6.

การคัดเลือกเชื้อรา เพื่อใช้ในการฟอกสีของน้ำกากส่า

นายสันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาจุลชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2528

ISBN 974-594-564-593-1

008809

The Selection of Fungi for Decolorization of Molasses Waste Water

Mr. Suntud Sirianuntapiboon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science

Department of Microbiology

Graduate School

Chulalongkorn University

1985

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกเชื้อรา เพื่อใช้ในการฟอกสีของน้ำกากส่า

โดย นายสันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

ภาควิชา จุลชีววิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิชญางกูร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ วีระวุฒิ มหามนตรี)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิชญางกูร)

..... กรรมการ

(นางสาวพูนศุข อัตถะสัมปุณณะ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การคัดเลือกเชื้อรา เพื่อใช้ในการฟอกสีของน้ำกากส่า
ชื่อนิสิต นายสันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิชญางกูร
ภาควิชา จุลชีววิทยา
ปีการศึกษา 2527

บทคัดย่อ

ทำการแยกและตรวจสอบหา เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลจากดิน และน้ำในประเทศไทย โดยเฉพาะจากโรงงานสุรา รวมทั้งเชื้อราสายพันธุ์ต่าง ๆ ที่เก็บไว้ที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย มีจำนวนทั้งสิ้น 228 สายพันธุ์ พบว่ามีจำนวน 9 สายพันธุ์ มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลได้ตั้งแต่ 50% นอกจากนี้ยังพบว่า เชื้อรา เหล่านี้มีความต้องการแหล่งอาหารไนโตรเจน ปริมาณน้ำตาลกลูโคส และความเป็นกรดเป็นด่างแตกต่างกัน โดยเฉพาะ เชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถ เจริญเติบโตและฟอกสีกากน้ำตาลได้ดีที่สุด เมื่อเติมน้ำตาลกลูโคส 2.5% และผงยีสต์สกัด 0.2% เพื่อเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ปรับสภาวะความเป็นกรดเป็นด่าง 6.0 ปริมาณเชื้อเริ่มต้นที่ใช้ไม่ควรต่ำกว่า 0.15% ซึ่งสามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้สูงถึง 93% ในเวลา 10 วัน

การเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสีย เช่น น้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ พบว่า น้ำกากส่าสดเหมาะสมที่สุดสำหรับเชื้อรา D90 ในการฟอกสีน้ำกากส่า คือ สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ถึง 91.0% ในเวลา 10 วัน ทั้งยังลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ถึง 81.0% ในเวลา 12 วัน ในขณะที่น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และ ระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ถูกฟอกสีน้ำกากส่าได้เพียง 65.0% และ 60.0% ตามลำดับ และลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 95.5% และ 93.4% ตามลำดับ

สำหรับผลของอาหารเสริมที่เติมลงในน้ำกากส่าสดต่อการฟอกสีน้ำกากส่านั้น พบว่าอาหารเสริมทุกชนิดที่เติมลงในน้ำกากส่าสด มีผลช่วยให้การฟอกสีน้ำกากส่าดีขึ้นกว่าไม่เติมอาหารเสริม คือ ถ้าไม่เติมชนิดใดชนิดหนึ่ง เช่น กลูโคส โซเดียมไนเตรท โปแตสเซียมไดไฮโดร-

เจนฟอสเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต หรือไม่เติมอาหารเสริมทุกตัว จะได้ผลการฟอกสีน้ำกากส่า ตามลำดับ ดังนี้ 22.5% 87.5% 85.0% 82.5% และ 17.5%

การศึกษาการฟอกสีน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสีย เช่น น้ำ-กากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ โดยเชื้อราที่แยกได้ D90 ในสภาพไม่ปลอดเชื้อ เปรียบเทียบกับการไม่เติมเชื้อราดังกล่าว พบว่า กรณีที่เติมเชื้อราที่แยกได้ D90 สามารถฟอกสีน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ได้ดีกว่า และสามารถฟอกสีน้ำกากส่าสดได้ดีที่สุด คือ สามารถฟอกสีน้ำ-กากส่าได้ 70.0% ในเวลา 11 วัน ทั้งยังลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ถึง 90.4% ในเวลา 15 วัน

การฟอกสีกากน้ำตาลแบบกึ่งต่อเนื่อง โดยเชื้อราที่แยกได้ D90 พบว่าได้ผลดี กล่าวคือ การฟอกสีกากน้ำตาลครั้งที่ 1 สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 80.0% ปริมาณเซลเกิดขึ้น 1.15 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเวลา 10 วัน ครั้งที่ 2 หลังจากเทอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าออกครึ่งหนึ่งและเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่แทน สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 78.0% ปริมาณเซลเกิดขึ้นเป็น 1.19 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเวลา 6 วัน ครั้งที่ 3 หลังจากเทอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าออกครึ่งหนึ่งและเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่แทน สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 78.6% ปริมาณเซลเกิดขึ้นเป็น 1.40 กรัม/100 มิลลิลิตร ในเวลา 7 วัน

การฟอกสีน้ำกากส่าสดแบบกึ่งต่อเนื่องโดยเชื้อราที่แยกได้ D90 พบว่าเชื้อราดังกล่าวสามารถฟอกสีน้ำกากส่าในแต่ละครั้งได้ดีเช่นเดียวกับการทดลองใช้สีกากน้ำตาล กล่าวคือ การฟอกสีน้ำกากส่าครั้งที่ 1 สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 80% ลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 74.23% ในเวลา 9 วัน ครั้งที่ 2 หลังเทอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าออกครึ่งหนึ่งและเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่แทน สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 78% ลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 75% ในเวลา 7 วัน ครั้งที่ 3 หลังเทอาหารเลี้ยงเชื้อเก่าออกครึ่งหนึ่งและเติมอาหารเลี้ยงเชื้อใหม่แทน สามารถฟอกสีน้ำกากส่าได้ 78.6% ลดระดับ บี.โอ.ดี. ได้ 65.85% ในเวลา 7 วัน

จากการจำแนกชนิดของเชื้อราที่แยกได้ D90 พบว่าอยู่ในกลุ่ม Deuteromycetes เนื่องจากมีลักษณะเป็นเส้นใยสีขาว มีผนังกั้นแต่ละเซล ไม่พบการสร้างสปอร์ และ แคลมป์คอนเนคชั่น ถึงแม้จะเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อชนิดต่าง ๆ

การศึกษาลักษณะโครงสร้างภายในของเส้นใยเชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เลี้ยงในอาหาร

เลี้ยง เชื้อที่มีสีกากน้ำตาลและไม่มี ด้วยกล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง พบว่า ลักษณะโครงสร้างภายในของ เส้นใยที่ เลี้ยงในอาหาร เลี้ยง เชื้อที่มีสีกากน้ำตาล จะมีสารทึบอิเลค-ตรอน เป็นกลุ่ม ๆ กระจายทั่วไซโตรพลาสซึม ในขณะที่โครงสร้างภายในของ เส้นใย เมื่อ เลี้ยง ใน โพเตโต เดกซโตรส บรอท จะไม่พบลักษณะนี้ สารทึบอิเลคตรอนนี้อาจจะ เป็นสีกากน้ำตาล ซึ่ง เชื้อราดูดซับ เข้าไปใน เซล ทั้งอาจ เป็นวิธีการฟอกสีของกากน้ำตาลของ เชื้อราชนิดนี้ เมื่อสีกาก-น้ำตาลที่ดูดซับ เข้าไปใน เซลและไปสะสมอยู่

Thesis Title	The Selection of Fungi for Decolorization of Molasses Waste Water
Name	Mr. Suntud Sirianuntapiboon
Thesis Advisor	Associate Professor Prakitsin Sihanonth, Ph.D.
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Sumalee Pichayangkura, Ph.D.
Department	Microbiology
Acadamic year	1984

Abstract

Experiments were made by using the isolated fungi from soil and water in Thailand as well as fungi from stock cultures at the Department of Microbiology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, and examine for their ability in decolorizing molasses pigments, especially from alcohol factory. From totally 228 strains, it has been found that 9 strains have decolorization activity of 50% or more. All these 9 strains require different sources of nitrogen, glucose concentration and pH. Especially, the isolated strain D90 required 2.5% glucose, 0.2% yeast extract, pH 6.0 and 0.15% inoculum for growth and gave the highest decolorization activity of 93.0% within 10 days.

Comparison for decolorizing ability of the isolated strain D90 in molasses waste water collected from three locations of waste water treatment, i.e. stillage of alcohol factory, anaerobic pond and aerobic pond. Isolated strain D90 showed highly effect in decolorizing molasses waste water from stillage. The result of isolated strain D90 grew in stillage gave the decolorization activity of 91% within 10 days and B.O.D. was reduced to 81.0% within 12 days. This strain when grew in the molasses

waste water from anaerobic pond and aerobic pond presented the ability to decolorize only 65.0% and 60.0%, moreover, B.O.D. was reduced to and 95.5%, respectively.

Experiments revealed that if supplemented nutrients were added to stillage, the decolorization activity of the isolated strain D90 would be more effective. The decolorization activity were 22.5%, 87.5%, 85.0% and 82.5% when the media were not supplemented with any of the following components, glucose, sodium nitrate, potassium dihydrogen phosphate, magnesium sulfate, respectively. It has also been found that non-supplemented nutrients in media gave 17.5% of decolorizing ability.

Decolorization of molasses waste water were studied to compare the inoculation and non-inoculation effects of isolated strain D90 under non-sterile condition. The results showed that the inoculation with isolated strain D90 gave better decolorization activity than non-inoculation in all three case. The isolated strain D90 also gave the highest effects with molasses waste water from stillage, the color intensity was reduced to 70% from original within 11 days and B.O.D. was reduced to 90.4% within 15 days.

Semi-continuous decolorization of stillage by the isolated strain D90 also gave interesting results. Decolorization activity was 80.0% and cell mass was 1.15 gm/100 ml dry weight within 10 days for the first batch, while the decolorization activity was 78.0% and cell mass was 1.19 gm/100 ml dry weight within 6 days in case of second batch, for the third batch the decolorization activity was 78.6% and cell mass was 1.40 gm/100 ml dry weight within 7 days.

Semi-continuous decolorization of stillage by the isolated strain D90 showed similar results when using molasses pigments. Decolorization activity was 80% and B.O.D. was reduced to 74.23% within 9 days for the

first batch, for the second batch the decolorization activity was 78.0% and B.O.D. was reduced to 7.5% within 7 days, while the third batch the decolorization activity was 78.6% and B.O.D. was reduced to 65.85% within 7 days.

The isolated strain D90 was identified in class Deuteromycetes due to characteristic of forming septate hyphue, without spore nor clamp connection formation, eventhough it was grown in different kinds of media.

By the use of transmission electron microscope, the cross-section of hyphae of the isolated strain D90 grew in the media contained molasses pigments showed many electron dense materials in the cell while these structure was not found in fungi which grow in potato dextrose broth. These electron dense materials could be the molasses pigments which were absorbed intracellulary.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อยด้วยความกรุณาอย่างยิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือแนะนำ และให้ความคิดอย่างดียิ่งในการทำวิทยานิพนธ์นี้ รองศาสตราจารย์ ดร. สุมาลี พิชญางกูร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาแนะนำการจำแนกเชื้อจุลินทรีย์ที่ใช้ศึกษา คุณชูนศุข อัตถะสัมปุณณะ ผู้อำนวยการสาขาวิจัยอุตสาหกรรมเทคโนโลยีชีวภาพ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และคุณประไพศรี ฟูตระกูล หัวหน้าห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมัก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ได้กรุณาสนับสนุนในการลาศึกษาต่อและในการใช้ห้องปฏิบัติการ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงทุกท่านไว้ ณ ที่นี้

ขอขอบคุณ คุณไชยยุทธ กลิ่นสุคนธ์ ผู้อำนวยการสาขาวิจัยสิ่งแวดล้อมและทรัพยากร สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย และคุณเกษม ปิงชวลิตโสภี ที่ได้กรุณาแนะนำการวิเคราะห์น้ำเสีย และคุณศิริเพ็ญ เวชชการัณย์ ที่ได้กรุณาแนะนำการใช้กล้องจุลทัศน์อิเลคตรอน

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้การสนับสนุนจัดสรรเงินอุดหนุนการวิจัย จำนวน 10,000 บาท ซึ่งได้ใช้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการนี้

ขอขอบคุณ พี่ ๆ ทุกคน ของห้องปฏิบัติการเทคโนโลยีการหมัก สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ที่ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จเรียบร้อย

ท้ายสุดนี้การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ สำเร็จลงได้เนื่องจากแรงสนับสนุนและการให้กำลังใจจากบิดามารดา ตลอดจนพี่ ๆ และน้องของข้าพเจ้า ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงปัจจุบัน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ช

กิตติกรรมประกาศ ..... ญ

สารบัญ ..... ฉ

รายการตารางประกอบ ..... ฏ

รายการรูปประกอบ ..... ฒ

รายการกราฟประกอบ ..... ด

บทที่

1 บทนำ 1

2 อุปกรณ์และวิธีการดำเนินการวิจัย 23

3 ผลการทดลอง 40

4 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 116

เอกสารอ้างอิง 123

ภาคผนวก 128

ประวัติผู้เขียน 152

รายการตารางประกอบ

ตารางที่		หน้า
1.	ปริมาณอ้อยที่เข้าหีบและกากน้ำตาลที่ได้	3
2.	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกากส่าของโรงงานในไต้หวัน	4
3.	คุณลักษณะโดยเฉลี่ยของน้ำกากส่าจากโรงงานสุราในประเทศไทย	5
4.	มาตรฐาน คุณภาพน้ำทิ้งของกระทรวงอุตสาหกรรม	7
5.	องค์ประกอบทางเคมีของน้ำกากส่าที่ทำให้แห้งแล้ว	8
6.	การเปรียบเทียบราคาค่าใช้จ่ายในการบำบัดน้ำกากส่าโดย ..... วิธีต่าง ๆ พร้อมกับแสดงข้อดี และ ข้อเสีย	11
7.	ระดับของแอมโมเนียมซัลเฟตในการตกตะกอนสีของน้ำกากส่า	15
8.	คุณลักษณะทางเคมีของน้ำกากส่าที่ใช้ในการทดลอง	16
9.	สรุปข้อมูลการกำจัดสีน้ำกากส่าด้วยการตกตะกอนทางเคมี ..... (Chemical Coagulation)	17
10.	ความเข้มของสีน้ำกากส่าที่ลดลงหลังจากเลี้ยงเชื้อยีสต์ที่คัดเลือกได้	21
11.	แสดงสถานที่เก็บตัวอย่างและจำนวนตัวอย่างที่เก็บ	25
12.	ข้อมูลพื้นฐานของน้ำกากส่าที่เก็บจากจุดต่าง ๆ ของระบบกำจัดน้ำเสีย ... ในโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม	43
13.	เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลโดยแยกจากตัวอย่าง ... ดินและน้ำจากแหล่งต่าง ๆ บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด	45
14.	เชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลโดยแยกจากตัวอย่าง ... ดินและน้ำบริเวณโรงงานสุรา บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด	46

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
15.	เชื้อราที่ปนเปื้อนในอาหารเลี้ยงเชื้อระหว่างการทดลองและมีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาล	46
16.	แสดงจำนวนสายพันธุ์ของเชื้อราที่มีความสามารถในการฟอกสีกากน้ำตาลที่คัดเลือกได้จากเชื้อราที่ได้รับจากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 สำหรับเชื้อราในกลุ่ม Basidiamycetes อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 สำหรับเชื้อราในกลุ่มอื่น) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 4 วัน	47
17.	แสดงความสามารถของเชื้อราที่แยกได้จากตัวอย่างดินและน้ำจากแหล่งต่าง ๆ รวมทั้งเชื้อราที่ได้จากภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในการฟอกสีกากน้ำตาลบนอาหารวุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 2 สำหรับเชื้อราในกลุ่ม Basidiamycetes และอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 1 สำหรับเชื้อราสายพันธุ์อื่น) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด เป็นเวลา 4 วัน เปรียบเทียบกับสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30)	50
18.	แสดงเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาลของเชื้อราที่แยกได้ D90 ที่เลี้ยงในอาหารเหลวผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที หาเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาลโดยวัดเปอร์เซนต์ที่ลดลงในการดูดกลืนแสงของสีกากน้ำตาล ด้วยเครื่องสเปคโตโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่นแสงเท่ากับ 475 นาโนเมตร	55
19.	แสดงความสามารถของเชื้อผสมและเชื้อเดียวในการฟอกสีกากน้ำตาลในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน หาเปอร์เซนต์การฟอกสีกากน้ำตาล ...	58

รายการตารางประกอบ (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
19. (ต่อ)	โดยวัดเปอร์เซนต์ที่ลดลงในการดูดกลืนแสงของสีกากน้ำตาล ด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ ที่ความยาวคลื่นแสง 475 นาโนเมตร	58
20.	ตารางสรุปเปรียบเทียบความสามารถของเชื้อราที่แยกได้ D90 ..... ในการแปลงคุณสมบัติน้ำกากส่าสดโดยทำแบบกึ่งต่อเนื่องในสภาวะปลอดเชื้อ	110

รายการรูปประกอบ

รูปที่		หน้า
1.	แผนภาพแสดงการ เฉือนและตกแต่ง เบ้าจาก A จนกระทั่งได้ B ..... ซึ่งมีหน้า เบ้า เป็นสี่ เหลี่ยมคางหมู	38
2.	ระบบกำจัดน้ำกากส่าของโรงงานสุราแสงโสม จังหวัดนครปฐม	41
3.	แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่แยกได้ D90 บนอาหาร ..... วุ้นที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหาร เลี้ยง เชื้อสูตรที่ 1) บ่ม เชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศา เซนติ เกรด เป็น เวลา 10 วัน	53
4.	แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลของ เชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหาร เหลว ... ที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหาร เลี้ยง เชื้อสูตรที่ 3) บ่ม เชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศา เซนติ เกรด บน เครื่อง เขย่าที่มีอัตราความ เร็ว 150 รอบต่อนาที เป็น เวลา 7 วัน สามารถฟอกสีกากน้ำตาลได้ 70%	57
5.	แสดงการฟอกสีกากน้ำตาลแบบกึ่งต่อ เนื่องของ เชื้อราที่แยกได้ D90 ..... ในอาหาร เหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล ที่บรรจุใน เครื่อง μ-carrier magnetic stirrer หลังการ เพาะ เลี้ยงแล้ว 10 วัน โดยบ่มที่ อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศา เซนติ เกรด) อัตราความ เร็ว ในการกวน 150 รอบต่อนาที	108
6.	แสดงลักษณะการ เจริญ เติบโตของ เชื้อราที่แยกได้ D90 ..... บนอาหารวุ้นชนิดต่าง ๆ	112
7.	แสดงลักษณะ เส้นใยของ เชื้อราที่แยกได้ D90 ที่ เจริญบนอาหาร ..... เลี้ยง เชื้อ ไพเตโต เดกซโตรส อการ์ ด้วยกล้องจุลทัศน์	113
8.	แสดงภาพตัดตามขวางของ เส้นใยของ เชื้อราที่แยกได้ D90 จาก ..... กล้องจุลทัศน์อิ เลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง แสดงลักษณะ โครงสร้างภายในของ เชื้อราชนิดนี้ เมื่อ เลี้ยงในอาหาร เลี้ยง เชื้อ	114

รายการรูปประกอบ (ต่อ)

รูปที่		หน้า
8. (ต่อ)	ไพเตโต เดกซโตรส บรอท บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน	
9.	แสดงภาพตัดตามขวางของเส้นใยของเชื้อราที่แยกได้ D90 จาก ..... กล้องจุลทัศน์อิเลคตรอนแบบลำแสงผ่านตัวอย่าง แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของเชื้อราชนิดนี้เมื่อเลี้ยงในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 7) บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 7 วัน	115

รายการกราฟประกอบ

กราฟที่		หน้า
1.	แสดงผลของระดับกลูโคส (กรัม/100 มิลลิลิตร) ในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C1 D86 D87 D88 D90 C90-1 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ตามลำดับ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน	61
2.	แสดงผลของแหล่งอาหารไนโตรเจน โซเดียมไนเตรท แอมโมเนียมซัลเฟต เปปโตน ผงยีสต์สกัด และยูเรีย ตามลำดับ ในอาหารเหลวผสมสีกาก-น้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C1 D86 D87 D88 C90-1 D90 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ตามลำดับ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน	62
3.	แสดงผลของความเป็นกรดเป็นด่างของอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ C1 D86 D87 D88 C90-1 D90 และเชื้อราสายพันธุ์มาตรฐาน Coriolus versicolor (B30) ตามลำดับ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน	64
4.	แสดงผลของปริมาณเชื้อเริ่มต้น (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ในอาหารเหลวที่ผสมสีกากน้ำตาล (อาหารเลี้ยงเชื้อสูตรที่ 3) ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 6 วัน	65

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
5.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีผงยีสต์สกัด เป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อ ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน	66
6.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีโซเดียมไนเตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน	67
7.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิกรัม) น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มียูเรียเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจน ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน	68
8.	แสดงผลของแหล่งอาหารไนโตรเจน โซเดียมไนเตรท ผงยีสต์สกัด และยูเรีย ต่อการฟอกสีกากน้ำตาล (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุง ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 9 วัน	69

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
9.	แสดงการเปลี่ยนแปลงการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	71
10.	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนีย-ไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	72
11.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	73
12.	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่า หลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	74
13.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	75

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
14.	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	76
15.	เปรียบเทียบการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	77
16.	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 12 วัน	78
17.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่ไม่ได้เติมอาหารเสริมอะไรลงไป ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	79

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
18.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โซเดียมไนเตรท โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	80
19.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม โซเดียมไนเตรท โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต แต่ยกเว้น กลูโคส ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	81
20.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และแมกนีเซียมซัลเฟต แต่ยกเว้น โซเดียมไนเตรท ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	82
21.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โซเดียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต ยกเว้น โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	83

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
22.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดที่เติมอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต และไซเตียมไนเตรท แต่ยกเว้น แมกนีเซียมซัลเฟต ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	84
23.	แสดงผลของอาหารเสริม กลูโคส โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต ไซเตียมไนเตรท และแมกนีเซียมซัลเฟต ในน้ำกากส่าสด ต่อการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในสภาวะปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 วัน	85
24.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	87
25.	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสดในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	88

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
26.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	89
27.	แสดงการเปลี่ยนแปลงของ ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	90
28.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) โดยเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	91
29.	แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	92

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
30.	เปรียบเทียบการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	93
31.	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) เมื่อเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 ในน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	94
32.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้น ในน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	95
33.	แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.โอ.ดี. บี.โอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต ของน้ำกากส่าสด ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	96
34.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง และน้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้นในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	97

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
35.	แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.ไอ.ดี. บี.ไอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท และฟอสเฟต ของน้ำกากส่าหลังผ่านระบบการกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	98
36.	แสดงการเปลี่ยนแปลงการฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้นของน้ำกากส่า หลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	99
37.	แสดงการเปลี่ยนแปลง ซี.ไอ.ดี. บี.ไอ.ดี. แอมโมเนียไนโตรเจน ออร์แกนนิคไนโตรเจน ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด ไนเตรท ฟอสเฟต ของน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	100
38.	เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) โดยไม่เติมเชื้อเริ่มต้น ของน้ำกากส่าสด น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	101
39.	เปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลง บี.ไอ.ดี. (มิลลิกรัม) น้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ และน้ำกากส่าแบบให้อากาศ ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	102

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
40.	เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าสด โดยเติมเชื้อเริ่มต้น เชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	103
41.	เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบไร้อากาศ โดยเติมเชื้อเริ่มต้น เชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	104
42.	เปรียบเทียบ การฟอกสีน้ำกากส่า (%) และการเปลี่ยนแปลง บี.โอ.ดี. (มิลลิกรัม/ลิตร) ในน้ำกากส่าหลังผ่านระบบกำจัดน้ำเสียแบบให้อากาศ โดยเติมเชื้อเริ่มต้น เชื้อราที่แยกได้ D90 และไม่เติม ในสภาวะไม่ปลอดเชื้อ เมื่อบ่มเชื้อที่อุณหภูมิ 30 องศาเซนติเกรด บนเครื่องเขย่าที่มีอัตราความเร็ว 150 รอบต่อนาที เป็นเวลา 15 วัน	105
43.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีกากน้ำตาล (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 โดยทดลองเลี้ยงเชื้อราที่แยกได้ D90 แบบกึ่งต่อเนื่องในอาหารเลี้ยงเชื้อสูตรปรับปรุงที่มีไซเดียมไนเตรทเป็นแหล่งอาหารไนโตรเจนที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer ในสภาวะปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศาเซนติเกรด) อัตราความเร็วในการกวน 150 รอบต่อนาที	107

รายการกราฟประกอบ (ต่อ)

กราฟที่		หน้า
44.	แสดงการเปลี่ยนแปลง การฟอกสีน้ำกากส่า (%) ความเป็นกรดเป็นด่าง น้ำตาลรีดิวซ์ (มิลลิกรัม/ลิตร) และน้ำหนักแห้งเส้นใย (กรัม/100 มิลลิลิตร) ของเชื้อราที่แยกได้ D90 แบบกึ่งต่อเนื่องในน้ำกากส่าสด ที่บรรจุในเครื่อง μ-carrier magnetic stirrer ในสภาวะ ปลอดเชื้อ บ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (ประมาณ 27-32 องศาเซนติเกรด) อัตราความเร็วในการกวน 150 รอบต่อนาที	109
45.	กราฟมาตรฐาน การหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี โซโมจิ และเนลสัน	137
46.	กราฟมาตรฐาน การหาปริมาณไนเตรท โดยวิธีบรูซีน	148
47.	กราฟมาตรฐาน การหาปริมาณฟอสเฟต โดยวิธีอะมิโนแนฟโธซัลโฟนิค แอซิด	151