ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้จากใบไผ่ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า ที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

Efficacy of *Trichoderma* spp. Isolated from Bamboo Leaves for Controlling Damping-off Disease of Chinese Kale Caused by *Pythium aphanidermatum*

สมชาย ชคตระการ และ อรรถกร พรมวี

ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121

บทคัดย่อ

จากตัวอย่างใบไผ่ จำนวน 65 ตัวอย่าง ซึ่งได้มาจาก 17 จังหวัดในประเทศไทย สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยวิธี dilution spread plate บนอาหาร Martin's medium ได้จำนวน 80 ไอโซเลท เชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่แยกได้ทั้งหมดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* สาเหตุโรคเน่าระดับดินของคะน้า บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง โดยเฉพาะอย่างยิ่งไอโซเลท TB-015, TB-010, TB-034, TB-030 และ TB-073 มีประสิทธิภาพการยับยั้งสูง 48.90, 48.89, 48.15, 48.15 และ 47.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 15 ไอโซเลท มาทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้าในระดับโรงเรือนปลูกพืชทดลอง พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลทสามารถลดความรุนแรงของโรคได้อย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ไอโซเลท TB-022, TB-015 และ TB-075 มีระดับการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อรา *P. aphanidermatum* 14 วัน เท่ากับ 14.44, 15.56 และ 17.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความรุนแรงของโรคสูงสุด เท่ากับ 62.22 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ: เชื้อรา *Trichoderma* spp. โรคเน่าระดับดิน การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี คะน้า

Abstract

Eighty isolates of *Trichoderma* spp. were isolated from 65 bamboo leaf samples of 17 provinces in Thailand by dilution spread plate on Martin's medium. All isolates of *Trichoderma* spp. effectively inhibited mycelial growth of *Pythium aphanidermatum*, a causal agent of damping-off disease of Chinese kale on potato dextrose agar (PDA) at the room temperature. *Trichoderma* spp. isolates TB-015, TB-010, TB-034, TB-030 and TB-073 gave 48.90, 48.89, 48.15, 48.15 and 47.78 % of mycelial growth inhibition, respectively. Under the glasshouse condition, 15 selected isolates of *Trichoderma* spp. significantly decreased disease severity as compared with the control. Especially, isolates TB-022, TB-015 and TB-075 gave the disease incidences with 14.44, 15.56 and 17.22 %, respectively, while the control was 62.22 %, at 14 days after inoculation of *P. aphanidermatum*.

Keywords: *Trichoderma* spp., Damping-off, Biological control, Chinese kale

1. บทนำ

ปัจจุบันการทำการเกษตรของประเทศไทยนั้นได้นำเทคโนโลยีใหม่ๆ เข้ามาใช้กันมากขึ้นเพื่อเพิ่มผลผลิตต่อหน่วยพื้นที่และให้ได้รับผลตอบแทนสูงสุด อย่างไรก็ตามการนำเทคโนโลยีต่างๆ เหล่านั้นเข้ามาใช้ ไม่ว่าจะเป็นเครื่องจักรกลทางการเกษตร ปุ๋ยเคมี สารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืช รวมทั้งฮอร์โมนสังเคราะห์ต่างๆ ล้วนมีส่วนทำให้เกิดผลกระทบในด้านต่างๆ ตามมาทั้งสิ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการใช้ปุ๋ยเคมีและสารเคมีป้องกันกำจัดศัตรูพืชส่งผลให้เกิดสารพิษตกค้างในสภาพแวดล้อม ส่งผลกระทบต่อระบบห่วงโซ่อาหาร (food chain) ในธรรมชาติ ทำลายสิ่งมีชีวิตที่มีประโยชน์ ทำให้ศัตรูพืชเกิดการต้านทาน เกิดการตกค้างในพืชผลทางการเกษตร ก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้บริโภค รวมทั้งตัวเกษตรกรเองก็จะได้รับพิษจากการใช้สารเคมีนั้นด้วย นอกจากนั้นสารเคมีทางการเกษตรล้วนต้องนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น ทำให้ประเทศชาติต้องสูญเสียเงินตราปีละหลายพันล้านบาท จากข้อมูลของกรมวิชาการเกษตร [1] พบว่า ในปี พ.ศ. 2546 ประเทศไทยมีการนำเข้าปุ๋ยเคมี 3.84 ล้านตัน คิดเป็นมูลค่า 25,746 ล้านบาท สารกำจัดแมลงศัตรูพืช 14,996 ตัน คิดเป็นมูลค่า 3,136 ล้านบาท สารป้องกันและกำจัดโรคพืช 10,326 ตัน คิดเป็นมูลค่า 1,678 ล้านบาท และสารกำจัดวัชพืช 50,463 ตัน คิดเป็นมูลค่า 6,101 ล้านบาท เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้และนำเข้าสารเคมีทางการเกษตร ปัจจุบันจึงมีการนำเชื้อจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มาใช้ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีและส่งเสริมการเจริญเติบโตของพืช

เชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีความสามารถในการควบคุมโรคพืชชนิดต่างๆ โดยชีววิธีได้อย่างมีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับอย่างกว้างขวางทั้งภายในและต่างประเทศ เช่น โรคโคนเน่าของมะเขือเทศ [2] โรคไหม้สเคลอโรเทียมของข้าวบาร์เลย์ [3] โรครากและโคนเน่าของกล้าทุเรียน [4] โรครากเน่าของทุเรียน [5] โรคเน่าระดับดินของแตงกวา [6] โรครากเน่าของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ [7] โรคดอกจุดสนิมของ

กล้วยไม้สกุลหวาย [8] โรคผลเน่าของมะเขือเทศ [9] โรคผลเน่าขององุ่น [10] โรคผลเน่าของสตรอเบอรี่ [11] และโรคหลังการเก็บเกี่ยวของพืชผัก [12] เป็นต้น

ใบไผ่ (Bamboo leaves) ซึ่งในที่นี้หมายถึงใบไผ่ที่เกิดจากการร่วงหล่นจากต้นไผ่ลงบนพื้นดินบริเวณรอบโคนกอไผ่แล้วเกิดการผุเปื่อย ซึ่งเป็นแหล่งอาหารที่ดีของเชื้อจุลินทรีย์ในกลุ่มต่างๆ ทั้งเชื้อรา แบคทีเรีย และยีสต์ สำหรับประเทศไทยนั้นมีการปลูกไผ่กันทุกภูมิภาคและมีความหลากหลายของชนิดไผ่ เช่น ไผ่หวาน ไผ่หนาม ไผ่สีสุก ไผ่เลี้ยง ไผ่น้ำเต้า ไผ่เหลือง ไผ่ตง และไผ่รวก เป็นต้น แต่พบว่าการนำใบไผ่ซึ่งเป็นแหล่งที่มีจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์มากแหล่งหนึ่งมาใช้ประโยชน์ทางการเกษตรยังมีน้อยอยู่ การแสวงหาเชื้อรา *Trichoderma* spp. สายพันธุ์ใหม่ๆ ที่ดำรงชีวิตและใช้อินทรียวัตถุจากใบไผ่เป็นแหล่งอาหาร เพื่อใช้ในการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธีจึงเป็นเรื่องที่น่าสนใจ สำหรับการศึกษาครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกโรคเน่าระดับดินของคะน้าที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* [13] เป็นตัวอย่างทดสอบเบื้องต้นในการศึกษาเรื่องการควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี เพื่อเป็นแนวทางในการนำไปใช้กับโรคของพืชชนิดอื่นๆ เพื่อพัฒนาการเกษตรของประเทศไทยไปสู่ระบบเกษตรยั่งยืนต่อไปในอนาคต

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 การแยกและเก็บรักษาเชื้อรา *Trichoderma* spp.

เก็บตัวอย่างใบไผ่ชนิดต่างๆจากผิวหน้าดินในจังหวัดต่างๆของประเทศไทย โดยสุ่มเก็บบริเวณใต้กอไผ่ห่างจากกอ 1 เมตร จำนวน 3 จุด ต่อ 1 กอ นำตัวอย่างใบไผ่ที่เก็บมาผึ่งเพื่อลดความชื้นที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ก่อนนำไปแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ด้วยวิธี dilution spread plate โดยการชั่งใบไผ่ที่หั่นเป็นชิ้นเล็กๆ ขนาด 1.5x1.5 ตารางเซนติเมตร 10 กรัม ใส่ใน flask ขนาด 250 มิลลิลิตร ที่บรรจุน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว จำนวน 90 มิลลิลิตร ก่อนนำไปเขย่าบน shaker ความเร็ว 120 รอบต่อนาที เป็นเวลา 30 นาที ทำการเจือจางสารแขวนลอย ให้มีความเข้มข้น 10^{-2} และ 10^{-3} เท่าตามลำดับ ก่อนดูดเอาสารแขวนลอยที่ได้ 0.1 มิลลิลิตร ไป spread บนอาหาร Martin's medium เพื่อแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. บ่มจานเลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้อง นาน 10 วัน จากนั้นทำการแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp.ให้บริสุทธิ์ โดยวิธี single spore [6] ด้วยการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. แต่ละไอโซเลท (isolate) ไปเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Potato Dextrose Agar (PDA) เป็นเวลา 7 วัน หรือจนกว่าจะสร้างสปอร์ ก่อนนำไปทำสปอร์แขวนลอยให้มีความเข้มข้น 10^3 สปอร์ต่อมิลลิลิตร และดูดสปอร์แขวนลอยจำนวน 0.1 มิลลิลิตร ไป spread บนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ก่อนบ่มจานเลี้ยงเชื้อไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 18-24 ชั่วโมง จากนั้นใช้เข็มเขี่ยเชื้อตักชิ้นวุ้นอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีสปอร์ของเชื้อรา *Trichoderma* spp. เพียง 1 สปอร์ซึ่งกำลังงอกและนำไปวางบนอาหาร PDA บ่มไว้ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 7 วัน ก่อนทำสปอร์แขวนลอยให้มีความเข้มข้น10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร แล้วดูดสปอร์แขวนลอย 1.0 มิลลิลิตรใส่ในขวดที่บรรจุดิน (ดิน:ทราย อัตรา 8:2 โดยปริมาตร) ซึ่งผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์/ตารางนิ้วจำนวน 80 กรัม เก็บขวดตัวอย่างดินที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 14 วัน ก่อนนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการทดลองต่อไป

2.2 การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของ เชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

เตรียมเชื้อรา *P. aphanidermatum* ซึ่งได้รับความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร. วาริน อินทนา สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ อ.ท่าศาลา จ.นครศรีธรรมราช ให้อยู่ในรูปเส้นใยแขวนลอย (mycelial suspension) ตามวิธีการของจิระเดช และคณะ [14] โดยเลี้ยงเชื้อรา *P. aphanidermatum* บนอาหาร PDA เป็นเวลา 5 วัน ใช้มีดผ่าตัดลนไฟทิ้งให้เย็น ตัดเส้นใยที่เจริญบนผิวอาหารจนขาดเป็นชิ้นๆ โดยใช้เชื้อ 1 จานอาหาร ต่อน้ำสะอาดนึ่งฆ่าเชื้อ 300 มิลลิลิตร ปั่นละเอียดโดยเครื่องปั่นน้ำผลไม้ประมาณ 3-5 นาที ก่อนนำไปใช้สำหรับการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยการแช่เมล็ดคะน้าที่ผ่านการฆ่าเชื้อที่ผิวด้วย sodium hypochlorite 0.5 เปอร์เซ็นต์ (Haiter®) ในเส้นใยแขวนลอย (mycelial suspension) ของเชื้อรา *P. aphanidermatum* เป็นเวลา 5 นาที ก่อนนำเมล็ดดังกล่าวไปวางในกล่องเพาะเมล็ดที่มีกระดาษเพาะเมล็ดที่ชื้นด้วยน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ 10 มิลลิลิตร โดยวาง 50 เมล็ดต่อกล่อง วางกล่องเพาะเมล็ดไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 7 วัน โดยเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่แช่เมล็ดคะน้าในน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อ ทำการทดสอบแบบ Two- Sample T Test กรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 1 กล่อง ตรวจนับเมล็ดและต้นกล้าคะน้าที่แสดงอาการของโรคทุกวัน เป็นเวลา 7 วัน คำนวณความรุนแรงของโรคโดยใช้สูตร $[(S_T - S_D)/S_T]$ x100 เมื่อ S_T คือ จำนวนเมล็ดคะน้าทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และ S_D คือ จำนวนต้นกล้าคะน้าที่ไม่เป็นโรคและเมล็ดที่ไม่แสดงอาการของโรคเมล็ดเน่า ชั่งน้ำหนักสดของต้นกล้า วัดความยาวต้นและรากของต้นกล้า

2.3 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

นำเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลทที่แยกได้ และเชื้อรา*P. aphanidermatum* มาเลี้ยงบนอาหาร PDA ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 5 วัน ก่อนนำมาทดสอบตามวิธีของ วาริน และคณะ [15] โดยเจาะบริเวณปลายเส้นใยของเชื้อรา *Trichoderma* spp. และเชื้อรา *P. aphanidermatum* ด้วย cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.8 เซนติเมตร นำเชื้อราทั้ง 2 มาวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ในแนวตรงข้ามกันโดยให้ห่างกัน 6.0 เซนติเมตร บ่มจานเลี้ยงเชื้อที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 วัน เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่วางเฉพาะชิ้นวุ้นเชื้อรา *P. aphanidermatum* วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 1 จานทดลอง เก็บข้อมูลและคำนวณเปอร์เซ็นต์การยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยใช้สูตร $[(R_c - R_T)/R_c]$ x100 เมื่อ R_c คือ ค่าเฉลี่ยของรัศมีเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในจานเลี้ยงเชื้อที่ไม่มีเชื้อรา *Trichoderma* spp.และ R_T คือ ค่าเฉลี่ยของรัศมีเชื้อรา *P. aphanidermatum* ในจานเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อรา *Trichoderma* spp.

2.4 การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า

เตรียมเชื้อรา *P. aphanidermatum* เช่นเดียวกับการทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *P. aphanidermatum* สำหรับเชื้อรา *Trichoderma* spp. เตรียมโดยการนำเชื้อรา *Trichoderma* spp. มาเลี้ยงบนอาหาร PDA เป็นเวลา 5

วัน จากนั้นเตรียมเชื้อรา *Trichoderma* spp.ให้อยู่ในรูปสปอร์แขวนลอย โดยการเติมน้ำกลั่นนึ่งฆ่าเชื้อให้ท่วมผิวหน้าอาหาร ใช้แท่งแก้วสามเหลี่ยมกวาดสปอร์ในจานเลี้ยงเชื้อ นับปริมาณสปอร์โดยใช้ haemacytometer แล้วปรับระดับความเข้มข้นด้วยน้ำกลั่นให้มี ความเข้มข้น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ก่อนนำไปใช้ทดสอบการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า โดยทดสอบกับเมล็ดคะน้าโดยใช้วัสดุปลูก [ดินลำดวน® (ดินเผา:ทราย: ปุ๋ยอินทรีย์ อัตราส่วน 1:0.25: 2 , pH 6.0-6.5)] ที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้วเป็นเวลา 30 นาที นึ่งฆ่าเชื้อ 1 ครั้งแล้วบรรจุลงในกระบะเพาะกล้าขนาด 60 หลุม ก่อนปลูกเมล็ดคะน้าที่ผ่านการฆ่าเชื้อบนผิวเมล็ดด้วย sodium hypochlorite (Haiter®) 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแช่ในสปอร์แขวนลอยของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ปริมาตร 100 มิลลิลิตรต่อ 360 เมล็ด แช่นาน 30 นาที ปลูกหลุมละ 2 เมล็ด หยดน้ำผสมเชื้อรา *P. aphanidermatum* 0.1 มิลลิลิตรต่อหลุม รดน้ำและปิดทับด้วยกระดาษหนังสือพิมพ์ให้ความชื้นเป็นระยะ เปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ใส่เชื้อรา *P. aphanidermatum* อย่างเดียว วางแผนการทดลองแบบ CRD ทำการทดสอบกรรมวิธีละ 3 ซ้ำๆ ละ 30 หลุม ตรวจนับต้นกล้าที่ตายและรอดตายทุกวัน เป็นเวลา 14 วัน คำนวณความรุนแรงของโรคโดยใช้สูตร $[(S_T - S_D)/S_T]$ x100 เมื่อ S_T คือ จำนวนเมล็ดคะน้าทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และ S_D คือ จำนวนต้นกล้าคะน้าที่งอกและไม่เป็นโรคเน่าระดับดิน

3. ผลการทดลอง

3.1 การแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากใบไผ่

จากตัวอย่างใบไผ่ 13 ชนิด ได้แก่ ไผ่หวาน ไผ่ด้ามขวาน ไผ่หนาม ไผ่สีสุก ไผ่เลี้ยง ไผ่น้ำเต้า ไผ่เหลือง ไผ่ข้าวหลาม ไผ่ตง ไผ่นวล ไผ่บาง ไผ่มัน และไผ่รวก รวมทั้งสิ้น 65 ตัวอย่าง ที่เก็บได้จากจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยทั้งหมด 17 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชลบุรี ชุมพร ตาก นครราชสีมา นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปทุมธานี เพชรบุรี พังงา ระนอง ลพบุรี สระบุรี สุราษฎร์ธานี สุพรรณบุรี และสิงห์บุรี สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยวิธี dilution spread plate บนอาหาร Martin's medium ได้ทั้งหมด 80 ไอโซเลท (ตารางที่ 1) ลักษณะของเชื้อรา *Trichoderma* spp.หลังทำการแยกให้บริสุทธิ์และเลี้ยงบนอาหารเลี้ยงเชื้อ potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง พบว่า มีลักษณะของเส้นใยสีขาว สปอร์มีทั้งสีเขียวเข้ม และสีเขียวอ่อน มีการเจริญเติบโตของเส้นใยที่รวดเร็วและไม่เปลี่ยนสีของอาหารเลี้ยงเชื้อ สำหรับค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) และค่าการนำไฟฟ้า (Electrical Conductivity: EC) ของดินตัวอย่างบริเวณที่เก็บตัวอย่างใบไผ่ทั้ง 65 ตัวอย่างมีค่าอยู่ในช่วง 3.42-7.60 และ 0.07-3.62 เดซิซีเมน/เมตร (dS/m) ตามลำดับ (ไม่แสดงข้อมูล)

ตารางที่ 1 ชนิดและจำนวนตัวอย่างใบไผ่ และจำนวนไอโซเลทของเชื้อรา *Trichoderma* spp.ที่แยกได้จากใบไผ่

ชนิดของใบไผ่[1/]		จำนวนตัวอย่าง	จำนวนไอโซเลทที่แยกได้
ชื่อสามัญ	ชื่อวิทยาศาสตร์		
ไผ่หวาน	*Bambusa burmanica*	2	2
ไผ่ด้ามขวาน	*Bambusa* sp.	2	2

ตารางที่ 1 ชนิดและจำนวนตัวอย่างใบไผ่ และจำนวนไอโซเลทของเชื้อรา *Trichoderma* spp.ที่แยกได้จากใบไผ่ (ต่อ)

ชนิดของใบไผ่[1/]		จำนวนตัวอย่าง	จำนวนไอโซเลทที่แยกได้
ไผ่หนาม	*Bambusa arundinacea*	3	5
ไผ่สีสุก	*Bambusa blumeana*	9	12
ไผ่เลี้ยง	*Bambusa mulfiplex*	9	9
ไผ่น้ำเต้า	*Bambusa ventricosa*	2	2
ไผ่เหลือง	*Bambusa vulgaris*	4	4
ไผ่ข้าวหลาม	*Cephalostachyum pergracile*	1	2
ไผ่ตง	*Dendrocalamus aspe*	14	20
ไผ่นวล	*Dendrocalamus strictus*	2	2
ไผ่บาง	*Gigantochloa scortechinii*	2	2
ไผ่มัน	*Gigantochloa auriculata*	2	3
ไผ่รวก	*Thyrsostachys siamensis*	13	15
รวม		65	80

[1/]เก็บรวบรวมจากจังหวัดต่างๆ ในประเทศไทยทั้งหมด 17 จังหวัด ได้แก่ กาญจนบุรี ขอนแก่น ชลบุรี ชุมพร ตาก นครราชสีมา นครศรีธรรมราช นราธิวาส ปทุมธานี เพชรบุรี พังงา ระนอง ลพบุรี สระบุรี สุราษฎร์ธานี สุพรรณบุรี และ สิงห์บุรี

3.2 ความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ที่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA อายุ 5 วัน มีลักษณะเส้นใยสีขาว สามารถเจริญและสร้างเส้นใยได้อย่างรวดเร็ว โดยจะเจริญเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อใช้เวลาเพียงแค่ 2 วัน เมื่อนำมาทดสอบความสามารถในการก่อโรคของต่อเมล็ดคะน้า พบว่าหลังการทดสอบ 7 วัน การแช่เมล็ดคะน้าในเส้นใยแขวนลอยเชื้อรา *P. aphanidermatum* มีผลทำให้เมล็ดและต้นกล้าของคะน้าแสดงอาการของโรคแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุม โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 84.00 เปอร์เซ็นต์เช่นเดียวกันกับน้ำหนักสดต้นกล้า ความยาวต้นและรากของต้นกล้าคะน้า ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับกรรมวิธีควบคุม (ตารางที่ 2)

ตารางที่ 2 ความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ต่อเมล็ดและต้นกล้าคะน้า น้ำหนักสดและความยาวของต้นกล้าคะน้าอายุ 7 วัน หลังแช่เมล็ดในเส้นใยแขวนลอยเชื้อรา *P. aphanidermatum*

กรรมวิธี	เมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้า (%)		เมล็ดที่ไม่งอก (%)		ความรุนแรงของโรค[1/] (%)
	ไม่เกิดโรค	เกิดโรค	เมล็ดเน่า	เมล็ดแข็ง	
แช่เมล็ดในเส้นใยแขวนลอยเชื้อรา *P.aphanidermatum*	7.60	49.60	34.40	8.40	84.00 a[2/]
แช่เมล็ดในน้ำกลั่น (ควบคุม)	84.40	0.00	7.60	8.00	7.60 b
T-test					**
CV (%)					8.42

กรรมวิธี	น้ำหนักสดของต้นกล้า (กรัม/ต้น)	ความยาวของต้นกล้า (เซนติเมตร/ต้น)		
		ต้น	ราก	รวม
แช่เมล็ดในเส้นใยแขวนลอยเชื้อรา *P.aphanidermatum*	0.027a[2/]	3.46a[2/]	1.98a[2/]	5.44a[2/]
แช่เมล็ดในน้ำกลั่น (ควบคุม)	0.033b	5.04b	6.72b	11.76b
T-test	**	**	**	**
CV (%)	7.86	10.65	15.82	5.39

[1/]ความรุนแรงของโรค = $((S_T - S_D)/S_T)$ x100 เมื่อ S_T คือ จำนวนเมล็ดคะน้าทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง และ S_D คือ จำนวนต้นกล้าคะน้าที่ไม่เป็นโรคและเมล็ดที่ไม่แสดงอาการของโรคเมล็ดเน่า

[2/]ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่ต่างกัน มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี Two-Sample T Test

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

3.3 ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*

เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทั้ง 80 ไอโซเลท เมื่อนำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* สาเหตุโรคเน่าระดับดินของคะน้า บนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่อุณหภูมิห้อง หลังบ่มเชื้อนาน 5 วัน พบว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลทมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยสามารถยับยั้งได้ 26.67-48.90 เปอร์เซ็นต์ (ไม่แสดงข้อมูล) ซึ่งรูปแบบการยับยั้งพบว่า เชื้อรา *P. aphanidermatum* จะสร้างเส้นใยออกมาก่อนเชื้อรา *Trichoderma* spp. ซึ่งมีการเจริญช้ากว่า หลังการทดสอบ 2 วัน โคโลนีของเชื้อทั้งสอง

เจริญมาชนกัน หลังจากชนกันแล้วเชื้อรา *P. aphanidermatum* จะเจริญช้าลง จากนั้นเชื้อรา *Trichoderma* spp. จะสร้างเส้นใยและสปอร์เจริญปกคลุมโคโลนีของเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยที่รัศมีของเชื้อรา *Trichoderma* spp. จะเพิ่มขึ้น ส่วนรัศมีของเชื้อรา *P. aphanidermatum* จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่มีเฉพาะเชื้อรา *P. aphanidermatum* เมื่อพิจารณาตามช่วงเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. จำนวน 1 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 25-30 เปอร์เซ็นต์ 11 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 31-35 เปอร์เซ็นต์ 26 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 36-40 เปอร์เซ็นต์ 33 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 41-45 เปอร์เซ็นต์ และ 9 ไอโซเลท มีเปอร์เซ็นต์การยับยั้ง 46-50 เปอร์เซ็นต์ โดย 5 ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพยับยั้งสูง คือ TB-015, TB-010, TB-034, TB-030 และ TB-073 ซึ่งมีประสิทธิภาพการยับยั้ง 48.90, 48.89, 48.15, 48.15 และ 47.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (ตารางที่ 3)

ตารางที่ 3 ช่วงเปอร์เซ็นต์การยับยั้งเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* ของเชื้อรา *Trichoderma* spp.

การยับยั้ง (%)	เชื้อรา *Trichoderma* spp. (ไอโซเลท)
25-30	1
31-35	11
36-40	26
41-45	33
46-50	9

* เชื้อรา *Trichoderma* spp. 5 ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* คือ TB-015= 48.90, TB-010=48.89, TB-034= 48.15, TB-030= 48.15 และ TB-073= 47.78%

3.4 ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า

ได้คัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. 15 ไอโซเลท (TB-001, TB-007, TB-010, TB-013, TB-015, TB-018, TB-022, TB-034, TB-038, TB-041, TS-056, TB-063, TB-066, TB-070 และ TB-075) มาทดสอบประสิทธิภาพของในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลทสามารถลดความรุนแรงของโรคได้อย่างมีนัยสำคัญ เมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุม โดยเชื้อรา *Trichoderma* spp. 3 ไอโซเลทที่มีประสิทธิภาพสูง คือ ไอโซเลท TB-022, TB-015 และ TB-075 โดยมีระดับการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อรา *P. aphanidermatum* 14 วัน เท่ากับ 14.44, 15.56 และ 17.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ CB-Pin-01 มีระดับการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อรา *P. aphanidermatum* 14 วัน เท่ากับ 20.56 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่กรรมวิธีควบคุมมีความรุนแรงของโรคสูงสุดเท่ากับ 62.22 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ 4)

ตารางที่ 4 ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า หลังปลูกเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* 14 วัน

ไอโซเลท	การเกิดโรค (%)	การควบคุมโรค (%)
TB-001	30.56 bc[1/]	31.66
TB-007	26.67 c-e	35.55
TB-010	27.22 cd	35.00
TB-013	25.56 c-e	36.66
TB-015	15.56 fg	46.66
TB-018	27.78 c	34.44
TB-022	14.44 g	47.78
TB-034	31.11 bc	31.11
TB-038	27.22 cd	35.00
TB-041	34.44 b	27.78
TB-056	28.89 bc	33.33
TB-063	27.78 c	34.44
TB-066	26.67 c-e	35.55
TB-070	21.11 d-f	41.11
TB-075	17.22 fg	45.00
CB-Pin-01[2/]	20.56 e-g	41.66
Control	62.22 a	-
F-test	**	
CV (%)	12.62	

[1/]ค่าเฉลี่ยที่กำกับด้วยอักษรที่เหมือนกันในคอลัมน์เดียวกัน ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT

[2/]เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ CB-Pin-01 (สายพันธุ์การค้า)

** มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

4. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากตัวอย่างใบไผ่ 13 ชนิด รวมทั้งสิ้น 65 ตัวอย่าง ที่เก็บได้จากจังหวัดต่างๆ ของประเทศไทยทั้งหมด 17 จังหวัด สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยวิธี dilution spread plate บนอาหาร Martin's medium ได้ทั้งหมด 80 ไอโซเลท แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. สามารถเจริญและอาศัยอินทรียวัตถุจากใบไผ่เป็นแหล่งอาหารได้ในทุกชนิดของตัวอย่างใบไผ่ที่นำมาศึกษา ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ดวงใจ และคณะ [16] ที่สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากดินบริเวณไรโซสเฟียร์ซึ่งเป็นบริเวณที่มีการทับถมของใบไผ่ที่ร่วงหล่นจากกอ

ในไผ่พื้นเมือง 6 ชนิด คือ ไผ่เลี้ยง ไผ่สีสุก ไผ่บง ไผ่ซาง ไผ่ตง และไผ่รวก นอกจากนี้ดินตัวอย่างบริเวณที่เก็บใบไผ่มาศึกษาครั้งนี้มีค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) 3.42-7.60 และค่าการนำไฟฟ้า (EC) 0.07-3.62 เดซิซีเมน/เมตร แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา*Trichoderma* spp. สามารถเจริญเติบโตได้ในหลายสภาวะซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Lo et al. [17] ที่กล่าวว่าเชื้อรา *T. harzianum* สายพันธุ์ T-22 สามารถเจริญได้ทั้งในดินที่มีสภาพเป็นกรดและด่าง และสอดคล้องกับการทดลองของ Intana [6] ที่สามารถแยกเชื้อรา *Trichoderma* spp. จากดินปลูกพืช 22 ชนิด ซึ่งมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 5.40-7.20

การทดสอบความสามารถในการก่อโรคของเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* พบว่า เชื้อรา *P. aphanidermatum* สามารถเจริญและสร้างเส้นใยได้อย่างรวดเร็วเต็มจานอาหารเลี้ยงเชื้อ PDA ภายในระยะเวลาเพียง 2 วัน และมีความสามารถในการก่อโรคต่อเมล็ดคะน้า ทำให้เกิดอาการเมล็ดเน่าและเกิดโรคกับเมล็ดที่งอกเป็นต้นกล้าแล้ว โดยมีความรุนแรงของโรคเท่ากับ 84.0 เปอร์เซ็นต์หลังการทดสอบ 7 วัน นอกจากนี้ยังส่งผลให้น้ำหนักสดต้นกล้า ความยาวต้นและรากของต้นกล้าคะน้า มีปริมาณลดลงแสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *P. aphanidermatum* เป็นเชื้อราโรคพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของวาริน และคณะ [18] ที่กล่าวว่าเชื้อรา *P. aphanidermatum* สายพันธุ์ Py-NST-05 สามารถก่อให้เกิดโรคกับเมล็ดผักกวางตุ้งอย่างรุนแรง เท่ากับ 86.50 เปอร์เซ็นต์ โดยทำให้เมล็ดผักกวางตุ้งไม่สามารถงอกและเน่าเสีย

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลท มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* โดยสามารถยับยั้งได้ 26.67-48.90 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีศักยภาพในการเป็นเชื้อราปฏิปักษ์ต่อเชื้อราโรคพืช โดยมีกลไกในการเข้าทำลายเชื้อราโรคพืช คือ การเป็นเชื้อราปรสิตโดยสร้างเส้นใยและสปอร์เจริญปกคลุมโคโลนีของเชื้อรา *P. aphanidermatum* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Howell [19]; Intana [6] และจิระเดช [20] ที่กล่าวว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. เป็นเชื้อราปฏิปักษ์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมเชื้อโรคพืช โดยมีกลไกที่สำคัญในการควบคุมเชื้อโรคพืช คือ การเป็นเชื้อราปรสิต(mycoparasitism) การแข่งขัน (competition) การสร้างสารปฏิชีวนะ (antibiosis) และการชักนำให้ต้นพืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อโรคพืช (induction of resistance in plant)

การทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า พบว่า เชื้อรา *Trichoderma* spp. ทุกไอโซเลทสามารถลดความรุนแรงของโรคเน่าระดับดินของคะน้าได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเปรียบเทียบกับกรรมวิธีควบคุมที่ใช้เฉพาะเชื้อรา *P. aphanidermatum* แสดงให้เห็นว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. ดังกล่าวมีศักยภาพในการควบคุมโรคพืชที่เกิดจาก *P. aphanidermatum* ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ จินตนา [21]; วารุณี [22]; Intana [6]; แพรทอง [7]; วาริน และคณะ [18] ที่กล่าวว่าเชื้อรา *Trichoderma* spp. มีประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า ถั่วเหลือง มะเขือเทศ แตงกวา และโรครากเน่าของผักกวางตุ้งและผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์

5. สรุปผลการทดลอง

1. สามารถแยกและรวบรวมเชื้อรา *Trichoderma* spp. ได้ทั้งหมด 80 ไอโซเลท จากใบไผ่ 13 ชนิด จำนวน 65 ตัวอย่าง ที่เก็บจาก 17 จังหวัดของประเทศไทย

2 เชื้อรา *Trichoderma* spp. 5 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพสูงในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. aphanidermatum* คือ TB-015, TB-010, TB-034, TB-030 และ TB-073 โดยมีประสิทธิภาพการยับยั้งสูง 48.90, 48.89, 48.15, 48.15 และ 47.78 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

3. เชื้อรา *Trichoderma* spp. 3 ไอโซเลท ที่มีประสิทธิภาพสูงในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้า คือ TB-022, TB-015 และ TB-075 โดยมีระดับการเกิดโรคหลังปลูกเชื้อรา *P. aphanidermatum* 14 วัน เพียง 14.44, 15.56 และ 17.22 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณรองศาสตราจารย์ ดร. จิระเดช แจ่มสว่าง ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน จ. นครปฐม ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์ CB-Pin-01 (สายพันธุ์การค้า) และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วาริน อินทนา สำนักวิชาเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยวลัยลักษณ์ จ. นครศรีธรรมราช ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *Pythium aphanidermatum* สำหรับการศึกษาวิจัยในครั้งนี้

7. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมวิชาการเกษตร, สรุปการนำเข้าวัตถุอันตรายทางการเกษตรปี 2546. สืบค้นเมื่อวันที่ 29 พฤศจิกายน 2550, จาก http://www.doa.go.th/toxic/total_toxic-46.pdf, 2550.

[2] บรรเจิด อินหว่าง และ จิระเดช แจ่มสว่าง, การควบคุมโรคโคนเน่าของมะเขือเทศ (*Sclerotium rolfsii*) โดยจุลินทรีย์จากดิน เกษตรกรรม, น. 173-185. ใน รายงานประชุมทางวิชาการ ครั้งที่ 24 ภาคโปสเตอร์ ณ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ บางเขน สาขาประมง สาขาสิ่งแวดล้อม สาขาสังคมศาสตร์ สาขาวิทยาศาสตร์ สาขาพืช-สัตว์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ, 2529.

[3] จิระเดช แจ่มสว่าง, จินตนา ชะนะ, เฉลิมลาภ ช่วยประสิทธิ์, สุพรรณี ชีววิริยะกุล และ วรรณวิไล เกษนรา, การประเมินประสิทธิภาพของเชื้อ *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมโรคไหม้สเคลอโรเทียมของข้าวบาร์เลย์ในสภาพไร่โดยชีววิธี, น. 163-171. ใน การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 28 สาขาพืช, กรุงเทพฯ, 2533.

[4] สุภาพร อวรัญ, จิระเดช แจ่มสว่าง, อำไพ วรรณ ภราดร์นุวัฒน์ และ รวี เสรฐภักดี, การใช้ส่วนผสมของผงเชื้อราไตรโคเดอร์มาร่วมกับสารเคมีควบคุมเชื้อราในการควบคุมโรครากและโคนเน่าของกล้าทุเรียน ซึ่งเกิดจากเชื้อราฟัยทอฟทอรา พัลมิวอรา, น.162-179.ใน การประชุมทางวิชาการของ

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 32 สาขาพืช, กรุงเทพฯ, 2537.

[5] จิระเดช แจ่มสว่าง, กนกนาฏ เรืองวิเศษ, อำไพวรรณ ภราดร์นุวัฒน์, ชวลิต ฮงประยูร, วันทนีย์ ชุ่มจิตต์ และ สุขวัฒน์ จันทรปรรณิก, ศักยภาพของเชื้อราไทรโคเดอร์มาในการลดปริมาณเชื้อไฟทอฟธอรา และเพิ่มความสมบูรณ์ของทุเรียนที่เป็นโรครากเน่า, น. 265-276. ในการประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35 สาขาพืช ส่งเสริมและนิเทศศาสตร์เกษตร อุตสาหกรรมเกษตร, กรุงเทพฯ, 2540.

[6] Intana, W., Selection and Development of *Trichoderma* spp. for High Glucanase, Antifungal Metabolite Producing and Plant Growth Promoting Isolates for Biological Control of Cucumber Damping-off Caused by *Pythium* spp., Doctoral Dissertation, Department of Plant Pathology Faculty of Agriculture, Kasetsart University, Bangkok, 2003.

[7] แพรทอง ละมุล, ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma harzianum* ในการควบคุมรากเน่าของผักกาดหอมที่ปลูกในระบบไฮโดรโพนิกส์ สาเหตุจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum*, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาโรคพืชคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2549.

[8] อารีรัตน์ เทียนขาว, ประสิทธิภาพของเชื้อรา *Trichoderma* spp. ในการยับยั้งเชื้อรา *Curvularia eragrostidis* และควบคุมโรคดอกจุดสนิมของกล้วยไม้สกุลหวาย, วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาโรคพืชคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2550.

[9] Strashnov, Y., Y. Elad, A. Sivan, Y. Rudich and I. Chet, Control of *Rhizoctonia solani* Fruit Rot of Tomatoes by *Trichoderma harzianum* Rifai, Crop Protection, Vol. 4 (3), pp. 359-364, 1985.

[10] Gullino, M.L., Control of Botrytis Rot of Grapes and Vegetables with *Trichoderma* spp., pp. 125-132. In E.C. Tjamos, G.C. Papaviszas and R.J. Cook (eds), Biological Control of Plant Diseases , Plenum Press, New York, 1992.

[11] Tronsmo, A. and C. Dennis., The Use of *Trichoderma* Species to Control Strawberry Fruit Rots. Netherlands Journal of Plant Pathology, Vol. 83, pp. 449-455, 1977.

[12] Wilson, C.L. and M.E. Wisniewski, Biological Control of Post Harvest Diseases of Fruits and Vegetables: an Emerging Technology, Annual Review of Phytopathology, Vol.27, p. 425, 1989.

[13] อนงค์ จันทร์ศรีกุล, โรคและศัตรูบางชนิดของผักและการป้องกันกำจัด, ไทยวัฒนาพานิช, กรุงเทพฯ153 น, 2544.

[14] จิระเดช แจ่มสว่าง, วรรณวิไล อินทนู และถวัลย์ คุ้มช้าง, การควบคุมโรคเน่าระดับดินของกล้าพืชโดยชีววิธีด้วยปุ๋ยหมักผสมเชื้อราไตรโคเดอร์มา, น. 257-265.ใน การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 5 อารักขา

พืช: ผลิตอาหารเพื่อประชากรโลก, โรงแรมเฟลิกซ์ริเวอร์แคว, กาญจนบุรี, 2544.

[15] วาริน อินทนา, มนตรี อิสรไกรศีล, ปัญจพร เลิศรัตน์ และ ประคอง เย็นจิตต์, การควบคุมโรคผลเน่าดำของเงาะที่เกิดจากเชื้อรา *Lasiodiplodia theobromae* โดยใช้สารต่อต้านเชื้อราจาก *Trichoderma harzianum,* วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 6 (3-4), น. 171-178, 2548.

[16] ดวงใจ มูลเขียน, มาลีวัลย์ มีพันธ์ และ พนมพร ชาญเพราะ, การศึกษาความหลากหลายของเชื้อราจากดินบริเวณไรโซสเฟียร์ในไผ่พื้นเมือง อำเภอลับแล จังหวัดอุตรดิตถ์, รายงานการวิจัย, โปรแกรมวิชาชีววิทยาประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์, 2548.

[17] Lo, C.-T., E.B. Nelson and G.E. Harman, Biological Control of Turfgrass Diseases with a Rhizosphere Competent Strain of *Trichoderma harzianum*, Plant Diseases, Vol. 80, pp. 736-741, 1996.

[18] วาริน อินทนา, ยุพา คำวงษ์, อรวรรณ พรมศักดิ์ สมศักดิ์ มณีพงศ์, ประคอง เย็นจิตต์, ศุภลักษณ์ เศรษฐสกุลชัย และ ทักษิณ สุวรรณโน, การเพิ่มประสิทธิภาพควบคุมโรคเน่าของผักกวางตุ้งในระบบไฮโดรโพนิกส์โดยเชื้อรา *Trichoderma harzianum* สายพันธุ์กลาย, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, 37(6), น. 545-554, 2549.

[19] Howell, C.R., Mechanisms Employed by *Trichoderma* Species in the Biological Control of Plant Diseases: The History and Evolution of Current Concepts, Plant Diseases Vol. 87, pp. 4-10., 2003.

[20] จิระเดช แจ่มสว่าง, การควบคุมโรคพืชโดยชีววิธี, ภาควิชาโรคพืช คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, นครปฐม, 323 น, 2549.

[21] จินตนา อิงคนินันท์, การจำแนกชนิดเชื้อรา *Trichoderma* spp. โดยอาศัยลักษณะสัณฐานวิทยาและลายพิมพ์ดีเอ็นเอ และทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมโรคเน่าระดับดินของคะน้าที่เกิดจากเชื้อรา *Pythium aphanidermatum,* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาโรคพืชคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.

[22] วารุณี มณีนาค, การคัดเลือกเชื้อรา *Trichoderma* spp. ที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสและไคติเนสได้สูงและการทดสอบประสิทธิภาพในการควบคุมเชื้อรา *Pythium aphanidermatum* (Edson)Fitzp. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต, ภาควิชาโรคพืชคณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2546.