายหลังการปลูกเป็นพืชทดสอบเป็นเวลา 76 วัน จากการใช้ผักกาดเขียวใบ#71เป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ (BF) ในการควบคุมโรคเหี่ยวของขิงในสภาพแปลงปลูก

กรรมวิธี	เวลาภายหลังการย้ายปลูก (วัน)										
	0	8	16	24	32	40	48	56	64	74	76
คลุกเคล้าด้วยผักกาดเขียวใบ#71	36	36	34	31	28	25	17	11	5	1	0
ชุดควบคุม	36	33	2	0	0	0	0	0	0	0	0

การศึกษาประสิทธิภาพของผักตระกูลกะหล่ำในการยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ในดินในสภาพโรงเรือนสอดคล้องกับการศึกษาการยับยั้งแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงด้วยพืชตระกูลกะหล่ำในห้องปฏิบัติการ ของสุรชาติ และคณะ (2553) ยกเว้นชุนฉ่าย #77 ที่ไม่สามารถควบคุมแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 ได้ภายหลังการบ่มนาน 42 วัน อย่างไรก็ตามระยะเวลาในการรมทางชีวภาพของใบสดของผักกาดเขียวใบ #71 ปรากฏว่าใช้เวลานานกว่าการใช้ใบแห้งที่อบด้วยพลังแสงอาทิตย์ ทั้งนี้อาจมีปัจจัยเรื่องความชื้นของดินเข้ามาเกี่ยวข้อง ซึ่งดินที่คลุกเคล้าด้วยใบแห้งอาจมีความชื้นน้อยกว่าการคลุกเคล้าด้วยใบสด จึงทำให้แบคทีเรียกลายพันธุ์บางส่วนตายไป

สำหรับการตรวจผลการมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 ภายหลังการใช้ใบสดผักกาดเขียวใบ #71 เป็นสารรมทางชีวภาพ ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ SMART พบว่าใช้ระยะเวลานานขึ้นกว่า

การใช้ใบสดผักกาดเขียวใบ #71 ในอัตราเดียวกันเพื่อยับยั้งการเจริญโคโลนีของแบคทีเรียกลายพันธุ์ *Rso* isolate 5003-2 เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ดังนั้นการใช้ใบสดผักกาดเขียวใบในระยะผสมเกสรเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ อัตรา 5 เปอร์เซ็นต์น้ำหนักต่อน้ำหนัก ในดิน silty clay ต้องใช้เวลาในการรมไม่น้อยกว่า 9 สัปดาห์ จึงจะมีประสิทธิภาพสูง สำหรับการศึกษาการใช้ใบสดผักกาดเขียวใบ#71 อัตรา 5 กิโลกรัมต่อดินพื้นที่ 1.0 ตารางเมตร ในวงท่อโลหะเพื่อควบคุมโรคเหี่ยวของขิงในสภาพแปลงปลูก จากการปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้ พบว่า การรมดินโดยวิธีชีวภาพแปลงปลูกสามารถชะลอการเกิดโรคเหี่ยวได้ ทั้งนี้การที่ต้นกล้าขิงเป็นโรคเหี่ยวในกรรมวิธีที่คลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใบ #71 อาจเป็นผลมาจากการไม่ได้เพิ่มความชื้นให้กับดินภายในวงท่อโลหะภายหลังการคลุมด้วยแผ่นพลาสติก PE ซึ่งความชื้นในดินมีผลอย่างมากต่อปฏิกิริยาไฮโดรไลซีสในการสลายตัวของสาร GSL เป็นสารระเหยประกอบได้ ITC และอีกประการหนึ่ง พบว่า แผ่นโลหะที่ทำเป็นวงฝังลงไปในดินเริ่มผุมีรอยรั่ว ทำให้แบคทีเรีย *Rso* ที่อยู่ในดินที่ติดเชื้อที่อยู่ข้างนอกวงท่อโลหะดังกล่าว เมื่อมีการขุดดินออกจากวงท่อโลหะเพื่อนำเอาใบสดผักกาดเขียวใบ #71 คลุกเคล้ากับดินในระดับความลึกต่างๆ กันปนเปื้อนเข้ามาตามรอยรั่วของวงโลหะดังกล่าวกับน้ำฝน นอกจากนี้เนื้อดิน (texture) ยังมีผลต่อประสิทธิภาพในการรมโดยวิธีชีวภาพ โดยดินร่วน/ดินร่วนปนทราย จะให้ผลดีกว่าดินเหนียว (Kirkegaard, 2000)

ปัจจุบันการรมฆ่าเชื้อในดินเกษตรกรใช้สาร metham sodium (Vapam) อย่างไรก็ตามสารเคมีมักมีราคาแพง มีผลกระทบต่อสุขภาพและสิ่งแวดล้อม ดังนั้นเกษตรกรจึงไม่นิยมใช้สารเคมีเพื่อควบคุมโรคเหี่ยวในสภาพแปลงปลูก สาร metham sodium เมื่อสลายตัวจะให้สารประกอบระเหยได้ ITCs เช่นเดียวกับการสลายตัวของสาร GSLs ที่พบในพืชตระกูลกะหล่ำ สารประกอบระเหยได้ ITCs ในพืชตระกูลกะหล่ำจึงจัดเป็น organic ITCs ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ปัจจุบันทั่วโลกจะมีการยกเลิกการใช้สารรมฆ่าเชื้อในดินที่เป็นสารเคมีชนิดต่างๆ จึงทำให้เกิดความสนใจหาวิธีทางเลือกในการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยว (Akiew *et al*., 1996; Arnault *et al*., 2004; Arthy *et al*., 2005; Paret *et al*., 2010; Terblanche and De Villiers; 1998)

การทดลองที่ 1.4 การอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวเพื่อกำจัดโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียของขิงในแปลงปลูก

1. ผลการวัดค่าอุณหภูมิของดิน

จากการวัดอุณหภูมิของดินที่ความลึก 20 เซนติเมตร จากระดับผิวดินของการทดลองในปี 2557 ในช่วงเวลาที่อากาศมีอุณหภูมิสูงที่สุดของวัน (13:00-15:00 นาฬิกา) โดย Tr1 วัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 6 กุมภาพันธ์-8 เมษายน 2557 มีค่าเฉลี่ยอุณหภูมิของดิน Tr1 อยู่ในช่วง 38.1-53.5°C จำนวน 38 วัน และ 49.4-53.5°C จำนวน 19 วัน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จากผิวดินอยู่ในช่วง 22.6-27.9 °C Tr2 และ Tr6 วัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 20 มีนาคม-25เมษายน 2557 พบว่าจำนวน 19 วัน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 38.5-60.7°C และมีอุณหภูมิช่วง 50.3-60.7 °C จำนวน 10 วัน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จากระดับดินผิวดินอยู่ในช่วง 24.4-31.1 °C และ Tr3 วัดอุณหภูมิระหว่างวันที่ 6 กุมภาพันธ์-25 เมษายน 2557 จำนวน 46 วัน มีอุณหภูมิอยู่ในช่วง 38.1-61.1 °C และมีอุณหภูมิ 49.2-61.1 °C จำนวน 25 วัน เปรียบเทียบกับอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จากผิวดินอยู่ในช่วง 22.6-31.1 °C (จากภาพผนวกที่ 3)

2. ผลการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงในดินสภาพแปลงปลูก

<u>ปี พ.ศ.2556</u>

ผลการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการใช้ผักกาดเขียวใบเป็นปุ๋ยพืชสดคลุกเคล้าดินเพื่อรมดินทางชีวภาพเป็นเวลา 9 สัปดาห์ แล้วจึงปลูกท่อนพันธุ์ขิงเป็นพืชบ่งชี้ การมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ในแปลง ปลูก เปรียบเทียบกับดินมีการติดเชื้อโรคเหี่ยวแล้วมีการกำจัดวัชพืชกับการไม่กำจัดวัชพืช ดินที่ปลอดโรค

เหี่ยวแล้วมีการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการไม่กำจัดวัชพืช ปรากฏว่า (ตารางที่ 16) ภายหลังปลูก 102 วัน พบการบำบัดดินก่อนปลูกขิงเป็นพืชบ่งชี้ทุกกรรมวิธี มีจำนวนต้นขิงเจริญเติบโตปกติและต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos check) อยู่ในช่วง 29.2-47.3 เปอร์เซ็นต์ และ52.7-70.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ที่มีจำนวนต้นขิงเจริญเติบโตปกติ และต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกเท่ากับ 292 และ 70.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ และ Tr7 (neg.check) ที่มีจำนวนต้นขิงเจริญเติบโตปกติ และต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกเท่ากับ 34.8 และ65.2 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภายหลังปลูก 135 วัน พบ Tr6 มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุด เท่ากับ 47.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) ที่มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตปกติ จำนวน 14.0 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ Tr3, Tr1, Tr2 และ Tr4 เท่ากับ 36.4, 28.4, 27.3 และ 20.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ พบ Tr1, Tr2, Tr3, Tr4 และ Tr6 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตจำนวน 36.4 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6 เท่ากับ 53.0 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) ที่มีต้นของเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวน 86.0 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวน 63.6 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังปลูก 186 วัน พบ Tr6 มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุด เท่ากับ 23.5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) ที่มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตปกติเท่ากับ 5.3 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตจำนวน 23.1 เปอร์เซ็นต์ และกรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6 เท่ากับ 76.5 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) ที่มีต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกเท่ากับ 98.7 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญกับ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก 76.9 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ของต้นขิงที่ปกติ เป็นโรคเหี่ยวและไม่งอก ที่ปลูกเป็นพืชบ่งชี้การมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 จากการอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการรมดินโดยวิธีชีวภาพในสภาพแปลงปลูก ปี 2556

กรรมวิธี	เวลาภายหลังปลูก (วัน)					
	102 วัน		135 วัน		186 วัน	
	ปกติ	เป็นโรคเหี่ยว+ไม่งอก	ปกติ	เป็นโรคเหี่ยว+ไม่งอก	ปกติ	เป็นโรคเหี่ยว+ไม่งอก
1. ดินติดเชื้อ+BF	46.6a	53.4a	28.4bc[1/]	71.6bc	6.8b	93.2b
2. ดินติดเชื้อ+SS	39.8ab	60.2ab	27.3bc	72.7bc	9.5b	90.5b
3. ดินติดเชื้อ+BF+SS	45.5a	54.5a	36.4ab	63.6ab	3.4b	96.6b
4. ดินติดเชื้อ+W	41.7ab	58.3ab	20.5bc	79.5bc	2.3b	97.7b
5. ดินติดเชื้อ+NW (pc)	29.2b	70.8b	14.0c	86.0c	5.3b	94.7b
6. ดินไม่มีเชื้อ+SS	47.3ab	52.7a	47.0a	53.0a	23.5a	76.5a
7. ดินไม่มีเชื้อ+NW(nc)	34.8ab	65.2ab	36.4ab	63.6ab	23.1a	76.9a
F-test	NS	NS	**	**	**	**
CV(%)	23.44	16.88	39.46	16.90	76.38	9.01

หมายเหตุ BF = Biofumigation (การรมโดยวิธีชีวภาพ), NW = Not-weeding (การไม่กำจัดวัชพืช)
SS = Soil solarization (การอบดินด้วยแสงอาทิตย์) และ W = Weeding (การกำจัดวัชพืช)
pc = positive check, nc = negative check
1/ = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ $P < 0.05$

ปี 2557

ผลการอบดินด้วยแสงอาทิตย์เป็นเวลา 6 สัปดาห์ และการใช้ผักกาดเขียวใบเป็นปุ๋ยพืชสดคลุกเคล้าดินเพื่อรมทางชีวภาพเป็นเวลา 9 สัปดาห์ ปลูกท่อนพันธุ์ขิงเป็นพืชบ่งชี้ เปรียบเทียบกับดินมีการติดเชื้อโรคเหี่ยวแล้วมีการกำจัดวัชพืช การไม่กำจัดวัชพืช กับดินที่ปลอดโรคเหี่ยวแล้วมีการอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการไม่กำจัดวัชพืช ผลปรากฏว่า (ตารางที่ 17) ภายหลังปลูกนาน 40 วัน พบ Tr3 มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 79.9 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่Tr6, Tr1 และ Tr2 เท่ากับ 78.1, 70.5 และ69.6 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และ Tr4 และ ที่มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 58.0 และ 55.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุดได้แก่Tr3 เท่ากับ 20.1 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวน 42.0 และ 34.8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภายหลังปลูก 50 วัน พบ Tr6 มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 80.8 เปอร์เซ็นต์ รองลงมาได้แก่ Tr3, Tr2, Tr1 และTr4 เท่ากับ 79.0, 78.6, 76.8 และ50.4 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และTr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตปกติจำนวน 54.9 และ 66.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6 เท่ากับ 19.2 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr4, Tr5 (pos.check) และ Tr7 (neg.check)

ภายหลังปลูก 60 วัน พบ Tr6, Tr3 และTr2 ต้นขิงมีเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 82.1, 78.1 และ76.3% ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr4, Tr5 (pos.check) และ Tr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 34.8, 38.8 และ 54.4 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6, Tr3 และTr2 เท่ากับ 17.9, 21.9 และ23.7 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr4, Tr5 (pos.check) และ Tr7 (neg.check)

ภายหลังปลูก 70 วัน พบ Tr6 และ Tr3 ต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 82.6 และ74.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และ Tr7(neg.check) ที่มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 25.9 และ54.9 เปอร์เซ็นต์ กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6 และTr3 เท่ากับ 17.4 และ25.9 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และTr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวน 74.1 และ45.1 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

ภายหลังปลูก 80 วัน พบ Tr6 ขิงมีเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 77.7 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และTr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงเจริญเติบโตปกติเท่ากับ 17.4 และ 50.9เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ยกเว้น Tr4 ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และ Tr1, Tr2 กับ Tr3 ที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr7 (neg.check) กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุด ได้แก่ Tr6 เท่ากับ 22.39 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับ Tr5 (pos.check) และTr7 (neg.check) ที่มีต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอก จำนวน 82.6 และ 41.9 เปอร์เซ็นต์

ภายหลังปลูก 90 วัน พบ Tr6 มีต้นขิงงอกเจริญเติบโตปกติจำนวนมากที่สุดเท่ากับ 72.3 เปอร์เซ็นต์ และมีความแตกต่างทางสถิติกับทุกกรรมวิธี ยกเว้น Tr3 กรรมวิธีที่ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกจำนวนน้อยที่สุด คือ Tr6 เท่ากับ 27.7 เปอร์เซ็นต์ แต่ไม่แตกต่างทางสถิติกับ Tr3 และพบว่ากรรมวิธีนอกเหนือจาก Tr6 และ Tr3 ต้นขิงเป็นโรคเหี่ยว+ท่อนพันธุ์ไม่งอกสูงกว่า 50 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 17 แสดงเปอร์เซ็นต์ของต้นขิงที่ปกติ เป็นโรคเหี่ยวและไม่งอก ที่ปลูกเป็นพืชบ่งชี้การมีชีวิตอยู่รอดของแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 จากการอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการรมดินโดยวิธีชีวภาพในสภาพแปลงปลูก ปี 2557

กรรมวิธี	เวลาภายหลังปลูก (วัน)											
	40 วัน		50 วัน		60 วัน		70 วัน		80 วัน		90 วัน	
	ปกติ	โรคเหี่ยว +ไม่งอก	ปกติ	โรคเหี่ยว +ไม่งอก	ปกติ	โรคเหี่ยว +ไม่งอก	ปกติ	โรคเหี่ยว + ไม่งอก	ปกติ	โรคเหี่ยว + ไม่งอก	ปกติ	โรคเหี่ยว + ไม่งอก
1. ดินติดเชื้อ +BF	70.5abc[1/]	29.5abc	76.8ab	23.2ab	72.3ab	27.7ab	68.7ab	31.3ab	58.0ab	42.0ab	40.6b	59.4b
2. ดินติดเชื้อ +SS	69.6bc	30.4a	78.6ab	21.4ab	76.3a	23.7a	72.3ab	27.7ab	64.3ab	35.7ab	46.9b	53.1b
3. ดินติดเชื้อ +BF+SS	79.9a	20.1a	79.0ab	21.0ab	78.1a	21.9a	74.1a	25.9a	63.4ab	36.6ab	52.2ab	47.8ab
4. ดินติดเชื้อ +W	55.4d	44.6d	50.4d	49.6d	34.8c	65.5c	34.4c	65.6c	18.3c	81.7c	11.6c	88.4c
5. ดินติดเชื้อ +NW (PC)	58.0d	42.0d	54.9cd	45.1cd	38.8c	61.2c	25.9c	74.1c	17.4c	82.6c	10.3c	89.7c
6. ดินไม่มีเชื้อ +SS	78.1ab	21.9ab	80.8a	19.2a	82.1a	17.9a	82.6a	17.4a	77.7a	22.3a	72.3a	27.7a
7. ดินไม่มีเชื้อ +NW (NC)	65.2cd	34.8cd	66.1bc	33.9bc	59.4b	40.6b	54.9b	45.1b	50.9b	41.9b	43.3b	56.7b
F-test	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**	**
CV (%)	9.87	21.08	13.65	31.12	16.11	27.60	20.36	29.29	28.57	28.57	37.94	24.88

หมายเหตุ BF = Biofumigation (การรมโดยวิธีชีวภาพ), NW = Not-weeding (การไม่กำจัดวัชพืช), PC=Positive Check
SS = Soil solarization (การอบดินด้วยแสงอาทิตย์) และ W = Weeding (การกำจัดวัชพืช), NC= Negative Check
1/ = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันจะไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยวิธี DMRT ที่ $P < 0.05$
* = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
** = มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
ns = ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การอบดินด้วยแสงอาทิตย์เป็นขบวนการฆ่าเชื้อ (pasteurization) วิธีหนึ่งโดยอาศัยพลังแสงอาทิตย์ไปทำให้ดินเกิดความร้อน และทำให้เชื้อโรคในดินตาย อย่างไรก็ตามมีรายงานการศึกษาการใช้ความร้อนชื้นเพื่อกำจัดแบคทีเรีย *Rso* ในท่อนพันธุ์ขิงโดยใช้อุณหภูมิ 49-50 °C นาน 30-60 นาที (Tsang and Shirtaku, 1998) ซึ่งประเทศไทยมีสภาพอากาศที่เหมาะสมที่จะนำพลังแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์จึงมีแนวความคิดที่จะใช้ความร้อนชื้นจากวิธีการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ เพื่อกำจัดโรคเหี่ยวของขิงในดิน การนำวิธีการคลุมแปลงด้วยแผ่นพลาสติก PE กับการรมดินโดยวิธีชีวภาพ และการให้น้ำระหว่างการทดลองทั้งการอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการรมดินโดยวิธีชีวภาพ มีส่วนช่วยให้การทดลองมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ที่เห็นได้จากผลการวัดอุณหภูมิของดินที่ความลึก 20 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน พบว่า อุณหภูมิของดินที่สูงขึ้นจนถึงระดับที่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย *Rso* ได้ โดยมีจำนวนต้นขิงที่ปลูกเป็นพืชบ่งชี้จากการทดลองอบดินด้วยแสงอาทิตย์ การรมดินโดยวิธีชีวภาพ และการใช้ทั้งสองวิธีร่วมกัน ที่แสดงอาการปกติมีจำนวนต้นมากกว่า และมีความแตกต่างกันทางสถิติกับชุดควบคุม (ดินติดเชื้อและไม่มีการกำจัดวัชพืช) นับเป็นการยืนยันว่าการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการรมดินโดยวิธีชีวภาพเป็นวิธีการที่ได้ผลสามารถนำไปปฏิบัติได้ ควรปฏิบัติต่อเนื่องเป็นเวลาอย่างน้อย 2-3 ปี

การทดลองที่ 1.5 การสำรวจรวบรวมและจัดการแมลงศัตรูขิง

การการสำรวจแมลงในแหล่งปลูกขิง แหล่งรับซื้อ และสัมภาษณ์เกษตรกรและผู้ประกอบการรับซื้อในแหล่งปลูกขิงจังหวัดเลย เพชรบูรณ์ เชียงใหม่ และเชียงราย ในเรื่องปัญหาแมลงศัตรูขิงที่เข้าทำลายในแปลงขิงนั้น โดยส่วนใหญ่ปัญหาในเรื่องของแมลงในแปลงปลูกจะพบไม่มาก เกษตรกรยังไม่ให้ความสำคัญในเรื่องของแมลงที่เข้าทำลาย ถ้าไม่พบการเข้าทำลายที่ทำให้ผลผลิตเสียหาย หรือเห็นอย่างเด่นชัด และเกษตรกรมีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดแมลงในแปลงปลูกน้อยมาก ปัญหาที่เกษตรกรผู้ปลูกขิงส่วนใหญ่พบว่าเป็นปัญหาใหญ่ในการปลูกขิง คือปัญหาของโรคเหี่ยวขิง ที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solonacearum* ซึ่งพบทำความเสียหายให้กับเกษตรกรผู้ปลูกขิงเป็นอย่างมาก

แมลงศัตรูที่พบเข้าทำลายขิงที่สำรวจพบในแปลงปลูก พบว่า แมลงที่เข้าทำลายขิง คือ หนอนกระทู้ผัก (common cutworm; *Spodoptera litura*) เข้าทำลายกัดกินใบขิง หนอนม้วนใบ (skipper butterfly) มีการทำลายโดยนำใบขิงมาม้วนเป็นกรวยและตัวหนอนกัดกินอยู่ภายในกรวย หนอนเจาะยอดและลำต้น (shoot and stem borer; *Conogethes punctiferalis*) เจาะเข้าทำลายในส่วนของยอดอ่อน และลำต้นขิง โดยเข้าไปกัดกินยอด และลำต้นทำให้ต้นขิงแห้งตายได้ เพลี้ยไฟ (thrips) เพลี้ยแป้ง (mealy bug) เพลี้ยอ่อน (aphid) และไร (mite) เข้าทำลายดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบขิง นอกจากนี้แมลงที่พบเข้าทำลายแง่งขิงที่โผล่พ้นดิน คือ เพลี้ยแป้ง และเพลี้ยหอย (scale insect)

นอกจากนี้ในช่วงปลายปี 2556 พบว่าเกษตรกรใน อำเภอแม่สรวย จังหวัดเชียงรายพบหนอนด้วง (ยังไม่ทราบชนิด) เข้าทำลายกัดกินภายแง่งขิง ทำให้ขิงเกิดความเสียหายและด้อยคุณภาพ

ส่วนการสำรวจและสัมภาษณ์ผู้ประกอบการรับซื้อขิง ตามแหล่งรับซื้อขิงในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ เลย และเชียงรายนั้น พบว่า พบเพลี้ยหอย และเพลี้ยแป้ง ติดอยู่บนแง่งขิง ซึ่งผู้รับซื้อจะทำการล้างโดยจะใช้การฉีดด้วยเครื่องฉีดน้ำที่มีแรงดันสูงเพื่อล้างดินและแมลงที่ติดอยู่ที่แง่งขิง และใช้แรงงานคนในการขัด และตกแต่งแง่งขัดเพื่อเอาแมลงที่ติดตามแง่งขิงออกอีกทางหนึ่ง นอกจากนี้ยังพบหนอนแมลงวัน (rhizome fly) เข้าทำลายแง่งขิง ทำให้แง่งขิงเสียหาย (ตารางที่ 1 8) และจากการสำรวจที่แหล่งรับซื้อที่จังหวัดเชียงราย พบว่าผู้รับซื้อจะพบปัญหาไส้เดือนฝอยเข้าทำลายแง่งขิง ซึ่งติดมาจากแหล่งปลูกซึ่งเป็นปัญหากับคุณภาพของขิงที่จะส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศ

การใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงศัตรูขิง พบว่า ในปี 2556 เกษตรกรผู้ปลูกขิงในเขต อำเภอเขาค้อ จังหวัดเพชรบูรณ์ มีการใช้สารฟูราดาน รองก้นหลุมก่อนทำการปลูกขิง เพื่อป้องกันปัญหาแมลงเข้าทำลายหัวพันธุ์ขิงในดิน และแมลงศัตรูขิงหลังจากขิงงอก ส่วนผู้รับซื้อในทุกเขตจะปฏิเสธไม่มีการใช้สารกำจัดแมลงและมีการสร้างโดยใช้น้ำฉีดล้างและใช้แรงงานคนในการขัด และตัดแต่งส่วนของแง่งขิงที่มีปัญหาออกจึงไม่จำเป็นต้องใช้สารกำจัดแมลง (ภาพที่ 2)

ภาพที่ 2 การล้างและตัดแต่งแง่งขิงที่จุดรับซื้อ

จากการสำรวจแมลงที่พบเข้าทำลายขิงในเขตจังหวัดเพชรบูรณ์ เลย และเชียงราย พบแมลงหลายชนิดมีการรายงานว่าเป็นแมลงศัตรูที่สำคัญ (Major pest) ที่พบเข้าทำลายขิงในประเทศอินเดีย คือ หนอนเจาะยอดและเจาะลำต้นขิง *Conogethes punctiferalis*, เพลี้ยหอย (Abdulla et al, 1991 and Azad Thakur et al., 2012) นอกจากนี้ *C. punctiferalis* ยังมีรายงานว่าเป็นแมลงศัตรูขิงที่สำคัญที่พบระบาดทำความเสียหายในแหล่งปลูกขิงในเขตเอเชีย แอฟริกา อเมริกาเหนือ อเมริกาใต้ และออสเตรเลีย (Devasabaryam and Koya, 2005)

ตารางที่ 18 รายชื่อแมลงที่พบเข้าทำลายขิงในเขต จังหวัดเพชรบูรณ์ เลย และเชียงราย

ชนิดแมลง	ชื่อสามัญ	การทำลาย
แปลงปลูก		
หนอนกระทู้ผัก	common cutworm	กัดกินใบ
หนอนม้วนใบ (ภาพที่ 3)	skipper butterfly	ม้วนใบเป็นกรวยกัดกินอยู่ภายใน
หนอนเจาะยอดและลำต้น (ภาพที่ 4)	shoot and stem borer	เจาะยอดและลำต้นกัดกินอยู่ภายใน
เพลี้ยไฟ	thrip	ดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ
เพลี้ยอ่อน	aphid	ดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบ
เพลี้ยหอย (ภาพที่ 5 ก)	rhizome scale	ดูดกินน้ำเลี้ยงแง่งขิง
เพลี้ยแป้ง (ภาพที่ 5 ข)	mealy bug	ดูดกินน้ำเลี้ยงบริเวณใบและแง่งขิง
หนอนด้วง(ยังไม่ทราบชนิด) (ภาพที่ 6)	-	เจาะแง่งกัดกินอยู่ภายในแง่งขิง
แหล่งรับซื้อ		
เพลี้ยแป้ง	mealy bug	ดูดกินน้ำเลี้ยงแง่งขิง
เพลี้ยหอย	rhizome scale	ดูดกินน้ำเลี้ยงแง่งขิง
หนอนแมลงวัน	rhizome maggot	กัดกินแง่งขิงทำให้แง่งขิงเน่าเละ

ภาพที่ 3 หนอน ลักษณะการทำลาย ดักแด้ และตัวเต็มวัย Skipper butterfly

ภาพที่ 4 ดักแด้ และตัวเต็มวัย หนอนเจาะยอดและลำต้น *Conogethes punctiferalis*

ภาพที่ 5 เพลี้ยหอย Rhizome scale (ก), เพลี้ยแป้ง mealy bug (ข)

ภาพที่ 6 หนอนด้วงทำลายแง่งขิง (ยังไม่ทราบชนิด)

การทดลองที่ 1.6 ศึกษาการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดหัวขิง

ปริมาณธาตุอาหารในดินก่อนและหลังการทดลอง ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดลองปี 2554 พบว่า ดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง 5.9 ปริมาณอินทรียวัตถุ 3.95 % ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ 14 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และโพแทสเซียมที่สกัดได้ 296 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนผลวิเคราะห์ดินหลังปลูกทั้ง 2 ฤดู ดินมีความเป็นกรดเป็นด่าง 4.9 และ 6.1 ปริมาณอินทรียวัตถุ 2.19 และ 2.96 % ปริมาณฟอสฟอรัส 22 และ 28 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ส่วนโพแทสเซี่ยมพบในดิน 270 และ 276 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 1 9)

ตารางที่ 19 ผลวิเคราะห์ดินก่อนทดลองและหลังเก็บเกี่ยว ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2554-2556

ปี	ความเป็นกรดเป็นด่าง	อินทรีย์วัตถุ (%)	ฟอสฟอรัสที่เป็นประโยชน์ (มก/กก)	โพแทสเซียมที่สกัดได้ (มก/กก)
ก่อนปลูกปี 2554	5.9	3.95	14	296
หลังเก็บเกี่ยว ปี 2555	4.9	2.19	22	270
หลังเก็บเกี่ยว ปี 2556	6.1	2.96	28	276

ผลของปุ๋ยต่อผลผลิตและขนาดหัวขิง

ปี 2554/2555 ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่3 ใส่ปุ๋ยที่มีสัดส่วนของ N:P_2O_5:K_2O 5:1:9 อัตรา 27.5 5.5 และ 50 กิโลกรัมของ N P_2O_5 K_2O ต่อไร่ (ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 6012 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่) ให้ผลผลิตขิงสูงสุด 8,947 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักหัวเฉลี่ยต่อหลุม 683.9 กรัม การใส่ปุ๋ยเกษตรกรให้ผลผลิตรองลงมา คือ 8,097 กิโลกรัมค่อไร่ น้ำหนักเหง้าเฉลี่ย 654.3 กรัม ไม่แตกต่างกันทางสถิติกับกรรมวิธีอื่นๆ (ตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลผลิตและคุณภาพหัวขิงเมื่อได้รับปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2554/2555

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	จำนวนหัวเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อย	เปอร์เซ็นต์หัวใหญ่กว่า 250 กรัม	น้ำหนักเหง้าเฉลี่ยต่อหลุม (กรัม)
1. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50	7,109	96 b [1/]	87.7	658.9

อัตรา 120, 24, 200 กิโลกรัม/ไร่				
2. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 90, 18, 150 กิโลกรัม/ไร่	7,557	95 b	88.7	656.5
3. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 60, 12, 100 กิโลกรัม/ไร่	8,947	119 a	89.3	683.9
4. 13-13-21, 0-10-30 อัตรา 200, 200 กิโลกรัม/ไร่	8,097	106 ab	89.8	654.3
F-test	ns	*	ns	ns
CV(%)	18.7	12.3	8.1	11.9

1/ ค่าเฉลี่ยที่ตามด้วยอักษรที่เหมือนกันในแนวตั้งไม่มีความแตกต่างทางสถิติโดยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทน การใส่ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 3 ตามอัตราข้างต้นมีต้นทุนค่าปุ๋ยเท่ากับ 3,809 บาทต่อไร่ ในขณะที่ปุ๋ยเกษตรกรมีต้นทุนค่าปุ๋ย 7,042 บาทต่อไร่ เมื่อเปรียบเทียบราคาขายผลผลิตและผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแล้วพบว่าการใส่ปุ๋ยกรรมวิธีที่ 3 มีผลตอบแทนมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกรถึง 20,233 บาทต่อไร่ ต้นทุนค่าปุ๋ยต่ำกว่าปุ๋ยเกษตรกร 3,033 บาทต่อไร่ หรือเกษตรกรสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลงได้ 46% (ตารางที่ 21)

ตารางที่ 21 ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยอัตราต่าง ๆ ปี 2554/55

กรรมวิธี	ผลผลิต (กก./ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุนค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	ผลต่างจากกรรมวิธีที่ 4 (บาท/ไร่)
1. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 120, 24, 200 กิโลกรัม/ไร่	7,109	142,180	7,618	134,562	-20,336
2. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 90, 18, 150 กิโลกรัม/ไร่	7,557	151,140	5,714	145,426	-9,472
3. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 60, 12, 100 กิโลกรัม/ไร่	8,947	178,940	3,809	175,131	+20,233
4. 13-13-21, 0-10-30 อัตรา 200, 200 กิโลกรัม/ไร่	8,097	161,940	7,042	154,898	-

ราคาเหง้าขิง 20 บาท/กิโลกรัม

ปี 2555/2556 ผลการทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 3 การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60, 12 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตขิงสูงสุด 6,904 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักเหง้าเฉลี่ย 808 กรัมสูงกว่าการใส่ปุ๋ยอื่นๆ (ตารางที่ 22) และได้ผลตอบแทนหลังหักต้นทุนค่าปุ๋ยแล้วมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกรถึง 13,103 บาทต่อไร่ (ตารางที่ 23)

ตารางที่ 22 ผลผลิตและคุณภาพหัวขิงเมื่อได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2555/2556

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	จำนวนหัวเก็บเกี่ยวต่อแปลงย่อย	เปอร์เซ็นต์หัวใหญ่กว่า250 กรัม	น้ำหนักเหง้าเฉลี่ยต่อหลุม(กรัม)

1. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 120 24 200 กิโลกรัม/ไร่	5,713 b[1/]	63	84.0	736.4
2. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 90 18 150 กิโลกรัม/ไร่	5,655 b	59	87.7	747.4
3. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 60 12 100 กิโลกรัม/ไร่	6,904 a	66	86.4	808.0
4. 13-13-21, 0-10-30 อัตรา 200 200 กิโลกรัม/ไร่	5,494 b	57	88.2	738.3
F-test	*	ns	ns	ns
CV (%)	13.8	14.4	8.1	11.3

[1/] ตัวเลขที่ตามด้วยตัวอักษรเหมือนกันในแนวตั้งไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT

* แตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดย DMRT

ns ไม่แตกต่างทางสถิติ

ตารางที่ 23 ต้นทุนค่าปุ๋ยและผลตอบแทนจากการใช้ปุ๋ยอัตราต่างๆ ของขิงที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ปี 2555/2556

กรรมวิธี	ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	ราคาขาย (บาท/ไร่)	ต้นทุนค่าปุ๋ย (บาท/ไร่)	ผลตอบแทน (บาท/ไร่)	ผลต่างจากกรรมวิธีที่ 4 (บาท/ไร่)
1. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 120 24 200 กิโลกรัม/ไร่	5,713	39,991	7,618	32,373	957
2. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 90 18 150 กิโลกรัม/ไร่	5,655	39,585	5,714	33,871	2,455
3. 46-0-0, 0-46-0, 0-0-50 อัตรา 60 12 100 กิโลกรัม/ไร่	6,904	48,328	3,809	44,519	13,103
4. 13-13-21, 0-10-30 อัตรา 200 200 กิโลกรัม/ไร่	5,494	38,458	7,042	31,416	-

ราคาขิงปี 2556 = 7 บาท/กิโลกรัม

การทดลองที่ 1.7 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง

การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงเริ่มดำเนินการทดลองในเดือนกุมภาพันธ์ สภาพหัวพันธุ์สมบูรณ์ (ใช้น้ำหนักเฉลี่ย 3 กิโลกรัม) หรือคิดเป็น 100 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักขิงก่อนเก็บรักษา เมื่อนำหัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาตามมาตรวจเช็คหลังการเป็นรักษาในระยะเวลาต่าง ๆ พบว่า (ตารางที่ 24)

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 1 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมีนาคม พบว่า ลักษณะ หัวพันธุ์สมบูรณ์ ตาที่แง่งเริ่มนูนมีสีเขียวรอบตายอด มียอดอ่อนงอกบ้าง น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงเฉลี่ย 2.97 2.90 และ 2.87 กิโลกรัม น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลง 1.00 3.33 และ 14.33 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 2 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนเมษายน พบว่า ลักษณะหัวพันธุ์สมบูรณ์ ตาที่แง่งเริ่มนูนมีสีเขียวรอบตายอด เริ่มมียอดอ่อนงอก น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงเฉลี่ย 2.88 2.83 และ 2.85 กิโลกรัม น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลง 4.00 5.67 และ 5.00 เปอร์เซ็นต์ ในปี 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 3 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนพฤษภาคม พบว่า ลักษณะหัวพันธุ์เหี่ยว ตาที่แง่งนูนมีสีเขียวรอบตายอด มียอดอ่อนงอก น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงเฉลี่ย 2.84 2.80 และ 2.82 กิโลกรัม น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลง 5.44 6.67 และ 6.00 เปอร์เซ็นต์ในปี 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 4 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนมิถุนายน พบว่า ลักษณะหัวพันธุ์เหี่ยว ตาที่แง่งนูนมีสีเขียวรอบตายอด มียอดอ่อนงอก น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงเฉลี่ย 2.80 2.77 และ 2.78 กิโลกรัม น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลง 6.67 7.67 และ 7.33 เปอร์เซ็นต์ในปี 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 5 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนกรกฎาคม พบว่า ลักษณะหัวพันธุ์เหี่ยว ตาที่แง่งนูนเล็กน้อยมีสีเขียวรอบตายอด มียอดอ่อนงอก น้ำหนักหัวพันธุ์ขิง เฉลี่ย 2.70 2.53 และ 2.55 กิโลกรัม ตามลำดับ น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลงประมาณ 10.00 15.67 15.00 เปอร์เซ็นต์ในปี 2556 2557 และ 2558

หัวพันธุ์ขิงที่มีอายุการเก็บรักษา 6 เดือน หรือตั้งแต่เดือนกุมภาพันธ์ ถึงเดือนสิงหาคม พบว่า ลักษณะ หัวพันธุ์เหี่ยว ตาที่แง่งนูนมากขึ้นมีสีเขียวรอบตายอด มียอดอ่อนงอก น้ำหนักหัวพันธุ์ขิงเฉลี่ย 2.53 2.42 และ 2.40 กิโลกรัม และน้ำหนักหัวพันธุ์ขิงลดลง 15.67 19.00 และ 20.00 เปอร์เซ็นต์ปี 2556 2557 และ 2558 ตามลำดับ

ตารางที่ 24 น้ำหนักเฉลี่ยและเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักของขิงที่เก็บรักษาในระยะเวลาต่างๆ ปี 2556-2558

ระยะเวลาการเก็บรักษา	2556		2557		2558	
	น้ำหนักขิง(กก)	%สูญเสีย นน	น้ำหนักขิง (กก)	%สูญเสีย นน	น้ำหนักขิง(กก)	%สูญเสีย นน
เริ่มการทดสอบ (กุมภาพันธ์)	3.00	0.00	3.00	0.00	3.00	0.00
หลังเก็บ 1 เดือน (มีนาคม)	2.97	1.00	2.90	3.33	2.87	14.33
หลังเก็บ 2 เดือน (เมษายน)	2.88	4.00	2.83	5.67	2.85	5.00
หลังเก็บ 3 เดือน (พฤษภาคม)	2.84	5.33	2.80	6.67	2.82	6.00
หลังเก็บ 4 เดือน (มิถุนายน)	2.80	6.67	2.77	7.67	2.78	7.33
หลังเก็บ 5 เดือน (กรกฎาคม)	2.70	10.00	2.53	15.67	2.55	15.00
หลังเก็บ 6 เดือน (สิงหาคม)	2.53	15.67	2.42	19.33	2.40	20.00

เมื่อนำหัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาตามกรรมวิธีต่างๆ เพื่อดูเปอร์เซ็นต์ความงอก (ตารางที่ 25) พบว่า หัวพันธุ์ขิงที่เก็บรักษาไว้ 1 เดือน หัวพันธุ์ขิงมีความงอกเฉลี่ย 95 92 90 เปอร์เซ็นต์ในกรรมวิธีที่ 4 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 3 พบหัวพันธุ์ขิงงอก 81 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเก็บรักษาไว้ 2 เดือน หัวพันธุ์ขิงมีความงอกเฉลี่ย 95 90 84 เปอร์เซ็นต์ ในกรรมวิธีที่ 4 2 และ 3 ตามลำกับ ส่วนกรรมวิธีที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด คือ 75 เปอร์เซ็นต์ หลังการเก็บรักษา 3 เดือน การงอกของหัวพันธุ์ขิงกรรมวิธีที่ 4 มีการงอก 90 เปอร์เซ็นต์รองลงมาคือ กรรมวิธีที่ 1 คือ 80 เปอร์เซ็นต์ ส่วนกรรมวิธีที่ 2 และ 3 มีการงอกเท่ากันคือ 70 เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวพันธุ์ขิงที่มีการเก็บรักษาหัวพันธุ์ตั้งแต่ 4 เดือน ขึ้นไปในทุกกรรมวิธี พบว่า หัวพันธุ์มีลักษณะอ่อนนิ่มเหี่ยวฝ่อ เปลือกด้านนอกสีดำคล้ำด้านในเน่าเละบางหัวพันธุ์มียอดที่งอกออกมา เมื่อนำมาปลูกในแปลงจะชะงักการเจริญเติบโต มีความงอกเฉลี่ยเป็น 0 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 25 เปอร์เซ็นต์การงอกเฉลี่ยของขิง ที่เก็บรักษาตามกรรมวิธีต่าง ๆ ปี 2556-2558

กรรมวิธี	การงอกเฉลี่ยของขิงหลังเก็บรักษา(%)					
	1 เดือน	2 เดือน	3 เดือน	4 เดือน	5 เดือน	6 เดือน
1. ใช้แกลบดำรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 ซม	92.0	75.0	80.0	0.0	0.0	0.0
2. ใช้ขุยมะพร้าวรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 ซม	90.0	90.0	70.0	0.0	0.0	0.0
3. ใช้ทรายรองพื้นและคลุมด้านบนหนา 5 ซม	81.0	84.0	70.0	0.0	0.0	0.0
4. ไม่มีวัสดุคลุม	95.0	95.0	90.0	0.0	0.0	0.0

เมื่อวัดอุณหภูมิและความชื้นในชั้นของกรรมวิธีต่างๆ ในเดือนมีนาคม-เดือนเมษายน (ตารางที่ 26) พบว่า อุณหภูมิในโรงเรือนที่เก็บรักษากรรมวิธีที่1 เฉลี่ยเท่ากับ 28.1 องศาเซลเซียส กรรมวิธีที่2 และ 3 เฉลี่ยเท่ากับ 28.2 องศาเซลเซียส กรรมวิธีที่4 เฉลี่ย เท่ากับ 28.0 องศาเซลเซียส ซึ่งทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน ส่วนความชื้นพบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน คือ มีความชื้นเฉลี่ย 70.4 70.0 69.8 และ 71.0 เปอร์เซ็นต์ ในกรรมวิธีที่ 1 2 3 และ 4 ตามลำดับ

ส่วนอุณหภูมิในชั้นของกรรมวิธีต่างๆ ในเดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม พบว่าทุกกรรมวิธีไม่มีความแตกต่างกัน อุณหภูมิในโรงเรือนที่เก็บรักษา เฉลี่ยเท่ากับ29.0 28.9 องศาเซลเซียสในกรรมวิธีที่ 1 และ 2 ตามลำดับ ส่วนกรรมวิธีที่ 3 และกรรมวิธีที่ 4 เฉลี่ยเท่ากับ 27.6 องศาเซลเซียส ด้านความชื้นในเดือนเมษายน-เดือนพฤษภาคม พบว่าความชื้นเฉลี่ยในชั้นที่เก็บรักษากรรมวิธีที่1 เท่ากับ70.8 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกับกรรมวิธีที่2 3 และ 4 ที่มีความชื้นในชั้นเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง เท่ากับ70.3 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่26)

ตารางที่ 26 อุณหภูมิและความชื้นในโรงเรือนที่เก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง ระหว่างเดือน มีนาคม-พฤษภาคม 2558

กรรมวิธี	มีค.-เมย.		เมย.-พ.ค	
	อุณหภูมิ(ºC)	ความชื้น(%)	อุณหภูมิ(ºC)	ความชื้น(%)
1.ใช้แกลบดำรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 ซม	28.1	70.4	29.0	70.8
2.ใช้ขุยมะพร้าวรองพื้นและคลุมด้านบน หนา 5 ซม	28.2	70.0	28.9	70.3
3.ใช้ทรายรองพื้นและคลุมด้านบนหนา 5 ซม	28.2	69.8	27.6	70.3
4.ไม่มีวัสดุคลุม	28.0	71.0	27.6	70.3

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า การเก็บหัวพันธุ์ขิง โดยไม่มีวัสดุคลุม มีการงอกสูงกว่า กรรมวิธีอื่นๆ คือมีความงอกลูง ถึง 95 เปอรเซ็นต์ หลังเก็บรักษา2 เดือน และลดลงเหลือ90 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บ 3 เดือน หลังจากการเก็บ4 เดือน ขึ้นไป จะพบว่าทุกกรรมวิธี ขิงจะไม่มีการงอก ไม่สามารถนำไปปลูกได้ ดังนั้นการงอกของขิงน่าจะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง ซึ่งช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงหรือช่วงเวลาการพักตัวของหัวพันธุ์ขิง อยู่ในช่วงระยะ1-3 เดือนก่อนปลูก ซึ่งปกติเกษตรกรจะเก็บหัวพันธุ์ขิงแก่ในเดือนกุมภาพันธ์ แล้วนำหัวพันธุ์ขึ้นมาพักไว้ที่ใต้ถุนบ้านที่โล่งมีลมโกรก โดยวางหัวพันธุ์ขิงเรียงซ้อนกันขึ้นเป็นชั้นๆ สูงประมาณ 1 เมตร คลุมด้านข้างด้วยตาข่ายพรางแสง พักไว้ประมาณ1 เดือน โดยไม่ให้โดนความชื้น ก่อนนำมาปลูกเพื่อรอฝนในเดือนมีนาคมของทุกปี ซึ่งกรรมวิธีของเกษตรที่ทำกันนี้ถือเป็นกรรมวิธีที่เหมาะสมสำหรับการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง สำหรับการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงโดยใช้วัสดุคลุม เกษตรกรสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ตามความสะดวกและความเหมาะสม เช่น อาจทำชั้นไม้รองพื้นก่อนวางขิงเรียงเป็นชั้นและคลุมหัวพันธุ์ด้วยวัสดุขุยมะพร้าว แกลบดำหรือทรายก็ได้ เพื่อเป็นการป้องกันและเก็บรักษาความชื้นของหัวพันธุ์ขิงก่อนนำไปปลูก

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การจัดการโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *R. solanacearum* แบบผสมผสาน เปรียบเทียบกับวิธีการที่เกษตรกรใช้ในการปลูกขิงแบบปกติทั่วไป พบว่าการปลูกซ้ำที่เดิมติดต่อกันเป็นเวลา 3 ปี การเกิดโรคเหี่ยวของทั้ง 2 แปลงเพิ่มมากขึ้น แต่แปลงที่ใช้วิธีผสมผสานยังสามารถเก็บผลผลิตได้แม้ในการปลูกปีที่3 สามารถเก็บผลผลิตได้ 960 กิโลกรัมต่อไร่ ขิงเป็นโรคเหี่ยว 60 เปอร์เซ็นต์ ในขณะที่แปลงที่ใช้วิธีเกษตรกรขิงเป็นโรคเหี่ยวถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ไม่สามารถเก็บผลผลิตได้ จากการวิเคราะห์ผลตอบแทนต่อการลงทุน พบว่า แปลงที่จัดการโรคด้วยวิธีผสมผสานมีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนเท่ากับ 1.76 1.63 และ 0.95 ส่วนแปลงที่ปฏิบัติตามวิธีของเกษตรกร มีสัดส่วนผลตอบแทนต่อการลงทุนเท่ากับ0.92 0.46 และ 0 ในปีที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ

ดังนั้นก่อนปลูกขิงควรแนะนำให้เกษตรกรจัดการดินเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรีย*R. solanacearum* ที่มีอยู่ในดินให้ลดน้อยลงด้วยการใช้ยูเรีย:ปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ก่อนปลูกนาน 2-3 สัปดาห์ ร่วมกับการแช่หัวพันธุ์ขิงก่อนปลูกด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 ความเข้มข้น 10^8-10^9 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หลังจากปลูกขิงรดด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อต้นทุกเดือน และขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงและโรยด้วยยูเรียและปูนขาวอัตรา80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ทันทีที่พบต้นขิงแสดงอาการเหี่ยว เพื่อลดการเกิดโรคเหี่ยวในแปลง และเกษตรกรสามารถได้ผลตอบแทนต่อการลงทุนที่คุ้มค่า

การปลูกมัสตาร์ดทั้ง 3 สายพันธุ์ คือมัสตาร์ดเบอร์ 71 มัสตาร์ดเบอร์ 77 และมัสตาร์ดพันธุ์พื้นบ้าน พบว่ามัสตาร์ดพันธุ์ มัสตาร์ดเบอร์ 77 ให้ผลผลิตเมล็ดสูงกว่าพันธุ์อื่น ในทุกช่วงการปลูก คือในปี 2553 ให้ผลผลิตเมล็ด 940 กรัม และ 1,030 กรัม ในช่วงการปลูกเดือนมกราคม–มีนาคม และ ช่วงเดือนกรกฎาคม–กันยายน ตามลำดับ และ ให้ผลผลิตเมล็ด 270 กรัม และ 300 กรัมในช่วงการปลูกเดือน มกราคม-มีนาคม และ ช่วงเดือนกรกฎาคม–กันยายน ปี 2554 ตามลำดับ จากช่วงการปลูกจะเห็นว่าสภาพแวดล้อม และสภาพอากาศที่เหมาะสมมีผลต่อการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตเมล็ดของมัสตาร์ดอีกด้วย

การเจริญเติบโตของขิงทั้งในด้านความสูงและจำนวนกอที่ปลูกในพื้นที่ที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนที่จะปลูกขิงมีการเจริญเติบโตดีที่สุด เพราะการปลูกมัสตาร์ดแล้วทำการไถกลบก่อนปลูกขิงทำให้ขิงได้ธาตุอาหารจากการย่อยสลายของมัสตาร์ค นอกจากนี้ยังพบว่าอัตราการเกิดโรคเหี่ยวในแปลงที่มีการปลูกมัสตาร์ดก่อนปลูกขิงลดลง เนื่องจากสาร isothiocyanates (ITCs) ที่ได้จากการสลายตัวของมัสตาร์ค มีประสิทธิภาพในการชะลอและลดปริมาณความรุนแรงของโรคเหี่ยวที่เกิดจาก*แบคทีเรีย R. solanacearum* ในสภาพแปลงปลูก

สามารถทำการปลูกมัสตาร์คในเดือนมกราคม-มีนาคม เพื่อขยายพันธุ์เมล็ด ช่วงเดือนกรกฎาคม-กันยายน ทำการปลูกมัสตาร์ดและทำการไถกลบเพื่อใช้เป็นปุ๋ยพืชสด และเป็นการทำการอบดินด้วยวิธีชีวภาพ (Biofumigation, BF) เพื่อเป็นการกำจัดศัตรูพืช และลดความรุนแรงของโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *solanacearum* ก่อนทำการปลูกขิง

การใช้ปุ๋ยพืชสดจากพืชตระกูลกะหล่ำในขบวนการรมทางชีวภาพ (Biofumigation, BF) ในสภาพโรงเรือนโดยการ คลุมเคล้าใบแห้งอบด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ในระยะผสมเกสร (ช่อดอกบาน 50 %) ของพืชตระกูลกะหล่ำในกลุ่ม *B. juncea* จำนวน 5 สายพันธุ์ ได้แก่ Indian mustard (IM) #52 และ #80 เขียวใบ#71 ชุนฉ่าย#77 และขิ่ว#91 ในดินอัตรา 2.0% โดยน้ำหนัก ที่ปลูกเชื้อด้วยสารแขวนลอยแบคทีเรียกลายพันธุ์(rifampicin-resistant) *Rso* isolate 5003-2 และรักษาให้ดินมีความจุความชื้นในสนาม(Field capacity, FC) ประมาณ 57 เปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบกับการใช้ใบขิงและใบข้าวโพดอบแห้งด้วยความร้อนจากแสงอาทิตย์ และการไม่ผสมวัตถุใดๆ ในดินเป็นชุดควบคุม ผลปรากฏว่า เขียวใบ#71 สามารถลดปริมาณของแบคทีเรียกลายพันธุ์ดังกล่าวในดินได้ดีที่สุดภายหลังการทดลอง 2 สัปดาห์ รองลงมาได้แก่IM #52 และ #80 กับ ขิ่ว#91 ยกเว้นชุนฉ่าย#77 ที่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของโคโลนีแบคทีเรียกลายพันธุ์ดังกล่าว ภายหลังการทดลอง 6 สัปดาห์ ส่วนการคลุกเคล้าใบสดผักกาดเขียวใบ#71 ในระยะผสมเกสรพบว่า ผักกาดเขียวใบ#71 อัตรา 20.0 กรัม ต่อดินแห้ง 100 กรัม มีผลทำให้ปริมาณประชากรของแบคทีเรียกลายพันธุ์*Rso* isolate 5003-2 ลดลงเป็นลำดับ เมื่อเวลานานขึ้น สัมพันธ์กับอัตราปริมาณของใบสดผักกาดเขียวใบ#71 ที่เพิ่มขึ้น และไม่สามารถตรวจหาประชากรของเชื้อได้ภายหลังการทดลอง 8 สัปดาห์ และการคลุกเคล้าใบสดผักกาดเขียวใบ#71 ในระยะผสมเกสร อัตรา 100 กรัมต่อดินแห้ง 2,000 กรัม ที่ปลูกเชื้อด้วยสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ(wild strain) *Rso* isolate 5003-2 เปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุม พบว่าตรวจไม่พบแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ*Rso* ดังกล่าว ภายหลังการทดลอง 9 สัปดาห์ เมื่อปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้ (indexing plant) ภายหลังการทดลอง 4 เดือน พบว่าการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบ#71 สามารถควบคุมโรคเหี่ยวของขิงได้ 100% ภายหลังการทดลอง 90 วัน สำหรับการศึกษาใน

สภาพแปลงปลูก โดยการคลุกเคล้าใบสดผักกาดเขียวใ#71 ในระยะ อัตรา 5 กิโลกรัมต่อดินพื้นที่ 1 ตารางเมตร ในวงท่อโลหะฝังดินในแปลงปลูกที่ปลูกเชื้อด้วยสารแขวนลอยแบคทีเรียสายพันธุ์ธรรมชาติ *Rso* isolate 5003-2 เปรียบเทียบกับการไม่ใส่วัตถุใดๆ เป็นชุดควบคุม ภายหลังการทดลอง 4 เดือน ปลูกต้นกล้าขิงเป็นพืชบ่งชี้ ปรากฏว่าการปรับปรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบ #71 สามารถยับยั้งการเจริญของโคโลนีแบคทีเรีย *Rso* ในสภาพแปลงปลูกได้ โดยไปชะลอเวลาการติดเชื้อทำให้ต้นกล้าขิงเป็นโรคเหี่ยวช้าลง โดยต้นกล้าขิงแสดงอาการปกติ จำนวน 86.1% ภายหลังปลูกนาน 24 วัน เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่เป็นโรคเหี่ยว จำนวน 100% แต่เมื่อเวลานานขึ้นต้นกล้าขิงจะค่อยๆ เป็นโรคเหี่ยวเพิ่มมากขึ้น เป็นลำดับ การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าปุ๋ยพืชสดจากผักกาดเขียวใบ#71 มีศักยภาพสูงที่สามารถลดการเกิดโรคเหี่ยวของขิง ภายใต้สภาพแวดล้อมของพื้นที่เพาะปลูกจังหวัดเชียงราย ดังนั้นการใช้ปุ๋ยพืชสดนับว่ามีประโยชน์สามารถทดแทนการใช้สารเคมี เช่น metham sosium ได้

การประเมินผลการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ (Soil solarization, SS) และการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใบ#71 เพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ (Biofumigation, BF) ในแต่ละวิธีการหรือทั้งสองวิธีการร่วมกัน เพื่อกำจัดโรคเหี่ยวของขิงที่เกิดจากแบคทีเรีย *R. solanacearum* (*Rso*) ในสภาพแปลง โดยการปลูกขิงแล้วปลูกเชื้อโดยการหยดสารแขวนลอยแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ลงบนแผลที่ก้านใบของขิงให้เป็นโรคเหี่ยว จากนั้นจึงบำบัดดินที่ติดเชื้อ การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการรมดินโดยวิธีชีวภาพ ให้ผลในการกำจัดโรคเหี่ยวของขิงดีกว่าการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการรมดินโดยวิธีชีวภาพหลังจากนั้นต้นขิงมีการติดเชื้อและเป็นโรคเหี่ยวเพิ่มมากขึ้น และอยู่ในระดับเดียวกับชุดควบคุม (ดินติดเชื้อและไม่มีการกำจัดวัชพืช) ในช่วงการตรวจผล 102-185 วัน ส่วนในปี พ.ศ. 2557 มีการปลูกเชื้อโดยการราดสารแขวนลอยแบคทีเรีย *Rso* isolate 5003-2 ซ้ำ ก่อนการทดลองเพื่อให้มั่นใจว่ามีเชื้อกระจายอยู่อย่างสม่ำเสมอ การวัดค่าอุณหภูมิของดินที่ความลึก 20 เซนติเมตร จากระดับผิวดิน ระหว่างการทดลองอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการอบดินโดยวิธีชีวภาพ ในแต่ละวิธีการและทั้งสองวิธีการร่วมกัน พบว่าอุณหภูมิเฉลี่ยของดินสูงขึ้นอยู่ในช่วง 38.1-61.1°C และอุณหภูมิของดินที่สูงอยู่ในช่วง 49.2-61.1°C เปรียบเทียบกับอุณหภูมิของดินที่ระดับความลึก 20 เซนติเมตร จากผิวดินอยู่ในช่วง 24.4-31.°C การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการรมดินโดยวิธีชีวภาพ ให้ผลการกำจัดโรคเหี่ยวของขิงในแปลงปลูกอยู่ในระดับเดียวกับกรรมวิธีการอบดินด้วยแสงอาทิตย์ และการรมดินโดยวิธีชีวภาพต้นขิงเจริญเติบโตปกติจำนวน 69.6-79.9 เปอร์เซ็นต์ และลดลงเหลือจำนวน 40.6-52.2 เปอร์เซ็นต์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม จากการตรวจผลภายหลังปลูก 40 วัน และ 90 วัน ตามลำดับ

การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการใช้ปุ๋ยพืชสดเพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ สำหรับการป้องกันกำจัดโรคเหี่ยวของขิงหรือพืชเศรษฐกิจอื่นๆ เป็นวิธีการป้องกันกำจัดเชื้อโรคพืชในดินอย่างยั่งยืน นอกจากนั้นยังมีผลช่วยให้ผลผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

จากการสำรวจแมลงศัตรูขิงที่เข้าทำลายทั้งในแปลงปลูกขิง และในแหล่งรับซื้อ พบแมลงที่ทำลายในแปลงปลูกขิงคือหนอนกระทู้ผัก หนอนม้วนใบ หนอนเจาะยอดและลำต้น เพลี้ยไฟ เพลี้ยแป้ง เพลี้ยอ่อน เพลี้ยหอย ไส้เดือนฝอย และไร ส่วนในแหล่งรับซื้อพบ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง หนอนแมลงวัน และไส้เดือนฝอย

การป้องกันกำจัดแมลงในขิงควรมีการสำรวจแปลงปลูกเป็นระยะ เพื่อตรวจดูว่ามีแมลงชนิดใดระบาดทำความเสียหายในแปลงปลูกหรือไม่ เพื่อทำการป้องกันกำจัดแมลงได้ทัน ก่อนที่จะเกิดความเสียหาย และการใช้สารเคมีในการป้องกันกำจัดแมลงจะต้องใช้ตามคำแนะนำ

การศึกษาการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตผลและขนาดของหัวขิงนั้น การใส่ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60, 12 และ 100 กิโลกรัมต่อไร่ ให้ผลผลิตขิงสูงถึง 8,947 และ 6,904 กิโลกรัมต่อไร่ น้ำหนักหัวเฉลี่ย 683.9 และ 808 กรัม ให้ผลตอบแทนมากกว่าการใส่ปุ๋ยแบบเกษตรกร 20,233 และ 13,103 บาทต่อไร่ ในปี 2554/2555 และ ปี 2555/2556 ตามลำดับ และสามารถลดต้นทุนค่าปุ๋ยลง 46 เปอร์เซ็นต์

คำแนะนำการใส่ปุ๋ยขิงที่ถูกต้องตามสัดส่วนความต้องการธาตุอาหารของพืชและอัตราที่เหมาะสม คือ 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60, 12, 100 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาหัวขิงดังนี้

ปุ๋ย 46-0-0 แบ่งใส่ 4 ครั้งๆละ 15 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 1, 2, 3 และ 4 เดือนหลังงอก

ปุ๋ย 0-46-0 แบ่งใส่ 4 ครั้งๆละ 3 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 1, 2, 3 และ 4 เดือนหลังงอก

ปุ๋ย 0-0-50 แบ่งใส่ 2 ครั้งๆละ 50 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 3 และ 4 เดือนหลังงอก

การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงโดยไม่มีวัสดุคลุมมีการงอกสูงกว่ากรรมวิธีอื่นๆคือมีความงอกสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ หลังเก็บรักษา 2 เดือน หลังเก็บ 3 เดือน ความงอกลดลงเหลือ 90 เปอร์เซ็นต์ แต่ความงอกของขิงหลังจากเก็บรักษา 4 เดือนขึ้นไป พบว่า ทุกกรรมวิธีไม่มีการงอก ดังนั้นเปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง จะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง ซึ่งช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงหรือช่วงเวลาการพักตัวของหัวพันธุ์ขิง อยู่ในช่วงระยะ 1-3 เดือนก่อนปลูก

การเก็บหัวพันธุ์ขิงควรเก็บไม่เกิน 3 เดือน โดยไม่ต้องมีการคลุม และปลูกขิงในช่วงเดือน มีนาคม-เดือนพฤษภาคมของทุกปี ขิงจะมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการเก็บรักษาที่นานเกินกว่า 4 เดือนขึ้นไป ส่วนเกษตรกรที่ต้องการใช้วัสดุคลุมหัวพันธุ์ก่อนการปลูก เกษตรกรสามารถประยุกต์ใช้ได้ตามความสะดวกและความเหมาะสม เช่น การทำชั้นไม้รองพื้นก่อนวางขิงเรียงเป็นชั้นและคลุมหัวพันธุ์ด้วยวัสดุขุยมะพร้าว แกลบดำหรือทราย เพื่อป้องกันและเก็บรักษาความชื้นของหัวพันธุ์ขิงก่อนนำไปปลูก ทั้งนี้การเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิงควรคำนึงถึงการรักษาคุณภาพของหัวพันธุ์ขิง ความสะดวกและค่าใช้จ่ายของเกษตรกรเป็นหลัก

กิจกรรมงานวิจัยที่ 2
ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ขิง

สนอง จรินทร[1/]
Sanong Jarintorn[1/]
ลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์[2/]
Laddawan Insung[6/]
ศศิธร วรปิติรังสี[1/]
Sasitorn Vorapitirangsi[1/]
วิมล แก้วสีดา[1/]
Wimol Kaewseeda[1/]
จิตอาภา ชมเชย[4/]
Jitarpa Chichuban
พรอนันต์ แข็งขันธ์[2/]
Pornanun Khengkun[6/]
บูรณี พั่ววงษ์แพทย์[3/]
Buranee Puawongphat
สุภา สุขโชคกุศล[2/]
Supa Sukchokgusol
ทัศนีย์ ดวงแย้ม[1/]
Tassanee Doungyam[1/]
ไว อินต๊ะแก้ว[1/]
Wai Intakaew

คำสำคัญ (Keywords) หัวพันธุ์ขิงปลอดโรค ระยะปลูก ระยะเก็บเกี่ยว minirhizome, disease-free ginger rhizome

บทคัดย่อ

การศึกษาเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิง เพื่อศึกษาหาวิธีการผลิตหัวพันธุ์ขิงให้ปลอดจากโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* ทำการการศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวและ ระยะปลูกที่เหมาะสมของขิงจากต้นกล้าและหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคเพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน และศึกษาการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่ และขิงปลอดโรค (G2) ในสภาพแปลง ดำเนินการทดลองที่ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และแปลงเกษตรกร จังหวัดเชียงราย ตั้งแต่ ปี 2556 ถึง ปี 2558 พบว่า การใช้หัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ที่ผลิตจากต้นกล้าขิง ที่ ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร และเก็บเกี่ยว อายุ 5 เดือน นำมาผลิตหัวพันธุ์ ปลอดโรค (G0) ใช้ระยะปลูก 20 x25 ซม. และเก็บเกี่ยวที่ อายุ 7 เดือน ให้จำนวนผลผลิตดีที่สุด เมื่อศึกษาการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่พบว่า การเตรียมดินก่อนปลูกด้วยการใช้ยูเรียต่อปูนขาวอัตรา 80 ต่อ 800 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้ แบคทีเรียปฏิปักษ์ *Bacillus subtilis* และปฏิบัติดูแลรักษาแปลงปลูกที่เหมาะสม พบมีโรคเหี่ยวจากเชื้อ *R. solanacearum* เพียง 3.5 มีเปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการงอกและรอดตายสูงถึง 95 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 1,451 กิโลกรัมต่อไร่ และมีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G1 1.09 บาทต่อแง่ง เมื่อนำหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค G1 ทำการทดลองผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) พบว่า ไม่พบโรคเหี่ยวจากเชื้อ *R. solanacearum* ในหัวพันธุ์ขิง และในทุกขั้นตอนของการ ทดลอง มีอัตราการงอกสูง ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ ได้ผลผลิต 1,759-2,096 กิโลกรัมต่อไร่ และต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง ปลอดโรค G2 ลดลงเหลือเพียง 0.73-0.81 บาทต่อแง่ง แต่ยังเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูง

รหัสโครงการวิจัย 01-31-54-04

1/ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย 57000 โทร 053-170100
2/ สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
3/ สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
4/ ศูนย์วิจัยการเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์ 3 ต.สะเดาะพง อ. เขาค้อ จ. เพชรบูรณ์ 67270

Abstract

Education technology ginger rhizome to find out how to produce ginger rhizome is free from bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum*. The age of the harvest and the planting of seedlings of ginger and ginger rhizome to produce disease-free ginger rhizome (Minirhizome) and disease-free ginger (G0) in greenhouses. And the production of disease-free ginger rhizome

(G1) in field conditions and disease-free ginger (G2) on farmer condition. Conduct experiments at Chiang Rai Horticultural Research Center and farmers, Chiang Rai Province from 2556 to 2558. Found that the ginger rhizome (Minirhizome) produced from seedlings ginger spacing of 10x15 cm and harvest age five months to produce the disease-free (G0) to the spacing of 20x25 cm and harvested at the age of seven months to yield the disease-free (G0) best. When studying the production of disease-free ginger rhizome (G1) in the farm. Prepare the soil before planting with urea : Lime (CaO) at 80 : 800 kg/rai and left for 3 weeks to disinfest the soil. And use of antagonistic bacteria *Bacillus subtilis* and practice proper care field. Wilt *R. solanacearum* infection are found only 3.5 percent. The proliferation and survival as high as 95 percent, yield 1,451 kg/rai. The cost of producing ginger rhizome (G1) 1.09 baht/stem. When disease-free ginger rhizome (G1) experiments produce disease-free ginger rhizome (G2) showed no bacterial wilt *R. solanacearum* in ginger rhizome and at all stages of the trial. A germination rate of up to 100 percent, yield 1,759-2,096 kg/rai and the cost of producing disease-free ginger rhizome (G2) dropped to 0.73 to 0.81 baht /stem, but the cost is relatively high.

บทนำ

การปลูกขิงของเกษตรกรมักจะประสบปัญหาการเกิดโรคเหี่ยวของขิง ซึ่งมีสาเหตุมาจากเชื้อแบคทีเรีย *Ralstonia solanacearum* (Race 4, Biovar 3) โดยจะเข้าสู่พืชเมื่อเกิดบาดแผลโดยเฉพาะแผลที่ราก หรือตามช่องเปิดธรรมชาติของพืช (Meng, 2013) เชื้อนี้สามารถติดไปกับหัวพันธุ์ (rhizome born) และอาศัยอยู่ในดิน (soil born) ได้เป็นเวลานาน ทำให้เกิดการระบาดในแปลงปลูก โดยเฉพาะเมื่อมีฝนตกหรือมีการให้น้ำแบบปล่อยในร่อง (Kumar, Sarma and Anandaraj, 2004; Mahanta and Tanmay, 2013; Nelson, 2013) ซึ่งสร้างความเสียหายถึง 10-40 เปอร์เซ็นต์ โดยเชื้อดังกล่าวจะเข้าไปอุดตันในท่อน้ำ ทำให้ต้นขิงที่เป็นโรคจะแสดงอาการใบเหลืองและน้ำตาลในเวลาต่อมา จากนั้นใบจะม้วนงอ เนื่องจากการตายของเนื้อเยื่อ และเกิดอาการเหี่ยวในที่สุด (White *et al*., 2013 and Yang *et al*., 2012) เมื่อเริ่มพบการระบาดเกษตรกรจะรีบขุดหัวทั้งที่ยังไม่ครบอายุเพื่อจำหน่าย เมื่อมีการส่งออกไปยังต่างประเทศและมีการขนส่งระยะทางไกล หัวขิงที่เป็นโรคจะมีแพร่กระจายอย่างรวดเร็ว เมื่อถึงปลายทางทำให้ไม่สามารถขายได้ และในส่วนของการจำหน่ายในรูปหัวพันธุ์ เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้ยังเป็นศัตรูพืชที่สำคัญทางกักกันพืชถ้าพบว่าติดไปกับหัวพันธุ์ที่ส่งออกหัวพันธุ์เหล่านั้นจะถูกเผาทำลายทันที

จากการที่เชื้อแบคทีเรียชนิดนี้สามารถติดไปกับหัวพันธุ์ได้นั้น จึงเป็นการยากมากที่เกษตรกรจะแน่ใจได้ว่าหัวพันธุ์ขิงที่นำมาปลูกนั้นปลอดโรค การผลิตพืชที่ปราศจากโรคนั้น การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเป็นวิธีที่สามารถผลิตต้นพืชที่ปราศจากเชื้อโรคได้ (รังสฤษฏ์, 2541) ดังนั้นการใช้ท่อนพันธุ์หรือต้นปลอดโรคโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อจากพันธุ์ที่มีอยู่จะสามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าที่เกิดขึ้นได้ และในระยะยาวอาจจะสร้างพันธุ์ที่ต้านทานโรคและสามารถให้ผลผลิตสูงได้อีกด้วย การใช้หัวพันธุ์ขิงที่ปลอดโรคจึงนับว่ามีความจำเป็นอย่างยิ่ง เพราะการผลิตหัวพันธุ์ในแปลงทั่วไปมักจะมีการเข้าทำลายของเชื้อแบคทีเรียอยู่เสมอ (Hayden, 2004, Hepperly, 2004) ซึ่งจากการศึกษาของ Kirdmanee *et al*. (2004) พบว่า การปลูกขิงโดยใช้หัวพันธุ์ที่ปลอดจากเชื้อแบคทีเรียซึ่งได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เปรียบเทียบกับหัวพันธุ์ที่ได้จากการปลูกในแปลงมีอัตราการรอดตาย 100 และ 63 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ White *et al*. (2013) ปลูกขิงโดยใช้ชิ้นส่วนที่ปลอดโรคลงในกระถางขนาด 7 แกลลอน ทำการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือนหลังปลูก พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณขิงได้ 10 เท่า งานวิจัยครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษา ระยะปลูกและอายุการเก็บเกี่ยวของขิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ แล้วนำมาปลูกในวัสดุปลูกที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อเพื่อผลิตหัว

พันธุ์ขิง (minirhizome) ที่ปลอดโรคในสภาพโรงเรือน จากนั้นนำหัวพันธุ์ขิงที่ได้ไปปลูกเพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคในสภาพแปลงทดลองและแปลงเกษตรกร

จากการทดสอบเบื้องต้น พบว่า การใช้ต้นกล้าขิงปลูกเพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง จะได้หัวพันธุ์ขิงในลักษณะเป็น minirhizome และมีจำนวน minirhizome 2–3 หัวต่อต้น เมื่อนำหัวพันธุ์ minirhizome มาปลูกต่อจะได้หัวพันธุ์ขิง (G0) ที่ขยายใหญ่ขึ้น และมีจำนวนแง่งมากขึ้นเฉลี่ย 25 –30 แง่งต่อกอ เมื่อนำหัวพันธุ์ขิง (G0) ปลูกลงแปลงในสภาพไร่ ผลิตเป็นหัวพันธุ์ขิง (G1 และ G2) พบว่ามีการเจริญเติบโตดีและไม่มีการติดโรคจากเชื้อแบคทีเรีย

วัตถุประสงค์

หาวิธีในการผลิตหัวพันธุ์ขิงที่ปลอดโรค และสามารถถ่ายทอดเทคโนโลยีแก่ผู้สนใจ

ระเบียบวิธีการวิจัย (อุปกรณ์และวิธีการทดลอง)

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค

การทดลองที่ 2.1.1 ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. ต้นขิงปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. ถาดสำหรับเลี้ยงต้นกล้า กระบะปลูก
3. โรงเรือน
4. ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 สูตร 13-13-21 และปุ๋ยคอก (ขี้ไก่อัดเม็ด)
5. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง
6. ชุดตรวจโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรีย *R. solanacearum* (glift kit ขิง)

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี โดยแบ่งการดำเนินการทดลองเป็น 2 ปี คือ

ปีที่1 (2556/57) ปลูกขิงจากต้นพันธุ์ขิงที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อดูแลรักษาตามขั้นตอนการดำเนินงานและเก็บเกี่ยวขิงตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 4 เดือน
กรรมวิธีที่ 2 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 5 เดือน
กรรมวิธีที่ 3 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 6 เดือน
กรรมวิธีที่ 4 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 7 เดือน

ทำการขยายต้นพันธุ์ขิงจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการ เมื่อต้นขิงสมบูรณ์ จึงย้ายจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไปปักชำในถาดเลี้ยงต้นกล้าขิง 1 เดือนจึงทำการปลูกต้นกล้าขิงตามกรรมวิธีทดลองปีที่1 (2556-2557) ในกระบะปลูกที่เตรียมไว้ภายในโรงเรือน รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปุ๋ยคอก (ขี้ไก่อัดเม็ด) อัตรา200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นขิงอายุ2, 4 และ 6 เดือน ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชและสารฆ่าแมลงตามความจำเป็น งดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว2 อาทิตย์ จากนั้นทำการเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุ 4, 5, 6 และ 7 เดือน แล้วนำไปตรวจเชื้อแบคทีเรียโดยวิธีNCM ก่อนเก็บรักษาหัวพันธุ์ และนำหัวพันธุ์ในแต่ละกรรมวิธีที่ได้ทำการทดสอบการงอกและการเจริญเติบโต

ปีที่ 2 (2557/58) เตรียมหัวพันธุ์ minirhizome ของกรรมวิธีที่ดีที่สุดที่ได้จากปีที่1 ปลูกในแปลงปลูกในวัสดุที่ฆ่าเชื้อ

แล้ว ดูแลรักษาตามขั้นตอนการดำเนินงาน และเก็บเกี่ยวขิงตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 7 เดือน

กรรมวิธีที่ 2 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 8 เดือน

กรรมวิธีที่ 3 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 9 เดือน

กรรมวิธีที่ 4 เก็บเกี่ยวขิงอายุ 10 เดือน

เตรียมหัวพันธุ์minirhizome ของกรรมวิธีที่ดีที่สุดที่ได้จากปีที่ 1 ที่เริ่มงอกปลูกตามกรรมวิธีทดลองในปีที่2 (2557-2558) ในแปลงปลูกในวัสดุที่ฆ่าเชื้อแล้ว รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยคอก 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุได้ 3 และ 6 เดือน หลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น งดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 อาทิตย์ และเก็บเกี่ยวเมื่อขิงอายุ 7, 8, 9 และ 10 เดือน แล้วนำไปตรวจเชื้อแบคทีเรียโดยวิธีNCM ก่อนเก็บรักษาหัวพันธุ์

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูล จำนวนต้นต่อกอ (ต้นต่อกอ) จำนวนแง่งต่อกอ (แง่งต่อกอ) ขนาดแง่งต่อกอ (เซนติเมตรต่อกอ), จำนวนแง่งต่อพื้นที่(แง่งต่อพื้นที่)

2. เปอร์เซ็นต์รอดตายเมื่ออายุ1 เดือน, เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวผลผลิต (กิโลกรัม), คุณภาพของหัวพันธุ์และเปอร์เซ็นต์การติดโรคแบคทีเรีย

3. ตรวจเช็คอัตราการงอกของหัวพันธุ์ขิงที่เก็บเกี่ยวในแต่ละกรรมวิธี

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นตุลาคม 255 5 สิ้นสุดกันยายน 2558

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 2.1.2 ศึกษาระยะปลูกของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค(G0) ในสภาพโรงเรือน

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. ต้นขิงปลอดโรคจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
2. ถาดสำหรับเลี้ยงต้นกล้า กระบะปลูก
3. โรงเรือน
4. ปุ๋ยเคมี สูตร 15-15-15 สูตร 13-13-21 และปุ๋ยคอก (ขี้ไก่อัดเม็ด)
5. สารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลง
6. ชุดตรวจโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรีย *R. solanacearum* (glift kit ขิง)

วิธีการ

วางแผนการทดลองแบบ RCB มี 5 ซ้ำ 4 กรรมวิธี โดยแบ่งการดำเนินการทดลองเป็น 2 ปี คือ

ปีที่1 (2556/57) ปลูกขิงที่ได้จากต้นพันธุ์ที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในกระบะปลูกภายในโรงเรือนตามกรรมวิธีดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ระยะปลูก 5 x 5 เซ็นติเมตร

กรรมวิธีที่ 2 ระยะปลูก 5 x 10 เซ็นติเมตร

กรรมวิธีที่ 3 ระยะปลูก 10 x 10 เซ็นติเมตร

กรรมวิธีที่ 4 ระยะปลูก 10 x 15 เซ็นติเมตร

ทำการขยายต้นพันธุ์ขิงจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อให้ได้ตามจำนวนที่ต้องการ เมื่อต้นขิงสมบูรณ์จึงย้ายจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไปปักชำในถาดเลี้ยงต้นกล้าขิง 1 เดือน จึงทำการปลูกต้นกล้าขิงตามกรรมวิธีทดลองในกระบะปลูกที่เตรียมไว้ภายในโรงเรือน รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมีสูตร 15-15-15 ปุ๋ยคอก (ขี้ไก่อัดเม็ด) อัตรา 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อต้นขิงอายุ 2, 4 และ 6 เดือน จะใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารป้องกันกำจัดโรคพืชและสารฆ่าแมลงตามความจำเป็น งดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 อาทิตย์ และเก็บเกี่ยวเมื่อขิงอายุ 9 เดือน

<u>ปีที่ 2 (2557/58)</u> นำหัวพันธุ์ minirhizome ที่ได้จากกรรมวิธีที่ดีที่สุดของการทดลองในปีที่ 1 ปลูกในแปลงปลูกในวัสดุที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว และดำเนินการทดลองตามกรรมวิธีที่วางแผนไว้ ดังนี้

กรรมวิธีที่ 1 ระยะปลูก 15 x 15 เซ็นติเมตร
กรรมวิธีที่ 2 ระยะปลูก 15 x 20 เซ็นติเมตร
กรรมวิธีที่ 3 ระยะปลูก 20 x 20 เซ็นติเมตร
กรรมวิธีที่ 4 ระยะปลูก 20 x 25 เซ็นติเมตร

เตรียมหัวพันธุ์ minirhizome ที่เริ่มงอกปลูกตามกรรมวิธีในแปลงปลูกในวัสดุที่ฆ่าเชื้อแล้ว รองก้นหลุมด้วยปุ๋ยเคมี 15-15-15 อัตรา 100 กิโลกรัมต่อไร่ ปุ๋ยคอก 200 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุได้ 3 และ 6 เดือนหลังปลูก ใส่ปุ๋ยเคมีสูตร 13-13-21 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ พ่นสารเคมีป้องกันกำจัดโรคและแมลงตามความจำเป็น งดการให้น้ำก่อนเก็บเกี่ยว 2 อาทิตย์ และเก็บเกี่ยวเมื่อขิงอายุ 9 เดือน

การบันทึกข้อมูล

1. บันทึกข้อมูล จำนวนต้นต่อกอ (ต้นต่อกอ), จำนวนแง่งต่อกอ (แง่งต่อกอ), ขนาดแง่งต่อกอ (เซนติเมตรต่อกอ), จำนวนแง่งต่อพื้นที่ (แง่งต่อพื้นที่)

2. เปอร์เซ็นต์รอดตายเมื่ออายุ 1 เดือน, เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว, ผลผลิต (กิโลกรัม), ขนาดและคุณภาพของหัวพันธุ์ และเปอร์เซ็นต์การติดโรคแบคทีเรีย

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นตุลาคม 255 5 สิ้นสุดกันยายน 2558
ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

การทดลองที่ 2.1.3 ศึกษาการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. หัวพันธุ์ขิงปลอดโรค G0
2. ปุ๋ยเคมี ปูนขาว
3. แบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4
4. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และอุปกรณ์การเกษตรอื่นๆ
5. ชุดตรวจโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรีย (glift kit ขิง)

วิธีการ

1. เตรียมหัวพันธุ์ขิง G0 ที่ได้จากการทดลองของกิจกรรมที่ 1 การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค การทดลองที่ 2 ศึกษาระยะปลูกของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงแก่ (G0) ปลอดโรคในสภาพโรงเรือน ของปี 2557/58 ซึ่งเตรียมหัวพันธุ์ minirhizome ลงปลูก และเก็บเกี่ยวเมื่อขิงอายุ 9 เดือน ได้เป็นหัวพันธุ์ขิงแก่ G0 ใช้ในการทดลองครั้งนี้

2. เตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถดะตากดินนาน 1 เดือน ตามด้วยไถพรวนเพื่อย่อยดินให้เล็กลง กำจัดวัชพืชและเก็บเศษพืชออกจากแปลง หว่านปุ๋ยยูเรียอัตรา 80 กิโลกรัม : ปูนขาว 800 กิโลกรัมต่อไร่ (อัตรา 1:10) แล้ว

ไถพรวนทิ้งไว้นาน 3 สัปดาห์ (ขณะไถดินมีความชื้น) หลังจากนั้นทำแปลงปลูกกว้าง 120 เซนติเมตร และร่องระหว่างแปลงกว้าง 60 เซนติเมตรโดยใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็ก

3. ก่อนปลูกใส่ปุ๋ยสูตร 15-15-15 และขี้ไก่อัดเม็ด ลงบนแปลงที่เตรียมไว้ อัตราอย่างละ 100 กิโลกรัมต่อไร่เพื่อเป็นปุ๋ยรองพื้น แล้วพรวนดินในร่องกลบบนแปลงอีกครั้งโดยใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็ก

4. แช่หัวพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราและแมลงนาน 30 นาที ผึ่งในที่ร่มให้หมาด แล้วคลุกด้วยผงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา ร้อยละ 1 ของน้ำหนักหัวพันธุ์

5. นำหัวพันธุ์ลงปลูก ใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และระหว่างแถว 80 เซนติเมตร (จำนวน 8,880 ต้นต่อไร่) แล้วพรวนดินในร่องเพื่อกลบหัวพันธุ์หนาประมาณ 5 เซนติเมตร โดยใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็ก รดน้ำให้ชุ่มก่อนพ่นสารควบคุมวัชพืชประเภทก่อนงอกทันที คลุมด้วยฟางข้าวหนาประมาณ 5 เซนติเมตร

6. รดน้ำสัปดาห์ละครั้งเมื่อฝนทิ้งช่วง กำจัดวัชพืชที่ขึ้นมาภายหลังบนแปลงโดยการถอน ป้องกันกำจัดโรคแมลงทางใบตามความจำเป็น ใส่ปุ๋ยสูตร 13-13-21 อัตรา 25 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 1 เดือน และเมื่ออายุ 2 , 3 และ 4 เดือน เก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุได้ 8 เดือน และเมื่อขิงอายุ 4 เดือนเพิ่มเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* อัตรา 30-50 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้น (ผสมผงเชื้อ 30-50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร) จำนวน 1 ครั้ง

7. สำรวจการเกิดโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรียทั้งแปลง โดยการเดินตรวจแปลงทุก 2 สัปดาห์ จดบันทึกจำนวนต้นที่เกิดโรค เมื่อพบต้นที่เกิดโรคเหี่ยวดังกล่าวขุดต้นขิงและดินออกไปนอกแปลงอย่างระมัดระวัง แล้วผสมปูนขาวกับปุ๋ยยูเรีย อัตรา 10:1 โรยลงไปประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อหลุม กลบดินให้แน่นแล้วรดน้ำตาม

8. สุ่มแปลงย่อยขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 5 เมตร (จำนวนขิง 50 ต้น) จำนวน 6 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอก (หลังงอกแล้ว 1 เดือน) เปอร์เซ็นต์การรอดตาย (หลังงอกแล้ว 2 เดือน) เมื่อใกล้เก็บเกี่ยวหรือต้นเริ่มยุบ นับจำนวนต้นต่อกอ

9. เมื่อขิงอายุได้ 8 เดือน ขุดขิงในแปลงที่สุ่มไว้ (6 แปลง) ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เอาดินและรากออกให้หมดเหลือแต่แง่งขิงที่สะอาด ชั่งน้ำหนักต่อกอ จำนวนแง่งต่อกอ เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว น้ำหนักต่อพื้นที่ และคุณภาพของหัวพันธุ์

10. การตรวจคุณภาพของหัวพันธุ์ ตรวจพินิจดูศัตรูพืชที่ติดมา ลักษณะเนื้อขิง ตา ทดสอบเปอร์เซ็นต์การงอกเมื่อพ้นระยะพักตัวของขิงแล้ว(หลังเก็บเกี่ยว 1-3 เดือน) นำหัวพันธุ์ไปปลูกในแปลงเพื่อเก็บข้อมูลการงอกของหัวพันธุ์ G1 และสุ่มหัวพันธุ์ร้อยละ 10 ของจำนวนต้นทั้งหมด (1 ไร่) เพื่อตรวจเปอร์เซ็นต์ โรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ด้วยชุดตรวจ glift kit ของขิง

เวลาและสถานที่

เริ่มต้นตุลาคม 2556 สิ้นสุดกันยายน 2558

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อำเภอเมือง จังหวัดเชียงราย

กิจกรรมที่ 2.2 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์

การทดลองที่ 2.2.1 ทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) ในแปลงเกษตรกร

ระเบียบวิธีการวิจัย

อุปกรณ์

1. หัวพันธุ์ขิงปลอดโรค G1
2. ปุ๋ยเคมี ปูนขาว
3. แบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4
4. สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช และอุปกรณ์การเกษตรอื่นๆ
5. ชุดตรวจโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรีย (glift kit ขิง)

วิธีการ

ไม่ใช้วิธีการวางแผนการทดลอง โดยมีวิธีการดำเนินงานดังต่อไปนี้

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ดำเนินการ 2 แห่ง คือการทดสอบในศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และในแปลงเกษตรกร

2.1 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ในแปลงเกษตรกรอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย

2.1.1 คัดเลือกเกษตรกรที่เข้าร่วมโครงการ 1 ราย ซึ่งเป็นเกษตรกรที่เคยปลูกขิงมาอย่างน้อย 5 ปี มีพื้นที่ปลูกอย่างน้อย 2 ไร่ และสามารถปฏิบัติตามวิธีการหรือยินยอมให้ปฏิบัติตามแนวทางวิธีการปลูกขิงปลอดโรคของของกรมวิชาการเกษตรได้โดยในแปลงทดสอบของกรมฯ ได้ดำเนินการดังนี้

2.1.2 เตรียมพื้นที่ปลูกโดยการไถดะตากดินนาน 1 เดือน ตามด้วยไถพรวนเพื่อย่อยดินให้เล็กลง กำจัดวัชพืชและเก็บเศษพืชออกจากแปลง หว่านปุ๋ยยูเรีย:ปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ (อัตรา 1:10) แล้วไถพรวนทิ้งไว้นาน 3 สัปดาห์ (ให้น้ำด้วยระบบสปริงเกอร์หลังพรวนดินกลบ) หลังจากนั้นทำแปลงปลูกกว้าง 100 เซนติเมตร และร่องระหว่างแปลงกว้าง 60 เซนติเมตรโดยใช้รถแทรกเตอร์พรวนดินพร้อมอุปกรณ์พ่วงยกร่องในเวลาเดียวกัน

2.1.3 เตรียมหัวพันธุ์ขิง G1 ที่ได้จากการผลิตในขั้นตอนที่ 1 ให้มีความยาวประมาณ 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา (น้ำหนักประมาณ 20 กรัมต่อแง่ง) แช่หัวพันธุ์ด้วยสารป้องกันกำจัดเชื้อราและแมลงนาน 30 นาที ผึ่งในที่ร่มให้หมาดแล้วคลุกด้วยผงเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา 1 เปอร์เซ็นต์ ของน้ำหนักหัวพันธุ์

2.1.4 หลังจากเตรียมดินนาน 3 สัปดาห์ ขุดร่องปลูกยาวตลอดความยาวของแปลงด้วยจอบลึกประมาณ 10 เซนติเมตร จำนวน 2 ร่องต่อแปลง (ร่องห่างกัน 50 เซนติเมตร) โรยปุ๋ยสูตร 15-15-15 และขี้ไก่อัดเม็ด อัตราอย่างละ 100 กิโลกรัมต่อไร่ลงในร่องที่ขุดไว้เป็นปุ๋ยรองพื้น

2.1.5 นำหัวพันธุ์ลงปลูก ใช้ระยะระหว่างต้น 20 เซนติเมตร และระหว่างแถว 50 เซนติเมตร (จำนวน 10,000 ต้นต่อไร่) โรยสารเคมีป้องกันกำจัดแมลงชนิดเม็ดเพื่อกำจัดไส้เดือนฝอยที่ติดมากับหัวพันธุ์ แล้วใช้จอบกลบหลุมปลูก (ขณะปลูกดินมีความชื้นสูง) คลุมด้วยฟางข้าวบางๆ หนา 2-3 เซนติเมตร) หลังจากนั้นปล่อยให้วัชพืชงอกขนาดเล็ก พ่นสารควบคุมวัชพืชประเภทก่อนงอกและหลังงอกพร้อมกันก่อนขิงงอกพ้นดิน (หลังปลูก 2-3 สัปดาห์)

2.1.6 ไม่มีการให้น้ำหลังจากปลูก กำจัดวัชพืชที่ขึ้นมาภายหลังบนแปลงโดยการถอน ป้องกันกำจัดโรคแมลงทางใบตามความจำเป็น ใส่ปุ๋ยผสมเองสัดส่วน 3:1:4 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 1 เดือน และเมื่ออายุ 2 , 3 และ 4 เดือนเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุได้ 9 เดือน

2.1.7 สุ่มแปลงย่อยขนาดกว้าง 1 เมตรยาว 10 เมตร (จำนวนขิง 100 ต้น) จำนวน 3 แปลง เพื่อเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอก (หลังงอกแล้ว 1 เดือน) เปอร์เซ็นต์การรอดตาย (หลังงอกแล้ว 2 เดือน) และเมื่อใกล้เก็บเกี่ยวหรือต้นเริ่มยุบ นับจำนวนต้นต่อกอ

2.1.8 สำรวจการเกิดโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรียทั้งแปลง โดยการเดินตรวจแปลงทุก 1 เดือน จดบันทึกจำนวนต้นที่เกิดโรค เมื่อพบต้นที่เกิดโรคเหี่ยวดังกล่าวขุดต้นขิงและดินออกไปนอกแปลงอย่างระมัดระวัง ใช้ปุ๋ยยูเรียกับปูนขาว อัตรา 1:10 โรยลงไปประมาณ 0.5 กิโลกรัมต่อหลุม กลบดินให้แน่นและรดน้ำตาม

2.1.9 เมื่อขิงอายุได้ 2 เดือน ใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็กพรวนดินในร่องเพื่อกลบโคนต้น และพ่นสารป้องกันกำจัดวัชพืชประเภทก่อนงอกครั้งที่ 2 และเมื่อขิงอายุ 4 เดือนเพิ่มเชื้อ แบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* อัตรา 30-50 มิลลิลิตรต่อ 1 ต้น (ผสมผงเชื้อ 30 – 50 กรัมกับน้ำ 20 ลิตร) จำนวน 1 ครั้ง

2.1.10 เมื่อขิงอายุได้ 9 เดือน ขุดขิงในแปลงที่สุ่มไว้ (3 แปลง) ผึ่งให้แห้งในที่ร่ม เอาดิน รากออกให้หมดเหลือแต่แง่งขิงที่สะอาด นำมาชั่งน้ำหนักต่อกอ จำนวนแง่งต่อกอ เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว น้ำหนักต่อพื้นที่ และตรวจคุณภาพของหัวพันธุ์

2.1.11 การตรวจคุณภาพของหัวพันธุ์ ตรวจพินิจดูศัตรูพืชที่ติดมา ลักษณะเนื้อขิง ตา ทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอกเมื่อพ้นระยะพักตัวของขิงแล้ว(หลังเก็บเกี่ยว 1-3 เดือน) นำหัวพันธุ์ไปปลูกในแปลงเพื่อเก็บข้อมูลการงอกของหัวพันธุ์ G2 และสุ่มหัวพันธุ์ร้อยละ 10 ของจำนวนต้นทั้งหมด (1 ไร่) เพื่อตรวจเปอร์เซ็นต์โรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ด้วยชุดตรวจ glift kit ของขิง

2.2 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ในศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย

2.2.1 เตรียมพื้นที่ปลูกปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร

2.2.2 เตรียมหัวพันธุ์ขิง G1 ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร

2.2.3 หลังจากเตรียมดินไว้นาน 3 สัปดาห์ ขุดร่องปลูกยาวตลอดความยาวของแปลงด้วยหัวหมูติดพ่วงรถไถเดินตามทำร่องปลูกเป็นแถวคู่ต่อแปลง (ร่องห่างกัน 50 เซนติเมตร) ลึกประมาณ 10 เซนติเมตร โรยปุ๋ยสูตร 15-15-15 และขี้ไก่อัดเม็ด อัตราอย่างละ 100 กิโลกรัมต่อไร่ลงในร่องที่ขุดไว้เป็นปุ๋ยรองพื้น เช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร

2.2.4 การนำหัวพันธุ์ลงปลูกปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกรแต่การกลบหลุมปลูกใช้เครื่องจักรกลขนาดเล็กพรวนดินในร่องเพื่อกลบ

2.2.5 ให้น้ำหลังจากปลูกเมื่อดินแห้งโดยใช้สายยางสัปดาห์ละครั้ง กำจัดวัชพืชและการ ป้องกันกำจัดโรคแมลงปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร ใส่ปุ๋ยหลังปลูกด้วยปุ๋ยผสมเองสัดส่วน 32:5 อัตรา 20 กิโลกรัมต่อไร่ เมื่อขิงอายุ 1 เดือน และเมื่ออายุ 2, 3 และ 4 เดือนเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุได้ 9 เดือน

2.2.6 การเก็บข้อมูลเปอร์เซ็นต์การงอก (หลังงอกแล้ว 1 เดือน) เปอร์เซ็นต์การรอด (หลังงอกแล้ว 2 เดือน) จำนวนต้นและจำนวนแง่งต่อกอ น้ำหนักต่อกอและเปอร์เซ็นต์เก็บเกี่ยวปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร แต่สุ่มจากแปลงย่อยขนาดกว้าง 1 เมตร ยาว 5 เมตร (จำนวนขิง 50 ต้น) จำนวน 6 แปลง

2.2.7 สำรวจการเกิดโรคเหี่ยวเขียวแบคทีเรียดำเนินการ 2 สัปดาห์ต่อครั้ง การกลบดินแปลงปลูกรอบ 2 การเพิ่มปริมาณเชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis* รวมทั้งการเก็บข้อมูลงานทดลองต่างๆ ปฏิบัติเช่นเดียวกันกับในแปลงเกษตรกร

เวลาและสถานที่

เริ่มต้น ตุลาคม 2556 สิ้นสุด กันยายน 2558

ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย อ.เมือง จ.เชียงราย

แปลงเกษตรกร อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย

ผลการวิจัยและอภิปรายผล

กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค

การทดลองที่ 2.1.1 ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน

ปีที่ 1 (2556/2557)

เมื่อขิงอายุครบ 4, 5, 6 และ 7 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า การเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุ 7 เดือน มีจำนวนแง่งมากที่สุด คือ 144 แง่งต่อตารางเมตร รองลงมาคือ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6, 5 และ 4 เดือน มีจำนวนแง่งต่อพื้นที่ 130, 117 และ 106 แง่ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ พบว่า การเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุ 7 เดือน มีจำนวนต้นต่อกอ มากที่สุด คือ 128 ต้น รองลงมาคือ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6, 5 และ 4 เดือน มีจำนวนต้นต่อกอ 10.8, 91 และ 8.1 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 27)

น้ำหนักแง่งต่อกอ พบว่า การเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุ 7 เดือน มีน้ำหนักของแง่งต่อกอมากที่สุด คือ 92. 6 กรัม รองลงมาคือ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6, 5 และ 4 เดือน มีน้ำหนักแง่งต่อกอ 88.3, 79.1 และ 71.5 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักผลผลิตรวมต่อตารางเมตร พบว่า การเก็บเกี่ยวขิงเมื่ออายุ 7 เดือน มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 4.2 กิโลกรัม รองลงมาคือ เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 6, 5 และ 4 เดือนมีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 3.3, 3.2 และ 2.7 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่27)

ตารางที่ 27 ผลผลิตของหัวพันธุ์ขิงที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 4 5 6 และ 7 เดือน ที่ปลูกในโรงเรือน

กรรมวิธี	จำนวนต้น/กอ	จำนวนแง่ง/ตารางเมตร	น้ำหนักแง่ง/กอ(กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/ตรม(กก)
อายุเก็บเกี่ยว 4 เดือน	8.1 c	106 d	71.5 c	2.7 b
อายุเก็บเกี่ยว 5 เดือน	9.1 c	117 c	79.1 bc	3.2 b
อายุเก็บเกี่ยว 6 เดือน	10.8 b	130 b	88.3 ab	3.3 ab
อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน	12.8 a	144 a	92.6 a	4.2 a
F-test	**	**	*	*
CV (%)	10.3	0.2	10.5	18.5

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปีที่ 2 (2557/2558)

การใช้หัวพันธุ์ขิงอายุ 4 เดือนมาปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวที่อายุ 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีผลให้จำนวนแง่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือนมีจำนวนแง่งต่อกอมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 7, 9 และ 10 เดือน คือ 28.5, 17.6, 15.8 และ 15.9 แง่ง ตามลำดับ น้ำหนักแง่งต่อกอมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8, 9 และ 10 เดือน มีน้ำหนักแง่งต่อกอมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 7 เดือน คือ 618, 640, 610 และ 324 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยขิงที่เก็บเกี่ยวที่อายุ 10 เดือน มีน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด แต่ไม่มีความแตกต่างกับที่อายุ 8 และ 9 เดือน ส่วนการเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือนมีน้ำหนักผลผลิตต่ำที่สุด คือ 14.7, 10.8, 12.5 และ 7.5 กิโลกรัมต่อ 10 ตารางเมตร (ตารางที่ 28)

ตารางที่ 28 จำนวนแง่ง น้ำหนักแง่ง และน้ำหนักผลผลิต ที่ใช้หัวพันธุ์อายุ 4 เดือน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 8 9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	จำนวนแง่ง/กอ	น้ำหนักแง่ง/กอ(กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/10 ตรม (กก)
อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน	17.6 b	324 b	7.5 b
อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน	28.5 a	618 a	12.5 ab
อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน	15.8 b	640 a	10.8 ab
อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน	15.9 b	610 a	14.7 a
F-test	*	*	*
CV (%)	35.4	36.7	39.6

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การใช้หัวพันธุ์ขิงอายุ 5 เดือนมาปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวที่อายุ7, 8, 9 และ 10 เดือน มีผลให้จำนวนแง่งมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือน มีจำนวนแง่งมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 8, 9 และ 10 เดือน คือ 76.1, 30.8, 17.8 และ 20.2 แง่ง ตามลำดับ น้ำหนักแง่งต่อกอมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง โดยเมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 7 และ 8 เดือน มีน้ำหนักแง่งต่อกอมากที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 10 และ 9 เดือน คือ 1,046, 1,254, 905 และ 647 กรัม ตามลำดับ น้ำหนักผลผลิตมีความแตกต่างกันทางสถิติอย่างมี

นัยสำคัญยิ่ง โดยการเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือนมีน้ำหนักผลผลิตสูงที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับที่อายุ 7 เดือน รองลงมาได้แก่ การเก็บเก็บเกี่ยวที่อายุ 10 และ 9 เดือน คือ 28.9, 24.8, 17.3 และ 10.0 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 29)

ตารางที่ 29 จำนวนแง่ง น้ำหนักแง่ง และน้ำหนักผลผลิต ที่ใช้หัวพันธุ์อายุ 5 เดือน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 8 9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	จำนวนแง่ง/กอ	น้ำหนักแง่ง/กอ(กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/10 ตรม (กก)
อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน	76.1 a	1046 a	24.8 ab
อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน	30.8 b	1254 a	28.9 a
อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน	17.8 b	647 b	10.0 c
อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน	20.2 b	905 ab	17.3 bc
F-test	**	**	**
CV (%)	32.6	37.8	27.7

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การใช้หัวพันธุ์ขิงอายุ 6 เดือนมาปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวที่อายุ 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีผลให้จำนวนแง่งต่อกอ น้ำหนักแง่งต่อกอ และน้ำหนักผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม การเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน มีจำนวนแง่งต่อกอสูงที่สุด รองลงมาคือที่อายุ 7, 9 และ 10 เดือน คือ 22.9, 21.0, 17.3 และ 13.8 แง่ง ตามลำดับ น้ำหนักแง่งต่อกอสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 8 เดือน รองลงมาคือที่อายุ 10 และ 9 เดือน คือ 506, 455, 429 และ 318 กรัม ตามลำดับ และน้ำหนักผลผลิตสูงสุดเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 10 และ 7 เดือน รองลงมาคือ 9 และ 8 เดือน คือ 10.8, 10.1, 8.4 และ 7.1 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 30)

ตารางที่ 30 จำนวนแง่ง น้ำหนักแง่ง และน้ำหนักผลผลิต ที่ใช้หัวพันธุ์อายุ 6 เดือน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 8 9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	จำนวนแง่ง/กอ	น้ำหนักแง่ง/กอ(กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/10ตรม(กก)
อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน	21.0	455	10.1
อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน	22.9	506	7.1
อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน	17.3	318	8.4
อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน	13.8	429	10.8
F-test	ns	ns	ns
CV (%)	40.3	47.3	59.0

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การใช้หัวพันธุ์ขิงอายุ 7 เดือนมาปลูก พบว่า การเก็บเกี่ยวที่อายุ 7, 8, 9 และ 10 เดือน มีผลให้จำนวนแง่ง มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยเมื่อเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือน มีจำนวนแง่งต่อกอมากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกับที่อายุ 8 เดือน รองลงมาคือ 10 และ 9 เดือน คือ 25.6, 21.0, 19.6 และ 16.2 แง่ง ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักแง่งต่อกอ และน้ำหนักผลผลิตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ อย่างไรก็ตาม ขิงที่อายุ 10 เดือน มีน้ำหนักแง่งต่อกอสูงที่สุด รองลงมาคือ 9, 7 และ 8 เดือน คือ 512, 482, 476 และ 449 กรัม ตามลำดับ ส่วน น้ำหนักผลผลิต การเก็บเกี่ยวที่อายุ 10 เดือนมีน้ำหนักผลผลิตสูงสุด รองลงมาคือ 9, 7 และ 8 เดือน คือ 18.4, 17.6, 13.7 และ 13.8 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 31)

ตารางที่ 31 จำนวนแง่ง น้ำหนักแง่ง และน้ำหนักผลผลิต ที่ใช้หัวพันธุ์อายุ 7 เดือน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 8 9 และ 10 เดือน

กรรมวิธี	จำนวนแง่ง/กอ	น้ำหนักแง่ง/กอ (กรัม)	น้ำหนักผลผลิต/10 ตรม (กก)
อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน	25.6 a	476	13.8
อายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน	21.0 ab	449	13.7
อายุเก็บเกี่ยว 9 เดือน	16.2 b	482	17.6
อายุเก็บเกี่ยว 10 เดือน	19.6 b	512	18.4
F-test	*	ns	ns
CV (%)	17.7	1.4	21.0

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากผลการทดลองจะเห็นว่าการนำขิงไปขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อแล้วนำไปปลูกในวัสดุปลูกที่ผ่านการอบฆ่าเชื้อ สามารถผลิตหัวพันธุ์ขิงขนาดเล็ก (minirhizome) ที่ปลอดโรคได้ โดยการเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือน มีจำนวนต้นต่อกอ น้ำหนักต่อกอ และน้ำหนักผลผลิต สูงที่สุด ทั้งนี้เนื่องมาจากต้นขิงมีระยะเวลาในการสะสมอาหารที่หัวมากกว่าการเก็บเกี่ยวที่อายุ4, 5 และ 6 เดือน อย่างไรก็ตาม เมื่อนำหัวพันธุ์ดังกล่าวไปปลูกในแปลงทดลอง พบว่า การใช้หัวพันธุ์ที่อายุ 5 เดือน และทำการเก็บเกี่ยวที่อายุ7 และ 8 เดือน ให้น้ำหนักผลผลิตเพิ่มขึ้นสูงสุด13-15 เท่า จาก 79.1 กรัม เพิ่มเป็น 1,054 และ 1,254 กรัม ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ White *et al.* (2013) ที่ปลูกขิงโดยใช้ชิ้นส่วนที่ปลอดโรคลงในกระถางและเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน พบว่า สามารถเพิ่มปริมาณขิงได้10 เท่า อย่างไรก็ตาม การปลูกขิงเพื่อให้ปลอดจากเชื้อแบคทีเรียนั้น ควรใช้วิธีการผสมผสาน เช่น การเขตกรรม การปลูกพืชหมุนเวียน และการควบคุมโรคโดยชีววิธี เป็นต้น ร่วมกับการใช้หัวพันธุ์ที่ปลอดโรค (กณิษฐาไม่ระบุปี; ธิติมา,2543; Miyasaka, 2012; Rahman *et al*, 2009 and Yang, 2012) เพื่อให้การปลูกขิงมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การทดลองที่ 2.1.2 ศึกษาระยะปลูกของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน

ปีที่ 1 (2556/2557)

เมื่ออายุครบ 9 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอ มากที่สุด คือ 87.58 กรัม รองลงมาคือ ระยะ 10x10, 5x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอ 66.33, 46.65 และ 40.20 กรัม ตามลำดับ ส่วนน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่10 ตารางเมตร พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 50.30 กิโลกรัม รองลงมาคือ ระยะ 5x10, 10x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่48.95, 48.55 และ 46.15 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่32)

ด้านจำนวนแง่งต่อพื้นที่ พบว่า การปลูกต้นกล้าขิงในระยะ5x5 เซนติเมตร มีจำนวนแง่งต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร มากที่สุด คือ 3,286 แง่ง รองลงมาคือ ระยะ 5x10, 10x10, 10x15 เซนติเมตร มีจำนวนแง่งต่อพื้นที่ 3,241.6, 1,609 และ 1,312 แง่ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด คือ 11.65 ต้น รองลงมาคือ ระยะ 10x10, 5x10 และ 5x5 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอ 9.73, 9.50 และ 9.36 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่32)

จากผลการทดลองในปีที่ 1 (56/57) พบว่า ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ปลอดโรคจากต้นกล้าในสภาพโรงเรือน เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งจำนวนแง่งต่อพื้นที่ จำนวนต้นต่อกอ และน้ำหนัก(กรัม) แง่งต่อกอ

ตารางที่ 32 ผลผลิตของหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน (ปี 2556/57)

กรรมวิธี	น้ำหนัก(กรัม)แง่ง/กอ	น้ำหนักรวม(กก)/พท 10 ตรม	จำนวนแง่ง/พท 10 ตรม	จำนวนต้น/กอ
ระยะปลูก 5x5 ซม.	40.20 c	46.15	3,286.0 a	9.36 b

ระยะปลูก 5x10 ซม.	46.65 c	48.95	3,241.6 b	9.50 b
ระยะปลูก 10x10 ซม.	66.33 b	48.55	1,609.0 c	9.73 b
ระยะปลูก 10x15 ซม.	87.58 a	50.30	1,312.0 d	11.65 a
F-test	**	ns	**	*
CV(%)	9.6	18.4	7.3	11.8

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ปีที่ 2 (2557/2558)

งานทดลองในปีที่ 2 (57/58) เมื่อขิงอายุ 9 เดือน ทำการเก็บเกี่ยวผลผลิต พบว่า น้ำหนักของแง่งต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอ มากที่สุด คือ 89.44 กรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูกอื่นๆ รองลงมา คือ ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอ 80.28 กรัม ส่วนระยะปลูก 15x20 และ 15x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักแง่งต่อกอน้อยที่สุด คือ 63.64 และ 55.96 กรัม ตามลำดับ

น้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร ในระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่มากที่สุด คือ 33.1 กิโลกรัม ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับระยะปลูกอื่นๆ รองลงมาคือ ระยะปลูก 20x20 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 25.3 กิโลกรัม ส่วนระยะปลูก 15x20 และ 15x15 เซนติเมตร มีน้ำหนักผลผลิตรวมต่อพื้นที่น้อยที่สุด คือ 20.6 และ 17 กิโลกรัม ตามลำดับ (ตารางที่ 33)

ด้านจำนวนแง่งต่อพื้นที่ พบว่า การปลูกต้นกล้าขิงในระยะ 15x15 เซนติเมตร มีจำนวนแง่งต่อพื้นที่ (10 ตารางเมตร) มากที่สุด คือ 1,227 แง่ง รองลงมาคือ ระยะ 15x20, 20x20, 20x25 เซนติเมตร มีจำนวนแง่งต่อพื้นที่ 1,099, 985 และ 807 แง่ง ตามลำดับ ส่วนจำนวนต้นต่อกอ พบว่า ระยะปลูก 15x20 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอมากที่สุด คือ 10.69 ต้น รองลงมาคือ ระยะ 20x20, 20x25 และ 15x15 เซนติเมตร มีจำนวนต้นต่อกอ 9.48, 8.52 และ 7.10 ต้น ตามลำดับ (ตารางที่ 33)

จากผลการทดลองในปีที่ 2 (57/58) พบว่า ระยะปลูก 20x25 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุดในการผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ปลอดโรคจากต้นกล้าในสภาพโรงเรือน เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักของผลผลิตรวม (กิโลกรัม) ต่อพื้นที่ และน้ำหนัก (กรัม) แง่งต่อกอ สอดคล้องกับงานวิจัยศึกษาระยะปลูกหัวพันธุ์ขิงของ Sharma, *et al.,* 2011 ในประเทศอินเดีย พบว่า ระยะปลูกยิ่งเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผลผลิตมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามด้วย ในขณะเดียวกันเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเป็นไปในทิศทางตรงข้าม และระยะปลูกที่เหมาะสมที่ให้ผลผลิตสูงและเปอร์เซ็นต์การเกิดโรคต่ำ คือ ระยะ 25x30 เซนติเมตร

ตารางที่ 33 ผลผลิตของหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 9 เดือน (ปี 2557/58)

กรรมวิธี	น้ำหนัก(กรัม)แง่ง/กอ	น้ำหนักรวม(กก)/พท 10 ตรม	จำนวนแง่ง/พท 10 ตรม	จำนวนต้น/กอ
ระยะปลูก 15x15 ซม.	55.96 c	17.0 b	1,227 a	7.10
ระยะปลูก 15x20 ซม.	63.64 c	20.6 b	1,099 ab	10.69
ระยะปลูก 20x20 ซม.	80.28 b	25.3 ab	985 b	9.48
ระยะปลูก 20x25 ซม.	89.44 a	33.1 a	807 c	8.52
F-test	**	*	**	ns
CV(%)	7.9	29.5	10.2	11.8

ตัวเลขที่ตามหลังด้วยอักษรที่เหมือนกันแต่ละกรรมวิธีไม่แตกต่างกันทางสถิติโดยวิธี LSD ที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

การทดลองที่ 2.1.3 ศึกษาการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่

1. การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค G1ในสภาพไร่ โดยนำหัวพันธุ์ขิง G0 ที่ได้จากการผลิตในโรงเรือน แยกขนาดเป็นขิงแม่พันธุ์ขนาดใหญ่ น้ำหนัก 10.9 กรัมต่อแง่ง ขนาดกลางน้ำหนัก 5.6 กรัมต่อแง่ง และหัวขนาดเล็ก

น้ำหนัก 4.2 กรัมต่อแง่ง (ภาพผนวกที่ 1 4) ปลูกในแปลงที่อยู่นอกโรงเรือนเป็นครั้งแรก (ปลูกในสภาพไร่) มีการจัดการด้านเขต-กรรมที่เหมาะสม เพื่อลดการติดเชื้อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* เมื่อเก็บเกี่ยวได้เป็นหัวพันธุ์ขิง G1 ซึ่งมีลักษณะทั่วไปของขิงดังนี้ (ตารางที่ 34)

1.1 เปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง G0 อายุ 1 เดือน (หลังปลูก 20 วัน ขิงเริ่มงอก) พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ความงอก 97.8เปอร์เซ็นต์โดยหัวพันธุ์ขิงG0 ขนาดกลางและใหญ่มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงถึง 99.3เปอร์เซ็นต์

1.2 เปอร์เซ็นต์การรอดตายเมื่ออายุ 2 เดือน(หลังงอก 2 เดือน)พบว่า ต้นขิงรอดตาย 98.0เปอร์เซ็นต์ โดยหัวพันธุ์ขิง G0 ขนาดใหญ่มีเปอร์เซ็นต์รอดตายสูงที่สุด 99.3เปอร์เซ็นต์ ส่วนหัวพันธุ์ขนาดเล็กอัตราการรอดตายน้อยที่สุด คือ 96 เปอร์เซ็นต์

1.3 เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวเป็นหัวพันธุ์ขิง G1 หลังจากขิงอายุได้ 8 เดือน พบว่า มีเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว 95.3 เปอร์เซ็นต์โดยหัวพันธุ์ขิงG0 ขนาดกลางมีเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวสูงที่สุด

หัวพันธุ์ขิง G0 มีการปะปนของสายพันธุ์ขิงชนิดอื่นเมื่อนำมาปลูกและขุดขึ้นมาเป็นหัวพันธุ์ขิงG1 ก็พบว่า มีเปอร์เซ็นต์ของขิงหยวกเพียง 42เปอร์เซ็นต์ ของขิงที่เก็บเกี่ยวได้หรือ 44.1เปอร์เซ็นต์ ของขิงทั้งหมด นอกนั้นเป็นขิงชนิดอื่น หัวพันธุ์ที่ได้มีลักษณะแตกต่างกันคือ ขิงหยวกจะมีแง่งขนาดกลางจนถึงขนาดใหญ่ ส่วนขิงชนิดอื่นแง่งจะ มีขนาดเล็ก (ภาพผนวกที่ 16) และมีจำนวนแง่งต่อกอมาก สามารถสรุปได้ว่าเป็นขิงชนิดอื่น เนื่องจากเมื่อนำไปปลูกอีกครั้งในปีต่อมา แง่งขิงที่ได้ก็ยังมีขนาดเล็กเท่าเดิม และลักษณะต้นที่อยู่เหนือดินก็มีความแตกต่างกันด้วย (พบการปะปนของพันธุ์ขิงในระบบการผลิตต้นอ่อนจากห้องทดลองภายหลัง)

1.4 จำนวนต้นต่อกอพบว่า มีจำนวน 28.4 ต้นต่อกอ เมื่อจำแนกเป็นขิงหยวกกับขิงชนิดอื่นพบว่า จำนวนต้นต่อกอของขิงหยวกมีเพียง 20.6 ต้นต่อกอ ขณะที่ขิงชนิดอื่น มีมากถึง 36.2 ต้นต่อกอหรือมากกว่าเกือบ 2เท่า

1.5 จำนวนแง่งต่อกอพบว่า มีจำนวน 38.7 แง่งต่อกอ ขิงหยวกมีจำนวนแง่งกอ 26.2 แง่งต่อกอ ขณะที่ขิงชนิดอื่นมี 51.2 ต้นต่อกอหรือมากกว่าเกือบ 2 เท่า สอดคล้องกับจำนวนต้นต่อกอ(ข้อ 1.1.4)

1.6 น้ำหนักต่อกอพบว่า มีน้ำหนัก 178.0 กรัมต่อกอ แยกเป็นน้ำหนักขิงหยวก 209.3 กรัมต่อกอ ขิงชนิดอื่น 146.7 กรัมต่อกอ ซึ่งตรงกันข้ามกับจำนวนแง่งต่อกอเนื่องจากขิงหยวกมีขนาดใหญ่กว่าอย่างเห็นได้ชัด และเมื่อคำนวณเป็นผลผลิตรวม(ขิงทั้ง 2 ชนิด)เท่ากับ 1,451 กิโลกรัมต่อไร่ โดยคำนวณจากเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว คูณจำนวนต้นต่อไร่ หักจำนวนต้นที่เกิดโรคเหี่ยว คูณน้ำหนักเฉลี่ยต่อกอ(กรัม) เท่ากับ((95.3×8,880) -309)(178)

1.7 เปอร์เซ็นต์การเกิดโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย*R. Solanacearum* ในระหว่างการปลูกหรือช่วงก่อนเก็บเกี่ยว ต้นขิงมีการเกิดโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย 3.5เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนต้นทั้งหมด ซึ่งแสดงอาการอย่างชัดเจน เมื่อตัดลำต้นจุ่มน้ำพบน้ำสีขาวขุ่นไหลออกมา(Ooze) (ภาพผนวกที่ 17) แต่ต้นขิงที่เหลือไม่แสดงอาการ สาเหตุที่ขิงมีอาการโรคเหี่ยวอาจเนื่องจากบริเวณใกล้เคียงเคยปลูกมันฝรั่งซึ่งอาจมีโรคที่เกิดจากเชื้อชนิดเดียวกันติดต่อกันได้และต้นขิงที่แสดงอาการของโรคพบอยู่บริเวณด้านข้างที่ติดกับแปลงปลูกมันฝรั่ง

2. ข้อมูลทางด้านคุณภาพของหัวพันธุ์ขิง G1 โดยใช้ลักษณะของการเป็นหัวพันธุ์ที่ดี คือต้องเป็นหัวพันธุ์ที่มีเนื้อแข็ง ผิวมัน ตาเต่ง ปราศจากศัตรูพืชพวกเพลี้ยแป้งเพลี้ยหอย ไส้เดือนฝอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย*R. solanacearum* และมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงพบว่า (ตารางที่35)

2.1 เปอร์เซ็นต์โรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียในหัวพันธุ์ *R. solanacearum* หลังเก็บเกี่ยวหรืออยู่ในลักษณะของหัวพันธุ์ขิง G1 ไม่พบการติดเชื้อโรคเหี่ยว ดังนั้นการตรวจดังกล่าวจึงเป็นการยืนยันได้ว่าขิงที่เก็บเกี่ยวได้นี้สามารถใช้เป็นหัวพันธุ์ขิงที่ปลอดโรคเหี่ยวได้ทั้งหมด

2.2 ลักษณะทางกายภาพของเหง้าขิง เนื้อแข็ง ผิวมัน ตาเต่ง และเมื่อตรวจพินิจหัวพันธุ์ขิงดูลักษณะภายนอกจากการสุ่มมาทั้งขิงหยวกและขิงชนิดอื่น พบว่าขิง 99.4เปอร์เซ็นต์ ของจำนวนเหง้าทั้งหมดที่สุ่มตรวจขิงมีเนื้อแข็ง ผิว

มัน ตาเต่ง แต่เมื่อพิจารณาเฉพาะขิงหยวกซึ่งมีแง่งขนาดใหญ่มีลักษณะที่ดีทั้งหมดและยังไม่พบขิงน้ำนม ขิงไส้ซึม ขิงไส้แดงทุกตัวอย่าง

2.3 หัวพันธุ์ขิงทั้งหมดไม่มีเพลี้ยหอย แต่พบร่องรอยของเพลี้ยแป้งปะปนอยู่ที่ผิวด้านนอกของขิงเล็กน้อย (ไม่พบตัวแมลง) อย่างไรก็ตามพบว่าขิงเกือบทั้งหมด 81.8 เปอร์เซ็นต์ มีไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย (ภาพนวกที่ 18) และวางไข่ไว้ในหัวพันธุ์ แสดงให้เห็นว่าในดินปลูกขิงมีไส้เดือนฝอยระบาด หากไม่มีการป้องกันกำจัดก็สามารถเข้าทำลายและติดไปกับหัวพันธุ์ขิงระบาดในฤดูกาลถัดไป

2.4 เปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง G1 อายุ 1 เดือน ทดสอบในแปลงปลูกขิงของเกษตรกรอำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย สูงถึง 95.6 เปอร์เซ็นต์

3. ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G1 (ตารางที่ 36) พบว่าทุนส่วนใหญ่ของการปลูก 53.9 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่า หัวพันธุ์ รองลงมาคือค่าแรงงาน 27.3 เปอร์เซ็นต์ ที่เหลือเป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่นค่าปุ๋ย ค่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่างๆ หัวพันธุ์ขิง G1 เมื่อนำไปหาต้นทุนทั้งหมด จะเป็นต้นทุนต่อ 1 แง่งที่พร้อมปลูก (ขนาดยาวประมาณ 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา) เท่ากับ 1.09 บาท ซึ่งยังนับเป็นต้นทุนหัวพันธุ์ขิงที่สูงอยู่

ตารางที่ 34 ลักษณะทั่วไปของขิง

เรื่อง	แม่พันธุ์หัวเล็ก	แม่พันธุ์หัวกลาง	แม่พันธุ์หัวใหญ่	เฉลี่ย
1. เปอร์เซ็นต์การงอกG0 (%)	94.7	99.3	99.3	97.8
2. เปอร์เซ็นต์รอดตาย G0 (%)	96.0	98.7	99.3	98.0
3. เปอร์เซ็นต์เก็บเกี่ยวแยกตามชนิดของขิงที่ผลิตได้ (%)				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	37.0	39.0	50.0	42.0
- แง่งขนาดเล็ก	56.0	60.0	44.0	53.3
รวม	93.0	99.0	94.0	95.3
4. จำนวนต้น/กอ (ต้น)				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	16.8	29.0	15.9	20.6
- แง่งขนาดเล็ก	29.6	40.9	38.1	36.2
เฉลี่ย	23.2	35.0	27.0	28.4
5. จำนวนแง่ง/กอ (แง่ง)				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	21.2	35.6	21.9	26.2
- แง่งขนาดเล็ก	38.9	53.4	61.2	51.2
เฉลี่ย	30.1	44.5	41.6	38.7
6. น้ำหนัก/กอ (กรัม)				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	163.3	253.6	209.7	209.3
- แง่งขนาดเล็ก	90.2	168.0	181.9	146.7
เฉลี่ย	126.8	210.8	195.8	178.0

ตารางที่ 35 คุณภาพของหัวพันธุ์ขิง G1

เรื่อง	แม่พันธุ์หัวเล็ก (%)	แม่พันธุ์หัวกลาง (%)	แม่พันธุ์หัวใหญ่ (%)	เฉลี่ย (%)
1. ไส้เดือนฝอย				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	76.5	56.0	58.3	63.6
- แง่งขนาดเล็ก	100.0	100.0	100.0	100.0
เฉลี่ย	88.3	78.0	79.2	81.8

2. ขิงที่เนื้อแข็ง ผิวมัน และตาเต่ง				
- แง่งขนาดกลาง-ใหญ่	100.0	100.0	100.0	100.0
- แง่งขนาดเล็ก	96.4	100.0	100.0	98.8
เฉลี่ย	98.2	100.0	100.0	99.4
3. โรคเหี่ยวเขียว (Glift Kit)[1]	-	-	-	0.0
4. การงอก(ในแปลงเกษตรกร)	-	-	-	95.6

หมายเหตุ [1/] ไม่ได้จำแนกตามชนิดแม่พันธุ์ขิง
ไม่พบศัตรูพืชพวกเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง ขิงน้ำนม ขิงไส้ซีมและไส้แดงทุกตัวอย่าง
โรคเหี่ยว (นับจากในแปลงปลูก) พบร้อยละ 3.5

ตารางที่ 36 ต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G1 ในสภาพไร่ต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่

ต้นทุน	เป็นเงิน(บาท)	ร้อยละ
1. ค่าหัวพันธุ์ขิง G0 (จำนวน 8,880 แง่ง * 5 บาท/แง่ง)[1]	44,400	53.9
2. ค่าสารเคมี	5,649	6.9
3. ค่าไถ ค่าน้ำมัน	1,088	1.3
4. ค่าปุ๋ย ปูนขาว ฟางข้าว	8,699	10.6
5. ค่าแรงงาน[2]	22,500	27.3
รวม	82,336	100

หมายเหตุ [1/]ค่าหัวพันธุ์ขิง G0 ข้อมูลจากการสัมภาษณ์สนอง จรินทร (ธันวาคม, 2558)
[2/]ค่าแรงงานวันละ 300 บาท
- ค่าหัวพันธุ์ขิง G1 ที่จะผลิตเป็นหัวพันธุ์ขิง G2 = ต้นทุนทั้งหมด หารด้วย
จำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก (มีขนาดความยาว 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา) = 82,336÷75,573 =1.09 บาท
โดยที่จำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก = น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ หารน้ำหนักหัวพันธุ์ต่อแง่ง = 1,451 กิโลกรัม ÷ 19.2 กรัม = 75,573

กิจกรรมที่ 2.2 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์

การทดลองที่ 2.2.1 ทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) ในแปลงเกษตรกร

การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ดำเนินการ 2 แห่ง คือ ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย และแปลงเกษตรกร อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย โดยนำหัวพันธุ์ขิง G1 ที่ได้จากการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค G1 ในสภาพไร่ ขนาดยาวประมาณ 2 นิ้ว มี 2-3 ตา มาทำการทดลอง และใช้เทคโนโลยีการป้องกันกำจัดโรคผสมผสาน เพื่อลดการติดเชื้อโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* เมื่อเก็บเกี่ยวได้เป็นหัวพันธุ์ขิง G2 ซึ่งมีลักษณะทั่วไปของขิงดังนี้

ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ตารางที่ 37) เปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง G1 อายุ 1 เดือน พบมีความงอก 91.4 เปอร์เซ็นต์ ต้นขิงรอดตาย 80.2 เปอร์เซ็นต์ เมื่ออายุ 2 เดือน สาเหตุที่มีต้นตาย สูงเกือบ 20 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากมีการพ่นสารกำจัดวัชพืชช้าในขณะที่ขิงเริ่มโผล่พ้นดินแล้ว ทำให้ สารกำจัดวัชพืชพ่นถูกขิง

ส่วนเปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยวเป็นหัวพันธุ์ขิง G2 หลังจากขิงอายุได้ 9 เดือน สามารถเก็บได้ 81.3 เปอร์เซ็นต์ พบว่า ขิงถูกเชื้อรา *Sclerotium spp.* ลงทำลาย หัวพันธุ์ขิง 48.6 เปอร์เซ็นต์ มีร่องรอยการเข้าทำลายของเชื้อราที่ผิวด้านนอกของแง่งขิงเล็กน้อย (ภาพผนวก 19 ก.) และ 35.8 เปอร์เซ็นต์ มีร่องรอยการเข้าทำลายของเชื้อราที่ผิวด้านนอกและมีอาการเน่าจากส่วนปลายสุดของแง่งขิง ซึ่งเชื่อมต่อกับลำต้นส่วนเหนือดินเน่าลามลงมาด้านล่างของแง่งขิงบางส่วน (ภาพผนวก ที่ 19 ข.) ทำการป้องกันกำจัดโดย การใช้สารเคมี กำจัดเชื้อราผสมรดตรงส่วนของโคนต้นเมื่อขิงอายุได้ 6 เดือน เมื่อเช็คจำนวนต้นต่อกอ พบว่า มีจำนวน ต้นเฉลี่ย 7.2 ต้น และจำนวนแง่งต่อกอ เฉลี่ยจำนวน 9.3 แง่ง ส่วนน้ำหนัก เฉลี่ยต่อกอพบว่า มีน้ำหนัก 216.4 กรัม และมีผลผลิตเท่ากับ 1,759 กิโลกรัมต่อไร่

ในแปลงเกษตรกร อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย (ตารางที่ 37) พบว่า เปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง G1 อายุ 1 เดือน มีความงอก 95.6 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการรอดตายเมื่ออายุ 2 เดือนพบว่า ต้นขิงรอดตาย 87.7 เปอร์เซ็นต์ สามารถเก็บเกี่ยวเป็นหัวพันธุ์ขิง G2 หลังจากขิงอายุได้ 9 เดือน ได้ 74 เปอร์เซ็นต์ และพบขิงที่เป็นโรคเน่าจากเชื้อ รา *Fusarium spp.* ถึง 24 เปอร์เซ็นต์ (ภาพผนวกที่ 20 ค และ 20 ง) ของจำนวนต้นที่ยังเหลืออยู่ขณะเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะแปลงที่มีศัตรูรบกวนมาก จะพบต้นที่เป็นโรคมากถึง 37.6 เปอร์เซ็นต์ (ตารางผนวกที่ 1) โดยแสดงอาการตั้งแต่แง่งขิงที่ใช้ปลูก (G1) เริ่มเน่าลุกลามขึ้นมาที่แง่งจากหน่อแรกเท่านั้นซึ่งยังสามารถใช้ทำหัวพันธุ์ได้ (ภาพผนวกที่ 20 ก) ถ้ามีมีอาการของโรครุนแรงคือ เน่าลามขึ้นไปด้านบนถึงครึ่งหนึ่งของเหง้าหรือเน่าแห้งทั้งหมด จะไม่ใช้ทำหัวพันธุ์ (ภาพผนวกที่ 20 ข)

จำนวนต้นต่อกอพบว่า มีจำนวน 6.1 ต้น และจำนวนแง่งต่อกอ มี 9.2 แง่ง ส่วนน้ำหนักต่อกอพบว่า มีน้ำหนัก 284 กรัม และมีผลผลิตเท่ากับ 2 ,096 กิโลกรัมต่อไร่

ตารางที่ 37 ลักษณะทั่วไปของขิงในขั้นตอนการทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์

เรื่อง	ศวส.ชร.	อ.เวียงป่าเป้า
1. การงอก G1 อายุ 1 เดือน (%)	91.4	95.6
2. รอดตาย G1 อายุ 2 เดือน (%)	80.2	87.7
3. เก็บเกี่ยวเมื่อขิงอายุ 9 เดือน (%)	81.3	74.0
4. จำนวนต้น/กอ (ต้น)	7.2	6.1
5. จำนวนแง่ง/กอ (แง่ง)	9.3	9.2
6. น้ำหนัก/กอ (กรัม)	216.4	284.0
7. ผลผลิต (กิโลกรัม/ไร่)	1,759.0	2,096.0

ผลผลิต = (เปอร์เซ็นต์การเก็บเกี่ยว X จำนวนต้นต่อไร่) – จำนวนต้นที่เกิดโรคเหี่ยว X น้ำหนักเฉลี่ยต่อกอ

จากตารางที่ 38 คุณภาพของหัวพันธุ์ขิง G2 เมื่อเก็บเกี่ยว ที่ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย โดยใช้ลักษณะของการเป็นหัวพันธุ์ที่ดี คือต้องเป็นหัวพันธุ์ที่มีเนื้อแข็ง ผิวมัน ตาเต่ง ปราศจากศัตรูพืชพวกเพลี้ยแป้ง เพลี้ยหอย ไส้เดือนฝอย โดยเฉพาะอย่างยิ่งโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* และมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูง พบว่า ขิงทั้งหมด 100 เปอร์เซ็นต์ มีเนื้อแข็ง และ 81.1 เปอร์เซ็นต์ มีตาเต่งสมบูรณ์ ที่เหลือ18.9 มีตาไม่เต่ง เนื่องจากพบเชื้อรา *Sclerotium spp.* เข้าทำลายบางส่วน รวมทั้งมีไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย 31.8 เปอเซ็นต์ แต่ขิง G2 ที่ได้ทั้งหมด ไม่พบขิงน้ำนม ขิงไส้ซึม และขิง ไส้แดง เมื่อตรวจเช็ค แมลงศัตรูที่ติดอยู่กับหัวพันธุ์พวกเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง พบว่า หัวพันธุ์ขิงทั้งหมด ไม่พบ เพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง และเมื่อตรวจเช็คเปอร์เซ็นต์โรคเหี่ยวเขียวในหัวพันธุ์จากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* หลังเก็บเกี่ยวหรืออยู่ในลักษณะของหัวพันธุ์ขิง G2 ไม่พบการติดเชื้อโรคเหี่ยวดังกล่าว ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของหัวพันธุ์ขิง G2 อายุ 1 เดือน พบว่ามีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์

ส่วนในแปลงเกษตรกร อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย คุณภาพของหัวพันธุ์ขิง G2 เมื่อเก็บเกี่ยวโดยใช้ลักษณะของการเป็นหัวพันธุ์ที่ดีเช่นเดียวกับแปลงที่ปลูกในศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย พบว่า ขิง G2 ที่ได้ทั้งหมดมีผิวมันและตาที่เต่งสมบูรณ์ และพบมีขิงที่ถูกเชื้อรา *Sclerotium spp.* เข้าทำลาย 24 เปอร์เซ็นต์ ส่วนไส้เดือนฝอย พบมีการทำลายเพียง 0.5 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบขิงน้ำนม ขิงไส้ซึม และขิงไส้แดง รวมทั้งไม่พบการทำลายของเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้งในทุกตัวอย่างที่ตรวจ และไม่พบโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ในหัวพันธุ์ หลังเก็บเกี่ยวหรืออยู่ในลักษณะของหัวพันธุ์ขิง G2 รวมถึงมีอัตราการงอกของหัวพันธุ์ G2 อายุ 1 เดือน สูงถึง 100 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 38 แสดงคุณภาพของหัวพันธุ์ขิง G2 ในขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์

เรื่อง	อ.เวียงป่าเป้า (%)	ศวส.ชร. (%)
1. ไส้เดือนฝอย		
- มีไส้เดือนฝอย	0.5	31.8
- ไม่มีไส้เดือนฝอย	99.5	68.2
2. ลักษณะเนื้อขิง		
- เนื้อแข็ง ผิวมันไม่มีร่องรอยของเชื้อรา	76.0	15.6
- เนื้อแข็งแต่ผิวมีร่องรอยของเชื้อรา	10.0	48.6
- มีเชื้อราทำลายมาก	24.0[1/]	35.8[2/]
3. ลักษณะของตาขิง		
- ตาเต่งสมบูรณ์ดี	100	81.1
- ตาไม่เต่ง	0.0	18.9
4. โรคเหี่ยวเขียว (Glift Kit จำนวน10 %)	0.0	0.0
5. การงอก	100.0	100.0

หมายเหตุ [1/] ใช้ทำหัวพันธุ์ไม่ได้เนื่องจากเชื้อราเข้าทำลายลุกลามเนื้อขิงในส่วนที่ยังไม่มีอาการ
[2/] ใช้ทำหัวพันธุ์ได้เมื่อตัดส่วนที่มีอาการของโรคออกไป
ไม่พบศัตรูพืชพวกเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง ขิงน้ำนม ขิงไส้ซีม และไส้แดงทุกตัวอย่าง

เมื่อดูต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย (ตารางที่ 39) พบว่า ทุนส่วนใหญ่ของการปลูก 45.1 เปอรเซ็นต์ เป็นค่าแรงงาน รองลงมาคือค่าหัวพันธุ์ขิง 21.8 เปอรเซ็นต์ ซึ่งใกล้เคียงกับค่าใช้จ่ายค่าปุ๋ย ปูนขาวและฟางข้าว คือ 22.6 เปอร์เซ็นต์ เมื่อนำ หัวพันธุ์ขิง G2 ไปหารต้นทุนทั้งหมด จะ ได้เป็นต้นทุนต่อ 1 แง่งที่พร้อมปลูกต่อไป (ขนาดยาวประมาณ 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา) พบว่ามีราคา 0.81 บาท ต่อ 1 แง่ง ซึ่งลดลงจากค่าหัวพันธุ์ G1 เท่ากับ 0.28 บาท (ค่าหัวพันธุ์ G1 เท่ากับ 1.09 บาท ต่อ 1 แง่ง) อย่างไรก็ตามค่าหัวพันธุ์ขิง G2 ยังนับว่ามีต้นทุนที่ค่อนข้างสูง

ส่วนต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ของแปลงเกษตรกร อำเภอเวียงป่าเป้า จังหวัดเชียงราย พบว่า ทุนส่วนใหญ่ของการปลูก 43.2 เปอร์เซ็นต์ เป็นค่าแรงงาน ส่วนค่าหัวพันธุ์ลดเหลือเพียงร้อยละ 23.1 ที่เหลือเป็นค่าใช้จ่ายอื่นๆ เช่นค่าปุ๋ย ค่าสารป้องกันกำจัดศัตรูพืชต่างๆ เมื่อนำหัวพันธุ์ขิง G2 หารต้นทุนทั้งหมด ซึ่งเป็นต้นทุนต่อ 1 แง่งที่พร้อมปลูก มีราคา 0.73 บาท ลดลงจากค่าหัวพันธุ์ G1 เท่ากับ 0.36 บาท แต่ยังถือว่าค่าหัวพันธุ์ขิง G2 ยังเป็นต้นทุนที่สูง (ตารางที่ 39)

ตารางที่ 39 แสดงต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G2 ในสภาพไร่ต่อพื้นที่ปลูก 1 ไร่

ต้นทุน	อ.เวียงป่าเป้า	ร้อยละ	ศวส.ชร.	ร้อยละ
1. ค่าหัวพันธุ์ขิง G1[1/]	10,900	23.1	10,900	21.8
2. ค่าสารเคมี	4,000	8.5	5,649	11.3
3. ค่าไถ ค่าน้ำมัน	2,100	4.5	1,088	2.2
4. ค่าปุ๋ย ปูนขาว ฟางข้าว	9,777	20.7	9,777	19.6
5. ค่าแรงงาน[2]	20,400	43.2	22,500	45.1
รวม	47,177	100	49,914	100

หมายเหตุ [1/] ค่าหัวพันธุ์ขิง G1 จำนวน 10,000 แง่ง × 1.09 บาท/แง่ง (จากตารางที่)
[2/] ค่าแรงงานวันละ 300 บาท
- ค่าหัวพันธุ์ขิง G2 อ.เวียงป่าเป้า = ต้นทุนทั้งหมด หารด้วยจำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก (มีขนาดความยาว 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา) = 47,177÷ 4,892 = 0.73 บาท โดยที่จำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก = น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ หารน้ำหนักหัวพันธุ์ต่อแง่ง = 2,096 กิโลกรัม ÷ 32.3 กรัม = 64,892
- ค่าหัวพันธุ์ขิง G2 ศวส.ชร. = ต้นทุนทั้งหมด หารด้วยจำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก (มีขนาดความยาว 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา) = 49,914 ÷ 61,719 = 0.81 บาท โดยที่จำนวนหัวพันธุ์พร้อมปลูก = น้ำหนักผลผลิตต่อไร่ หารน้ำหนักหัว

พันธุ์ต่อแง่ง = 1,759 กิโลกรัม ÷ 28.5 กรัม = 61,719

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาอายุเก็บเกี่ยวหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G0) จากต้นเนื้อเยื่อ ในโรงเรือน พบว่า อายุเก็บเกี่ยว 7 เดือน ดีที่สุดคือ มีจำนวนต้นต่อกอ 12.8 ต้น จำนวนแง่ง 144 แง่งต่อตารางเมตร น้ำหนักแง่ง 92.6 กรัมต่อกอ และน้ำหนักผลผลิต 4.2 กิโลกรัมต่อตารางเมตร รองลงมาคือ เก็บเกี่ยวเมื่อหัวพันธุ์ G0 จากต้นเนื้อเยื่อ มีอายุ 6 5 และ 4 เดือน ตามลำดับ เมื่อนำหัวพันธุ์ขิง minirhizome ที่เก็บเกี่ยว 4 5 6 และ 7 เดือน ไปปลูกในสภาพแปลงทดลอง พบว่า หัวพันธุ์ขิง minirhizome ที่เก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 5 เดือน สามารถ เก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 7 เดือน ซึ่งให้จำนวนแง่งต่อกอสูงสุด น้ำหนักแง่งต่อกอและน้ำหนักผลผลิตต่อพื้นที่ สูง ไม่แตกต่างจากอายุเก็บเกี่ยว 8 เดือน และหัวพันธุ์ขิง G0 ที่เก็บเกี่ยวอายุ 6 และ 7 เดือน เมื่อปลูกในสภาพแปลงทดลอง สามารถเก็บเกี่ยวได้ตั้งแต่ 7 เดือนขึ้นไป

การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคที่จะแนะนำให้เกษตรกรนำไปขยายผลในแปลงทดลอง ควรใช้หัวพันธุ์ G0 ที่มีอายุ 5 เดือนขึ้นไป และเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 7 เดือน

การศึกษาถึงระยะปลูกในการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค minirhizome โดยใช้ต้นกล้าจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือน พบว่า ระยะปลูก 10 x15 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด ให้ผลผลิตมากที่สุด โดยมีน้ำหนักแง่งต่อกอเท่ากับ 87.58 กรัม และน้ำหนักรวมทั้งหมดต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 50.30 กิโลกรัม ส่วน การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G0) โดยใช้หัวพันธุ์ minirhizome ที่ได้จากการการปลูกต้นกล้าจากเนื้อเยื่อ มาปลูกในโรงเรือน พบว่า ระยะปลูก 20 x25 เซนติเมตร เป็นระยะปลูกที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นกรรมวิธีที่ให้ผลผลิตมากที่สุดทั้งน้ำหนักแง่งต่อกอ เท่ากับ 89.44 กรัม และน้ำหนักของผลผลิตรวมต่อพื้นที่ 10 ตารางเมตร เท่ากับ 33.10 กิโลกรัม

คำแนะนำการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค(G0) ในโรงเรือนจากต้นเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และจากหัวพันธุ์ (minirhizome) ควรใช้ระยะปลูก 10x15 และ 20x25 เซนติเมตร ตามลำดับ และใช้หัวพันธุ์ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 5 เดือนขึ้นไป และมีการเก็บเกี่ยวเมื่ออายุ 7 เดือน

จากการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่ การใช้ปุ๋ยยูเรียผสมปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (*Bs*) ในการเตรียมดินก่อนการปลูก การทำเขตกรรมและปฏิบัติดูแลรักษาแปลงปลูกที่เหมาะสม ทำให้ต้นขิงที่อยู่ระหว่างเจริญเติบโตแสดงอาการของโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียเพียง 3.5 เปอร์เซ็นต์ มีอัตราการงอก การรอดตายและเก็บเกี่ยวสูงร้อยละ 97.8, 98.0 และ 95.3 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ มีจำนวนต้นและจำนวนแง่งต่อกอ 20.6 ต้น และ 26.2 แง่งตามลำดับ มีน้ำหนัก 178 กรัมต่อกอ คิดเป็นผลผลิต 1,451 กิโลกรัมต่อไร่ และมีต้นทุนการผลิตหัวพันธุ์ขิง G1 ลดลงเหลือเพียง 1.09 บาทต่อแง่ง แต่ยังเป็นต้นทุนที่สูงอยู่ ลักษณะของหัวพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้มีคุณภาพดี ปราศจากเชื้อโรคเหี่ยวเขียว และแมลงพวกเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง หัวพันธุ์ G1 ที่ได้เป็นขิงเนื้อแข็ง ผิวมัน ตาเต่ง สูงถึง 99.4 เปอร์เซ็นต์ ทำให้หัวพันธุ์ขิงมีการงอกสูง 95.6 เปอร์เซ็นต์ อย่างไรก็ตามขิง 81.8 เปอร์เซ็นต์ มีไส้เดือนฝอยเข้าทำลาย

การทดสอบ การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G2) ในแปลงเกษตรกร นั้น ใช้เทคโนโลยี การปลูกขิงประกอบด้วยการเตรียมดินที่ดี การใช้ปูนขาวผสมปุ๋ยยูเรีย การใช้แบคทีเรียปฏิปักษ์ การเขตกรรมและปฏิบัติดูแลรักษาแปลงปลูกที่เหมาะสม ทั้งในขั้นตอนการเตรียมหัวพันธุ์ และการทดสอบเทคโนโลยี ทำให้ต้นขิงที่อยู่ระหว่างเจริญเติบโตแสดงอาการของโรคเหี่ยวเขียวจากเชื้อแบคทีเรียเพียง 3.5 เปอร์เซ็นต์ ในขั้นตอนการเตรียมหัวพันธุ์ ส่วนการทดสอบเทคโนโลยีในแปลงเกษตรกร พบเพียง 0.2 เปอร์เซ็นต์ และไม่พบเลยในแปลงของศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย นอกจากนั้นขิงยังมีลักษณะทั่วไปดี คือ มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงกว่า 90 เปอร์เซ็นต์ การรอดตายสูงมากกว่า 87 เปอร์เซ็นต์ ยกเว้นการทดสอบเทคโนโลยีในศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงรายมีเปอร์เซ็นต์การรอดตาย

ค่อนข้างต่ำเพียง 80 เปอร์เซ็นต์ เนื่องจากได้รับผลกระทบจากการใช้สารเคมี ส่วนเปอร์เซ็นต์เก็บเกี่ยวในขั้นตอนการเตรียมหัวพันธุ์สูงมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่ขั้นตอนการทดสอบเทคโนโลยีกลับมีเปอร์เซ็นต์เก็บเกี่ยวลดลงเหลือเพียงประมาณ 74-81 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งได้รับผลกระทบจากการเข้าทำลายของเชื้อรา อย่างไรก็ตามหัวพันธุ์ที่เก็บเกี่ยวได้ยังมีคุณภาพดี ปราศจากศัตรูพืชที่สำคัญทั้งแมลงพวกเพลี้ยหอย เพลี้ยแป้ง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไม่พบโรคเหี่ยวเขียวที่ติดอยู่กับหัวพันธุ์ขิงในทุกขั้นตอนของการวิจัย ในขั้นตอนการผลิตหัวพันธุ์ มีการงอกสูงมากกว่า 95 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ ในขั้นตอนการทดสอบเทคโนโลยี นอกจากนั้นต้นทุนการผลิตหัวพันธุขิง G2 อยู่ที่ 0.73 และ 0.81 บาทต่อแง่ง ในแปลงเกษตรกร และในแปลงศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย ตามลำดับ ซึ่งลดลงจากการผลิตหัวพันธุ์ขิง G1 ที่มีต้นทุน 1.09 บาทต่อแง่ง แต่ยังเป็นต้นทุนที่ค่อนข้างสูงเมื่อเทียบกับหัวพันธุ์ที่เกษตรกรใช้

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ

หลังจากเกษตรกรได้หัวพันธุ์ขิงเพื่อเตรียมปลูก ไม่ควรเก็บหัวพันธุ์ขิงนานเกิน 3 เดือน และในช่วงการเตรียมดินควรทำการกำจัดวัชพืช และไถตากดินอย่างน้อย 1-2 อาทิตย์ หลังจากนั้นทำการอบดินเพื่อฆ่าเชื้อแบคทีเรีย*R. solanacearum*ที่มีอยู่ในดินให้ลดน้อยลงด้วยการใช้ ยูเรีย:ปูนขาว อัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่(หลังใส่ยูเรียและปูนขาวให้รดน้ำให้ชุ่มและตบดินให้แน่นเล็กนน้อย ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 สัปดาห์จึงไถเปิดหน้าดิน) ร่วมกับการแช่หัวพันธุ์ขิงก่อนปลูกด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis*สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 ความเข้มข้น 108-109 หน่วยโคโลนีต่อมิลลิลิตร อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร หลังจากปลูกขิงรดด้วยผงสำเร็จแบคทีเรียปฏิปักษ์ *B. subtilis*สายพันธุ์ดินรากยาสูบ no.4 อัตรา 50 กรัมต่อน้ำ 20 ลิตร ปริมาตร 50 มิลลิลิตรต่อต้นทุกเดือน ทำการสำรวจโรคและแมลงในแปลงอย่างสม่ำเสมอ ถ้าพบต้นที่แสดงอาการของโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรีย *R. solanacearum* ทำการขุดต้นที่เป็นโรคออกจากแปลงและโรยด้วยยูเรียและปูนขาวอัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ หากพบมีแมลงเข้าทำลายให้ใช้สารป้องกันกำจัดตามความเหมาะสม ส่วนการใส่ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดของหัวขิง ให้ใช้ปุ๋ย 46-0-0, 0-46-0 และ 0-0-50 อัตรา 60 12 100 กิโลกรัมต่อไร่ แบ่งใส่ตามระยะการเจริญเติบโตและการพัฒนาหัวขิงดังนี้

ขิงอายุ 1 เดือน หลังขิงงอก ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-46-0 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่

ขิงอายุ 2 เดือน หลังขิงงอก ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-46-0 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่

ขิงอายุ 3 เดือน หลังขิงงอก ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-46-0 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-0-50อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

ขิงอายุ 4 เดือน หลังขิงงอก ใส่ปุ๋ย 46-0-0 อัตรา 15 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-46-0 อัตรา 3 กิโลกรัมต่อไร่ + ปุ๋ย 0-0-50อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่

สำหรับแปลงผลิตอินทรีย์ใช้การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ร่วมกับการใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นปุ๋ยพืชสดเพื่อรมดินโดยวิธีชีวภาพ(Biofumigation, BF) ก่อนทำการปลูกขิง ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์*B. subtilis*

ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ขิง

<u>การผลิตหัวพันธุ์ขิง G0</u> การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรคควรคัดเลือกหัวพันธุ์ที่ทำการตรวจเช็คว่าปลอดจากเชื้อโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย *R. Solanacearum* รวมทั้งโรคที่เกิดจากเชื้อสาเหตุอื่น ๆ นำมาขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในห้องปฏิบัติการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เมื่อได้ต้นขิงเนื้อเยื่อที่ปราศจากโรคอายุประมาณ 2 เดือน (มีใบจริง 2-3 ใบ) ย้ายจากขวดล้างวุ้นออกให้สะอาดแล้วแช่ด้วยยาป้องกันเชื้อรา ไปปักชำในถาดเลี้ยงต้นกล้าขิง 1 เดือน จึงทำการย้ายปลูกต้นกล้าขิงไปปลูกในโรงเรือนโดยใช้วัสดุปลูกที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว ใช้ระยะปลูก 10x15 เซนติเมตร ให้น้ำอาทิตย์ละ 3 ครั้ง เมื่อขิงมีอายุ 5 เดือน งดให้น้ำ 2 อาทิตย์ก่อนเก็บเกี่ยว จะหัวพันธุ์ G0 (minirhizome) เพื่อนำไปทำหัวพันธุ์ G1

<u>การผลิตหัวพันธุ์ขิง G1</u>หัวพันธุ์ G0 (minirhizome) ปลูกลงแปลงที่อบดินฆ่าเชื้อด้วยปุ๋ยยูเรียผสมปูนขาวอัตรา 80:800 กิโลกรัมต่อไร่ ทิ้งไว้ประมาณ 2-3 สัปดาห์ ร่วมกับการใช้เชื้อแบคทีเรียปฏิปักษ์ (*Bs*) โดยใช้ระยะปลูก 20 X 25 เซนติเมตร และให้ปุ๋ยตามอัตราแนะนำ(ในกิจกรรมที่ 1) ทำการเก็บเกี่ยวเมื่อขิงมีอายุ 7 เดือน จะได้หัวพันธุ์ขิง G1

<u>การผลิตหัวพันธุ์ขิง G2</u>เตรียมหัวพันธุ์ G1 ขนาดประมาณ 2 นิ้ว มีตา 2-3 ตา ทำขั้นตอนการปลูกตามคำแนะนำในกิจกรรมที่ 1

บรรณานุกรม

กณิษฐาสังคะหะชลิดาเล็กสมบูรณ์ญาณีมั่นอ้นและเฟื่องฟ้าจันทนิยม. ไม่ระบุปี. การควบคุมโรคแง่งเน่าของขิงโดยชีววิธี(ภาคโปสเตอร์). น. 352-359. ใน การประชุมวิชาการทรัพยากรไทย: สรรพสิ่งล้วนพันเกี่ยว.

กรมวิชาการเกษตร. 2557. การจัดการศัตรูขิงแบบผสมผสาน. www.doa.go.th/,สืบค้นเมื่อ 15 พ.ค. 2557.

กรมส่งเสริมการเกษตร. 2553. สถิติการปลูกพืช ปี 2552/2553.www.doae\go\th สืบค้นเมื่อ 24 พ.ย.2555.

จเร สดากร. 2525. ขิง. เอกสารวิชาการเล่มที่ 6. กรมวิชาการเกษตร.

เฉลิมพล เกิดมณี. 2558.https://www.researchgate.net/.../39024571_karphlitthxnphanthukhingkhna, สืบค้นเมื่อ 20 พ.ค. 2558.

ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล, รัศมี ฐิติเกียรติพงศ์ และบุษราคัม อุดมศักดิ์. 2551. พัฒนาสูตรสำเร็จแบคทีเรีย *Bacillus subtilis*ควบคุมโรคเหี่ยวในขิง. น. 163-168. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม 2551 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

ธิติมาวงษ์ชีรีผ่องเพ็ญจิตต์อารีรัตน์และ อภิรดีอุทัยรัตนกิจ. 2543. การจัดการดินเพื่อลดการเกิดโรคเหี่ยวของขิงจากเชื้อแบคทีเรีย*Pseudomonas solanacearum*. น. 544. ใน การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์แห่งประเทศไทยครั้งที่ 26. ศูนย์การประชุมแห่งชาติสิริกิติ์กรุงเทพฯ.

ธัญฐิติ มาแสง. การปลูกขิง.www.kasetesarn.com/techno/manglux.html. สืบค้นเมื่อ 28 เม.ย.2552

นิรนาม. 2557 .การผลิตขิง:การคัดเลือกท่อนพันธุ์ปลูกขิง. http://www.farmkaset.org/html5/contents.aspx?con_id=263.สืบค้นเมื่อ 21 พ.ค. 57.

พัชรินทร์ คงเปลี่ยน. 2540. การควบคุมโรคเหี่ยวจากเชื้อแบคทีเรียของมะเขือเทศโดยการจัดการดิน. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

พัน อินทร์จันทร์ จุมพล สาระนาค และอนงค์ จันทร์ศรีกุล. 2533. โรคขิง: การสัมมนาทางวิชาการพืชผักครั้งที่ 6. ศูนย์วิจัยการยางหาดใหญ่ สงขลา (เอกสารโรเนียว).

รุ่งนภา เรืองโรจน์. 2555. เทคนิคการเพิ่มผลผลิตขิง. *ใน*: รายงานการวิจัยมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ปี 2555.

ศศิธร วรปิติรังสี วีระ วรปิติรังสี ปฏิพัทธ์ ใจปิน สนอง จรินทร อาทิตยา พงษ์ชัยสิทธิ์ สิริพร มะเจี่ยว และลัดดาวัลย์ อินทร์สังข์. 2556 ศึกษาการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดหัวขิง. น. 150-157. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยประจำปี 2556 ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย สถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร.

สุรชาติ คูอาริยะกุล อภิชัย วิชัยกุล นภาพร ไชยยศ และอุดมศักดิ์ เลิศสุชาติวนิช. 2553. การยับยั้งเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงด้วยสาร isothiocyanate ที่กำเนิดจากสาร glucosinolate ในพืชตระกูลกะหล่ำในห้องปฏิบัติการ. น. 278 – 291. *ใน*: รายงานผลการวิจัยเรื่องเต็มประจำปี 2553. ศูนย์วิจัยพืชสวนเชียงราย กรมวิชาการเกษตร.

สุรชาติ คูอาริยะกุล วิมล แก้วสีดา ปฏิพัทธ์ ใจปิน อภิชัย วิชัยกุล สุธามาศ ณ น่าน และนภาพร ไชยยศ. 2557. การใช้พืชตระกูลกะหล่ำเป็นสารมทางชีวภาพเพื่อควบคุมแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยวของขิงในสภาพโรงเรือนและแปลงปลูก. *ใน*: รายงานผลการวิจัยประจำปี ศูนย์วิจัยพืชสวน

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2558. สถิติการส่งออก (Export) ขิงแห้งและขิงสด: ปริมาณและมูลค่าการส่งออกรายเดือน. http://www.oae.go.th/oae_report/export _import/ export_result.php. สืบค้นเมื่อ 26 พ.ค. 2558

อุดมศักดิ์ เลิศสุชาตวนิช ไก่แก้ว สุธรรมมา และนิพนธ์ ทวีชัย. 2553. อิทธิพลของการสลายตัวของพืชตระกูลกะหล่ำต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ Ralstonia solanacearum สาเหตุของโรคเหี่ยวของมะเขือเทศ.

น. 372 – 379 ใน: รายงานการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 48.

อรพรรณ วิเศษสังข์ และ ณัฏฐิมา โฆษิตเจริญกุล. 2552. การจัดการโรคเหี่ยวของพริกที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. น. 163-168. *ใน*: รายงานผลงานวิจัยเรื่องเต็ม 2552 สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Abdulla KoYa, K. M., Devasahayam, S. and Prem Kumar, T.. 1991. Insect Pests of Ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) and Turmeric (*Curcuma longa* Linn.) in India. Journal of Plantation Crops 19 (1) : 1-13

Akiews, S., P.R. Trevorrow and J. Kirkegaard. 1996. Mustard green manure rednces bactorial wilt. ACIAR Bacterial Wilt Newsletter 13:5-6.

Alvarez, B., E. G. Biosca and M.M. Lopez. 2010. On the Life of *Ralstonia solanacearum*, a destructive bacterial plant pathogen. P. 267-279. *In* : Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology. A. Mendez-Vilas, ed. Anonymous .2010. Soil solarization-kill and prevent weeds. Weekend Gardener

Monthly Web Magazine, September 2010. www.weekend gardener.net/organic-weed killer/ solarizationสืบค้นเมื่อ 22 ก.ย. 2553.

Anonymus. 2011. How to Grow Mustard Greens. http:// www.gardeningblog.net/how-to grow/ mustard-greens/สืบค้นเมื่อ 24 พ.ย.2555.

Arnault, I.N.,S. Mondy, W.O.Di and J. Auger. 2004. Soil behavior of sulphur natural fumigants used as metnyl bromide substitutes. International Journal of Environmental Analytical Chemistry 84:75-82.

Arthy, J.R., E.B. Akiew, J.A. Kirkegaard and P.R. Trevorrow. 2005. Using *Brassica* spp. as biofumigants to reduce the population of *Ralstonia solanacearum*. Pages 159-163. *In*: Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. C, Allen, P. Prior and A.C. Hayward, eds. APS Press

Azad Thakur, N. S., Firake, D. M., Behere, G. T., Firake, P. D. and Saikia, K.. 2012. Biodiversity of Agriculturally Important Insects in North Eastern Himalaya: An Overview. Indian Journal of Hill Farming 25(2): 37-40

Baker, K.F. and R.J. Cook. 1974. Biological control of soil-borne pathogens. W.H. Freeman and Co., San Francisco. 433 p.

Bayot, R.G., V.P. Justo and J.P. Dangan. 2004. Evaluation of crucifer wastes as biofumigants for bacterial wilt control. Journal of Tropical Plant Pathology (Philippines) 40 (1-2):73-74.

Brown,P.D., M. Morra and V. Bovek. 1994. Gas Chromatography of Allelochemicals Produced During Glucosinolate Degradation in Soil. J. Agr. Food Chem. 42: 2029 – 2034.Brown, P.D. and M.J. Morra. 1997. Control of soil borne plant pests using glucosinolate containing

plants. Adv. Agron. 61:167-231.

Buddenhagen, I.W. and A. Kelman. 1964. Biological and physiological aspects of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum*. Ann. Rev. Phytopathol. 2:203-230.

Celino, M.S. and D. Gotllieb. 1952. Control of bacterial wilt of tomato by *Bacillus polymyxa*. Phytopathology. 42: 4. (Abstract).

Chew, F.S. 1988. Biological effects of glucosinolates. Pages 155-181. In: Biologically active products: Potential use in agriculture. Amer. Chem. Soc., Wash., D.C.

Devasabaryam, S. and Koya, K.. 2005. Insect Pests of Ginger, pp 367-389. In Ginger: The Genus *Zingiber. Ravindran*, P and Babu, K (Eds.). Fiorida, USA: CRC Press..

Englebrecht, M.C. 1994. Modification of a semi-selective medium for the isolation and quantification of *Pseudomonas solanacearum*. ACIAR Bacterial Wilt Newsletter 10:3-5.

Elphinstone,J.G. and P. Aley. 1993. Integrated control of bacterial wilt of potato in the warm tropic of Peru, pp. 276-283. In G.L. Hartman and A.C. Hayward (eds.). Bacterial wilt. Proceeding of an International Conference held at Kaohsiung, Taiwan.

Elphinstone, J.G. 2005. The current bacterial wilt situation: a global overview. Page 9. *In*: Bacterial Wilt Disease and the *Ralstonia solanacearum* Species Complex. C, Allen, P. Prior and A.C. Haywards, eds. St. Paul, MN: APS Press.

ESO plinger and other. 2010. Mustard. http://www.hort.purdue.edu/newcrop/afcm/mustard.html. สืบค้นเมื่อ 22 พ.ค. 2555.

Fahey, J.D., A.T. Zalcmann and P. Talalay. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plant. Phytochemistry. 56:5-51.

Freeman, S. and J. Katan. 1988. Weakening effect of propagules of *Fusarium* by sublethal heating. Phytopathology 78:1656-1661.

French, E.R. 1994. Strategies for integrated control of bacterial wilt of potatoes. pp 199-207. *In*: Bacterial Wilt: The Disease and Its Causative Agent, *Pseudomonas solanacearum*. Heyward, A.C. and G.L. Hartman, eds. CAB International.

Gamliel, A. and J.J. Stapleton. 1993b. Effect of chicken compost or ammonium phosphate and solarization in pathogen control, rhizosphere microorganisms, and lettuce growth. Plant Disease 77:886-891.

Gamliel, A., M. Austerawiel and M. Kritzman. 2000. Non-chemical approach to soilborne pest management-organic amendments. Crop Protection 19:847-853.

Hayden, A. L., L. A. Bringham and G.A. Giacomelli. 2004. Aeroponic cultivation of ginger (*Zingiber officinale*) rhizomes. Acta Hort. 659: 397-402.

Hayward, A.C. 1964. Characteristics of *Pseudomonas solanacearum*. J. App. Bacteriol. 27: 265-277.

Hayward, A.C. 1991. Biology and epidemiology of bacterial wilt caused by *Pseudomonas solanacearum* Ann. Rev. of Phytopathology 29:65-87.

Hayward, A.C. 1994. The hosts of *Pseudomonas solanacearum* Page 9. *In*: Bacterial wilt: the disease and its causative agent, *Pseudomonas solanacearum*. Hayward, A.C. and

G.L. Hartman, eds. Wallingford: CAB International.

Hepperly et al. 2004. Producing bacterial wilt-free ginger in greenhouse culture. Soil and Crop Management. Cooperative Extension Service College of Tropocal Agriculture and Human Resource. University of Hawai au Manoa.

Ibekwe, A.M. 2004. Effect of fumigants on non-targets organisms in soils. Advances in Agronomy 83: 1-35.

Ishii, M., and M. Aragaki. 1963. Ginger wilt caused by *Pseudomonas solanacearum.* Smith,E.F.. Plant Dis. Rep. 47:710-713.

Jayashree et al. 2014. Ginger. Indian Council of Agricultural Research-Indian Institute of Spices Research Kozhikode, Kerala.

Kambaska, K.B. and S. Santilata. 2009. Effect of plant growth regulator on micropropagtion of ginger (*Zingiber officinale* Rosc.) cv- Suprava and Suruchi. Journal of Agricultural Technology. 5 (2): 271-280.

Karuna, K., A.N.A. Khan and M. R. Ravikumar. 1997. Potential of biocontrol agent in the management of bacterial wilt of Tomato caused by Ralstonia solanacearum. Proceedings of the 2nd International Bacterial Wilt Symposium, Guadeloupe 22-27 June, 1997.

Kawanishi, T., T. Shiraishi, Y. Okano, K. Sygawara, M. Hashimoto, et al. 2011. New detection systems of bacteria using highly selective media designed by SMSRT : Selective medium design algorithm restricted by two constraints. PLOS ONE 6(1):e16512. Agricultural Experiment Station Technical Bullitin No. 99.

Kelman, A. 1953. The Bacterial Wilt Caused by *Pseudomonas solanacearum*. North Carolina.

Kirdmanee, C., K. Mosaleeyanon and M. Tanticharoen. 2004. A Novel approach of bacteria-free rhizome production of ginger through biotechnology. Acta Hort. 629.

http://aciar.gov.au/project/SMCN/2000/114. สืบค้นเมื่อ 22 ก.พ. 2555.

Kirkegaard, J. 2000. Evaluating biofumigation for soil-borne disease management in tropical vegetable production. ACIAR. http://aciar.gov.au/project/SMCN/2000/114 สืบค้นเมื่อ 22 ก.พ. 2555.

Kloepper, J.W., M.N. Schroth and T.D. Miller. 1980. Effect of *rhizosphere colonization* by plant growth-promoting rhizobacteria on potato plant development and yield. Phytopathology 70:1078-1082.

Kumar, A., Y. R. Sarma and M. Anandaraj. 2004. Evaluation of genetic diversity of *Ralstonia solanacearum* causing bacterial wilt of ginger using REP–PCR and PCR–RFLP. Current Science. 87 (11).

Larsen, P.O. 1981. Glucosinolates. Pages 501-525. In: The Biochemistry of Plants. E.E. Conn, ed. Academic Press, Toronto.

Lira-Saldivar, R.H., M.A. Salas, J. Cruz, F.D. Coronado and E. Gallegos. 2004. Solarization and goat manure on weeds management and melon yield. Phyton 53:205-211.

Mahanta, J. and T. Samajdar. 2013. Diseases of ginger. Krish Vigyan Kendra, Tura ICAR RC for NEH Region. Sangsangiri, West Garo Hills Region.

Mathieu Ngouajio. 2013. Improving tomato, pepper, and eggplant rotation with cover crop: Experience from Michigan. http: //www.hort.cornell.edu/expo/proceedings/2012/Tomato,%20Pepper%20and%20Eggplant/Tomato%20Ngouajio.pdf.สืบค้นเมื่อ 20 พ.ค. 2557.

Matthiessen, J.N. and M.A. Shackleton. 2005. Biofumigation : environmental impacts on the biological activity of diverse pure and plant derived isothiocyanates. Pest Manag. Sci; 61:1043-1051.

Meng, F. 2013. Ralstonia Solanacearum species complex and bacterial wilt disease. Bacteriology & Parasitology. 4: 2.

Miyasaka, S. 2012. Control of bacterial wilt disease of ginger through an integrated pest management program. Sustainable Agriculture Research and Education. Annual Report.

Nelson, S. 2013. Bacterial wilt of edible ginger in Hawai'i. Plant Disease. Department of Plant and Environmental Protection Sciences.

Nkere, C. K. and E. N. A. Mbanaso. 2010. Optimizing concentrations of growth regulators for in-vitro ginger propagation. Journal of Agrobiology. 27 (2): 61–65.

Olivier, A.R., Y. Uda, W.B. Sang, H. Honjo, M. Fukami and R. Fukui. 2006. Dried residues of cruciferous plants incorporated into soil can suppress the growth of specific *Ralstonia solanacearum*, independently of glucosinolate content of the residues. Microbs Environ. 21(4):216-226.

Paret, M.L., R. Cobos, B.A. Kratky and A.M. Alvarez. 2010. Effect of plant essential oils on *Ralstonia solanacearum* race 4 and bacterial wilt of edible ginger. Plant Dis. 94:521-527.

Poulton, J.E. and B. Moller. 1993. Glucosinolates. pp 209-237. *In*: Methods in Plant Biochemistry vol. 9. P.J. Lea, ed. Academic Press, Toronto.

Rahman, H., R. Karuppaiyam, K. Kishore and R. Denzongpa. 2009. Traditional practices of ginger cultivation in Northeast India. Indian Journal of Traditional Knorwledge. 8 (1): 23-28.

Reuter, D.J. and J.B. Robinson. 1986. Plant Analysis. An Interpretation Manual. Inkata Press, Melbourne. Sydney. Australia. 218 pps.

Rubin, B and A. Benjamin. 1984. Solar heating of the soil : Involvement of environmental factors in the weed control process. Weed Science 32:138-144.

Sato, D. 1999. Reducing methyl bromide in pre-plant soil treatment for ginger root. Annu. Int. Res. Conf. Methyl Bromide Alternatives Emissions Reductions. Sandiego, CA.

Sharma, B.R. et al. 2011. Influence of plant spacing, seed rhizome size and cultivars on the incidence of rhizome rot and wilt disease complex of ginger. Journal of Horticulture and Forestry Vol. 4 (12): 105-107.

Shintaku, M., C. Seeve and A. Shimaburo. 2006. PCR assay of the rhizosphere soil ofweeds associated with an outbreak of bacterial wilt of ginger in east Hawaii, J. Hawaiian Pacific

Agric. 13:9-14

Sly, L.I. 1983. Preservation of microbial cultures. pp 275-298. *In*: Plant Bacterial Diseases. A Diagrortic Guide. P.C. Fahy and G.J. parsley, eds. Academic Press.

Souza, N.L. 1994. Solarizacao do solo. Summa Phytopathol. 20:3-15.

Suhaimi, Y. M., A.M. Mohamad, S. Mahamud and D. Khadzir. 2012. Effects of substrates on growth and yield of ginger cultivated using soilless culture. Journal of Tropical Agriculture and Food Science. 40 (2): 159-168.

Terblanche, J. and D.A. De Villiers. 1998. The suppression of *Ralstonia solanacearum*by marigolds. pp 325-331. *In*: Bacterial wilt:Molecular and Ecological Aspects. P. Prior, C. Allen and J.G. Elphinstone, eds. Pairs:INRA Editions, Paris & springer Verlag, Germary.

Thaveechai, N., W. Kositratana, V. Phuntumart, C. Leksomboon and P. Khongplean. 1997. Management of bacterial wilt of tomato, pp. 397-407. *In*: E.M. Libas (ed.). Collaborative vegetable research in Southeast Asia. Proseeding of the AVNET II Final Workshop, Bangkok, Thailand.

Tsang, M.M.C. and M. Shintaku. 1998. Hot air treatment for control of bacterial wilt in ginger root.Applied Engineering in Agriculture 14 (2) : 159-163.

Uematsu, T.,S. Chuenchitt, S. Karnjanarat, S. Vivithajinda, N. Nabheerong, S. Benjathikul, S. Nilmanee, W.Dhirabhava and D. Buangsuwon. 1983. The causal organism of wilt disease of some economic crops. pp 30-41. *In*: Bacterial Diseases on Economic Crops in Thailand. Tropical Agriculture Research Center, Forestry and Fisheries, Japan and Department of Agriculture, Ministry of Agriculture, Ministry of Agriculture and Cooperative, Thailand.

White, F., S. Motomura, S. Miyasaka and B.A. Kratky. 2013. A Simplified method of multiplying bacterial wilt-free edible ginger (*Zingiber officinale*) in pots. Plant Disease. College of Tropocal Agriculture and Human Resource. University of Hawai au Manoa.

Yabuuchi, E., Y. Kosako, I. Yano, H. Hotta and Y. Nishiuchi. 1995. Transfer of two Burkholderia and an Alcaligenes species to *Ralstonia* gen. nov., proposal of *Ralstonia pickettii* (Ralston. Pelleroni and Doudoroff 1973) comb. Nov., *Ralstonia solanacearum* (Smith 1896) comb. Nov. and Ralstonia eutropha (Davis 1969) comb. nov. Microbiol. Immunol. 39:897-904.

Yang et al. 2012. Effects of two different soil amendments on the biocontrol efficacy of biological control agents (BCA) against *Ralstonia* wilt on ginger. African Journal of Biotechnology. 11(39): 9383-9390.

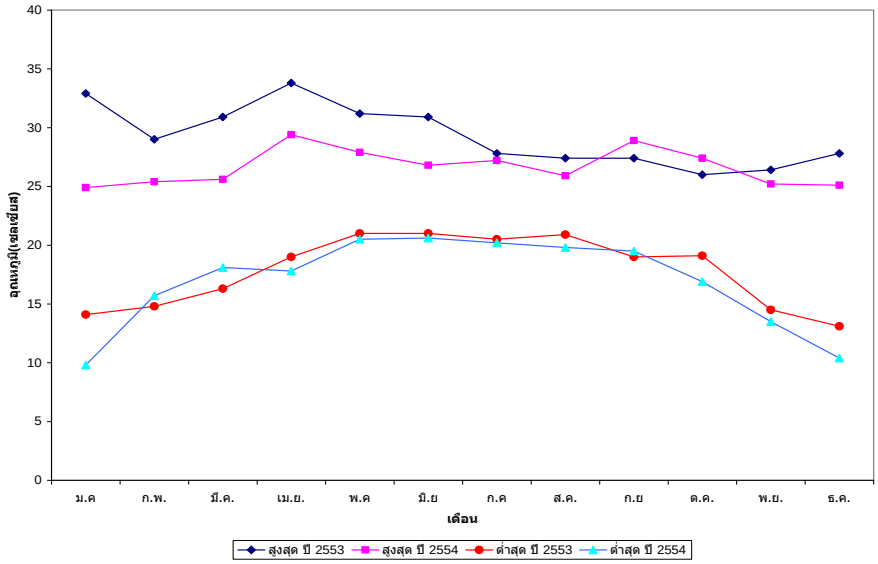
Yepthomi, G. I. and C. S. Maiti. 2014. In Vitro multiplication for disease free healthy seed rhizome production of ginger (*Zingiber Officinale*). IJBRITISH. 1 (4) Nov-Dec.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

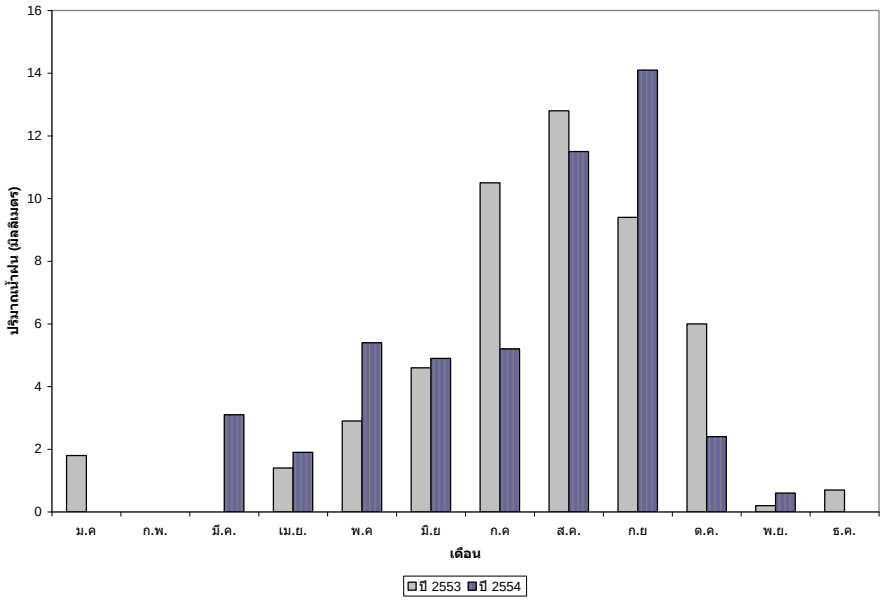
กิจกรรมงานวิจัยที่ 1ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตขิงคุณภาพ

การทดลองที่ 1.2 การศึกษาข้อมูลการปลูกมัสตาร์ดและการปลูกขิงร่วมกับการปลูกมัสตาร์ด



(แหล่งข้อมูล: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเลย)

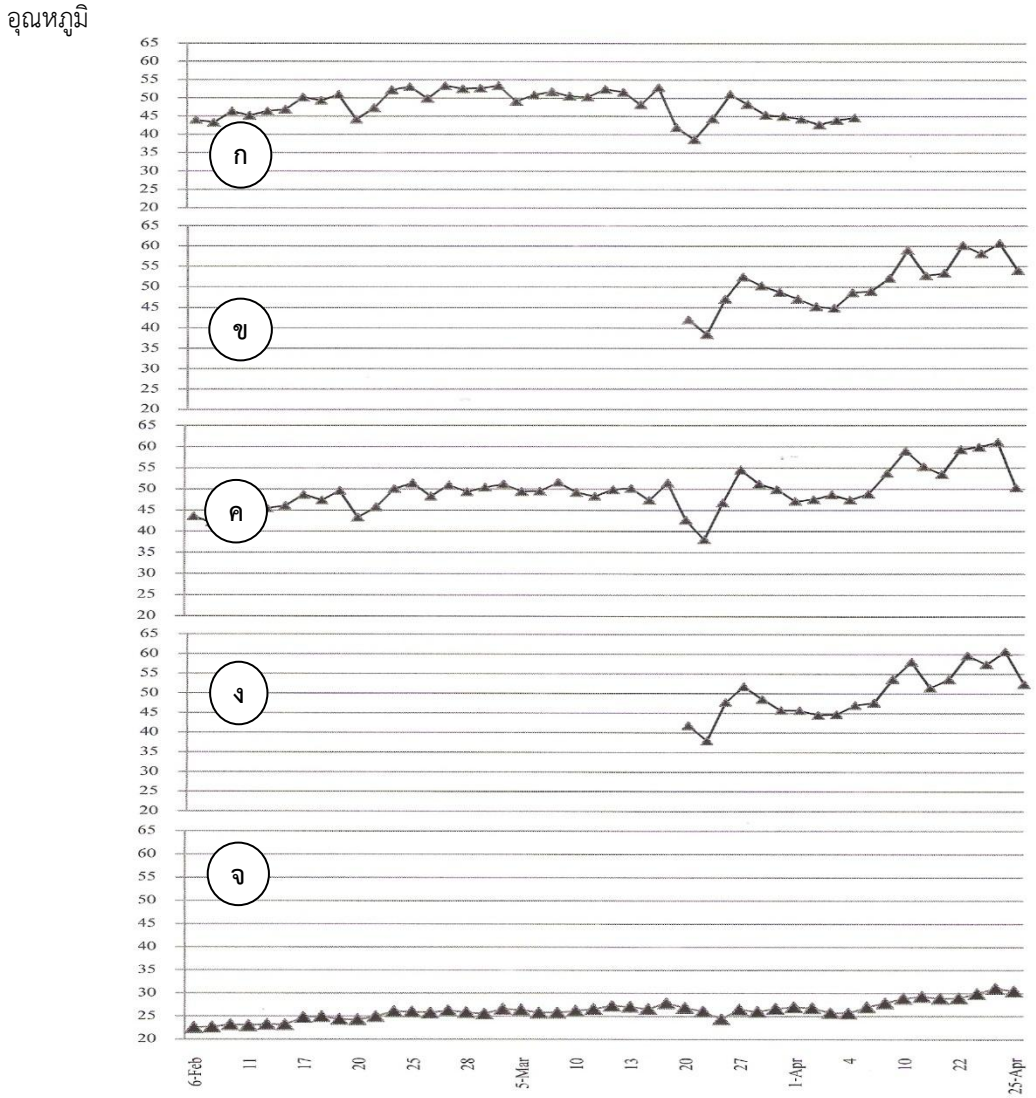
ภาพผนวกที่ 1อุณหภูมิ สูงสุด ต่ำสุด ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงภูเรือปี 2553 และ ปี2554



(แหล่งข้อมูล: ศูนย์วิจัยและพัฒนาการเกษตรที่สูงเลย)

ภาพผนวกที่ 2ปริมาณน้ำฝน ที่ศูนย์วิจัยและพัฒนาเกษตรที่สูงภูเรือปี 2553 และ ปี2554

การทดลองที่ 1.4การอบดินด้วยแสงอาทิตย์และการคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวเพื่อกำจัดโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียของขิงในแปลงปลูก



<u>ภาพผนวกที่ 3</u> ค่าเฉลี่ยอุณหภูมิ (oC) ของดินที่ความลึก 20 เซนติเมตร จากระดับผิวดินของการทดลอง

ก) การคลุกเคล้าดินด้วยผักกาดเขียวใบ (BF) กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว (Tr1)

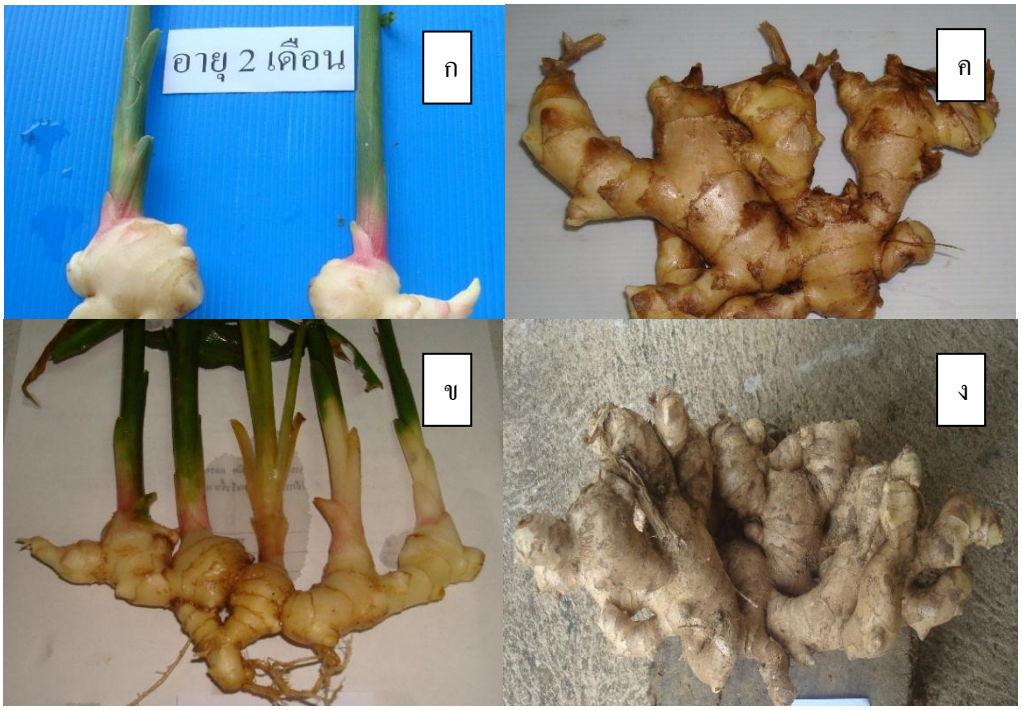
ข) การอบดินด้วยแสงอาทิตย์ (SS) กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว (Tr2)

ค) BF ร่วมกับ SS กับดินที่ติดเชื้อโรคเหี่ยว (Tr3)

ง) SS กับดินที่ปลอดโรคเหี่ยว (Tr6) และ จ) อุณหภูมิของดินชุด

(ควบคุมในช่วงเวลา 13:00-15:00 นาฬิกา ระหว่างวันที่ 6 กุมภาพันธ์–25 เมษายน 2557)

การทดลองที่ 1.6ศึกษาการใช้ปุ๋ยเพื่อเพิ่มผลผลิตและขนาดหัวขิง



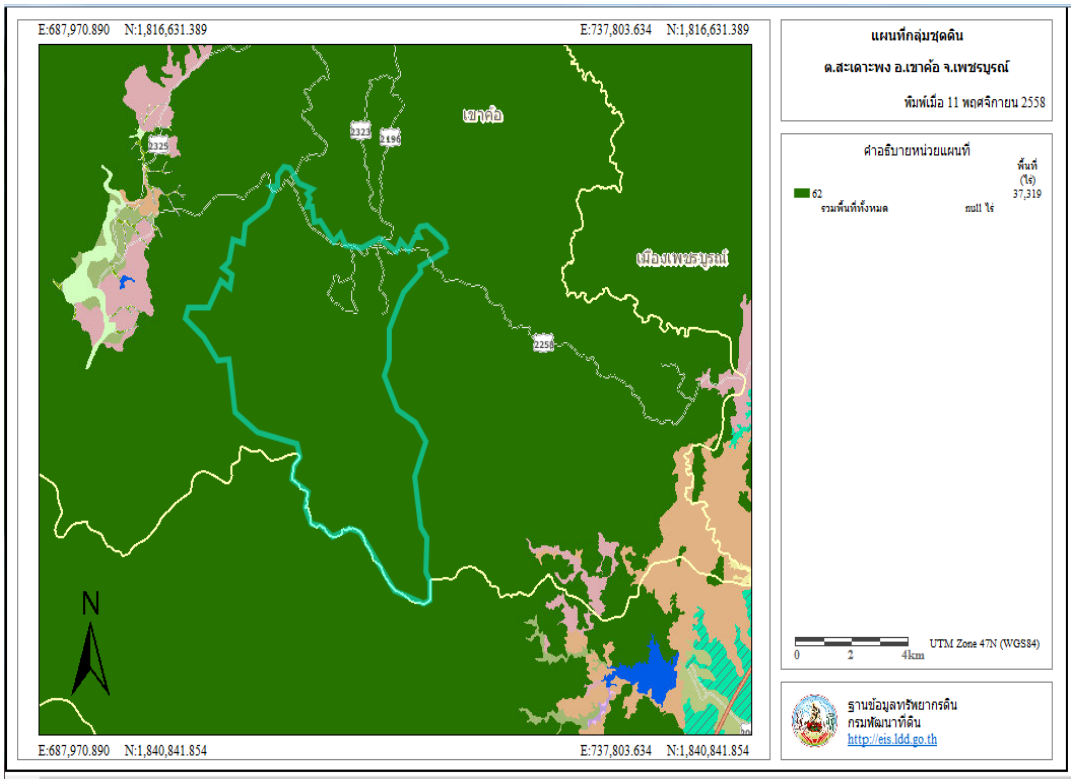
ภาพผนวกที่ 4การพัฒนาหัวขิงแต่ละอายุการเจริญเติบโตตั้งแต่อายุ 2 เดือน (ก) อายุ 4 เดือน(ข) อายุ 6 เดือน (ค) และอายุ 11 เดือน (ง)

ภาพผนวกที่ 5 การเจริญเติบโตของขิงอายุ 3 เดือน

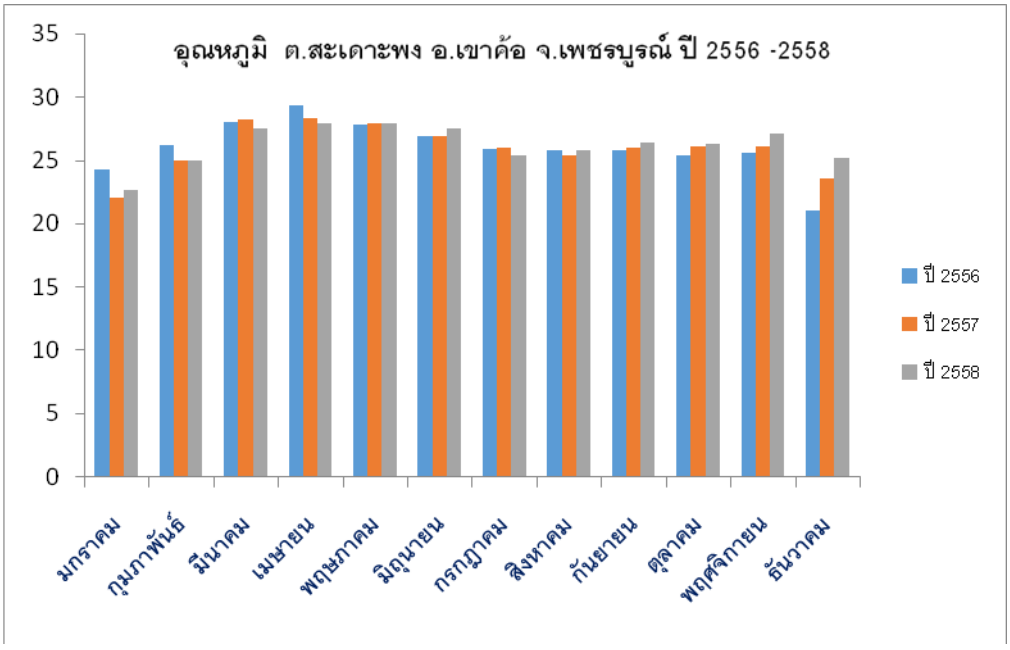
<u>ภาพผนวกที่ 6</u> หัวขิงแก่เมื่อเก็บเกี่ยวอายุ 11 เดือน

<u>ภาพผนวกที่7</u>ขนาดหัวขิงแก่เมื่อได้รับปุ๋ยอัตราต่างๆ ที่ ศวส. เชียงราย ปี 2554/55

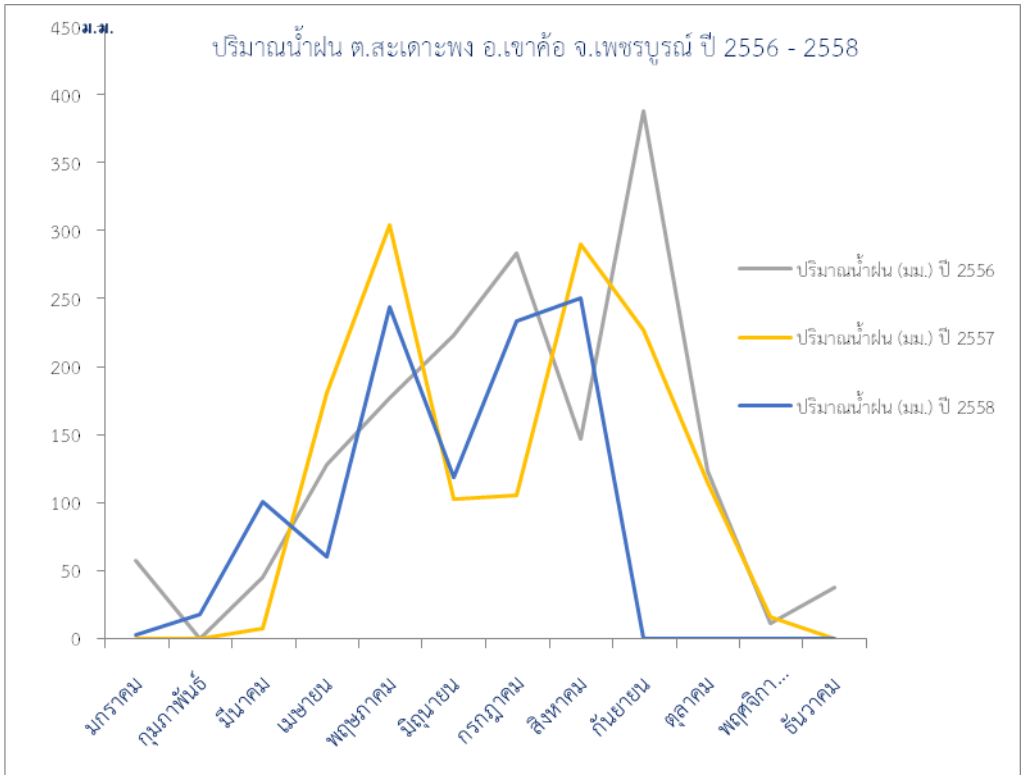
การทดลองที่ 1.7 ศึกษาวิธีการเก็บรักษาหัวพันธุ์ขิง



ภาพผนวกที่ 8แสดงกลุ่มชุดดินที่พบในแปลงศูนย์วิจัยเกษตรที่สูงเพชรบูรณ์



ภาพผนวกที่ 9อุณหภูมิเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2556-2558



ภาพผนวกที่ 10ปริมาณน้ำฝนเฉลี่ยรายเดือน ปี พ.ศ. 2556-2558

ภาคผนวก ข

กิจกรรมงานวิจัยที่ 2ศึกษาเทคโนโลยีการผลิตพันธุ์ขิง

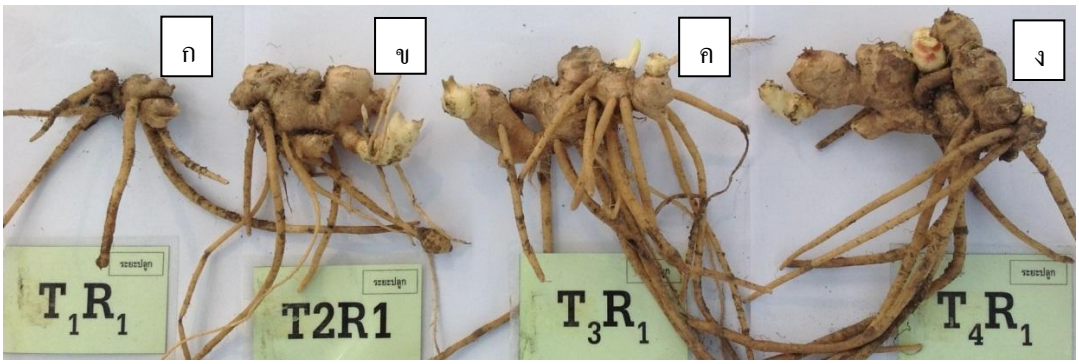
กิจกรรมย่อยที่ 2.1 การผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค

การทดลองที่ 2.1.1 ศึกษาอายุการเก็บเกี่ยวของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค (G0) ในสภาพโรงเรือน

ภาพผนวกที่ 11ลักษณะหัวพันธุ์ขิงminirhizome ที่ได้จากการใช้ต้นพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือน แล้วเก็บเกี่ยวที่อายุ4 (ก), 5 (ข), 6 (ค)และ 7 (ง)เดือน

ภาพผนวกที่ 12ลักษณะหัวพันธุ์ขิงที่ปลูกโดยใช้หัวพันธุ์minirhizome อายุ 5 เดือน และเก็บเกี่ยวที่อายุ 7 เดือน

การทดลองที่ 2.1.2ศึกษาระยะปลูกของขิงจากต้นกล้า และหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค เพื่อผลิตหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) และขิงปลอดโรค(G0) ในสภาพโรงเรือน



ภาพผนวกที่13ลักษณะหัวพันธุ์ขิง (minirhizome) ที่ได้จากการใช้ต้นพันธุ์จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อมาปลูกในโรงเรือนระยะปลูก 5x5 ซม. (ก) , 5x10 ซม.(ข) , 10x10 ซม. (ค) และ 10x15 ซม. (ง)

ภาพผนวกที่ 14 ลักษณะหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G0) ที่ได้จากการใช้หัวพันธุ์ (minirhizome)ปลูกในโรงเรือน ระยะปลูก 15x15 ซม. (ก) , 15x20 ซม.(ข) , 20x20 ซม. (ค) และ 20x25 ซม. (ง)

การทดลองที่ 2.1.3ศึกษาการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในสภาพไร่

ภาพผนวกที่ 15ขิงแม่พันธุ์ G0 ขนาดใหญ่ กลาง และเล็ก

ภาพผนวกที่ 16 ก. ขิงชนิดอื่นขนาดน้ำหนัก 30 กรัม ข. ขิงหยวกมีขนาดน้ำหนัก 30 กรัม
ค. ขิงหยวกมีขนาดน้ำหนัก 60 กรัม ง.ขิงหยวกมีขนาดน้ำหนัก 120 กรัม

ภาพผนวกที่ 17 การตัดลำต้นขิงจุ่มน้ำเพื่อตรวจโรคเหี่ยวเขียว

ภาพผนวกที่18 ขิงที่เป็นไส้เดือนฝอย ผิวภายนอกขรุขระและภายในเนื้อขิงเป็นจุดช้ำสีน้ำตาล

กิจกรรมที่ 2.2 การทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์

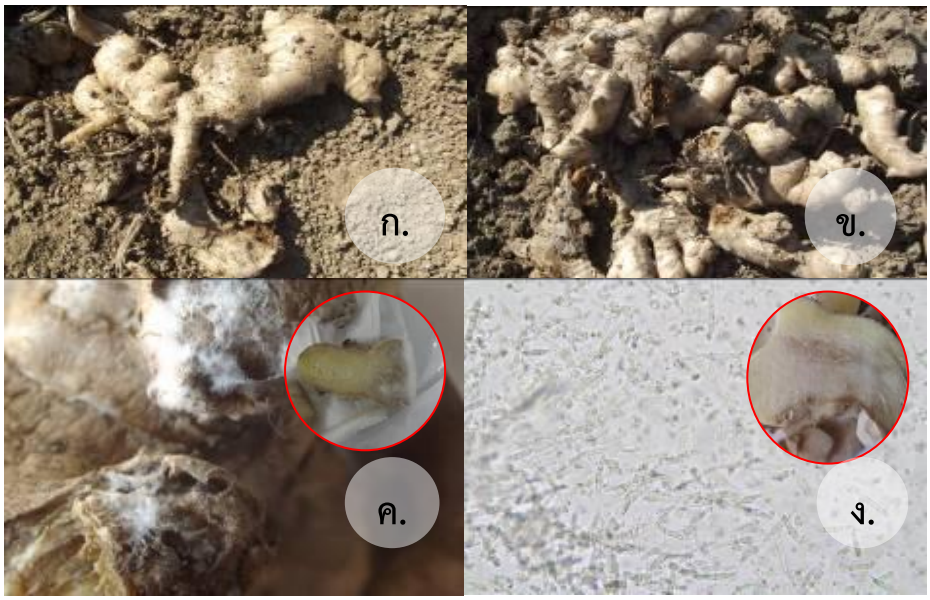
การทดลองที่ 2.2.1 ทดสอบเทคโนโลยีการผลิตหัวพันธุ์ขิงปลอดโรค (G1) ในแปลงเกษตรกร

ตารางผนวกที่ 1การแสดงอาการโรคจากเชื้อราของขิงที่ปลูกในแปลงเกษตรกรอ.เวียงป่าเป้า

เรื่อง	แปลงที่สมบูรณ์ (ต้น)	ร้อยละ	แปลงที่อ่อนแอ (ต้น)	ร้อยละ	รวม (ต้น)	ร้อยละ
1. ไม่เป็นโรค	95	99.0	101	62.4	196	76.0
2. อาการเล็กน้อย	0	0.0	26	16.0	26	10.0
3. อาการรุนแรง(เก็บเกี่ยวไม่ได้)	1	1.0	35	21.6	36	14.0
รวม	96	100.0	162	100.0	258	100.0

หมายเหตุ จำนวนต้นที่ปลูกรวม 300 ต้นแบ่งเป็นแปลงที่สมบูรณ์ 100 ต้น แปลงที่อ่อนแอ 200 ต้น

ภาพผนวกที่ 19ก. เชื้อราทำลายที่ผิวด้านนอกเล็กน้อย ข. แง่งเน่าลามลงมาบางส่วน



ภาพผนวกที่ 20 ก. แง่งปลูกเน่า ข. แง่งเน่าลามขึ้นมาบางส่วน หรือทั้งหมด
ค. เส้นใยเชื้อราฟิวซาเรียม ง. สปอร์เชื้อราฟิวซาเรียม