สูตรอาหารและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญและปริมาณไคติน-ไคโตซานของราที่มีความสามารถในการย่อยสลายแป้ง

เกษศิรินทร์ กำกัดวงษ์

มหาวิทยาลัยบูรพา
Burapha University

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
พฤศจิกายน 2548
ISBN 974-502-617-4
ลิขสิทธิ์เป็นส่วนหนึ่งของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณาวิทยานิพนธ์ของ เกษศิรินทร์ กำกัดวงษ์ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดารัตน์ สวนจิตร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโฉม ทุ่งเก้า)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวภา ไหวพริบ)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธาน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดารัตน์ สวนจิตร)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริโฉม ทุ่งเก้า)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เยาวภา ไหวพริบ)

.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วรพจน์ สุนทรสุข)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญรัตน์ ประทุมชาติ)

บัณฑิตวิทยาลัยอนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประทุม ม่วงมี)

วันที่ 8 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2548

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ประกาศคุณูปการ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาให้คำปรึกษาจากท่าน ผศ.ดร. สุดารัตน์ สวนจิตร ประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ ตลอดจนให้ความดูแลเอาใจใส่ ให้ความรัก และความช่วยเหลือทุก ๆ ด้านต่อข้าพเจ้าเป็นอย่างดียิ่ง รวมทั้งได้ช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ ข้าพเจ้าจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. ศิริโฉม ทุ่งเก้า และ ผศ.ดร. เยาวภา ไหวพริบ กรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความละเอียดถี่ถ้วน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร. วรพจน์ สุนทรสุข และ ผศ.ดร. บุญรัตน์ ประทุมชาติ คณะกรรมการสอบปากเปล่าวิทยานิพนธ์ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงแก้ไขจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ประจำโครงการบัณฑิตศึกษา และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาจุลชีววิทยาทุกท่านที่ช่วยอำนวยความสะดวกในการยืมอุปกรณ์และเครื่องมือจนทำให้การวิจัยดำเนินไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณภุมรี กัณฑ์ราย คุณนิศากร วิจิตรสมบูรณ์ และคุณเสกสรร พรหมนิช ที่มีส่วนช่วยเหลือด้านงานวิจัยทำให้งานวิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบคุณ คุณพชระ ปวงนิยม ที่มีส่วนช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจอันดียิ่งเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และน้องสาว รวมทั้งบุคคลในครอบครัวกำกัดวงษ์ที่รักยิ่งของข้าพเจ้า ซึ่งได้ให้กำลังใจ ช่วยเหลือ และสนับสนุนทุก ๆ ด้านต่อข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่มีส่วนช่วยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือ ซึ่งมีส่วนทำให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

วิทยานิพนธ์นี้ได้รับทุนสนับสนุนบางส่วนจากโครงการบัณฑิตศึกษา ฝึกอบรมและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อม ภายใต้การกำกับของโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษาและวิจัยด้านวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี สำนักงานคณะกรรมการอุดมศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

ความดีและประโยชน์อันที่จะได้รับจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ คุณพ่อ คุณแม่ และคณาจารย์ผู้ประสาทวิชาความรู้แก่ข้าพเจ้า

เกษศิรินทร์ กำกัดวงษ์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

44910705: สาขาวิชา: วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม; วท.ม. (วิทยาศาสตร์สิ่งแวดล้อม)
คำสำคัญ: ไคติน/ไคโตซาน/ALKALINE INSOLUBLE FRACTION (AIF)

เกษศิรินทร์ กำกัดวงษ์: สูตรอาหารและระยะเวลาที่เหมาะสมต่อการเจริญและปริมาณไคติน-ไคโตซานของราที่มีความสามารถในการย่อยสลายแป้ง (OPIMIZATION OF MEDIUM FORMULATION AND INCUBATION TIMES ON THE GROWTH AND CHITIN-CHITOSAN CONTENTS OF STARCH-DEGRADING FUNGI) อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์: สุดารัตน์ สวนจิตร, Ph.D., ศิริโฉม ทุ่งเก้า, Ph.D., เยาวภา ไหวพริบ, Ph.D. 175 หน้า. ปี พ.ศ. 2548.
ISBN 974-502-617-4

การศึกษาการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซานของราที่มีความสามารถในการย่อยสลายแป้ง พบว่าราไอโซเลท 5-82 ซึ่งจำแนกเป็น *Aspergillus niger* 5-82ให้ผลผลิตกลูโคซามีนสูงสุด (0.81 กรัมต่อลิตร) รองลงมาได้แก่ราไอโซเลท 10-85 ซึ่งจำแนกเป็น *Setosphaeria monoceras* 10-85 (0.66 กรัมต่อลิตร) เมื่อพิจารณาปริมาณกลูโคซามีนที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์พบว่ามีสูงสุด (206.06 มิลลิกรัมต่อกรัม AIF) ในรา *S. monoceras* 10-85 รองลงมา ได้แก่ *Aspergillus oryzae* TISTR3018 (189.17 มิลลิกรัมต่อกรัม AIF) เมื่อนำราทั้งสามไอโซเลทมาศึกษาธาตุอาหารบางประการที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซานในอาหาร Starch broth พบว่า *A. niger* 5-82, *S. monoceras* 10-85 และ *A. oryzae* TISTR3018 มีความต้องการแป้งในปริมาณที่เหมาะสมแตกต่างกันไป กล่าวคือ 4, 6 และ 8 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ แหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมต่อการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซานของ *A. niger* 5-82 และ *A. oryzae* TISTR 3018 คือ ยูเรียความเข้มข้น 0.2 และ 0.5 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ในขณะที่ *S. monoceras* 10-85 มีการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซานได้ดีในอาหารที่มีแอมโมเนียมซัลเฟต 0.25 เปอร์เซ็นต์เป็นแหล่งไนโตรเจน จากการศึกษาพบว่า *A. oryzae* TISTR3018 ให้ผลผลิตไคตินสูงสุด ส่วนผลผลิตไคโตซานสูงสุดได้จาก *S. monoceras* 10-85 เมื่อนำราทั้งสองสายพันธุ์นี้มาศึกษาผลของธาตุอาหารรองได้แก่ แมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส พบว่าราทั้งสองสายพันธุ์มีการเจริญที่ดีและผลิตไคตินและไคโตซานได้สูงขึ้นเมื่อเติมแมกนีเซียมซัลเฟต 0.025 เปอร์เซ็นต์ โดย *A. oryzae* TISTR3018 ให้ผลผลิตไคตินสูงสุด (7.98 กรัมต่อลิตร) และ *S. monoceras* 10-85 ให้ผลผลิตไคโตซานสูงสุด (557.75 มิลลิกรัมต่อลิตร) ภายหลังการเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรปรับปรุงเป็นเวลา 4 วัน ซึ่งสูงกว่าผลผลิตที่ได้จากการเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรเดิมประมาณ 2-4 เท่า และใช้ระยะเวลาน้อยกว่า การเพิ่มขึ้นของผลผลิตไคตินและไคโตซานนั้นมาจากการเพิ่มขึ้นของการเจริญและองค์ประกอบของไคตินและไคโตซานที่ผนังเซลล์

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

44910705: MAJOR: ENVIRONMENTAL SCIENCE; M.SC. (ENVIRONMENTAL SCIENCE)

KEYWORDS: CHITIN/CHITOSAN/ALKALINE INSOLUBLE FRACTION (AIF)

KATSIRIN KUMKUTWONG: OPTIMIZATION OF MEDIUM FORMULATION AND INCUBATION TIMES ON THE GROWTH AND CHITIN-CHITOSAN CONTENTS OF STARCH-DEGRADING FUNGI. THESIS ADVISORS: SUDARAT SUANJIT, Ph. D., SIRICHOM THUNGKAO, Ph. D., YAOWAPHA WAIPRIB, Ph. D. 175 P. 2005.

ISBN 974-502-617-4

Growth and production of chitin and chitosan of starch-degrading fungi were investigated. Three fungal strains, *Aspergillus niger* 5-82 and *Setosphaeria monoceras* 10-85 isolated from starch processing wastes, and *Aspergillus oryzae* TISTR3018 used as a reference strain were selected for further studies based on the glucosamine yield and/or glucosamine content in the cell wall. The maximum glucosamine yield (0.81 g/L) was obtained from *Aspergillus niger* 5-82, while *S. monoceras* 10-85 and *A. oryzae* TISTR3018 had shown higher glucosamine content in their cell wall, *i.e.* 206.06 and 189.17 mg/gAIF, respectively. The optimal concentrations of soluble starch, as a carbon source, for the growth and the production of chitin and chitosan were varied from 4% for *A. niger* 5-82 to 6% and 8% for *S. monoceras* 10-85 and *A. oryzae* TISTR3018, respectively. In addition, urea had proved to be a suitable source of nitrogen for *A. niger* 5-82 and *A. oryzae* TISTR3018. On the other hand, the growth as well as chitin and chitosan yield of *S. monoceras* 10-85 had increased significantly when 0.25% ammonium sulfate was used as a nitrogen source. The results demonstrated that *A. oryzae* TISTR3018 was superior in chitin production while *S. monoceras* 10-85 was proved as a promising chitosan producer. The production of chitin and chitosan by these two strains was enhanced in the modified starch medium supplemented with 0.025% magnesium sulfate. The maximum yields of chitin (7.98 g/L) and chitosan (557.75 mg/L) derived from *A. oryzae* TISTR 3018 and *S. monoceras* 10-85 grown on the supplemented medium after four days of cultivation were about 2-4 folds higher than those of the control starch medium. This implied that the increase of chitin and chitosan yields was a result of the increasing amounts of fungal growth as well as the chitin and chitosan contents in their cell walls.

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

สารบัญ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ฌ

สารบัญภาพ..... ฒ

บทที่

1 บทนำ..... 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... 2

สมมติฐานของการวิจัย..... 2

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย..... 3

ขอบเขตของการวิจัย..... 3

สถานที่ทำการวิจัย..... 3

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 4

ประวัติการศึกษาเกี่ยวกับไคตินและไคโตซาน..... 5

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับไคตินและไคโตซาน..... 6

โครงสร้างของไคตินและไคโตซาน..... 6

สมบัติที่สำคัญบางประการของไคตินและไคโตซาน..... 8

แหล่งของไคตินและไคโตซาน..... 10

ไคตินและไคโตซานจากรา..... 11

กระบวนการผลิตไคตินและไคโตซาน..... 20

การสังเคราะห์ไคตินและไคโตซานโดยรา..... 26

การประยุกต์ใช้ไคตินและไคโตซาน..... 31

รายงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 33

3 วิธีดำเนินการวิจัย..... 39

วัสดุอุปกรณ์และสารเคมีที่ใช้ในการวิจัย..... 39

วิธีดำเนินการวิจัย..... 42

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
	การเก็บตัวอย่าง	42
	การเตรียมตัวอย่างสำหรับคัดแยกราและการทำ Enrichment	42
	การคัดแยกราจากตัวอย่างธรรมชาติ	42
	การทดสอบความสามารถในการย่อยสลายแป้งของรา	43
	การจัดจำแนกรา	43
	การวิเคราะห์ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 18S rRNA	43
	การเตรียมกล้าเชื้อรา	47
	การศึกษาการเจริญของราในอาหารเลี้ยงเชื้อ Starch medium	48
	การวิเคราะห์ปริมาณไคตินและไคโตซานจากรา	48
	การสกัดไคตินและไคโตซานจากรา	50
	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไคตินและไคโตซานของรา	50
	การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ	52
4	ผลการวิจัย	58
	การคัดแยกราที่มีความสามารถในการย่อยสลายแป้ง	58
	การทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายแป้งของรา	59
	การศึกษาการเจริญของราในอาหารเลี้ยงเชื้อ	60
	การจัดจำแนกรา	64
	การศึกษาสภาวะที่เหมาะสมต่อการสังเคราะห์ไคตินและไคโตซานของรา	68
5	สรุปและอภิปรายผล	116
	สรุปผลการทดลอง	116
	อภิปรายผลการวิจัย	117
	การทดสอบประสิทธิภาพในการย่อยสลายแป้งของรา	117
	ความสามารถในการเจริญของราบนอาหารแข็ง Starch agar	117
	การเจริญและปริมาณกลูโคซามีนของราในอาหารเหลว Starch broth	118
	การจัดจำแนกรา	119
	ธาตุอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญและการสังเคราะห์ไคตินและไคโตซานของรา	119

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การเปรียบเทียบการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซานในอาหาร Starch broth สูตรปรับปรุงและสูตรเดิม..... 129

แนวทางในการนำผลการศึกษาไปประยุกต์ใช้..... 133

ข้อเสนอแนะ..... 134

บรรณานุกรม..... 135

ภาคผนวก..... 141

ภาคผนวก ก อาหารเลี้ยงเชื้อ..... 142

ภาคผนวก ข สารเคมี รีเอเจนต์ บัฟเฟอร์และไพร์เมอร์..... 143

ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางเคมี..... 146

ภาคผนวก ง การจัดจำแนกรา..... 148

ภาคผนวก จ ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ..... 152

ประวัติย่อของผู้วิจัย..... 175

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2-1 องค์ประกอบพอลิแซคคาไรด์หลักในผนังเซลล์ของรา..... 12

2-2 ปริมาณไคตินที่พบในสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ..... 13

2-3 องค์ประกอบของเส้นใยราในช่วงระยะเวลาต่าง ๆ..... 15

2-4 ความแตกต่างขององค์ประกอบในผนังเซลล์ของ *Mucor rouxii* ในแต่ละช่วงการเจริญ 16

2-5 ปริมาณไคตินของราชนิดต่าง ๆ..... 16

2-6 ผลของสารที่เติมลงในอาหารเลี้ยงเชื้อ Yeast extract peptone glucose ต่อปริมาณชีวมวล AIF และไคโตซานของ *Absidia orcchidis*..... 18

2-7 วัตถุดิบที่ใช้เป็นธาตุอาหารสำหรับการเจริญและผลิตไคตินและไคโตซานของรา..... 19

2-8 แหล่งของไคตินและไคโตซานจากราที่ได้จากอุตสาหกรรมการหมักต่าง ๆ..... 22

2-9 การผลิตและคุณสมบัติของไคตินและไคโตซาน..... 23

2-10 ปริมาณและคุณสมบัติทางเคมีของไคโตซานที่ได้จากราสายพันธุ์ต่าง ๆ..... 36

3-1 ลำดับนิวคลีโอไทด์สำหรับไพร์เมอร์ NS1 และ NS8..... 41

3-2 องค์ประกอบของปฏิกิริยา PCR เพื่อเพิ่มจำนวนยีน 18S rRNA..... 45

3-3 ขั้นตอนของปฏิกิริยา PCR..... 45

4-1 ลักษณะราที่คัดแยกได้จากตัวอย่างดินและตัวอย่างมันประเภทต่าง ๆ..... 58

4-2 ประสิทธิภาพการย่อยสลายแป้งของรา 11 ไอโซเลท โดยเพาะเลี้ยงราที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน..... 60

4-3 ปริมาณ AIF และผลผลิตกลูโคซามีนของรา 11 ไอโซเลท เมื่อเพาะเลี้ยงราที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน ในอาหารเลี้ยงเชื้อ Starch broth..... 63

4-4 ความแตกต่างของสูตรอาหาร Starch broth ของ *A. oryzae* TISTR3018 และ *S. monoceras* 10-85..... 106

4-5 เปรียบเทียบปริมาณผนังเซลล์และผลผลิตไคตินและไคโตซานที่ได้จากการเพาะเลี้ยง *A. oryzae* TISTR3018 และ *S. monoceras* 10-85 ในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง..... 115

5.1 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของไคโตซานที่ได้จากราและจากเปลือกกุ้งเปลือกปู..... 132

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
ภาคผนวก ค-1	การเจือจาง Glucosamine-HCl	147
ภาคผนวก จ-1	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของประสิทธิภาพการย่อยสลายแป้งของราทั้ง 11 ไอโซเลท โดยเพาะเลี้ยงราในอาหาร Starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	152
ภาคผนวก จ-2	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของการเจริญของรา 11 ไอโซเลท บนอาหาร Starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน	152
ภาคผนวก จ-3	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของราทั้ง 11 ไอโซเลท เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าด้วยความเร็ว 170 รอบต่อนาที เป็นเวลา 4 วัน	153
ภาคผนวก จ-4	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณกลูโคซามีนต่อกรัมผนังเซลล์ของรา 11 ไอโซเลท เมื่อเพาะเลี้ยงราในอาหาร starch broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	153
ภาคผนวก จ-5	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของผลผลิตกลูโคซามีนของราทั้ง 11 ไอโซเลท เมื่อเพาะเลี้ยงราในอาหาร Starch broth บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 4 วัน	154
ภาคผนวก จ-6	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์	154
ภาคผนวก จ-7	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์	155
ภาคผนวก จ-8	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *A. oryzae* TISTR 3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3เปอร์เซ็นต์	155
ภาคผนวก จ-9	ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์	156

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก จ-10 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 156

ภาคผนวก จ-11 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 157

ภาคผนวก จ -12 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 157

ภาคผนวก จ-13 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 158

ภาคผนวก จ-14 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุม มีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 158

ภาคผนวก จ-15 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 159

ภาคผนวก จ-16 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 159

ภาคผนวก จ-17 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 160

ภาคผนวก จ-18 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 160

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก จ-19 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดคุมควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 161

ภาคผนวก จ-20 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ โดยชุดควบคุมมีปริมาณแป้ง 2.3 เปอร์เซ็นต์..... 161

ภาคผนวก จ-21 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 162

ภาคผนวก จ-22 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 162

ภาคผนวก จ-23 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *A. oryzae* TISTR 3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ 163

ภาคผนวก จ-24 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 163

ภาคผนวก จ-25 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ 164

ภาคผนวก จ-26 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ 164

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก จ-27 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 165

ภาคผนวก จ-28 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 165

ภาคผนวก จ-29 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 166

ภาคผนวก จ-30 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 166

ภาคผนวก จ-31 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผัน $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 167

ภาคผนวก จ-32 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 167

ภาคผนวก จ-33 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผัน $(NH_4)_2SO_4$ ความ เข้มข้นต่าง ๆ..... 168

ภาคผนวก จ-34 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผัน $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ 168

ภาคผนวก จ-35 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผัน $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 169

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ภาคผนวก จ-36 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ.... 169

ภาคผนวก จ-37 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 170

ภาคผนวก จ-38 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *A. oryzae* TISTR 3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 170

ภาคผนวก จ-39 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 171

ภาคผนวก จ-40 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 171

ภาคผนวก จ-41 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ... 172

ภาคผนวก จ-42 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 172

ภาคผนวก จ-43 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคตินของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันแป้งความเข้มข้นต่าง ๆ... 173

ภาคผนวก จ-44 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบผนังเซลล์ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 173

ภาคผนวก จ-45 ผลการวิเคราะห์ค่าทางสถิติของปริมาณผลผลิตไคโตซานของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันธาตุอาหารความเข้มข้นต่าง ๆ..... 174

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	โครงสร้างของไคติน (ก) ไคโตซาน (ข) เปรียบเทียบกับเซลลูโลส (ค).....	7
2-2	การย่อยสลายของไคตินและไคโตซานด้วยเอนไซม์.....	9
2-3	โครงสร้างการเรียงตัวของสายของไคตินแบบแอลฟ่า เบต้าและแกมมา.....	11
2-4	การสังเคราะห์ไคตินและไคโตซาน.....	26
2-5	ปฏิกิริยา Transglycosylation ในการสังเคราะห์ไคติน.....	28
2-6	การควบคุมการสังเคราะห์ไคตินและไคโตซานที่ผิวเซลล์ของ *Mucor rouxii*.....	29
3-1	แผนผังการทดลองเพื่อคัดเลือกราที่มีอัตราการเจริญ ความสามารถในการย่อยสลายแป้งและมีปริมาณกลูโคซามีนที่สูง.....	53
3-2	แผนผังการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของแป้งที่เหมาะสมของรา.....	54
3-3	แผนผังการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของแหล่งไนโตรเจน (ยูเรีย) ที่เหมาะสมของรา	54
3-4	แผนผังการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของแหล่งไนโตเจน (แอมโมเนียมซัลเฟต) ที่เหมาะสมของรา.....	55
3-5	แผนผังการทดลองเพื่อหาความเข้มข้นของธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส ที่เหมาะสมของรา.....	56
3-6	แผนผังการทดลองเพื่อศึกษาการเจริญและการผลิตไคตินและไคโตซาน ในอาหาร Starch medium สูตรปรับปรุง.....	57
4-1	การเจริญของรา 11 ไอโซเลท บนอาหารแข็ง starch agar บ่มที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน.....	61
4-2	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร Starch agar อายุ 3 วัน (ก) และสัณฐานวิทยาโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 40 เท่า) (ข) ของ *A. niger* 5-82.....	65
4-3	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร Starch agar อายุ 3 วัน (ก) และสัณฐานวิทยาโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 40 เท่า) (ข) ของ *S. monoceras* 10-85.....	66
4-4	ลักษณะโคโลนีบนอาหาร Starch agar อายุ 3 วัน (ก) และสัณฐานวิทยาโครงสร้างภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (กำลังขยาย 40 เท่า) (ข) ของ *A. oryzae* TISTR3018.....	67
4-4	ปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ.....	70

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-5 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 71

4-6 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 72

4-7 ปริมาณ AIF ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 74

4-8 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A. niger* 5-82 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 75

4-9 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. niger* 5-82 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 76

4-10 ปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 78

4-11 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 79

4-12 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 80

4-13 ปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ.. 83

4-14 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 84

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-15 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 8 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 85

4-16 ปริมาณ AIF ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ.. 87

4-17 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A.niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 88

4-18 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. niger* 5-82 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 4 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณยูเรียความเข้มข้นต่าง ๆ..... 89

4-19 ปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณ $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 91

4-20 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณ $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 92

4-21 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่มีแป้ง (Soluble starch) ความเข้มข้น 6 เปอร์เซ็นต์ และแปรผันปริมาณ $(NH_4)_2SO_4$ ความเข้มข้นต่าง ๆ..... 93

4-22 ผลผลิตไคติน (A) และไคโตซาน (B) ของรา 3 ไอโซเลท ที่เพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรปรับปรุงที่ได้แปรผันปริมาณแป้งและแหล่งไนโตรเจนที่เหมาะสมของแต่ละไอโซเลท บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที..... 95

4-23 ปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 98

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-24 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 99

4-25 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 100

4-26 ปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 103

4-27 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 104

4-28 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth ที่แปรผันปริมาณธาตุแมกนีเซียม แมงกานีสและเฟอร์รัส..... 105

4-29 ปริมาณ AIF ของ *A. oryzae* TISTR3018 ที่เจริญในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที.... 108

4-30 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที..... 109

4-31 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *A. oryzae* TISTR3018 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที.... 110

4-32 ปริมาณ AIF ของ *S. monoceras* 10-85 ที่เจริญในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที.... 112

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-33 ปริมาณไคตินที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคติน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที..... 113

4-34 ปริมาณไคโตซานที่เป็นองค์ประกอบของผนังเซลล์ (A) และผลผลิตไคโตซาน (B) ของ *S. monoceras* 10-85 เมื่อเพาะเลี้ยงในอาหาร Starch broth สูตรเดิมและสูตรปรับปรุง บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เขย่าที่ความเร็ว 170 รอบต่อนาที.... 114

ภาคผนวก ค-1 กราฟมาตรฐานของ Glucosamine-HCl..... 147

ภาคผนวก ง-1 ผลิตภัณฑ์ PCR จากการใช้ไพร์เมอร์ NS1 และ NS8 เพิ่มขยายยีน 18S rRNA ของราไอโซเลท 10-85..... 149

ภาคผนวก ง-2 ไพร์เมอร์ที่นำไปใช้ในการหาลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 18S rRNA ของ *Setosphaeria monoceras*..... 150

ภาคผนวก ง-3 ลำดับนิวคลีโอไทด์ของยีน 18S rRNA ของ *Setosphaeria monoceras*..... 152

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University