การวิเคราะห์ดีเอนเอของ Streptomyces spp. ที่ตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์โดยอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีส

นางสาว สมพร ตั้นสกุล

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาจุลชีววิทยา

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2534

ISBN 974-579-503-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

017845
1173074905

DNA Restriction Analysis of *Streptomyces* spp. by Agarose Gel Electrophoresis

Miss Somporn Tanskul

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Microbiology

Graduate School

Chulalongkorn University

1991

ISBN 974-579-503-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การวิเคราะห์ดีเอนเอของ Streptomyces spp. ที่ตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ โดยอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีส

โดย นางสาว สมพร ตั้นสกุล

ภาควิชา จุลชีววิทยา

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปิ่นพานิชการ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

---------- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

---------- ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. ประกิตติ์สิน สีหนนทน์)

---------- อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปิ่นพานิชการ)

---------- กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. สุเทพ ธนียวัน)

---------- กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริรัตน์ เร่งพิพัฒน์)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สมนร ต้นสกุล : การวิเคราะห์ดีเอนเอของ Streptomyces spp. ที่ตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์โดยอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีส (DNA RESTRICTION ANALYSIS OF STREPTOMYCES SPP. BY AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.ไพเราะ ปิ่นพานิชการ, 93 หน้า. ISBN 974-579-503-8

ได้ทำการวิเคราะห์ชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces โดยสกัดแยกโครโมโซมอลดีเอนเอจาก Streptomyces ชนิดต่าง ๆ ได้แก่ Streptomyces sp. 42-9 หรือ S. griseoruber Streptomyces sp. 190-1 หรือ S. cyaneus S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ทำให้บริสุทธิ์และตัดอย่างสมบูรณ์ด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ type II แยกชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอโดยการทำอิเลกโทรโฟรีซีสบนอะกาโรสเจล พบว่าเรสทริกชันเอนไซม์ที่เหมาะสมซึ่งให้รูปแบบของแถบชิ้นส่วนดีเอนเอที่แตกต่างกันอย่างชัดเจนระหว่าง Streptomyces ชนิดต่าง ๆ คือ BamHI PstI BglII และ EcoRI สภาวะที่ให้การย่อยสมบูรณ์ทำโดยใช้เรสทริกชันเอนไซม์เข้มข้น 6 หน่วย / ไมโครกรัมของดีเอนเอ และย่อยที่อุณหภูมิ 37 °ซ เป็นเวลาอย่างน้อย 6 ชั่วโมง พบว่าการเพิ่มความต่างศักย์ซึ่งให้อย่างคงที่ในการทำอิเลกโทรโฟรีซีสจาก 8 โวลต์ / ซม.ของความยาวเจลเป็น 14 โวลต์ / ซม.ของความยาวเจล ทำให้การแยกแถบดีเอนเอชัดเจนยิ่งขึ้น

รูปแบบเฉพาะตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces spp. ทั้ง 5 ชนิดที่ทราบชนิดแน่นอนแล้วมีความแตกต่างกันโดยสิ้นเชิง นอกจากนี้ยังพบว่ารูปแบบเฉพาะตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces spp. ที่ไม่ทราบชนิดซึ่งนำมาทดสอบ 10 ชนิดมีความแตกต่างจาก Streptomyces spp. ที่ทราบชนิดเหล่านี้ อย่างไรก็ตามเนื่องจาก Streptomyces ที่ทราบชนิดที่นำมาศึกษานี้มีจำนวนจำกัด ดังนั้นผลการศึกษานี้จึงยังไม่สามารถจำแนกชนิดของ Streptomyces spp. ที่ไม่ทราบชนิดได้

ภาควิชา จุลชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

SOMPORN TANSKUL : DNA RESTRICTION ANALYSIS OF STREPTOMYCES BY AGAROSE GEL ELECTROPHORESIS. THESIS ADVISOR :ASSO.PROF. PAIROH PINPHANICHAKARN , Ph.D. 93 PP.

ISBN 974-579-503-8

A method for analysis of Streptomyces chromosomal DNA was described. Chromosomal DNAs from various species of Streptomyces namely Streptomyces sp. 42-9 or S. griseoruber, Streptomyces sp.190-1 or S. cyaneus , S. glaucescens , S.coelicolor A3(2)and S. lividans 1326 were extracted and purified. They were completely cut with type II restriction enzymes. The restriction fragments were separated by one dimensional agarose gel electrophoresis. Suitable restriction enzymes that give distinct restriction banding patterns of DNA among these Streptomyces spp. were BamHI, PstI, BglII and EcoRI. Complete digestion of DNA was performed by incubation with 6 units of enzyme / microgram of DNA at 37°C for 6 hrs. It was observed that the increase of voltage for agarose gel electrophoresis from 8 V / cm of gel length to 14 V / cm of gel length could increased banding resolution.

The restriction fragment fingerprint patterns of the five known Streptomyces spp. were obviously distinguishable. Moreover, the restriction fragment fingerprint patterns of ten unknown Streptomyces spp. being tested were different from those of the known Streptomyces spp. Therefore, species of the unknown Streptomyces could not be identified at present due to the limited number of known Streptomyces spp.

ภาควิชา จุลชีววิทยา ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา จุลชีววิทยาทางอุตสาหกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2534 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ไพเราะ ปิ่นพานิชการ ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ตลอดจนช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณประธานกรรมการและคณะกรรมการทุกท่านที่กรุณาเป็นกรรมการสอบแก้ไขวิทยานิพนธ์ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ แพทย์หญิง ธาดา สืบหลินวงศ์ ภาควิชาชีวเคมี คณะแพทย์ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่กรุณาให้ใช้เครื่องมือ อำนวยความสะดวกต่างๆ ตลอดจนคำแนะนำต่างๆ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ตลอดจนเจ้าหน้าที่ของบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ในภาควิชาจุลชีววิทยาทุกท่านตลอดจนเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการทำการวิจัยนี้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และขอขอบคุณญาติพี่น้องทุกท่านที่ได้ให้กำลังใจ ความช่วยเหลือ และการสนับสนุนแก่ข้าพเจ้าในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จวบจนเสร็จสมบูรณ์ในที่สุด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญรูป..... ฌ

คำย่อ..... บ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. อุปกรณ์และวิธีการดำเนินวิจัย..... 12

3. ผลการวิจัย..... 19

4. วิจารณ์และสรุปผลการวิจัย..... 77

เอกสารอ้างอิง..... 83

ภาคผนวก..... 90

ประวัติผู้เขียน..... 93

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	เอนไซม์ชนิดต่าง ๆ ที่ผลิตได้โดย Streptomyces spp.	3
2	คุณสมบัติทางชีวเคมีของบางสกุลของ Streptomycetaceae และ actinomycete อื่นๆ	5
3	ค่าการดูดกลืนแสงอุลตราไวโอเลตที่ 260 และ 280 นาโนเมตร และความเข้มข้นของโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326	20
4ก	ขนาดชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ PstI	54
4ข	ขนาดชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI	55
4ค	ขนาดชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BglII	56
4ง	ขนาดชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI	57

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

5ก ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ PstI 63

5ข ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 64

5ค ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BglII 65

5ง ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI 66

6ก ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ PstI 73

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

6ข ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 74

6ค ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BglII 75

6ง ขนาดของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI 76

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

1 แถบโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ที่ปรากฏภายหลังการทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 10 โวลต์/ซม.ของความยาวเจลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 5.5 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 30 นาโนกรัม ... 22

2ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 และ S. glaucescens ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 2 หน่วย / โมโครกรัมของดีเอนเอ โดยการทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม.โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 24

2ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 และ S. glaucescens ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 4 หน่วย / โมโครกรัมของดีเอนเอ โดยการทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม.โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 25

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 และ S. glaucescens ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 6 หน่วย / โมโครกรัม ของดีเอนเอ โดยการทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจลเป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม.โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 26

3ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 6 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 28

3ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 8 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 29

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 10 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 30

3ง รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 12 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 31

3จ รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 32

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3ฉ รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 และ S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 16 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 33

3ช รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์คงที่ 18 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 34

4 รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ ซม. ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที (รูปที่ 4ก) และ 2 ชั่วโมง 30 นาที (รูปที่ 4ข) บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 36

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.5% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 38

5ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.6% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 39

5ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

5ง รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม. เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.8% และมีความยาว 7 ซม.โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 41

6ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 15 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 43

6ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 3 ชั่วโมง บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 15 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 44

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

7ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 46

7ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BglII และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 47

7ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 48

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

7ง รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ HindIII และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 49

7จ รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ PstI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 50

7ฉ รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ Sau3AI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 51

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

7ช รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 42-9 Streptomyces sp. 190-1 S. glaucescens S. coelicolor A3(2) และ S. lividans 1326 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ XbaI และทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์ /ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 52

8ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดเรสทริกชันเอนไซม์ PstI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 59

8ข รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 60

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

8ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดเรสทริกชันเอนไซม์ BglII 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 61

8ง รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 20306 Streptomyces sp. 41-10 Streptomyces sp. 111-04 Streptomyces sp. 8.3.7 และ Streptomyces sp. 11-4 ภายหลังการตัดเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอะกาโรสเจลอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 62

9ก รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ PstI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 69

9ช รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BamHI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 70

9ค รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ BglII 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 71

9ง รูปแบบการเรียงตัวของชิ้นส่วนโครโมโซมอลดีเอนเอของ Streptomyces sp. 50-13 Streptomyces sp. 1-13 Streptomyces sp. 43-5 Streptomyces sp. 50-5 และ Streptomyces sp. 10 ภายหลังการตัดด้วยเรสทริกชันเอนไซม์ EcoRI 6 หน่วย/ไมโครกรัมดีเอนเอ โดยทำอิเลกโทรโฟรีซีสที่ความต่างศักย์ 14 โวลต์/ซม.ของความยาวเจล

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที บนอะกาโรสเจลที่มีความเข้มข้น 0.7% และมีความยาว 7 ซม. โดยแต่ละช่องมีดีเอนเอ 330 นาโนกรัม 72

คำย่อ

มล.	=	มิลลิลิตร
มก.	=	มิลลิกรัม
ซม.	=	เซนติเมตร
°ซ	=	องศาเซลเซียส
kb	=	กิโลเบส