สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของแบคทีเรียชอบเค็มที่ผลิตโปรติเอส

นางสาวศิริเพ็ญ เวชชการัณย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาจุลชีววิทยา
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-244-5
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016544
I 10306596

Optimal Conditions for Growth of Protease-Producing Halophilic Bacteria

Miss Siripen Vethchagarun

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science
Department of Microbiology
Graduate School
Chulalongkorn University
1990

ISBN 974-577-244-5

หัวข้อวิทยานิพนธ์ สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของแบคทีเรียชอบเค็มที่ผลิตโปรติเอส

โดย นางสาวศิริเพ็ญ เวชชกาญจน์

ภาควิชา จุลชีววิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ธนียวัน

รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา ชาญสง่าเวช

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ วีระวุฒิ มหามนตรี)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ธนียวัน)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา ชาญสง่าเวช)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ กาญจนา จันทองจีน)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ศิริเพ็ญ เวชชการัณย์ : สภาวะที่เหมาะสมสำหรับการเติบโตของแบคทีเรียชอบเค็มที่ผลิตโปรติเอส (OPTIMAL CONDITIONS FOR GROWTH OF PROTEASE-PRODUCING HALOPHILIC BACTERIA) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ประกิตต์สิน สีหนนทน์ อ.ที่ปรึกษาร่วม : ผศ.ดร.สุเทพ ธนียวัน, รศ.ดร.กาญจนา ชาญสง่าเวช, 120 หน้า.

ISBN 974-577-244-5

ในการลดระยะเวลาหมักเพื่อผลิตน้ำปลา อาจเติมแบคทีเรียชอบเค็มที่ผลิตโปรติเอสที่มีแอคติวิตีสูงลงในถังหมัก ได้แยกแบคทีเรียชอบเค็มสูง 13 ไอโซเลท จากถังหมักน้ำปลาหลังการหมัก 2 เดือน เป็นเชื้อที่ผลิตทั้งเอนไซม์เคซิเนสและเจลลาทินเนสบนอาหารวุ้นมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์ จำนวน 5 ไอโซเลท มีเพียง 1 ไอโซเลท คือแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ที่ผลิตเอนไซม์เคซิเนสในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว แบคทีเรียนี้เจริญได้ดีและผลิตโปรติเอสในรูปเคซิเนสที่มีแอคติวิตีสูงในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์ ผลการแปรชนิดและความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนพบว่า แบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ต้องการแหล่งไนโตรเจนอื่นเพิ่มเติมจากเจลลาทิน เช่น กรดแคสอะมิโน, ผงสกัดจากยีสต์ หรือแอมโมเนียมคลอไรด์ เมื่อเติมแหล่งไนโตรเจนเหล่านี้ลงในมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผลการทดลองพบว่าแอมโมเนียมคลอไรด์ทำให้การเจริญลดลง แต่โปรติเอสแอคติวิตีใกล้เคียงกับเมื่อเติมกรดแคสอะมิโน หรือผงสกัดจากยีสต์ที่ความเข้มข้นเดียวกัน ผลการทดลองนี้แสดงว่าแอมโมเนียมคลอไรด์เพิ่มแอคติวิตีของโปรติเอส หลังจากแปรชนิดและความเข้มข้นของแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน, เกลือแร่, ความเป็นกรดด่างเริ่มต้นและอุณหภูมิพบว่า อาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสมที่จะทำให้แบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เจริญได้ใกล้เคียงและผลิตโปรติเอสได้สูงอย่างมีนัยสำคัญเมื่อเทียบกับคอนโทรล (มีเดียม 73) ประกอบด้วย เจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ กรดแคสอะมิโน 0.05 เปอร์เซ็นต์ แอมโมเนียมคลอไรด์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ โซเดียม-คลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์ โปแตสเซียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์และแคลเซียมคลอไรด์ 0.02 เปอร์เซ็นต์ pH 7.0 อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส กลูโคสทำให้แบคทีเรียเจริญและมีแอคติวิตีน้อยกว่าเจลลาทิน ผลการทดลองพบว่าโปรติเอสของแบคทีเรียนี้เป็นอัลคาไลด์โปรติเอส มีแอคติวิตีสูงสุดที่ pH 8.0-9.0 จากการจัดจำแนกแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 นี้พบว่ามีสมบัติใกล้เคียงกับแบคทีเรียในกลุ่ม Halobacterium แบคทีเรียนี้มีรูปร่างเป็นแท่ง โคโลนีกลม โปร่งแสงและมีสีชมพู ภาพจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอน แสดงให้เห็นถึงผนังเซลล์มีลักษณะหยัก มีเยื่อหุ้มเซลล์เมมเบรน นิวคลีโอพลาสึมและออร์กาแนลลักษณะเป็นแถบทึบอิเล็คตรอน

ภาควิชา จุลชีววิทยา
สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต ศิริเพ็ญ เวชชการัณย์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประกิตต์สิน สีหนนทน์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม กาญจนา ชาญสง่าเวช

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

SIRIPEN VETHCHAGARUN : OPTIMAL CONDITIONS FOR GROWTH OF PROTEASE-PRODUCING HALOPHILIC BACTERIA. THESIS ADVISOR ASSO. PROF. PRAKITSIN SIHANONTH, Ph.D., ASST. PROF. SUTHEP THANIYAVARN, Ph.D., ASSO. PROF. KANJANA CHANSA-NGAVEJ, Ph.D. 120 PP. ISBN 974-577-244-5

In order to reduce the fermentation time required for the production of fish sauce, halophilic bacteria with high proteolytic activity may be added into the fermentor. Thirteen isolates of halophilic bacteria were isolated from a fermentor after a two-month fish sauce fermentation. Of the five isolates which were found to produce both the gelatinase and caseinase enzymes on an agar medium only one isolate (halophilic bacteria number 8) was found to produce caseinase in liquid culture. This bacterial isolate grew well and exhibited high protease in the form of caseinase activity in liquid culture (medium 73) at 25 per cent sodium chloride concentration. The results of the variations in the types and concentrations of carbon and nitrogen sources revealed that halophilic bacteria number 8 required supplementary nitrogen sources in addition to gelatin. When a supplementary nitrogen source such as cas-amino acids or yeast extract or ammonium chloride was added to medium 73 with 0.5 per cent gelatin, the results showed that the availability of ammonium chloride led to a lower extent of growth but the same extent of proteolytic activity when compared with the same concentrations of the other two organic nitrogen sources. These results suggested that ammonium chloride increased the proteolytic activity. After the variations in the types and concentrations of carbon and nitrogen sources, mineral salts, initial pHs, and experimental temperatures it was found that a suitable medium which yielded comparable growth but significantly higher proteolytic activity for the halophilic bacterial isolate number 8 when compared to the control (medium 73) was 1.0 per cent gelatin, 0.05 per cent cas-amino acids, 0.05 per cent ammonium chloride, 25 per cent sodium chloride, 0.5 per cent potassium chloride and 0.02 per cent calcium chloride, pH 7.0, growth temperature 37°C. Glucose was found to yield less growth and proteolytic activity when compared to gelatin. The protease of this bacterium was found to be an alkaline protease which exhibited maxinum activity at pH 8.0-9.0. This halophile was tentatively identified as Halobacterium sp. It was rod-shaped with round, transparent and pink colonies. Electron micrographs showed wavy cell wall with cell membrane, nucleoplasm and a striated electron-dense organelle.

ภาควิชา จุลชีววิทยา

สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม

ปีการศึกษา 2532

ลายมือชื่อนิสิต สิริเพ็ญ เวชชกรวนช์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประสิทธิ์ สีหนนท์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม กาญจนา ปาณะวาทะ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ธนียวัน และ รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา ชาญสง่าเวช ที่ได้กรุณาเป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำ แนวความคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ วีระวุฒิ มหามนตรี และรองศาสตราจารย์ กาญจณา จันทองจีน ที่ได้กรุณารับเป็นกรรมการสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ วิรุฬห์ มังคละวิรัช และเจ้าหน้าที่ศูนย์เครื่องมือวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการใช้เครื่องมือที่ศูนย์เครื่องมือฯ

ขอขอบพระคุณท่านคณาจารย์ เจ้าหน้าที่ภาควิชาจุลชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย รวมทั้งเพื่อน ๆ และน้อง ๆ ที่ช่วยให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนสำหรับทำการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณแม่และพี่ของข้าพเจ้าที่ให้ความช่วยเหลือ ทั้งกำลังกาย กำลังใจ และกำลังทรัพย์ในการทำวิทยานิพนธ์ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย . . . . . ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ . . . . . จ
กิตติกรรมประกาศ . . . . . ฉ
สารบัญ . . . . . ช
สารบัญตาราง . . . . . ซ
สารบัญรูป . . . . . ฌ
บทที่
1 บทนำ 1
2 ตรวจเอกสาร 4
3 วิธีดำเนินการวิจัย 12
4 ผลการทดลองและอภิปรายผล 25
5 สรุป 88
เอกสารอ้างอิง 91
ภาคผนวก ก 100
ภาคผนวก ข 113
ภาคผนวก ค 118
ประวัติผู้เขียน 120

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1 ผลการทดสอบเจลลาทินเนสของแบคทีเรียชอบเค็มที่แยกได้บนอาหารวุ้นมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 20 เปอร์เซ็นต์..... 26

2 ผลการทดสอบเจลลาทินเนสของแบคทีเรียชอบเค็มที่แยกได้บนอาหารวุ้นมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์..... 27

3 ผลการทดสอบเคซิเนสของแบคทีเรียชอบเค็มที่แยกได้บนอาหารวุ้นมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 20 เปอร์เซ็นต์..... 29

4 ผลการทดสอบเคซิเนสของแบคทีเรียชอบเค็มที่แยกได้บนอาหารวุ้นมีเดียม 73 ที่ความเข้มข้นโซเดียมคลอไรด์ 25 เปอร์เซ็นต์..... 30

5 สรุปผลการทดสอบเจลลาทินเนสและเคซิเนสของแบคทีเรียชอบเค็มที่แยกได้บนอาหารวุ้นที่ความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 15,20 และ 25 เปอร์เซ็นต์.. 31

6 ผลการหาความสัมพันธ์ระหว่างการย่อยสลายเจลลาทินและเคซิอีน..... 33

7 สรุปผลการคัดเลือกแบคทีเรียชอบเค็มที่ผลิตโปรติเอสในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว.. 36

8 สรุปผลการคัดเลือกอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว..... 38

9 สรุปผลการคัดเลือกความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว.. 40

10 ปริมาณกรดอะมิโนในกรดแคสอะมิโน..... 50

11 ปริมาณกรดอะมิโนในผงสกัดจากยีสต์..... 51

12 สรุปผลการคัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจน..... 63

13 สรุปผลการแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตและโปแตสเซียมคลอไรด์.... 73

14 สรุปผลการแปรความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์..... 76

15 สรุปผลการแปรความเป็นกรดด่างเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ..... 79

16 สรุปผลการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นกรดด่างในอาหารเลี้ยงเชื้อตลอดการเลี้ยง. 80

17 สรุปผลการแปรอุณหภูมิในการเลี้ยงเชื้อ..... 82

18 ผลการแปรความเป็นกรดด่างใน assay medium..... 83

19 คุณสมบัติทางชีวเคมีบางประการของ Halobacterium salinarium และแบคทีเรียชอบเค็มสูงหมายเลข 8..... 86

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

1 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็ม 5 ไอโซเลท ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 35

2 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็ม 5 ไอโซเลท ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 35

3 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว 5 ชนิด 37

4 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว 5 ชนิด 37

5 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่แปรความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 39

6 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่แปรความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ 39

7 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่ไม่มีผงสกัดจากยีสต์และแปรความเข้มข้นของโซเดียมคลอไรด์ .. 41

8 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่ไม่มีผงสกัดจากยีสต์และแปรความเข้มข้นของเจลลาทิน 41

9 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรชนิดของแหล่งไนโตรเจน. 43

10 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรชนิดของแหล่งไนโตรเจน. 43

11 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์ 45

12 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์ 45

13 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์. 46

รูปที่ หน้า

14 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 46
15 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน..... 47
16 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน..... 47
17 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ ผงสกัดจากยีสต์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 48
18 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 1.0 เปอร์เซ็นต์ กรดแคสอะมิโน 0.05 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 49
19 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์..... 53
20 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์..... 53
21 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน..... 54
22 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน..... 54
23 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ ผงสกัดจากยีสต์ 0.05 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 55
24 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.5 เปอร์เซ็นต์ กรดแคสอะมิโน 0.05 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 56
25 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์.... 58

รูปที่ หน้า

26 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของผงสกัดจากยีสต์..... 58

27 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน.... 59

28 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของกรดแคสอะมิโน..... 59

29 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ ผงสกัดจากยีสต์ 0.2 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 60

30 การเจริญและโปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีเจลลาทิน 0.25 เปอร์เซ็นต์ กรดแคสอะมิโน 0.2 เปอร์เซ็นต์ และแปรความเข้มข้นของแอมโมเนียมคลอไรด์..... 61

31 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีกลูโคส 1 เปอร์เซ็นต์แทนเจลลาทิน และแปรชนิดของแหล่งไนโตรเจน..... 62

32 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ในอาหารเลี้ยงเชื้อมีเดียม 73 ที่มีกลูโคส 1 เปอร์เซ็นต์แทนเจลลาทิน และแปรชนิดของแหล่งไนโตรเจน..... 62

33 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยไม่เติมโปแตสเซียมคลอไรด์..... 68

34 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยไม่เติมโปแตสเซียมคลอไรด์..... 68

35 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.25 เปอร์เซ็นต์..... 69

รูปที่ หน้า

36 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.25 เปอร์เซ็นต์..... 69
37 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์..... 71
38 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.5 เปอร์เซ็นต์..... 71
39 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.75 เปอร์เซ็นต์..... 72
40 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแมกนีเซียมซัลเฟตในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว โดยเติมโปแตสเซียมคลอไรด์ 0.75 เปอร์เซ็นต์..... 72
41 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว..... 75
42 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเข้มข้นของแคลเซียมคลอไรด์ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่คัดเลือกแหล่งคาร์บอนและไนโตรเจนแล้ว..... 75
43 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเป็นกรดด่างเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ..... 77
44 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรความเป็นกรดด่างเริ่มต้นในอาหารเลี้ยงเชื้อ..... 77
45 การเจริญของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรอุณหภูมิในการเลี้ยงเชื้อ. 81
46 โปรติเอสแอคติวิตีของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 เมื่อแปรอุณหภูมิในการเลี้ยงเชื้อ..... 81

รูปที่ หน้า

47 โครงสร้างภายนอกของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบสแกนนิง..... 84

48 โครงสร้างภายในของแบคทีเรียชอบเค็มหมายเลข 8 ที่ถ่ายจากกล้องจุลทรรศน์อิเล็คตรอนแบบทรานสมิชชัน..... 85