การกำจัดสีน้ำกากส่าโดยยีสต์

นาย พงษ์เทพ บวรยรรยง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม สหสาขาวิชาวิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2545
ISBN 974-17-1230-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I20470782

DECOLORIZATION OF MOLASSES WASTEWATER BY YEAST

Mr. Phongthep Borvornyanyong

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Environmental Science
Inter-departmental of Environmental Science
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 2002

ISBN 974-17-1230-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การกำจัดสีน้ำกากส่าโดยยีสต์
โดย	นาย พงษ์เทพ บวรยรรยง
สาขาวิชา	วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.สุชาดา กีระนันทน์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ พัฒนผลไพบูลย์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประกิตติ์สิน สีหนนทน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชาญวิทย์ โฆษิตานนท์)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ มุกดา คูหิรัญ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พงษ์เทพ บวรยรรยง : การกำจัดสีน้ำกากส่าโดยยีสต์ (DECOLORIZATION OF MOLASSES WASTEWATER BY YEAST) อ. ที่ปรึกษา : รศ. ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ อ.ที่ปรึกษาร่วม : รศ. ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์ ; หน้า. ISBN 974-17-1230-8

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดเลือกหายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสีน้ำกากส่าที่คัดเลือกได้และทำการจำแนกชนิดของยีสต์ที่คัดเลือกได้ ได้ดำเนินการแยกยีสต์จากแหล่งต่างๆ ได้แก่ ดินและน้ำที่มีกิจกรรมเกี่ยวกับน้ำกากส่า ผลไม้ ดอกไม้ และในอากาศ ได้ยีสต์ทั้งสิ้น 87 สายพันธุ์ นำมาทดสอบแปรผันปริมาณคาร์บอน ไนโตรเจน และค่าความเป็นกรด-ด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อผสมน้ำกากส่าสังเคราะห์ พบว่ายีสต์สายพันธุ์ YM50 มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยสามารถกำจัดสีน้ำกากส่าสังเคราะห์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำกากส่าสังเคราะห์ได้ 34.83 เปอร์เซ็นต์ที่ปริมาณกลูโคส 0.5 เปอร์เซ็นต์ เปปโตน 0 เปอร์เซ็นต์ และค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.5 และสามารถลดความเข้มสีของน้ำกากส่าจากโรงงานสุราที่ผ่านการฆ่าเชื้อและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อได้ 6.94 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 20 และ 13.59 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 15 ตามลำดับ เมื่อนำน้ำกากส่าจากโรงงานสุรามาทำการปรับสภาวะให้เหมาะสม พบว่า YM50 สามารถลดความเข้มสีของน้ำกากส่าปรับสภาพจากโรงงานสุราที่ผ่านการฆ่าเชื้อและไม่ผ่านการฆ่าเชื้อได้ 32.20 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 5 และ 23.16 เปอร์เซ็นต์ในวันที่ 1 ตามลำดับ เมื่อนำไปทดสอบการเจริญบนอาหารแข็ง อาหารเหลว เพื่อศึกษาลักษณะ รูปร่าง ขนาด สี ของเซลล์และโคโลนี ด้วยกล้องจุลทรรศน์และกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน พบว่า เมื่อเลี้ยง YM50 บนอาหารแข็ง จะได้เซลล์มีรูปทรงคล้ายไข่ หรือทรงรี ขนาดเท่าๆ กัน อยู่รวมกันเป็นกลุ่ม มีการสืบพันธุ์โดยการแตกหน่อ (budding) รอบขั้วของเซลล์ โดยที่หน่อใหม่นั้นจะติดอยู่กับหน่อเดิม และไม่พบเซลล์สืบพันธุ์แบบอาศัยเพศ แต่เมื่อเลี้ยงเชื้อ YM50 บนอาหารเหลว จะได้เซลล์ของ YM50 ออกมาลักษณะเป็นท่อนยาว เรียงต่อกันลักษณะคล้ายเส้นใยเทียม (pseudomycelium) เห็นได้อย่างชัดเจน นอกจากนี้ เซลล์ยังมีความยาวมากกว่าเซลล์ที่เจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) นอกจากนี้เมื่อทำการเปรียบเทียบสีของไซโตพลาสซึมระหว่าง YM50 ที่เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลวที่ผสมน้ำกากส่าและไม่ผสมนั้น พบว่า สีของไซโตพลาสซึมในเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำกากส่านั้นเข้มกว่าเซลล์ที่เลี้ยงในอาหารปกติ เมื่อทดสอบการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ เพื่อจัดจำแนกชนิด พบว่า ยีสต์ที่คัดเลือกได้อยู่ในกลุ่มของ *Candida* sp.

สหสาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่อนิสิต .....พงษ์เทพ บวรยรรยง.....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์สภาวะแวดล้อม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา .....2545..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4289681420 : MAJOR INTER-DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL SCIENCE

KEY WORD : YEAST / MOLASSES WASTEWATER / DECOLORIZATION / MELANOIDIN

PHONGTHEP BORVORNYANYONG : DECOLORIZATION OF MOLASSES WASTEWATER BY YEAST. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH. THESIS COADVISOR : ASSOC PROF. SANTAD SIRIANUNTAPIBOON. PP. ISBN 974-17-1230-8

The objectives of this research are to screen the yeast providing a high efficiency of the decolorization in the molasses wastewater and identify the selected yeast. The research was conducted by an isolation of the yeast collected from some fruit, flower, soil and water at an alcoholic industry , and which spreaded in the air. Eighty seven strains of the yeast were isolated in a variation of the carbon , nitrogen concentration and the pH range in the media mixed with the synthetic molasses wastewater. Among those stains, the molasses wastewater yeast with the highest efficiency of the decolorization which was the stain YM50 was selected. The stain YM50 reduced 34.83% of the color of the media mixed with the synthetic molasses wastewater added by 0.5% glucose and 0% peptone at pH 3.5. In addition, 6.94% of the color intensity of the steriled molasses wastewater and 13.59% of that which was non-steriled were removed by the stain YM50 on the 20th day and the 15th day consecutively. In the optimum condition, the stain YM50 decolorized the steriled and non-steriled molasses wastewater by 32.20% on the 3rd day and 23.16% on the 1st day consecutively. For the study of the morphology, the stain YM50 had equally ovoid, ellipsoid and elongate shape with the same size stayed in group, and reproduced on the agar by budding with asexual reproduction around the polars of their mother cells, never seperated from the mother cells. In the broth, the stain YM50 cells formed the pseudomycelium outstandingly, and had the cylinder or elongate shape which were longer than those grown on the YM agar. The cytoplasm color of the stain YM50 grown in the media mixed with synthetic molasses wastewater was darker than that which grown in the normal media. The result of the carbon assimilation showed that the selected stain YM50 was *Candida* sp.

Inter-department …Environmental Science…..... Student's signature …Phongthep B.…....

Field of study …Environmental Science…..... Advisor's signature …Prakitsin Sihanonth

Academic year ……2002…… Co-advisor's signature …Santad…...

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากบุคคลหลายๆ ท่าน ข้าพเจ้า ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ ช่วยเหลือทั้งในเรื่องการทำวิจัยและเรื่องต่างๆ และ รองศาสตราจารย์ ดร. สันทัด ศิริอนันต์ไพบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำ และแรงกระตุ้นเตือนในการทำวิจัยครั้งนี้ จนประสบความสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี รวมทั้งท่านประธานกรรมการ และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาสละเวลาอันมีค่ายิ่งมาเป็นกรรมการสอบ พร้อมทั้งตรวจสอบแก้ไขจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ขอกราบขอบพระคุณมูลนิธิชิน โสภณพนิช บัณฑิตวิทยาลัย ทบวงมหาวิทยาลัย และสมาคมวิศวกรรมสิ่งแวดล้อมแห่งประเทศไทย (สวสท.) ที่ช่วยสนันสนุนเงินทุนบางส่วนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณฝ่ายเทคนิคและการผลิต กลุ่มบริษัทแสงโสม ที่เอื้อเฟื้อน้ำกากส่าและตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการวิจัย ตลอดจนผลการตรวจวิเคราะห์คุณสมบัตินำ้ตัวอย่างบางส่วน

ขอกราบขอบพระคุณภาควิชาจุลชีววิทยา ที่ได้กรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่ เครื่องมือ อุปกรณ์ในการทำวิจัย อาหารหลัก อาหารว่าง ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลืออย่างเต็มใจ

ขอขอบคุณ คุณกัญญา ม่วงแก้ว คุณปิยนุช จันทนสุบรรณ ที่ให้ข้อแนะนำเกี่ยวกับการเขียนเล่มวิทยานิพนธ์ และคุณวงศ์พะงา เส็งสาย ที่ให้ความช่วยเหลือในการวิเคราะห์ทางสถิติเป็นอย่างดี

ขอบคุณกำลังใจมากล้นสำหรับนิสิตในภาควิชาจุลชีววิทยา พี่ออม พี่เชิด พี่อ๊ด นุ้ย โอ๋ ปู กิต พร น้องแป้ง ห้อง 401 พี่เอ ห้อง 403 และ 407 พี่อุ๋ม พี่อรุณ น้องโน้ต น้องฝน เพื่อนๆ และพี่น้องสิ่งแวดล้อมศาลายาและจุฬาฯ ทุกท่าน ที่มีน้ำใจ และกำลังใจ รวมทั้งคำปรึกษาเสมอมา

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ชาย ผู้เอื้อเฟื้อชีวิต กำลังใจ คำปรึกษา และเงินทุนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้เสมอมา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ฐ

บทที่

1. บทนำ 1
2. การตรวจเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
   - 2.1. น้ำกากส่า 3
   - 2.2. วิธีการบำบัดน้ำกากส่า 4
   - 2.3. การนำน้ำกากส่าไปใช้ประโยชน์ 7
   - 2.4. จุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดสีน้ำกากส่า 8
   - 2.5. ยีสต์ 11
3. วิธีดำเนินการวิจัย
   - 3.1. คัดแยกหายีสต์ที่มีความสามารถในการกำจัดสีน้ำกากส่าจากแหล่งต่างๆ 17
   - 3.2. คัดเลือกหายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อจากยีสต์ที่คัดแยก 19
   - 3.3. นำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อสูงสุดในสภาวะที่เหมาะสมมาศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดสีน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา 21
   - 3.4. นำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุดในน้ำกากส่าจากโรงงานสุรามาศึกษาทดลองกับน้ำกากส่าจากโรงงานสุราที่ปรับสภาวะที่เหมาะสม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสี 21
   - 3.5. ศึกษายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดบนอาหารเลี้ยงเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ 21
   - 3.6. จำแนกชนิดของยีสต์ที่คัดเลือกได้ 23
4. ผลการวิจัย
   - 4.1. การคัดแยกหายีสต์ที่มีความสามารถในการกำจัดสีน้ำกากส่าจากแหล่งต่างๆ 24

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

4.2. การคัดเลือกหายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อจากยีสต์ที่คัดแยก 25

4.3. การนำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีน้ำกากส่าในอาหารเลี้ยงเชื้อสูงสุดในสภาวะที่เหมาะสมมาศึกษาเปรียบเทียบการกำจัดสีน้ำกากส่าจากโรงงานสุรา 36

4.4. การนำยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีสูงสุดในน้ำกากส่าจากโรงงานสุรามาศึกษาทดลองกับน้ำกากส่าจากโรงงานสุราที่ปรับสภาวะที่เหมาะสม เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสี 38

4.5. การศึกษายีสต์ที่มีประสิทธิภาพสูงสุดบนอาหารเลี้ยงเชื้อภายใต้กล้องจุลทรรศน์ ..39

4.6. จำแนกชนิดของยีสต์ที่คัดเลือกได้ 43

5. สรุปและวิจารณ์ผลการวิจัย 47

รายการอ้างอิง 55

ภาคผนวก 59

ภาคผนวก ก สูตรและวิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ 59

ภาคผนวก ข การเตรียมเชื้อเริ่มต้น 61

ภาคผนวก ค ผลการทดลอง 63

ภาคผนวก ง ผลการทดสอบทางสถิติ 88

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 112

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

บทที่ 2

2.1 ปริมาณของอ้อยที่เข้าหีบและปริมาณกากน้ำตาล 3

2.2 ค่ามาตรฐานคุณภาพน้ำทิ้งตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม 5

2.3 องค์ประกอบของน้ำกากส่าที่ระเหยแห้ง 7

บทที่ 4

4.1 strains ของยีสต์ที่คัดแยกได้จากแหล่งต่างๆ 25

4.2 strains ของยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) ผสมน้ำกากส่าสกัด 25

4.3 strains ของยีสต์ที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด เรียงลำดับตามเปอร์เซ็นต์การลดลงของสี 26

4.4 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ Strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 27

4.5 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ Strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 28

4.6 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณกลูโคสของ Strain YM50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 28

4.7 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ Strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 29

4.8 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ Strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 30

4.9 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันปริมาณเปปโตนของ Strain YM50 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 30

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.10 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ Strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 31
4.11 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ Strain YM49 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 32
4.12 เปอร์เซ็นต์การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดที่แปรผันค่าความเป็นกรด-ด่างของ Strain YM15 เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 32
4.13 สภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัดของ Strains ที่ทำการศึกษา 33
4.14 ปริมาณการลดสีสูงสุด ของแต่ละปัจจัยที่สภาวะเหมาะสมในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด 33
4.15 สภาวะที่เหมาะสมที่ใช้ในการทดสอบการกำจัดสีน้ำกากส่าของ Strains ในอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัด 34
4.16 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าสกัดปรับสภาพของ Strains ต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม 34
4.17 เปรียบเทียบความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM15 35
4.18 เปรียบเทียบความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM49 36
4.19 เปรียบเทียบความเข้มสีของอาหารเหลว YM (YMPDB) ที่ผสมน้ำกากส่าในสภาวะที่เหมาะสมกับอาหารเหลวที่แปรผันปัจจัยต่างๆ ของ Strain YM50 36
4.20 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ผ่านการฆ่าเชื้อ 37
4.21 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ 38
4.22 การเพิ่มขึ้น (+) หรือลดลง (-) ของความเข้มสีน้ำกากส่าปรับสภาพโดยยีสต์ Strain YM50 39
4.23 เปรียบเทียบลักษณะทางกายภาพของ Strain YM50 กับ *Candida* sp. 44

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.24 เปรียบเทียบการใช้คาร์บอนชนิดต่างๆ ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 กับ *Candida* sp. 45

ภาคผนวก ข.

ข. 1 ปฏิกิริยาของ *Candida rugosa* ต่อสารอาหารและปัจจัยอื่นๆ (1) .....
62

ข. 2 ปฏิกิริยาของ *Candida rugosa* ต่อสารอาหารและปัจจัยอื่นๆ (2)..... 62

ภาคผนวก ค.

ค.1 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์และชุดควบคุมเมื่อแปรผัน
ปริมาคาร์บอน 63

ค.2 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์และชุดควบคุมเมื่อแปรผัน
ปริมาณไนโตรเจน 69

ค.3 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์และชุดควบคุมเมื่อแปรผัน
ค่าความเป็นกรด-ด่าง 75

ค.4 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์และชุดควบคุมเมื่อปรับอาหาร
ให้อยู่ในสภาวะที่เหมาะสม 81

ค.5 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์ในน้ำกากส่าสดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ
เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 82

ค.6 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์ในน้ำกากส่าสดที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ
เปรียบเทียบกับชุดควบคุม 83

ค.7 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains YM50 ในน้ำกากส่าสดที่ผ่านการฆ่าเชื้อและปรับสภาพเปรียบ
เทียบกับชุดควบคุม 86

ค.8 ค่าการดูดกลืนแสงของ Strains YM50 ในน้ำกากส่าสดที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อแต่ปรับสภาพเปรียบ
เทียบกับชุดควบคุม 87

ภาคผนวก ง.

ง.1 การทดสอบทางสถิติของปริมาณกลูโคสต่อการกำจัดสีของ YM15 88

ง.2 การทดสอบทางสถิติของปริมาณกลูโคสต่อการกำจัดสีของ YM49 89

ง.3 การทดสอบทางสถิติของปริมาณกลูโคสต่อการกำจัดสีของ YM50 90

ง.4 การทดสอบทางสถิติของปริมาณเปปโตนต่อการกำจัดสีของ YM15 91

ง.5 การทดสอบทางสถิติของปริมาณเปปโตนต่อการกำจัดสีของ YM49 93

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

ง.6 การทดสอบทางสถิติของปริมาณเปปโตนต่อการกำจัดสีของ YM50 94

ง.7 การทดสอบทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการกำจัดสีของ YM15 96

ง.8 การทดสอบทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการกำจัดสีของ YM49 98

ง.9 การทดสอบทางสถิติของค่าความเป็นกรด-ด่างต่อการกำจัดสีของ YM50 100

ง.10 การทดสอบทางสถิติของสภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีของ YM15 101

ง.11 การทดสอบทางสถิติของสภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีของ YM49 102

ง.12 การทดสอบทางสถิติของสภาวะที่เหมาะสมต่อการกำจัดสีของ YM50 103

ง.13 การทดสอบทางสถิติของการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ
ของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์ 104

ง.14 การทดสอบทางสถิติของการกำจัดสีน้ำกากส่าสดที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อ
ของ Strains ทั้ง 3 สายพันธุ์ 107

ง.15 การทดสอบทางสถิติของการกำจัดสีน้ำกากส่าสดปรับสภาพที่ผ่านการฆ่าเชื้อ
ของ Strains YM50 110

ง.16 การทดสอบทางสถิติของการกำจัดสีน้ำกากส่าสดปรับสภาพที่ไม่ผ่านการฆ่าเชื้อของ Strains
YM50 111

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

ภาพประกอบ หน้า

บทที่ 4

4.1 เซลล์ของยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่กำลังขยายเพิ่มขึ้น 400X ย้อมด้วย Crystal Violet 40
4.2 เซลล์ของ YM50 ที่เจริญบนอาหารแข็ง YM (YMPDA) 41
4.3 เซลล์ของ YM50 ที่เจริญบนอาหารเหลว YM (YMPDB) 41
4.4 ยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่เจริญในอาหารเหลว YM (YMPDB) 42
4.5 ยีสต์สายพันธุ์ YM50 ที่เจริญในอาหารเหลว YM (YMPDB) ผสมน้ำกากส่าสกัด.....43

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย