สารบาญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบาญ	ซ
สารบาญตาราง	ฌ
สารบาญภาพ	ฐ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 การตรวจเอกสาร	3
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการ	21
บทที่ 4 ผลการทดลอง	37
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	103
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	109
เอกสารอ้างอิง	110
ภาคผนวก	116
ประวัติผู้เขียน	120

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง

ตาราง		หน้า
1	ค่า R_f ของแผ่นโครมาโทกราฟีผิวบางโดยใช้ระบบตัวทำละลายเคลื่อนที่ Hexane :Ethyl acetate ในอัตราส่วนต่างๆ และรมด้วยไอโอดีน	40
2	ค่า R_f ของแผ่นโครมาโทกราฟีผิวบางโดยใช้ระบบตัวทำละลายเคลื่อนที่ Hexane : Ethyl acetate : Methanol ในอัตราส่วนต่างๆ และรมด้วยไอโอดีน	42
3	ค่า R_f ของแถบต้านเชื้อรา (Clear zone) ที่แสดงการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Cladosporium cladosporioides*	44
4	องค์ประกอบของสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ได้จากการแยกด้วยวิธี Thin Layer Chromatography ที่ทำการตรวจสอบสารองค์ประกอบด้วยแก๊สโครมาโทกราฟี (Gas Chromatography – Mass Spectrometer, GC-MS)	46
5	ผลการทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุด	49
6	การละลายของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นในตัวทำละลายชนิดต่างๆ	52
7	ผลของ Tween 20 ต่อการละลายของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นในเอทานอล	52
8	การทดสอบประสิทธิภาพสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการควบคุมเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุด	53
9	การทดสอบประสิทธิภาพสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นต่อการงอกของสปอร์เชื้อรา *Alternaria* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุด	55
10	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 1 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	61

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
11	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 2 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	62
12	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นเวลานาน 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	63
13	ผลการทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	64
14	ค่า L ที่แสดงถึงความสว่างของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	66
15	ค่า C* ของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	67
16	ค่า Hue (H°) ของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	69
17	ค่าความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	71

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
18	เปอร์เซ็นต์ใบที่เป็นโรคของคะน้า ที่ทำการตรวจสอบเมื่อระยะเวลาหลังจากปลูกเชื้อรานาน 3 และ 10 วัน	75
19	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรค ที่ทำการตรวจสอบเมื่อระยะเวลาหลังจากปลูกเชื้อรานาน 3 และ 10 วัน	75
20	ผลผลิตสดของคะน้าหลังเก็บเกี่ยวในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	80
21	ผลผลิตแห้งของคะน้าหลังเก็บเกี่ยวในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	81
22	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวมและปริมาณ Total non-structural carbohydrate (TNC) ของใบคะน้าที่ทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และ สารแมนโคเซบ	86
23	ค่าสีของใบคะน้าที่แสดงในรูปค่า L, C* และ H^{o}	87
24	เปอร์เซ็นต์ใบที่เป็นโรคต่อต้นของคะน้า ที่ทำการตรวจสอบเมื่ออายุ 28, 35 และ 42 วันหลังการย้ายปลูก	89
25	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคในคะน้า ที่ทำการตรวจสอบเมื่ออายุ 28, 35 และ 42 วันหลังการย้ายปลูก	89
26	เปอร์เซ็นต์ใบที่เป็นโรคต่อต้นของคะน้า ที่ทำการตรวจสอบเมื่ออายุ 35 และ 41 วันหลังการย้ายปลูก	91
27	เปอร์เซ็นต์ดัชนีการเข้าทำลายของโรคในคะน้า ที่ทำการตรวจสอบเมื่ออายุ 35 และ 41 วันหลังการย้ายปลูก	91

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
28	ผลผลิตสดของคะน้าหลังเก็บเกี่ยวในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	95
29	ผลผลิตแห้งของคะน้าหลังเก็บเกี่ยวในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	96
30	ปริมาณคลอโรฟิลล์รวม และปริมาณ Total non-structural carbohydrate (TNC) ของใบคะน้าที่ทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้าน และ สารลาร์มิน่า	100
31	ค่าสีของใบคะน้าที่แสดงในรูปค่า L, C* และ H^{o} ที่ทำการวัดใน 3 ระยะเวลา	102

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ

ภาพ		หน้า
1	ลักษณะโคโลนี (ก) สปอร์และเส้นใย (ข) ของเชื้อรา *Alternaria* sp.	4
2	การเข้าทำลายพืชของเชื้อราสาเหตุโรคพืช (กัญชลี, 2542)	4
3	ลักษณะต้นของตะไคร้ต้น (ก) และ ผลตะไคร้ต้น (ข)	9
4	แผ่นเทียบสีของ Minolta (CR-200)	30
5	ลักษณะอาการของโรคใบจุดออลเทอนาเรีย (ก), โคโลนี (ข) และสปอร์เส้นใย (ค) ของเชื้อรา *Alternaria* sp.	37
6	สารสกัดหยาบจากผลตะไคร้ต้นที่ทำการสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์	38
7	โครมาโทแกรมแสดงการเคลื่อนที่ของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นด้วยตัวทำละลายเคลื่อนที่ Hexane : Ethyl acetate ในอัตราส่วนต่างๆ กัน	41
8	โครมาโทแกรมแสดงการเคลื่อนที่ของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นด้วยตัวทำละลายเคลื่อนที่ Hexane : Ethyl acetate : Methanol ในอัตราส่วนต่างๆ	41
9	โครมาโตแกรมแสดงบริเวณแถบต้านเชื้อราของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นด้วยตัวทำละลายเคลื่อนที่ Hexane : Ethyl acetate : Methanol ในอัตราส่วนต่างๆ	44
10	โครมาโทแกรมของสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ค่า R_f เท่ากับ 0.12 – 0.20 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS และ แมสเปกตรัมของ Benzoic acide, 4-hydroxy-,propyl ester จาก Library search	47
11	โครมาโทแกรมของสารออกฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่ค่า R_f เท่ากับ 0.53 – 0.67 ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยเครื่อง GC-MS และ แมสเปกตรัมของ Citral จาก Library serch	48
12	การทดสอบประสิทธิภาพสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุด	50
13	ลักษณะการละลายของสารสกัดหยาบจากตะไคร้ต้นในตัวทำละลาย ได้แก่ น้ำ (ก) ,เอทานอล (ข), Glycerin (ค) และ Propylene glycol (ง)	52
14	การทดสอบประสิทธิภาพสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp ที่เป็นสาเหตุของโรคใบจุด	54

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
15	การงอกของสปอร์เชื้อรา *Alternarai* sp.ในกรรมวิธีชุดควบคุม (ก), การใช้ผลิตภัณฑ์จากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 200 (ข) และ 300 ส่วนต่อล้านส่วน (ค)	55
16	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 1 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก)), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	61
17	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 2 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	62
18	การทดสอบประสิทธิภาพของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 3 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	63
19	การทดสอบประสิทธิภาพของผลิตภัณฑ์สารควบคุมเชื้อราจากตะไคร้ต้นในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *Alternaria* sp. ที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก)), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60องศาเซลเซียส (ค)	64
20	ค่า L ที่แสดงถึงความสว่างของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	66

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
21	ค่า C* ของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	68
22	ค่า Hue (H°) ของสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส, อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) และ 60 องศาเซลเซียส	70
23	สารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 1 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	72
24	สารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 2 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	72
25	สารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 3 เดือน ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	73
26	สารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ทำการเก็บรักษาเป็นระยะเวลานาน 4 เดือนที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส (ก), อุณหภูมิห้อง (30 ± 5 องศาเซลเซียส) (ข) และ 60 องศาเซลเซียส (ค)	73
27	การศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าด้านความสูงเมื่ออายุ 30 – 42 วัน ที่ทำการศึกษาในระดับแปลงปลูก โดยทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	77

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
28	การศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าด้านจำนวนใบเมื่ออายุ 30 – 42 วัน ที่ทำการศึกษาในระดับแปลงปลูก โดยทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	78
29	ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	82
30	ค่าการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	83
31	ค่าอัตราการคายน้ำของใบคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารแมนโคเซบ	84
32	การเจริญเติบโตของคะน้าด้านความสูงเมื่ออายุ 27 – 42 วัน ที่ทำการศึกษาในระดับแปลงปลูก โดยทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	92
33	การศึกษาการเจริญเติบโตของคะน้าด้านจำนวนใบเมื่ออายุ 27 – 42 วัน ที่ทำการศึกษาในระดับแปลงปลูก โดยทำการพ่นสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	93
34	ค่าอัตราการสังเคราะห์แสงของคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	97

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

สารบาญภาพ (ต่อ)

ภาพ		หน้า
35	ค่าการยอมให้ก๊าซผ่านของปากใบคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และลาร์มิน่า	98
36	ค่าอัตราการคายน้ำของคะน้าในระดับแปลงปลูก ที่ทำการศึกษาการควบคุมโรคด้วยสารชีวภาพกำจัดเชื้อราจากตะไคร้ต้นที่ระดับความเข้มข้น 500, 1,000 และ 2,000 ส่วนต่อล้านส่วน และสารลาร์มิน่า	99

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright © by Chiang Mai University
All rights reserved