มูลนิธิโครงการหลวง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ตามโครงการวิจัยเร่งด่วนที่ 3503 งบประมาณปี 2540

การควบคุมโรคเน่าของแง่งขิงโดยวิธีผสมผสาน และการแยกจุลินทรีย์ต่อต้านโรค

Integrated Control of Rhizome Rot of Ginger and Isolation of Antagonists

รายชื่อคณะทำงาน

รศ.ดร. นุชนารถ จงเลขา Assoc.Prof.Dr. Nuchnart Jonglaekha

นางอรพิน วัชวงษ์ Ms. Orapin Watchawong

นางสาวกาญจนา วิชิตตระกูลถาวร Ms. Kanjaka Vichitagoontravon

งานอารักขาพืชบนที่สูง มูลนิธิโครงการหลวง

นายทวีศักดิ์ อุปะระ Mr. Taweesak Opara

นายนรินทร์ นันตารัตน์ Mr. Narin Nantarat

ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น

บทคัดย่อ

การควบคุมโรคขิงโดยวิธีผสมผสาน กระทำในแปลงปลูกขิงเก่าเพื่อหาวิธีที่จะควบคุมโรคเพื่อให้สามารถปลูกขิงซ้ำพื้นที่เดิมได้ เริ่มจากการเตรียมแปลงที่มีการไถพลิกดินตากแดด มีการใส่ปุ๋ยเพื่อปรับปรุงดิน ส่วนขั้นตอนการเตรียมพันธุ์ขิงก่อนปลูกมีการแช่พันธุ์ขิงด้วยสารเคมี ลอร์สแบน, แคปแทน และเบนเลท นาน 20 นาที ผึ่งให้แห้งเพื่อป้องกันโรคและแมลงก่อนนำไปเก็บเพื่อรอให้ถึงฤดูปลูก ซึ่งจะต้องเก็บไว้นานถึง 2 เดือนก่อนปลูก และเมื่อทำการปลูกมีการรองก้นหลุมก่อนปลูกด้วยชีวภัณฑ์ และมีการใช้สารเคมี โดยแบ่งการทดลองเป็น 7 กรรมวิธี กรรมวิธีที่ 1 และ 2 เป็นการใช้เชื้อแบคทีเรีย *Bacillus subtilis* ในอัตราที่แตกต่างกัน ชื่อการค้าต่างกัน กรรมวิธีที่ 3 และ 4 เป็นการใช้เชื้อรา *Trichoderma harzianum* และ *T. viridae* ชื่อการค้าต่างกัน ในอัตราที่แตกต่างกัน กรรมวิธีที่ 5 ใช้ microbial fertilizer มีชื่อการค้าว่า TLB เป็นผลิตภัณฑ์ของประเทศไต้หวัน กรรมวิธีที่ 6 เป็นการใช้สารเคมี และกรรมวิธีที่ 7 เป็นชุดควบคุม (ไม่ใช้จุลินทรีย์หรือสารเคมีใด ๆ) เนื่องจากสภาพพื้นที่มีความลาดชันสูงมากจึงมีการปลูกหญ้าแฝกเป็นแนวขั้นบันได เมื่อเปรียบเทียบผลการทดลองระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ ปรากฏว่าในสภาพแปลงปลูกที่ขาดน้ำในช่วง พค.-มิย. และฝนตกหนักในช่วง กค.-สค. ทำให้การเกิดโรคเน่ามีเปอร์เซนต์สูงมากและผลผลิตต่ำ ส่วนในเรือนทดลองพบว่า กรรมวิธีที่ 4 ซึ่งใช้เชื้อรา *Trichoderma spp.* ที่มีชื่อการค้าว่ายูนิกรีน พบเปอร์เซนต์การเกิดโรคน้อยที่สุด น้อยกว่ากรรมวิธีที่ 1, 2, 3 และ 6 ส่วนกรรมวิธีที่ 5 และ 7 พบเปอร์เซนต์การเกิดโรคมากที่สุด ผลการแยกจุลินทรีย์ต่อต้านโรคในดินบริเวณแปลงปลูกก่อนดำเนินการทดลองพบเฉพาะเชื้อรา *Trichoderma spp.* ประมาณ 4.90×10^{2} cfu/g ส่วนการแยกเชื้อจากตัวอย่างขิงที่เป็นโรคพบเฉพาะเชื้อสาเหตุ ไม่พบจุลินทรีย์ต่อต้านโรคเลยแม้แต่ชนิดเดียว

Abstract

The integrated control of rhizome rot of ginger was carried out in the area where the ginger plants had been planted. The aim of this research is to control disease and replanting ginger in the same area. Before replanting soil rotation and fertilizer were applied to improve the soil properties and reduce soil pathogens. Otherwise seed treatment with some chemicals such as Lorsban, Captan and Benlate was applied to rhizome before storage and planting. This experiment comprise 7 treatments. Treatment 1 and 2 Bacillus subtilis in the different rate and trademark were applied before planting. Treatment 3 and 4 Trichoderma hazianum and T. viridae in the different rate and trademark were applied before planting. Treatment 5 the microbial fertilizer (TLB), the Taiwan product, was applied before planting. Treatment 6 was chemical applying. And treatment 7 was control niether chemicals nor antagonism. Due to the experiment area has steep slop, the vetiver grass was planted to reduce soil erosion and chemicals leaching. The other set of experiment was carried out in the greenhouse to confirm the result. The comparison of each treatment in the field, there was no different between treatments, the percent disease and total yield were not significant. On the other hand, in the greenhouse was shown in treatment 4 which applied Trichoderma spp. tradename UNIGREEN had the lowest percent disease, less than treatment 1, 2, 3 and 6. Meanwhile, treatment 5 and 7 were present the highest percent disease. The result of isolation of antagonist in soil was found only Trichoderma spp. about 4.90×10^{2} cfu/g before planting and during the experiment isolation of antagonist in infected ginger was found only pathogens.

บทนำ

จากการสำรวจหมู่บ้านในพื้นที่ศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น เมื่อสิงหาคม 2539 โดยเจ้าหน้าที่กรมป่าไม้ประจำมูลนิธิโครงการหลวงพบว่า เกษตรกรทุกหมู่บ้านมีการปลูกขิง เฉลี่ยครอบครัวละ 2 ไร่ ทำให้มีรายได้จากการปลูกขิงไร่ละประมาณ 56,000 - 77,000 บาท ซึ่งเป็นรายได้ที่น่าสนใจจึงทำให้มีการขยายพื้นที่ปลูกมากขึ้นเรื่อย ๆ และการปลูกขิงเกษตรกรจะไม่ปลูกซ้ำที่เดิมเพราะมักจะพบปัญหาโรคเน่าของขิง ทำให้ผลผลิตเสียหายมาก ดังนั้นเกษตรกรจะทำการถางป่าเพื่อเปิดพื้นที่ทำไร่ขิงใหม่เพิ่มขึ้นทุกปี จากการสำรวจพบว่ามีการถางป่าทำไร่ขิงปีละประมาณ 1,690 ไร่ จากปัญหาดังกล่าวทางงานอารักขาพืชจึงได้รับมอบหมายให้ทำการวิจัยเร่งด่วน เพื่อหาแนวทางในการควบคุมโรคเน่าของขิงเพื่อให้สามารถปลูกขิงในพื้นที่เดิมได้

โรคที่สำคัญของขิงคือ โรคเหี่ยวหรือโรคเนื้อแก้ว เกิดจากเชื้อ Pseudomonas solanacearum อาการที่สังเกตได้คือ ใบล่างจะเหี่ยวลู่ลงหรือใบม้วนมีสีเหลือง ในที่สุดจะเหลืองทั้งต้น และเริ่มแห้งที่บริเวณโคนต้นที่แตกออกมาจากแง่งจะมีลักษณะช้ำ ฉ่ำน้ำ ทำให้ลำต้นเน่าขาวหลุดออกจากแง่งได้โดยง่าย แต่ไม่มีกลิ่นเหม็น อาการเน่าที่แง่งขิงนี้จะมีเชื้อราและแบคทีเรียชนิดอื่นที่อยู่ในดินเข้าร่วมทำลาย ทำให้การแยกเชื้อเกิดความสับสนเพราะมีเชื้ออื่น ๆ ปะปนมาด้วยเสมอ โรคนี้สามารถแพร่กระจายได้รวดเร็ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะอากาศร้อนชื้น นอกจากสภาวะอากาศแล้วยังมีปัญหาเกี่ยวกับการจัดการ (management) ของเกษตรกร เช่นพบว่าเกษตรกรเก็บหัวพันธุ์ไม่ถูกต้อง ไม่มีวิธีการป้องกันโรคที่ติดมากับหัวพันธุ์ นอกจากนี้เชื้อโรคที่สะสมในแปลงปลูก ซึ่งเป็นสาเหตุของความรุนแรงของโรคที่เพิ่มขึ้นทุกปี ยังไม่ได้รับการแก้ไขเนื่องจากขาดความรู้ความเข้าใจ ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งที่จะนำเอาวิธีการต่าง ๆ ที่น่าจะได้ผลดีในการควบคุมโรคมาใช้ผสมผสาน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการระงับความรุนแรงของโรคสูงสุด กล่าวคือการฆ่าเชื้อในดินด้วยการไถดินตากแดด การฆ่าเชื้อที่ติดมากับหัวพันธุ์ด้วยการแช่ในสารเคมีแล้วตากให้แห้งก่อนนำไปเก็บ และการใช้จุลินทรีย์ต่อต้านโรคในรูปของชีวภัณฑ์ในการควบคุมเชื้อโรคในดิน โดยหวังว่าจะสามารถนำผลงานวิจัยนี้ไปใช้เผยแพร่แก่เกษตรกร เพื่อให้เกษตรกรสามารถปลูกขิงในพื้นที่เดิมโดยไม่ได้รับความเสียหายจากการทำลายของโรคเน่าของขิง ซึ่งจะช่วยให้เกษตรกรหยุดการทำลายป่าเพื่อเปิดพื้นที่ใหม่สำหรับปลูกขิงต่อไป

ตรวจเอกสาร

ขิงเป็นผักชนิดหนึ่งในตระกูล zingiberaceae เช่นเดียวกับข่า, ขมิ้น, กระชาย, เร่ว, ไพร และอื่น ๆ อีก ส่วนของพืชที่ใช้มากที่สุดคือ แง่งซึ่งเป็นลำต้นใต้ดิน นำมารับประทานแบบผักสดหรือดองเป็นอาหารสำเร็จรูปเก็บไว้นานได้ นอกจากนี้พืชในตระกูลนี้บางชนิดยังใช้เป็นเครื่องเทศสดหรือแห้ง เช่น ข่า ขมิ้น กระชาย และเร่ว ฯลฯ ต้นอ่อนของผักในตระกูลนี้บางชนิดใช้รับประทานสด เช่น ต้นกระชาย ฯลฯ นอกจากจะถูกจัดให้อยู่ในประเภทพืชผักและเครื่องเทศแล้ว บางชนิดยังถูกจัดให้อยู่ในกลุ่มของสมุนไพร เช่น ขิง ข่า ขมิ้น และไพร สำหรับพืชที่ปลูกกันมากในตระกูลนี้ได้แก่ ขิง และขมิ้น โดยเฉพาะขิงซึ่งเกิดปัญหาเรื่องโรคและศัตรูบางชนิด ที่สำคัญคือปัญหาเรื่องโรคที่ระบาดรวดเร็วและรุนแรงเสียหายมาก โรคที่สำคัญที่ทำให้เกิดความเสียหายมากได้แก่ โรคเหี่ยวหรือโรคเนื้อแก้วของขิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas solanacearum E.F.Smith ในแหล่งที่มีการปลูกขิง ดังมีรายงานระบาดในหมู่เกาะมาริตัส (Orion, 1953) ฮาวาย(Quinon และคณะ, 1964) ญี่ปุ่น (Ishii และ Aragaki, 1963) และออสเตรเลีย (Hayward และคณะ, 1967)

ส่วนในประเทศไทย ศศิธร (2525) และอังสนา (2533) รายงานถึงสาเหตุของโรคเหี่ยวของขิงโดยการพิสูจน์โรคตามกฎการพิสูจน์โรคของ Koch และการแจกแจงชนิดของเชื้อ ยืนยันได้ว่าเชื้อสาเหตุของโรคนี้คือ P. solanacearum

ลักษณะอาการของโรคเหี่ยวหรือโรคเนื้อแก้วของขิงที่เกิดจากเชื้อ P. solanacearum มีดังนี้คือ จะพบอาการขอบใบห่อม้วนลง ต้นเหี่ยวเหลืองตายในเวลาต่อมา ส่วนแง่งขิงที่อยู่ในดินจะมีเนื้อภายในบางส่วนที่ถูกเชื้อเข้าทำลายมีลักษณะใสเหมือนแก้ว ต้นที่แสดงอาการมากจะพบว่าแง่งขิงเน่าและ ใบหลุดร่วงจากต้น ส่วนของแง่งขิงซึ่งเมื่อตัดเนื้อในตามขวางจะพบว่ามีเมือก (ooze) ซึ่งเป็นน้ำเหนียวคล้ายนมข้นหวานปรากฏบนบริเวณแผลที่ตัด

นอกจากขิงจะมีโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรียแล้ว ยังมีโรคเหี่ยวที่เกิดจากเชื้อราอีกด้วย บางรายงานกล่าวว่าเชื้อรา Fusarium sp. ทำให้เกิดโรคเหี่ยวกับขิง โดยขิงจะแสดงอาการใบเหลืองเหี่ยวตาย แง่งขิงเน่าเปื่อย อีกโรคหนึ่งคือโรคแง่งขิงเน่า (Rhizome rot) ที่เกิดจากเชื้อรา Pytium sp. โดยอาการที่พบคือ ใบเหลือง แง่งขิงมีรอยช้ำเป็นสีคล้ำเล็กน้อย บนเนื้อเยื่อที่เปื่อยเน่าจะปรากฏเส้นใยขาวขึ้นฟู ซึ่งจะยุบตัวลงเมื่อใช้เข็มเขี่ย สาเหตุการตายของขิงที่สำคัญอีกโรคหนึ่งคือ โรครากเน่า (Root rot) ที่เกิดจากเชื้อรา Sclerotium rolfsii โดยแสดงอาการใบเหลือง ต้นเหี่ยวตายทั้งหมด แง่งขิง

เปื่อย ใบหลุดร่วงจากต้น ดินบริเวณรอบแง่งขิงและบนแง่งขิงมีเส้นใยของราลักษณะหยาบคล้ายเส้นด้าย และปรากฏเม็ด sclerotium เป็นก้อนกลมเล็ก ๆ สีขาวขณะที่ยังอ่อน และสีน้ำตาลแก่ขณะที่เจริญเต็มที่ สามารถมองเห็นชัดเจนด้วยตาเปล่า (อนงค์, 2528)

จะเห็นได้ว่าโรคเน่าของขิงนั้นมีทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราเป็นสาเหตุ ซึ่งปัญหาของโรคดังกล่าวหากใช้วิธีการควบคุมโรคโดยใช้สารเคมีอย่างเดียวจะไม่ได้ผล และยังก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งต่อจุลินทรีย์ในดินที่มีประโยชน์หลายชนิด เช่น Aspergillus, Penicillium และ Trichoderma ซึ่งเป็นเชื้อราที่มีประโยชน์สามารถสร้างสารปฏิชีวนะบางชนิดที่นำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ และบางชนิดสามารถนำมาใช้ควบคุมโรคและศัตรูพืชทางชีววิธีได้ โดยเฉพาะสารเคมีที่มีประสิทธิภาพสูงและให้ผลรวดเร็ว จะก่อให้เกิดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมต่างๆ มากมาย (Cook and Baker, 1983) ดังนั้นในงานวิจัยครั้งนี้จึงได้พยายามใช้วิธีผสมผสานเพื่อควบคุมโรค ซึ่งการควบคุมโรคโดยใช้เชื้อรา Thichoderma harzianum ในแปลงปลูกพืชไร่ ซึ่ง Y. Elad และคณะ (1980) ได้ทดสอบการใช้เชื้อรา T. harzianum ในแปลงปลูกมะเขือเทศพบว่า สามารถลดการระบาดของโรคที่เกิดจากเชื้อรา S. rolfsii ได้ถึง 20% ในช่วงเวลา 123 วันหลังปลูก เนื่องจากเชื้อรา S. rolfsii เป็นเชื้อราที่สามารถอยู่รอดได้ในดินโดยอยู่ในรูปของเม็ด sclerotium โครงสร้างทนทานได้เป็นเวลานาน จึงทำให้การใช้สารเคมีมักไม่ค่อยได้ผล มีรายงานเกี่ยวกับการค้นพบจุลินทรีย์หลายชนิดที่สามารถเข้าทำลายโครงสร้างของเชื้อราชนิดที่มีชื่อว่า สะเคลอโรเที่ยม (sclerotium) และเส้นใยที่เจริญออกมาจากสะเคลอโรเที่ยมได้ เช่น T. harzianum (Chet and Baker, 1980, Cook and Baker, 1983; Well et al., 1972); T. harmatum (Elad et al., 1980) และ T. viride (Holliday, 1980) นอกจากนี้ยังพบว่า มีเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas aeruginosa และ Bacillus subtilis สามารถยับยั้งการงอกการเจริญและการสร้าง sclerotium ได้ (Brathwaite, 1978) มีรายงานของ Hardar และคณะ (1984) กล่าวถึงความสำเร็จในการใช้ T. hazianum และ T. konningii ในการควบคุมโรคเมล็ดเน่าและโรคเน่าคอดินที่เกิดจากเชื้อรา Pythium aphanidermatum ได้อย่างมีประสิทธิภาพในถั่วเหลือง

อุปกรณ์และวิธีการ
(Materials and Methods)

การเตรียมพันธุ์ขิงสำหรับปลูก

พันธุ์ขิงที่เตรียมไว้สำหรับปลูก ได้ทำการฆ่าเชื้อที่ติดมากับแง่งขิงด้วยการชุบสารเคมี เบนเลท ผสม แคปแทน และลอร์สแบน เพื่อฆ่าเชื้อราที่ติดมากับหัวพันธุ์ และป้องกันการทำลายของเพลี้ยหอย ในการนำแง่งขิงแช่สารเคมีใช้กระสอบตาข่ายพลาสติกบรรจุแง่งขิง แล้วจุ่มลงในถังพลาสติก ขนาด 100 ลิตร แช่นาน 20 นาที โดยใช้ลอร์สแบน 25 มิลลิลิตร (มล.) แคปแทน 35 กรัม เบนเลท 9 กรัม และทวีน-80 (Tween-80) 5 มล. ผสมกับน้ำ 20 ลิตร มีวิธีการผสมดังนี้ นำแคปแทนผสมลงในน้ำที่สะอาด คนให้ละลาย นำเบนเลทผสมลงไป คนให้ทั่วกันอีกครั้งหนึ่ง จากนั้นจึงนำลอร์สแบนลงผสมคนให้เข้ากัน แล้วเติม Tween-80 เป็นอันดับสุดท้าย เพื่อการกระจายตัวของสารเคมีในน้ำและให้จับแง่งขิงดีขึ้น หลังจากแช่นาน 20 นาที นำไปผึ่งในที่ร่มจนแห้งแล้วจึงเก็บไว้รอปลูก

การเตรียมแปลงปลูก

ทำการไถพลิกดินตากแดดเป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ เพื่อกำจัดเชื้อในดิน

สุ่มตัวอย่างดินเพื่อตรวจวิเคราะห์ธาตุอาหารพบว่า ดินค่อนข้างเป็นกรดคือ pH ประมาณ 5 จึงทำการปรับ pH ของดิน โดยการใช้โดโลไมท์ ไร่ละ 100 กิโลกรัม และแอมโมเนียม-ซัลเฟต ไร่ละ 20-30 กิโลกรัม เพื่อให้มีความเป็นกรดลดลง

ทำการปลูกหญ้าแฝกเพื่อป้องกันการชะล้าง เนื่องจากพื้นที่ลาดชันสูงมาก และใช้แปลงที่เคยปลูกขิงในฤดูปลูกที่ผ่านมา และพบการระบาดของโรคอย่างมากมาก่อนเป็นแปลงทดสอบ

1. การทดสอบในแปลงปลูก

ทำการปลูกขิงโดยใช้แง่งขิงที่เตรียมไว้ปลูกลงในหลุม ๆ ละ 1 ชิ้น ระยะห่างระหว่างหลุม 40 เซนติเมตร ก่อนปลูกทำการรองก้นหลุมหรือแช่แง่งขิงด้วยจุลินทรีย์ในรูปของชีวภัณฑ์ชนิดต่าง ๆ ซึ่งผลิตจากเชื้อรา Trichoderma spp. และ Bacillus subtilis ตามกรรมวิธี (treatment) ต่าง ๆ 7 กรรมวิธี ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป

2. การทดสอบในเรือนทดลอง

ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 เตรียมเชื้อสาเหตุโรคเหี่ยวที่แยกได้จากขิงที่เป็นโรคคือ เชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas solanacearum ทำโดยนำแง่งขิงที่เริ่มแสดงอาการของโรคมาล้างน้ำให้สะอาด จะเห็นรอยแผลช้ำฉ่ำน้ำที่บริเวณแง่งขิง ล้างด้วยน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วอีกครั้งหนึ่ง ซับน้ำให้แห้ง แล้วใช้มีดตัดเนื้อเยื่อตรงบริเวณส่วนที่ดีกับส่วนที่แสดงอาการของโรคออกเป็นชิ้นสี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ขนาดประมาณ 4x4 มิลลิเมตร แล้วนำชิ้นส่วนนี้ไปเลี้ยงบนอาหาร TZC นำไปบ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นเลือก virulent colony นำไปใช้ในการทดสอบความรุนแรงของเชื้อ โดยใช้เชื้อความเข้มข้นที่ค่า colony forming unit (cfu) ประมาณ $1x10^{9}$ เซลล์ต่อมิลลิลิตร

2.2 ปลูกขิงลงในกระถาง ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 นิ้ว กระถางละ 4 ต้น โดยก่อนปลูกทำการรองก้นหลุมด้วยชีวภัณฑ์แต่ละชนิดหรือใช้สารเคมีราดหลังปลูก ตามกรรมวิธีที่ทำในแปลงปลูกทั้งหมด 7 กรรมวิธี (ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไป)

2.3 หลังจากปลูกขิงจนกระทั่งขิงตั้งตัวได้ จึงทำการปลูกเชื้อที่เตรียมได้ในข้อ 1 โดยวิธีทำแผลบริเวณโคนต้น จากนั้นใช้ micro-pipette ขนาด 100 ไมโครลิตร ดูด inoculum ปล่อยลงบริเวณแผล 10 ไมโครลิตรต่อต้น

2.4 ทำการเช็คผลหลังพืชแสดงอาการ โดยเช็คผลเป็นเปอร์เซนต์การเกิดโรคในแต่ละกระถาง

ภาพที่ 1 การแช่แง่งขิงในสารเคมีเพื่อฆ่าเชื้อโรคที่ติดมากับแง่งขิงก่อนนำไปเก็บในโรงเก็บ

ภาพที่ 2 การผึ่งแง่งขิงให้แห้งหลังจากทำการแช่สารเคมี

3. การวางแผนการทดลอง

แผนการทดลอง : RCBD (Randomized Complete Black Design)

จำนวนซ้ำ : 7 ซ้ำ

จำนวนกรรมวิธี : 7 กรรมวิธี (Treatment)

ขนาดแปลง : 80 m^2/plot

3.1 รายละเอียดแต่ละกรรมวิธี

กรรมวิธีที่ 1 : ใช้แบคทีเรีย Bacillus subtilis มีชื่อการค้าว่า ลาร์มินา ชุบแง่งขิงเป็นเวลา 20 นาที ก่อนปลูก อัตราที่ใช้ 100 กรัม/น้ำ 20 ลิตร

กรรมวิธีที่ 2 : ใช้เชื้อแบคทีเรีย B. subtilis ผลิตภัณฑ์จากประเทศไต้หวัน มีชื่อการค้าว่า TOP-BS ซึ่งมีปริมาณเชื้อ $60x10^8$ CFU/g โดยทำการผสมเชื้อ อัตรา 15 กิโลกรัม/ไร่ คลุกเคล้าให้เข้ากันกับปุ๋ยหมักและรำข้าว อัตราอย่างละ 400 กิโลกรัม/ไร่แล้วนำส่วนผสมที่ได้รองก้นหลุมก่อนปลูก

กรรมวิธีที่ 3 : ใช้เชื้อรา Trichoderma 2 สายพันธุ์คือ Trichoderma hazianum และ T. viride ที่มีชื่อการค้าว่า ไตรซาน โดยทำการผสมเชื้อรา 1 ส่วน อาหารเลี้ยงเชื้อ 5 ส่วน และอาหารเสริมพิเศษเพื่อขยายจำนวนเชื้อ 10 ส่วน ซึ่งส่วนผสมทั้งหมดได้บรรจุไว้ในถังน้ำหนัก 16 กิโลกรัม หลังจากคลุกเคล้าส่วนผสมให้เข้ากันดีแล้ว นำไปรองก้นหลุมก่อนปลูกในอัตราประมาณ 90 กรัม/ม.^{2}

กรรมวิธีที่ 4 : ใช้เชื้อรา Trichoderma เช่นเดียวกับกรรมวิธีที่ 3 แต่ใช้ผลิตภัณฑ์ที่มีชื่อการค้าว่า ยูนิกรีน โดยทำการผสมเชื้อรา 1 ส่วน สารเสริมเบอร์ 1 4ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากัน จากนั้นเติมสารเสริมเบอร์ 2 อีก 10 ส่วน คลุกเคล้าให้เข้ากันอีกครึ่งหนึ่ง แล้วจึงนำส่วนผสมที่ได้ไปรองก้นหลุมก่อนปลูก ในอัตราการใช้ 100 กรัม/ม.^{2}

กรรมวิธีที่ 5 : ใช้ผลิตภัณฑ์ของประเทศไต้หวันเรียกว่า microbial fertilizer ซึ่งประกอบด้วย จุลินทรีย์ทั้งหมด 6 ชนิด มีชื่อการค้าว่า TLB อัตราที่ใช้คือ TLB 100 กิโลกรัม/ไร่ ผสมคลุกเคล้ากับปุ๋ยหมักและรำข้าว ในอัตราอย่างละ 400 กิโลกรัม/ไร่ ให้เข้ากันแล้วนำไปรองก้นหลุมก่อนปลูก

กรรมวิธีที่ 6 : ใช้สารเคมี Kanker-X อัตรา 9 กรัม/น้ำ 20 ลิตร ร่วมกับสารเสริมประสิทธิภาพ Tween-80 อัตรา 5 ซีซี./น้ำ 20 ลิตร ผสมในถังขนาดบรรจุ 100 ลิตร แล้วแช่แง่งขิงเป็นเวลา 20 นาที ก่อนนำไปปลูก

กรรมวิธีที่ 7 : แปลงควบคุม เป็นแปลงที่มีการปฏิบัติตามที่เกษตรกรเคยปฏิบัติต่อเนื่องกันมา คือไม่ใช้สารชนิดใดเลย

3.2 ระยะเวลาการดำเนินการ

3.2.1 ในสภาพแปลงปลูก

กุมภาพันธ์ 2540 เตรียมแง่งขิงสำหรับปลูก แช่ด้วยสารเคมี (ดูเรื่องการเตรียมพันธุ์ขิงสำหรับปลูก)

มีนาคม 2540 เตรียมแปลงปลูก ไถพลิกดินตากแดด และปลูกหญ้าแฝก

เมษายน 2540 ทำการปลูกขิงตามแผนที่วางไว้ กรรมวิธีต่าง ๆ 7 กรรมวิธี

พฤษภาคม 2540 ตรวจสภาพแปลงปลูก

มิถุนายน 2540 ตรวจสภาพแปลงปลูก

กรกฎาคม 2540 เช็คผลการทดลองครั้งที่ 1

สิงหาคม 2540 เช็คผลการทดลองครั้งที่ 2 และ 3

กันยายน 2540 เช็คผลการทดลองครั้งที่ 4

มกราคม 2541 เก็บเกี่ยวและเช็คน้ำหนักผลผลิต บันทึกผล

3.2.2 ในสภาพเรือนทดลอง

เมษายน 2540	ปลูกขิงตามแผนที่วางไว้เช่นเดียวกับสภาพแปลงปลูก 7 กรรมวิธี
กรกฎาคม 2540	สภาพต้นพร้อมที่จะทำการปลูกเชื้อ
สิงหาคม 2540	ทำการปลูกเชื้อ
กันยายน 2540	เช็คผลการทดลองครั้งที่ 1 และ 2
พฤศจิกายน 2540	เช็คผลการทดลองครั้งที่ 3
มกราคม 2541	เก็บเกี่ยวผลผลิต บันทึกผล

ภาพที่ 3 การสำรวจแปลงปลูกวิจัยขิง และสุ่มเก็บตัวอย่างดินเพื่อนำไปวิเคราะห์ธาตุอาหาร และแยกจุลินทรีย์ในดิน เมื่อเริ่มทำการวิจัย

ภาพที่ 4 การเตรียมแปลงปลูกโดยการไถพลิกดินตากแดดและการปลูกหญ้าแฝก
เพื่อลดการชะล้างของหน้าดิน

ภาพที่ 5 สภาพแปลงปลูกขิงที่มีความลาดชันสูงมาก

ภาพที่ 6 วิธีการรองก้นหลุมด้วยเชื้อราต้านโรคในสกุล Trichoderma spp.

ภาพที่ 7 แสดงการเจริญเติบโตของขิง หลังปลูกประมาณ 2 เดือน

ภาพที่ 8 แสดงการเช็คผลในแปลงปลูกโดยนับจำนวนต้นเป็นโรคในแต่ละกรรมวิธี

4. การตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรคจากดินและแง่งขิง

ทำการสำรวจจุลินทรีย์ต่อต้านโรค(เชื้อรา Trichoderma) ที่มีอยู่ในดินบริเวณแปลงปลูก โดยสุ่มตัวอย่างดินแล้วส่งไปตรวจสอบที่หน่วยปฏิบัติการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม และทำการแยกเชื้อจากแง่งขิงที่เป็นโรค เพื่อหาจุลินทรีย์ต่อต้านโรค โดยใช้การตัดชิ้นส่วนขิงที่แสดงอาการเน่าและส่วนปกติ นำไปเลี้ยงบนอาหาร NA และ PDA บ่มไว้ในอุณหภูมิห้องประมาณ 3-5 วัน เมื่อเชื้อเจริญตรวจสอบเชื้อแล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง

(Results)

1. ผลการแยกเชื้อสาเหตุของโรคเน่าของแง่งขิง

1.1 ผลการพิสูจน์เชื้อโดยทางเคมี โดยเลี้ยงบนอาหาร tetrazolium chloride medium (TZC) พบว่า colony มีลักษณะเยิ้ม สีขาวขุ่น ตรงกลาง colony เป็นสีชมพู หรือสีแดงอ่อน ๆ สามารถกระจายตัวในน้ำได้ดี แสดงว่าเป็นเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas solanacearum

1.2 ผลการพิสูจน์ความสามารถในการทำให้เกิดโรคโดยทำการปลูกเชื้อด้วยวิธีทำแผลบริเวณโคนต้น ใช้ inoculum ประมาณ $1x10^{8}$ เซลล์ต่อมิลลิเมตร พบว่าทำให้ต้นเหี่ยวได้หลังจากปลูกเชื้อประมาณ 14-20 วัน

2. ผลการเปรียบเทียบกรรมวิธีต่าง ๆ ในการควบคุมโรคเน่าของแง่งขิง

2.1 ผลการทดสอบในแปลงปลูก จากการเช็คจำนวนต้นที่เป็นโรคเทียบกับจำนวนต้นทั้งหมดในแต่ละกรรมวิธี ในแต่ละซ้ำ โดยคิดเป็นเปอร์เซนต์ ทำการเช็คผลการทดลอง 4 ครั้ง เมื่อขิงมีอายุ 75, 100, 120 และ 145 วันตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบผลการใช้ชีวภัณฑ์ 6 ชนิด ในการควบคุมโรคเน่าของขิงในสภาพแปลงปลูก

ครั้งที่สำรวจ / กรรมวิธีที่	% การเกิดโรคหลังปลูกในระยะเวลาต่าง ๆ			
	ครั้งที่ 1(75วัน)	ครั้งที่ 2(100 วัน)	ครั้งที่ 3(120 วัน)	ครั้งที่ 4(145 วัน)
1. ลาร์มินา	3.20	17.44	26.94	28.26
2. TOP-BS	5.79	28.13	46.74	22.18
3. ไตรซาน	1.63	29.28	38.58	40.27
4. ยูนิกรีน	1.51	24.80	28.34	36.19
5. TLB	2.73	22.15	18.66	21.65
6. Kanker-X	4.58	37.18	29.92	42.17
7. Control	6.09	23.12	14.73	33.68

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่าผลการสำรวจการเกิดโรคของขิงที่แสดงอาการเหี่ยวและเน่าที่แง่งขิง จำนวน 4 ครั้ง ห่างกันประมาณ 20-25 วันต่อครั้ง แล้วคำนวณเป็นเปอร์เซนต์ของโรคพบว่า เมื่อเวลาผ่านไปมีแนวโน้มว่าเปอร์เซนต์การเกิดโรคเพิ่มมากขึ้น

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

```
* * *  A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E  * * *

            DISEASE
     by     REP
            TREAT

            *****///////use mean of 4 time to calculate ******///////

            HIERARCHICAL sums of squares
            Covariates entered FIRST

                                    Sum of                    Mean                  Sig
Source of Variation                 Squares      DF           Square        F       of F

Main Effects                       4451.477       9          450.608     9.345    .000
   REP                             3526.995       3         1175.662    24.381    .000
   TREAT                            529.499       6           88.092     1.827    .150

Explained                          4065.475       9          450.608     9.345    .000

Residual                            867.983      18           48.221

Total                              4923.457      27          182.350

28 cases were processed.
0 cases  .0 pct) were missing.
```

จากผลการวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่พบว่ามีความแตกต่างในแต่ละกรรมวิธีที่ใช้ในการทดลอง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบน้ำหนักของผลผลิตที่ได้ใน 7 กรรมวิธี

กรรมวิธีที่	น้ำหนักรวม (กก.) / 320 ตารางเมตร
1. ลาร์มินา	28.5
2. TOP-BS	22
3. ไตรซาน	15.5
4. ยูนิกรีน	20.5
5. TLB	38
6. Kanker-X	19
7. Control	18.5

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

YIELD
by REP
TREAT

HIERARCHICAL sums of squares
Covariates entered FIRST

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	111.214	9	12.357	.568	.806
REP	22.500	3	7.500	.345	.793
TREAT	88.714	6	14.786	.680	.668
Explained	111.214	9	12.357	.568	.806
Residual	391.500	18	21.750		
Total	502.714	27	18.619		

28 cases were processed.
0 cases (.0 pct) were missing.

น้ำหนักของผลผลิตในแต่ละกรรมวิธีดังแสดงในตารางที่ 2 พบว่าการใช้ TLB ให้น้ำหนักรวม 38 กิโลกรัม สูงกว่ากรรมวิธีอื่น ๆ ในอันดับรองลงมาคือ กรรมวิธีที่ใช้ลาร์มินา ให้น้ำหนักรวม 28.5 กิโลกรัม ส่วนกรรมวิธีอื่น ๆ ให้ผลต่ำลงมาตามลำดับคือ กรรมวิธีที่ใช้ TOP-BS, ยูนิกรีน, Kanker-X, Control และไตรซาน แต่ผลการวิเคราะห์พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกกรรมวิธี

ภาพที่ 9 แสดงแง่งขิงที่ถูกเชื้อแบคทีเรียเข้าทำลายทำให้เกิดอาการเน่า หลังปลูกนาน 2 เดือน

2.2 ผลการทดลองในเรือนทดลอง หลังจากปลูกเชื้อลงบนโคนต้นขิง 25 วัน ตรวจเช็คผลครั้งแรก ผลปรากฏว่ายูนิกรีนสามารถควบคุมโรคได้อย่างสมบูรณ์ ไม่พบการเกิดโรคเลย ไตรซานให้ผลรองลงมา แต่พบการเกิดโรคถึง 25% ในขณะที่กรรมวิธีอื่น ๆ ให้ผลในการควบคุมโรคต่ำมากคือ ขิงมีอาการของโรค 50% ขึ้นไป ยูนิกรีนยังคงให้ผลดีมากในช่วง 35 วัน แต่พอถึง 45 วันเริ่มพบอาการของโรค 25% Top-BS และ Kanker-X ได้ผลในการควบคุมเท่าเทียมกันคือ ลดได้ 50% ในขณะที่ลาร์มินาให้ผลน้อยกว่าคือ มีเปอร์เซนต์การเกิดโรคถึง 75% และ TLB ควบคุมโรคไม่ได้เลย (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการใช้ชีวภัณฑ์ 6 ชนิดในการควบคุมโรคเน่าของขิงในสภาพเรือนทดลอง

ครั้งที่ / กรรมวิธี	% การเกิดโรคหลังปลูกพืชในระยะเวลาต่าง ๆ			
	1 (หลังปลูก 25 วัน)	2 (หลังปลูก 35 วัน)	3 (หลังปลูก 45 วัน)	ค่าเฉลี่ย
1. ลาร์มินา	50	75	75	66.67 [b]
2. TOP-BS	50	50	50	50 [b]
3. ไตรซาน	25	50	75	50 [b]
4. ยูนิกรีน	0	0	75	25 [a]
5. TLB	100	100	100	100 [c]
6. Kanker-X	50	50	50	50 [b]
7. Control	100	100	100	100 [c]

LSD 0.01

CV 28.02%

a b c อักษรต่างกัน แสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

จากการวิเคราะห์ผลทางสถิติพบว่า ทุกกรรมวิธีแตกต่างจากชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%

ผลการวิเคราะห์ทางสถิติ

* * * A N A L Y S I S O F V A R I A N C E * * *

IIS
by REP
TREAT

HIERARCHICAL sums of squares
Covariates entered FIRST

Source of Variation	Sum of Squares	DF	Mean Square	F	Sig of F
Main Effects	15773.810	8	1971.726	6.310	.002
REP	1666.667	2	833.333	2.667	.111
TREAT	14107.143	6	2351.190	7.524	.002
Explained	15773.810	8	1971.726	6.310	.002
Residual	3750.000	12	312.500		
Total	19523.810	20	976.190		

21 cases were processed.
0 cases (.0 pct) were missing.

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การควบคุมโรคเน่าของแง่งขิงโดยวิธีผสมผสาน ตั้งแต่การเตรียมพันธุ์ขิงก่อนปลูกด้วยการแช่สารเคมีหลายชนิด การเตรียมพื้นที่ปลูกขิงด้วยการไถพลิกดินตากแดด และการใช้ชีวภัณฑ์หรือสารเคมีในกรรมวิธีต่าง ๆ ที่ทดสอบในแปลงปลูก ยังไม่สามารถควบคุมการเกิดโรคในพื้นที่ปลูกขิงเก่าที่เคยพบการระบาดของโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ ปัจจัยที่ทำให้พบโรคเน่าของขิงในการทดลองครั้งนี้เกิดขึ้นจากสาเหตุหลายประการด้วยกัน เริ่มจากการเตรียมพันธุ์ขิงก่อนปลูกคือ หลังจากแช่สารเคมีแล้วผึ่งให้แห้งก่อนนำไปเก็บ การเก็บขิงไว้ในโรงเก็บเป็นเวลาประมาณ 2 เดือน โดยการกองสุมกันซึ่งเป็นวิธีที่เกษตรกรทำติดต่อกันมานาน ในกองที่สุมกันนั้นมีทั้งความร้อนและความชื้นที่เหมาะสมต่อการเจริญของเชื้อโรคหลายชนิด ดังนั้นหากมีการปฏิบัติใหม่โดยเก็บบนตะแกรงที่ทำเป็นชั้น ๆ เพื่อให้ลมโกรกพัดผ่านจะช่วยระบายความร้อน ความชื้น และยังสามารถฉีดพ่นสารเคมีซ้ำเพื่อป้องกันแง่งขิงเป็นโรค ปัญหาสำคัญอีกประการหนึ่งที่พบในแปลงปลูกคือ สภาพพื้นที่ที่มีความลาดชันสูงมาก แม้จะมีการป้องกันด้วยการปลูกหญ้าแฝกตามแนวขั้นบันไดเพื่อลดความรุนแรงของการชะล้าง แต่หญ้าแฝกที่ปลูกก็ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ดี เนื่องจากสภาพอากาศขณะนั้นแห้งแล้งมาก ฝนทิ้งช่วงเป็นระยะเวลานานหลายเดือน ตั้งแต่เดือนพฤษภาคมจนถึงปลายกรกฎาคม ลักษณะอากาศเช่นนี้มีผลกระทบต่อเชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านที่ใส่รองก้นหลุมระหว่างทำการปลูก เพราะเชื้อรา Trichoderma harzianum สามารถเจริญได้ดีเต็มที่ในรำข้าวสาลีผสมขี้เลื่อยที่อุณหภูมิ 30 $^{\circ}$C ความชื้น 65% ในระยะเวลา 14 วัน หลังปลูกเชื้อ (Elad, 1980) นอกจากสภาพที่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตแล้ว ระยะของความลึกที่ใส่เชื้อลงไปในดินมีความสำคัญกับการเจริญของเชื้อซึ่งควรอยู่ระหว่าง 7-10 cm. ซึ่งในการทดลองครั้งนี้อยู่ในระหว่าง 10-14 cm. อาจลึกเกินไปเล็กน้อย จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้นเมื่อเทียบกับผลการทดลองในตารางที่ 1 จึงไม่พบความแตกต่างของการใช้เชื้อรา Trichoderma spp. เพื่อควบคุมโรคเหี่ยวในกรรมวิธีที่ 3 และ 4 เมื่อเทียบกับกรรมวิธีที่ 7 ซึ่งเป็นกรรมวิธีควบคุมไม่ได้ใช้สารชนิดใดเลย

นอกจากไม่พบความแตกต่างระหว่างกรรมวิธีต่าง ๆ แล้ว เมื่อเก็บผลผลิตและชั่งน้ำหนักขิงในแต่ละกรรมวิธีแล้วพบว่า ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ทั้งนี้นอกจากสภาพอากาศที่แห้งแล้งทำให้เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านไม่สามารถมีชีวิตอยู่ได้แล้ว ยังอาจเกิดการชะล้างของดินที่มีเชื้อจุลินทรีย์หรือสารเคมีในช่วงที่ฝนตกระหว่างเดือนกรกฎาคม-สิงหาคม และที่น่าสังเกตอีกประการหนึ่งคือการเข้าไปในแปลงปลูกขิงระหว่างที่มีการเช็คผลการทดลอง อาจทำให้เกิดความเสียหายแก่ต้นขิงเกิดบาดแผลและเชื้อโรคต่าง ๆ เข้าทำลายได้ง่าย เนื่องจากการทดลองครั้งนี้มีการเช็คผลการทดลองถึง 4 ครั้ง

ส่วนในการทดสอบในเรือนทดลอง ผลการทดลองแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการใช้เชื้อ Trichoderma spp. ในการควบคุมโรคเหี่ยวของเชื้อแบคทีเรีย Pseudomonas solanacearum ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งในสภาพเรือนทดลองมีการให้น้ำอย่างสม่ำเสมอถึงแม้อากาศจะร้อนและแห้งแล้ง ส่วนการใช้ Bacillus subtilis ได้ผลเป็นอันดับรองลงไปเทียบเท่ากับการใช้สารเคมี จากผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าหากมีการใช้เชื้อจุลินทรีย์ต่อต้านโรคในสภาพที่เหมาะสม การใช้นั้นจะมีประสิทธิภาพและสามารถควบคุมการเกิดโรคได้ เมื่อเทียบกับการใช้สารเคมีหรือให้ผลดีกว่าหากมีการจัดการ หรือสามารถควบคุมสภาพแวดล้อมในแปลงปลูกเพื่อให้เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ต่อต้านโรค

จากตารางที่ 3 จะเห็นว่าในกรรมวิธีที่ 4 การใช้เชื้อรา Trichoderma spp. นั้นสามารถควบคุมโรคในระยะหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากการทดลองครั้งนี้รองก้นหลุมด้วยเชื้อรา Trichoderma spp. เพียงครั้งเดียว ความแตกต่างที่เกิดขึ้นระหว่างกรรมวิธีที่ 3 และที่ 4 อาจเกิดขึ้นได้จากอัตราการใช้แต่ละบริษัทแนะนำการใช้แตกต่างกัน จากผลการทดลองชี้ให้เห็นว่าการใช้เชื้อราดังกล่าวในอัตรา 100 g/m^2 ดีกว่าการใช้ในอัตรา 90 g/m^2 โดยพบว่าการใช้อัตราแรกเกิดโรค 25% ส่วนอัตราหลังเกิดโรค 50% ตามลำดับ นอกจากนี้แล้วอาหารของเชื้อราที่ใช้ผสมน่าจะมีส่วนในการทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อราแตกต่างกันด้วย (chet, 1979)

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยครั้งนี้สามารถดำเนินไปได้ตามวัตถุประสงค์ ด้วยความสนับสนุนด้านงบประมาณจากฝ่ายวิจัย มูลนิธิโครงการหลวง ที่ให้โอกาสในการทำงานวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณหัวหน้าศูนย์พัฒนาโครงการหลวงห้วยน้ำขุ่น คุณทวีศักดิ์ อุประระ เจ้าหน้าที่ป่าชาวบ้านประจำศูนย์ฯ ห้วยน้ำขุ่น ที่ให้ความร่วมมือในการจัดการตั้งแต่เริ่มจนสิ้นสุดโครงการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณผู้ร่วมงานในงานอารักขาพืชบนที่สูงทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยเหลือให้งานวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่างไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณเป็นพิเศษสำหรับคุณรัตน์วารี ทองส่งโสม ที่ช่วยพิมพ์รายงานนี้ให้อย่างปราณีต

เอกสารอ้างอิง

ศศิธร จันทรโอทาน. 2525. การศึกษาโรคเหี่ยวหรือแง่งเน่าของขิงที่เกิดจากเชื้อแบคทีเรีย. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อนงค์ จันทรศรีกุล. 2538. โรคและศัตรูบางชนิดของผักและการป้องกันกำจัด.

อังสนา อัครพิศาล. 2533. การเพาะเลี้ยงโปรโตพลาสต์และเซลล์สำหรับศึกษาปฏิกิริยาตอบสนองเฉียบพลันของสายพันธุ์ขิงต่อเชื้อแบคทีเรียสาเหตุโรคเหี่ยว (Pseudomonas solanacearum E.F. Smith). วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Brathwaitee, C.W.D. 1978. Inhibition of Sclerotium rolfsii and its significance in the biological control of southern blight of pigeon pea Cajanus cajan (L.) Millsp. J. Abstr. 3 rd Interhat. Congr. Plant Patholo. Munchen. p. 197.

Chet, I. and R. Baker. 1980. Introduction of supressiveness to Rhizoctonia solani in soil Phytopathology, 70: 994-998.

Chet, I.,Y. Hadar, Y. Elad, J. Katan, and Y. Henis. 1979. Biological control of soilborn plant pathogens by Trichoderma harzianum. p.585-591 in : B. Schippers and W.Gams, eds. Soil Borne Plant Pathogens. Academic Press. London.

Cook, R.J. and K.F. Baker. 1983. The Nature and Practice of Bilolgical Control of Plant Pathogens. The American Phytopathological Society, Minnesota. 539 p.

Elad. Y. and I. Chet, and J. Katan. 1980. Trichoderma harzianum : A biocontrol agent effective against Sclerotium rolfsii and Rhizoctonia solani. Phytopathology 70: 119-121.

Hayward, A.C., M.L. Moffett and K.V. pegg. 1967. Bacterial wilt of ginger in Queensland. Queensland J. Agr. Anim. Sci. 24:1-5.

Holliday, P. 1980. Fungus Diseases of Tropical Crops. Cambridge University Press, London. 607 p.

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

Orion, G, 1953. Mauritius. Cited by K.Y. Lim. Cross inoculation studies of Pseudomonas solanacearum form ginger. MARDI Research. Bull, 1(1) :15-21.

Quinon, V.L., M. Aragaki and M. Ishii. 1964. Pathogenicity and serological relationships of three strains in Pseudomonas solanacearum in Hawaii. Phytopathology. 54: 1096-1099.

Wells, H.D., D.K. Bell and Jawerksi. 1972. Trichoderma harzianum a biological control for Sclerotium rolfsii Phytopathology 62: 442-447.

งบประมาณ

งบประมาณที่ได้เป็นงบวิจัยเร่งด่วน 1 ปี งบประมาณปี 2540 ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. หมวดค่าใช้สอย

- ค่าจัดทำรายงาน	2,000	บาท
- ค่าล้างอัดภาพ	1,000	บาท
- ค่าใช้สอยอื่น ๆ	3,000	บาท

2. หมวดค่าวัสดุ

- สารเคมี	10,000	บาท
- วัสดุการเกษตร	44,000	บาท
- วัสดุอื่น ๆ	2,000	บาท
รวม	62,000	บาท