สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	ข
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ค
สารบัญ	ง
สารบัญภาพ	จ
สารบัญตาราง	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
บทที่ 4 ผลการวิจัย	27
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	54
บรรณานุกรม	58
ภาคผนวก	63
ประวัตินักวิจัย	69

มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงใหม่ CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ข้อมูลอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์ทางชีวภาพจาก intracellular fluid และ extracellular fluid ของแอคติโนมัยซีท	13
4.1	ความสามารถของสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีททั้งหมด 52 ไอโลเท ในการรีดิวซ์ให้เกิดการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนภายใน 72 ชั่วโมง	27
4.2	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชของอนุภาคซิลเวอร์นาโนจากสารละลาย intracellular fluid ของแอคติโนมัยซีท จำนวน 35 ตัวอย่าง	32
4.3	ประสิทธิภาพการยับยั้งเชื้อราสาเหตุโรคพืชของอนุภาคซิลเวอร์นาโนจากสารละลาย extracellular fluid ของแอคติโนมัยซีท จำนวน 46 ตัวอย่าง	34
4.4	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืชด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโนของน้ำเลี้ยงเซลล์จากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เลี้ยงระยะเวลาต่างๆ กับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 1mM และ 5mM	41
4.5	ปริมาณธาตุเงินที่เป็นองค์ประกอบของอนุภาคซิลเวอร์นาโน	52

CHIANG MAI RAJABHAT UNIVERSITY

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลักษณะการเจริญของเส้นใยของแอคติโนมัยซีทที่สร้างขึ้นเหนือผิวอาหาร (aerial mycelium) และเส้นใยที่สร้างลงไปในอาหาร (substrate mycelium)	4
2.2	ลักษณะโคโลนีแอคติโนมัยซีทที่เจริญบนผิวหน้าอาหารแข็ง	4
2.3	ลักษณะสปอร์ของแอคติโนมัยซีทภายใต้ scanning electron microscopy	5
2.4	กลไกการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนโดยเซลล์จุลินทรีย์	10
2.5	กระบวนการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนจากเชื้อแอคติโนมัยซีท	11
2.6	กลไกการยับยั้งการเจริญของเซลล์	14
2.7	UV-Vis spectra ของสารคอลลอยด์อนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์ด้วยเชื้อแอคติโนมัยซีท *Streptomyces xinghaiensis* OF1 strain. $AgNO_3$(1), ชุดควบคุม (2), standard AgNPs (3), และชุดทดลอง (4) ในช่วงความยาวคลื่น 200 – 800 นาโนเมตร	16
2.8	สเปกตรัม XRD ของอนุภาคนาโนที่สังเคราะห์จาก *Nocardiopsis* sp. MBRC-1	17
2.9	ลักษณะตำแหน่งสเปคตรัมจากการวิเคราะห์ FTIR ของอนุภาคซิลเวอร์นาโนจาก *Streptomyces xinghaiensis* OF1 strain	18
2.10	ลักษณะอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์ด้วยเชื้อแอคติโนมัยซีท *Streptomyces xinghaiensis* OF1 ภายใต้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน	19
3.1	ขั้นตอนการเตรียมสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีทเพื่อทดสอบความสามารถในการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโน (AgNPs)	23
3.2	การทดสอบการยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืชของอนุภาคซิลเวอร์นาโนด้วยวิธี well diffusion test	24
4.1	การเปลี่ยนสีของสารละลายของแอคติโนมัยซีทของที่เกิดการสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์ นาโนที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย $AgNO_3$ ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมง	28
4.2	การสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลายภายในเซลล์ intracellular fluid (ก) และสารละลาย extracellular fluid (ข) ของแอคติโนมัยซีททั้งหมด 52 ไอโซเลท	30
4.3	การเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคพืช 4 สายพันธุ์บนอาหาร PDA ที่เป็นชุดควบคุม (ภาพซ้าย) และบนอาหาร PDA ที่หยดอนุภาคซิลเวอร์นาโนจากสารละลายภายนอกเซลล์ (ภาพขวา)	37

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.4	การสังเคราะห์อนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลาย (extracellular fluid, EF) จากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เพาะเลี้ยงระยะเวลาต่างๆ หลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย 1mM $AgNO_3$ (ก) และ 5mM $AgNO_3$ (ข) ภายในระยะเวลา 72 ชั่วโมง (M= Medium; YM broth, C= Control; YM+$AgNO_3$, D5= EFDay5+ $AgNO_3$, D5=EF Day10+ $AgNO_3$ และ D15=EF Day15+ $AgNO_3$)	38
4.5	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืช 4 สายพันธุ์ ของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์จากสารละลาย extracellular fluid (EF) ที่ระยะเวลาต่างๆ 5 วัน 10 วัน และ 15 วัน ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 กับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 1mM และ 5mM	41
4.6	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Colletotrichum* sp. (ก) และ *Fusarium* sp. (ข) ด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เพาะเลี้ยงระยะเวลาต่างๆ หลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 1mM	42
4.7	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Alternaria* sp. (ก) และ *Pyricularia* sp. (ข) ด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เพาะเลี้ยงระยะเวลาต่างๆ หลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 1mM	43
4.8	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Colletotrichum* sp. (ก) และ *Fusarium* sp. (ข) ด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เพาะเลี้ยงระยะเวลาต่างๆ หลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 5mM	44
4.9	การยับยั้งการเจริญเชื้อราสาเหตุโรคพืช *Alternaria* sp. (ก) และ *Pyricularia* sp. (ข) ด้วยอนุภาคซิลเวอร์นาโนของสารละลายจากเซลล์แอคติโนมัยซีท DSK-3 ที่เพาะเลี้ยงระยะเวลาต่างๆ หลังทำปฏิกิริยากับสารละลาย $AgNO_3$ ความเข้มข้น 5mM	45
4.10	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน SEM ของงอนุภาคระดับนาโนเมตรของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่ได้จากการรีดิวซ์ด้วยสารละลาย extracellular fluid (EF) ในวันที่ 5 10 และ 15 วัน ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 1mM $AgNO_3$	47

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4.11	ภาพถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอน SEM ของอนุภาคระดับนาโนเมตรของอนุภาค ซิลเวอร์นาโนที่ได้จากการรีดิวซ์ด้วยสารละลาย extracellular fluid (EF) ในวันที่ 5 10 และ 15 ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 5mM $AgNO_3$	48
4.12	UV–visible absorption spectrum ของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่รีดิวซ์ด้วยสารละลาย extracellular fluid (EF) ในวันที่ 5 10 และ 15 ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 1mM $AgNO_3$	51
4.13	ภาพที่ 4.13 UV–visible absorption spectrum ของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่ได้จากการรีดิวซ์ด้วยสารละลาย extracellular fluid (EF) ในวันที่ 5 10 และ 15 ของแอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่ทำปฏิกิริยากับสารละลาย 5mM $AgNO_3$	51
4.14	สเปกตรัมของธาตุที่ปรากฏบนพื้นผิวของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์ด้วยสารละลายเกลือโลหะ 1mM $AgNO_3$ กับสารละลาย extracellular fluid (EF) จากเซลล์แอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 5 วัน 10 วัน และ 15 วัน ด้วยเทคนิค EDX	53
4.15	สเปกตรัมของธาตุที่ปรากฏบนพิ้นผิวของอนุภาคซิลเวอร์นาโนที่สังเคราะห์ด้วยสารละลายเกลือโลหะ 5mM $AgNO_3$ กับสารละลาย extracellular fluid (EF) จากเซลล์แอคติโนมัยซีทไอโซเลท DSK-3 ที่เลี้ยงเป็นระยะเวลา 5 วัน 10 วัน และ 15 วัน ด้วยเทคนิค EDX	54