

การผลิตกลูโคสไอโซเมอเรลจาก Streptomyces sp. 190-1 ในถังหมัก



นางล่าวศิริสกุณ พิระดากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

เกknໂລຢີ້ສົງກາພ

ปักษิตวิทยาลัย ລູພາລົງກຮຽມຫາວິທະຍາລ້ຍ

พ.ศ. 2529

ISBN 974-566-223-2

013369

17476239

Production of Glucose Isomerase From Streptomyces sp. 190-1
in Fermentor

Miss Siriluk Teeradakorn

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

1986

หน้าข้อวิทยานิพนธ์

การผลิตกลูโคสไอโซเมอเรลลากจาก Streptomyces sp. 190-1

ในถังหมัก

โดย

นางสาวศิริลักษณ์ รีระดากร

ภาควิชา

เทคโนโลยีชีวภาพ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองค่าล่ตราจารย์ ดร. ไฟเราะ ปั่นพาณิชการ

ผู้ช่วยค่าล่ตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ น่วงคสตฤค่าลัน



บังคับตีวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บังคับตีวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นล้วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... ก.บ. คณบดีบังคับตีวิทยาลัย

(รองค่าล่ตราจารย์ ดร. สุรชัย พิคามบุตร)

รักษาการในตำแหน่งรองคณบดีฝ่ายวิชาการ

ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบังคับตีวิทยาลัย

คณะกรรมการล่ออบวิทยานิพนธ์

..... ศ.ดร. วิจัย นิติธรรม ประธานกรรมการ

(รองค่าล่ตราจารย์ ดร. นลินี นิติธรรม)

..... ดร. อรุณรัตน์ อมรรัตน์ กรรมการ

(รองค่าล่ตราจารย์ ดร. อรุณรัตน์ ภูมิรัตน์)

..... ดร. นพดล วัฒนา กรรมการ

(ผู้ช่วยค่าล่ตราจารย์ ดร. สุรพงศ์ น่วงคสตฤค่าลัน)

..... ดร. วิภาดา ใจดี กรรมการ

(รองค่าล่ตราจารย์ ดร. ไฟเราะ ปั่นพาณิชการ)

ลิขสิทธิ์ของบังคับตีวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรลจาก *Streptomyces* sp. 190-1
 ในสังฆมณฑล
 ผู้อนุมัติ นางสาวศิริสกุลนัน รีระดากร
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองค่าลิดราจารย์ ดร.ไพร้า ปันพาณิชการ
 ผู้ช่วยค่าลิดราจารย์ ดร.สุรพงษ์ นรังคสัตถุค่าลิน
 ภาควิชา เทคโนโลยีชีวภาพ
 ปีการศึกษา 2529



บทคัดย่อ

สเตตรพ็อตมบี้ล สายพันธุ์ 190-1 สามารถผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรลได้โดยใช้วัสดุ
 เหลือทิ้งจากการเกษตร เป็นองค์ประกอบของอาหาร เสียง เชื้อ จากการศึกษาในขั้นตอนแรกพบว่า
 พบร่วมกับเสียง จุลินทรีย์ในอาหาร เสียง เชื้อที่ประกอบด้วย 1.5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร)
 สารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของกราดข้าว, 0.5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) สารละลายอยู่
 ด้วยกรดกำมะถันของกราดข้าวเหลือง, 0.3 % ยีลต์ เอกซ์แทรก, 0.01 % โคบอลท์คลอไรด์
 และ 1.0 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) สารละลายฟอลเฟตบฟเฟอร์, ที่อยู่ 8.0 พบร่วมกับเสียง จุลินทรีย์
 สามารถผลิตกลูโคสไฮโซเมอเรลได้ 210 หน่วย/กรัม นน. เชลแห้ง

จากการศึกษาผลของใช้โลลและระยะเวลาในการเติมใช้โลลต่อการขึ้นนำการผลิต
 เอนไข่มันในขั้นตอนแรกพบว่าการเติม 0.5 % ใช้โลลในระยะเริ่มต้นของการเสียง เชื้อ
 สามารถขึ้นนำให้จุลินทรีย์ผลิตเอนไข่มันได้ประมาณ 1,000 หน่วย/กรัม นน. เชลแห้ง ซึ่งสูงกว่า
 เมื่อไม่ใช้โลลในอาหาร เสียง เชื้อถึงประมาณ 5 เท่า และการเติมใช้โลลในอาหาร เสียง เชื้อ
 หลังจากเสียง เชื้อไปแล้ว เป็นระยะเวลา 6 - 12 ชั่วโมง จุลินทรีย์สามารถผลิตเอนไข่มันใน
 ประมาณใกล้เคียงกับเติมใช้โลลในระยะเริ่มต้นของการเสียง เชื้อ นอกจากนี้พบว่าการใช้โลล
 ละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ่ายในปริมาณที่ให้ใช้โลล 0.5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร)
 เป็นสารขึ้นนำทางแทนไข่โลล จุลินทรีย์สามารถผลิตเอนไข่มันได้ประมาณ 800 หน่วย/กรัม นน. -
 เชลแห้ง

ผลการศึกษาในสังฆมณฑล 5 ลิตร พบร่วมกับสายพันธุ์ 190-1

ล่ามารถผลิตกลูโคสໄไอโซเมอเรลได้สูงสุดประมาณ 350 หน่วย/กรัม นน. เชลแห้ง ที่ช่ำโมงที่ 15 เมื่อถึง 1.5 % สารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลือง เป็นสารเหลืองๆ คาร์บอน และ 0.5 % สารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของกากถั่วเหลือง เป็นสารเหลือง ในโตรเจน จากการศึกษาผลของการใช้โลลในการซักน้ำการผลิตเนอนไชม์นี้ พบร่วงการเติม 0.5 % ไชโลลในระยะเริ่มต้นของการเสียง เข้อล่ามารถซักนำให้จุลินทรีย์ผลิตเนอนไชม์ได้ประมาณ 1,200 หน่วย/กรัม นน.- เชลแห้ง ซึ่งสูงกว่า เมื่อไม่ใส่ไชโลลในอาหารเสียง เขือประมาณ 3.5 เท่า และการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ไชโลล 0.5 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) เป็นสารซักนำในระยะเริ่มต้นของการเสียง เขือ ล่ามารถซักนำให้จุลินทรีย์ผลิตเนอนไชม์ได้ประมาณ 850 หน่วย/กรัม นน. เชลแห้ง นอกจากนี้พบว่าการเติมสารละลายย่อยด้วยกรดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้ายในปริมาณที่ให้ไชโลล 1.0 % (น้ำหนัก/ปริมาตร) โดยแบ่งเติมในระยะเริ่มต้นของการเสียง เขือ 0.5 % แล้วเติมเพิ่มอีก 0.5 % ภายหลังจากการเสียง เขือไปแล้ว เป็นเวลา 12 ช่ำโมง ล่ามารถซักนำให้จุลินทรีย์ผลิตเนอนไชม์ได้ประมาณ 1,100 หน่วย/กรัม นน. เชลแห้ง ที่ช่ำโมงที่ 24 โดยมีปริมาณเชลสูงสุดประมาณ 4 กรัม นน. เชลแห้ง /ลิตร ที่ช่ำโมงที่ 18

Thesis Title Production of Glucose Isomerase From Streptomyces sp.
 190-1 in Fermentor
Name Miss Siriluk Teeradakorn
Thesis Advisors Associated Professor Pairoh Pinphanichakarn Ph.D.
 Assistant Professor Surapong Navankasatusas Ph.D.
Department Biotechnology
Academic Year 1986



Abstract

Streptomyces sp. 190-1 could produce glucose isomerase when grown in a medium containing H_2SO_4 hydrolysates of rice bran and soy bean meal. Cultivation of this organism in shaking flasks containing 1.5 % (W/V) H_2SO_4 hydrolysate of rice bran, 0.5 % (W/V) H_2SO_4 hydrolysate of soy bean meal, 0.3 % yeast extract, 0.01 % $CoCl_2$ and 1.0 % phosphate buffer, pH 8.0 produced 210 units of glucose isomerase per one gram of dry cells.

Addition of 0.5 % (W/V) xylose to this medium under the above conditions increased the enzyme production to about 1,000 units per gram of dry cells. It was also observed that the addition of xylose to the medium at 6 - 12 hrs or at the beginning of the cultivation gave similar results. Furthermore, replacement of xylose with a H_2SO_4 hydrolysate of cottonseed hulls at the amount equivalent to 0.5 % xylose yielded about 800 units of the enzyme per gram of dry cells.

When Streptomyces sp. 190-1 was cultivated in a 5 - L fermentor containing a medium with 1.5 % (W/V) of a H_2SO_4 hydrolysate

of rice bran and 0.5 % (W/V) of a H₂SO₄ hydrolysate of soy bean meal, 350 units of glucose isomerase was obtained from one gram of dry cells after 15 hrs of growth.

Similarly to the cultivation in a shaking flask, addition of 0.5 % (W/V) xylose to the above fermentation medium consequently increased the glucose isomerase production with the maximum yield of 1,200 units per gram of dry cells. Replacement of xylose with a H₂SO₄ hydrolysate of cottonseed hulls equivalent to 0.5 % xylose resulted in the production of 850 units of the enzyme per one gram of dry cells. Moreover, it was observed that further addition of a similar amount of a hydrolysate of cottonseed hulls to the medium after 12 hrs of cultivation remarkably increased the enzyme production to 1,100 units with the maximum cell mass of 4 grams (dry basis) per liter after 18 hrs of growth.



กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองค่าลัตราราจาย ดร.ไพรี ปันพาณิชการ และผู้ช่วยค่าลัตราราจาย ดร.สุรพงศ์ นรังคลัตถกานต์ ที่ได้กฤษณา เป็นกิ่งปริกษาให้คำแนะนำ แนวความคิด ตลอดจนช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ล้มบูรณาธิชื่น ขอกราบขอบพระคุณ รองค่าลัตราราจาย ดร.นลิน พลอุบล และอาจารย์ในคณะกรรมการบริหารหลักสูตร เทคโนโลยีชีวภาพทุกท่าน ที่ได้กฤษณา ให้คำแนะนำ ปรึกษา รวมทั้งแนวความคิดต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณหัวหน้าภาควิชาจุลทรรศน์และเครื่องมือใน การทำวิสัยนี้ ขอขอบคุณที่, เพื่อน และน้อง ๆ ทุกคน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชา จุลทรรศน์และเครื่องมือที่ได้ช่วยเหลือให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้

ขอขอบพระคุณ รองค่าลัตราราจาย ดร.อมเรศ ภูมิรัตน ภาควิชาจุลทรรศน์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล ที่ได้กฤษนารับเป็นกรรมการลอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ให้ล้มบูรณาธิชื่น

ขอขอบคุณคณะกรรมการปฏิบัติการกิจการวิสัย เพื่อการส่ง เสิร์ฟมูลสาระ รวมทั้ง เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนา รุพีalign=right มหาวิทยาลัยมหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิสัยนี้

ก้ายกุณนี้ ขอกราบขอบพระคุณเปิด มาตรฐาน และญาติที่น้อง ที่สนับสนุนและให้กำลังใจ ในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้.



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	๔
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	๘
กิจกรรมประจำค่า	๑๒
สารบัญ	๙
สารบัญตาราง	๙
สารบัญภาพ	๙
คำย่อ	๙
บทที่	
1 บทนำ	๑
2 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย	๒๓
3 ผลการวิจัย	๒๙
4 การอภิปรายผลการวิจัยและลรุป	๘๔
เอกสารอ้างอิง	๙๖
ภาคผนวก	๑๐๕
ประวัติ	๑๑๐

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	จุลินทรีย์ที่ผลิตในไขมูกลูโคสไอโซเมอเรล	6
2	สภาวะและปัจจัยในการเสียงจุลินทรีย์ที่ผลิตกลูโคสไอโซเมอเรล ในถังหมัก	8
3	จุลินทรีย์ที่ผลิตกลูโคสไอโซเมอเรลที่ใช้ในอุตสาหกรรม	14
4	บริษัทที่ผลิตฟรากโกลไชร์บมาตรฐานในประเทศไทยและประเทศสหรัฐอเมริกา	20
5	เปรียบเทียบการเจริญของเชลและการทำงานของกลูโคสไอโซเมอเรล ที่ผลิตโดยลิตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย ในอาหาร เสียง เยื่อที่มีการผันแปรปริมาณล่ารแอล์จในโตรเจน	31
6	เปรียบเทียบการเจริญของเชลและการทำงานของกลูโคสไอโซเมอเรล ที่ผลิตโดยลิตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย ในอาหาร เสียง เยื่อที่มีการผันแปรปริมาณล่ารแอล์จในราบอน	32
7	เปรียบเทียบการเจริญของเชลและการทำงานของกลูโคสไอโซเมอเรล ที่ผลิตโดยลิตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขวดแก้วทรงกรวย ใน อาหาร เสียง เยื่อที่มีการผันแปรปริมาณล่ารแอล์จราบอนรวมกับ ล่ารแอล์จในโตรเจน	33
8	ผลกระทบต่อรายได้ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสารละลายอยู่ด้วยการต่ำมະณัน ของกากรำข้าว, กากรำเหลือง และเปลือกเมล็ดฝ้าย	39
9	เปรียบเทียบการทำงานของกลูโคสไอโซเมอเรลที่ได้จากลิตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 กับลิตรไชม์ ไฟฟ์ เอ	82
10	เปรียบเทียบปริมาณในโตรเจนทั้งหมดซึ่งเป็นองค์ประกอบของ ลิตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 และลิตรไชม์ ไฟฟ์ เอ	83
11	ผลลัพธ์จากการเกษตรที่ใช้เตรียมไขโลลับบริสุทธิ์ในการอุตสาหกรรม ...	87

สารบัญภาพ

ขบก

หน้า

1	ปฏิกริยาการเปลี่ยนกลุ่มคลีปเป็นฟรักโගลโดย เอ็นไยมัคกลุ่มคลี - ไอโซเมօเรล	2
2	ขบวนการผลิตฟรักโගลใช้รับ	18
3	เปรียบเทียบการ เจริญของ เชลและการทำงานของกลุ่มคลี - ไอโซเมօเรลที่ผลิตโดยล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขาดแก้ว ทรงกรวย ในอาหารเสียง เอื้อที่มีการผัดแปรปริมาณไขโลสต่าง ๆ กัน ..	36
4	เปรียบเทียบการ เจริญของ เชลและการทำงานของกลุ่มคลี - ไอโซเมօเรลที่ผลิตโดยล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขาดแก้ว ทรงกรวย เมื่อมีการผัดแปรระยะเวลาในการ เติมไขโลสในอาหาร เสียง เอื้อ	37
5	เปรียบเทียบการ เจริญของ เชลและการทำงานของกลุ่มคลี - ไอโซเมօเรลที่ผลิตโดยล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ในขาดแก้ว ทรงกรวย ในอาหารเสียง เอื้อที่มีการผัดแปรปริมาณสารละลายอยู่ด้วย กรดกำมะถันของ เปสือกเมสิดฝ่ายในปริมาณที่ให้ไขโลสปริมาณต่าง ๆ กัน .	40
6	ผลของไขโลสต่อการผลิตกลุ่มคลีไอโซเมօเรลโดยล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมักขนาด 5 สิตร	42
7	ผลของไขโลสต่อการ เจริญของล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ใน สังหมักขนาด 5 สิตร	43
8	ผลของสารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของ เปสือกเมสิดฝ่ายต่อการผลิต กลุ่มคลีไอโซเมօเรล โดยล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ใน สังหมักขนาด 5 สิตร	45
9	ผลของสารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของ เปสือกเมสิดฝ่ายต่อการ เจริญ ของล เตรพโตเมียซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมักขนาด 5 สิตร	46

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
10 เปรียบเทียบการเจริญของสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึก ขนาด 5 สิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่สารแคลงคาร์บอน และสารแคลง ในโตรเจน ไม่ผ่านอิօน เอกซ์เช่นจ์ และผ่านอิօน เอกซ์เช่นจ์	49
11 เปรียบเทียบการทำงานของกลูโคสไฮเดรตที่ผลิตโดยสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึกขนาด 5 สิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่สารแคลง- คาร์บอน และสารแคลงในโตรเจน ไม่ผ่านอิօน เอกซ์เช่นจ์ และผ่าน อิօน เอกซ์เช่นจ์	50
12 เปรียบเทียบการเจริญของสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึก ขนาด 5 สิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผันแปรปริมาณสารละลายอยู่ ด้วยกรดกำมะถันของกากรำข้าว	52
13 เปรียบเทียบการทำงานของกลูโคสไฮเดรตที่ผลิตโดยสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึกขนาด 5 สิตร เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการ ผันแปรปริมาณ สารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของกากรำข้าว	53
14 เปรียบเทียบปริมาณฟ้าตาลริดิวัลที่เหลือในอาหาร เมื่อเลี้ยง สเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึกขนาด 5 สิตร ในอาหาร ที่มีการผันแปรปริมาณสารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของกากรำข้าว	54
15 เปรียบเทียบปริมาณโปรตินที่เหลือในอาหาร เมื่อเลี้ยงสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึกขนาด 5 สิตร ในอาหารที่มีการผันแปร ปริมาณสารละลายอยู่ด้วยกรดกำมะถันของกากรำข้าว	55
16 การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคสไฮเดรต โดยสเตรปโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมึกขนาด 5 สิตร	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ข้อศึกษา	หน้า
17 เปรียบเทียบการทำงานของกลูโคล่าโซ่เมอเรสท์ฟลิตโดยสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัมและลายบุ้ยด้วยการตัดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย	59
18 เปรียบเทียบการเจริญของสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผ่านแปรปริมาณสารละลายบุ้ยด้วยการตัดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย	60
19 เปรียบเทียบปริมาณน้ำตาลรัติวัลท์ที่เหลือในอาหาร เมื่อเลี้ยงสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม ที่ผ่านแปรปริมาณสารละลายบุ้ยด้วยการตัดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย	61
20 เปรียบเทียบปริมาณโปรตีนที่เหลือในอาหาร เมื่อเลี้ยงสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม ที่ผ่านแปรปริมาณสารละลายบุ้ยด้วยการตัดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย	62
21 การเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ในการผลิตกลูโคล่าโซ่เมอเรลโดยสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผ่านแปรปริมาณสารละลายบุ้ยด้วยการตัดกำมะถันของเปลือกเมล็ดฝ้าย	63
22 เปรียบเทียบการทำงานของกลูโคล่าโซ่เมอเรสท์ฟลิตโดยสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผ่านแปรปริมาณฟอลล์เฟตบฟเฟอร์, พีเอช 8.0	65
23 เปรียบเทียบการเจริญของสเตรพโตเมยซีล สายพันธุ์ 190-1 ในสัตว์หมาขนาด 5 กิโลกรัม เมื่อเลี้ยงในอาหารที่มีการผ่านแปรปริมาณฟอลล์เฟตบฟเฟอร์, พีเอช 8.0	66

สารบัญภาพ (ต่อ)

ข้อปฏิ

หน้า

24	การเปลี่ยนแปลงค่าพิเศษเมื่อเสียงล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมากขนาด 5 สิตร เมื่อเสียงในอาหารที่มีการผั้นแปรปริมาณ ฟอลเฟตปีฟเฟอร์, พิเศษ 8.0	67
25	เบรียบเทียบการทำงานของกลูโคลไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย ล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมากขนาด 5 สิตร เมื่อเสียง ในอาหารที่มีการผั้นแปรปริมาณโคบล็อกลอไรด์	69
26	เบรียบเทียบการทำงานเจริญของล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมาก ขนาด 5 สิตร เมื่อเสียงในอาหารที่มีการผั้นแปรปริมาณโคบล็อกลอไรด์ ..	70
27	เบรียบเทียบการทำงานของกลูโคลไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย ล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมากขนาด 5 สิตร ที่มีการ ผั้นแปรอุณหภูมิของอาหาร เสียง เขือ ..	72
28	เบรียบเทียบการทำงานเจริญของล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมาก ขนาด 5 สิตร ที่มีการผั้นแปรอุณหภูมิของอาหาร เสียง เขือ ..	73
29	เบรียบเทียบการทำงานของกลูโคลไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย ล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมากขนาด 5 สิตร ที่มีการผั้นแปร อัตราการให้อากาศ ..	75
30	เบรียบเทียบการทำงานของล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมาก ขนาด 5 สิตร ที่มีการผั้นแปรอัตราการให้อากาศ ..	76
31	เบรียบเทียบการทำงานของกลูโคลไอโซเมอเรสที่ผลิตโดยล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมากขนาด 5 สิตร ที่มีการผั้นแปรอัตราการกวน ..	78
32	เบรียบเทียบการทำงานเจริญของล่ำเตรอพโตมัยชีล สายพันธุ์ 190-1 ในสังหมาก ขนาด 5 สิตร ที่มีการผั้นแปรอัตราการกวน ..	79



คำย่อ

มล. = มหาลินีตร

มก. = มหาลิกรัม

ขม. = ข้าวโมง

นน. = น้ำตก