เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

นฤมล ศุภจรรยา. 2526.การศึกษากลูโคสไอโซเมอเรสที่ผลิตโดย Streptomyces sp. สายพันธุ์ 190-1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รัชนี ไสยประจง. 2537. การโคลนและการแสดงออกของยีนกลูโคสไอโซเมอเรสจาก Streptomyces sp.190-1 ใน *Escherichia coli*. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศิริพร สิทธิประณีต. 2531. พันธุวิศวกรรม: ปฏิบัติการเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: ส.วิชาญการพิมพ์.

อรินทิพย์ ธรรมชัยพิเนต. 2533. การโคลนและการแสดงออกของไซแลเนสยีนจาก Streptomyces sp. 42-9 ใน Streptomyces sp. 190-1. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Bibb,M.J., Schottel,J.L., and Cohen,S.N. 1980. A DNA cloning system for interspecies gene transfer in antibiotic-producing Streptomyces. Nature. 284: 526-630.

_____, Ward, J.M., Kieser, T., Cohen, S.N., and Hopwood, D.A. 1981. Excision of chromosomal DNA sequences from Streptomyces coelicolor forms a novel family of plasmids detectable in Streptomyces *lividans*. Mol. Gen. Genet. 184 : 230-240.

Birch, A. W., and Cullum, J. 1985. Temperative-sensitive mutants of the *Streptomyces* plasmid pIJ702. J. Gen. Microbiol. 131: 1299-1303.

Briggs, K.A., Lancashire, W.E., and Hartley, B.S. 1984. Molecular cloning, DNA structure and expression of the *Escherichia coli* D-xylose isomerase. EMBO Jounal. 3 : 611-616.

Chater, K.F., Hopwood, D.A., Kieser, T., and Thompson, C.J. 1982. Gene cloning in *Streptomyces*. Curr. Top. in Microbio. Immunol. 96 : 69-95.

Chen, C.W., Tsai, J.F.-Y., and Chuang, S. 1987. Intraplasmid recombination in *Streptomyces lividans* 66. Mol. Gen. Genet. 209 : 154-158.

Chen, W.P. 1980. Glucose isomerase (a review) part one. Process Biochem. 6/7 : 30-35.

Crameri, R., Kieser, T., Ono, H., Sanchez, J., and Hutter. R. 1983. Chromosomal instability in *Streptomyces glaucescens* : mapping of streptomycin-sensitive mutants. J. Gen. Microbiol. 129 : 519-527.

Crueger, A., and Crueger, W. 1990. Glucose transforming enzymes. In Fogarty, W.M. and Kelly, C.T.(eds.), Microbial enzymes and biotechnology. pp. 177-226. London : Elsevier Science Publishers Ltd.

Cullum, J., Flett, F., and Piendl, W. 1989. Genetic instability, deletions, and DNA amplification in *Streptomyces* species. In C.L. Hershberger, S.W. Queener, and G. Hegeman(eds.), Genetics and molecular biology of industrial microorganism. Washington, D.C. : American Scociety for Microbiology. : 127-132.

Dekker. K., Yamagata, H., Sakaguchi, K., and Udaka S. 1991a. Xylose (glucose) isomerase gene from the thermophile *Clostridium thermohydrosulfuricum* : cloning, sequencing, and expression in *Escherichia coli*. Agric. Biol. Chem. 55 : 221-227.

_____, Yamagata, H., Sakaguchi, K., and Udaka S. 1991b. Xylose (glucose) isomerase gene from the thermophile *Thermus thermophilus* : cloning, sequencing and comparison with other thermostable xylose isomerase. J. Bacteriol. 173 : 3078-3083.

Dische, Z., and Borenfreund, E. 1951. A new spectrophotometric mothod for the detection and determination of keto sugars and triose. J. Biol. Chem. 192 : 583-587.

Dyson, P., and Schrempf, H. 1987. Genetic instability and DNA amplification in *Streptomyces lividans* 66. J. Bacteriol. 169 : 4796-4803.

Feldmann, S.D., Sahm, H., and Spernger G.A. 1992. Cloning and expression of the xylose isomerase and xylulokinase from *Klebsiella pneumoniae* 1033 in *Escherichia coli* K12. Mol. Gen. Genet. 234 : 201-210.

Hopwood, D.A. 1981. Genetic studies with bacterial protoplasts. Ann. Rev. Microbiol. 35 : 237-272.

_____, Bibb, M.J., Chater, K.F., Kieser, T.,Bruton, C.J., Kieser,H.M., Lydiate,D.J., Smith,C.P., Ward,J.M., and Schrempf, H. 1985. Genetic manipulation of *Streptomyces*: a laboratory manual. Norwich: The John Innes Foundation.

_____, Wright, H.M., Bibb, M.J., and Cohen, S.N. 1977. Genetic recombition through protoplast fusion in *Streptomyces*. Nature. 268 : 171-174.

Kendall, K., and Cullum, J. 1984. Cloning and expression of an extracellular-agarase gene from *Streptomyces coelicolor* A3(2) in *Streptomyces lividans* 66. Gene. 29 : 315-321.

Kieser,T. 1984. Factors affecting the isolation of cccDNA from *Streptomyces lividans* and *Escherichia coli*. Plasmid. 12:19-36.

_____, Hopwood, D.A., Wright, H.M., and Thompson, C.J. 1982. pIJ101, a multicopy broad host-range *Streptomyces* plasmid : function analysis and development of DNA cloning vector. Mol. Gen. Genet. 185 : 223-238.

Lawlis, V.B., Dennis, M.S., Chen, E.Y., Smith, D.H., and Henner, D.J. 1984. Cloning and sequencing of xylose isomerase and xylulose kinase gene of *Escherichia coli*. Appl. Environ. Microbiol. 47 : 15-21.

Lee, C., Bhatnagar,., Saha, B.C., Lee, Y.E., Takagi, M., Imanaga, T., Bagdasarian, M., and Zeikus, J.G. 1990. Cloning and expression of *Clostridium thermosulfurogenes* glucose isomerase gene in *Escherichia coli* and *Bacillus subtilis*. Appl. Environ. Micrrobiol. 56 : 2638-2643.

Lowry,O.H., Rosebrough,N.J., Farr,A.L., and Randall,R.J. 1951. Protein measurement with the folin phenol reagent. J. Biol. Chem. 193: 265-275.

Malpartida, F., and Hopwood, D. A. 1984. Molecolar cloning of the whole biosynthetic pathway of a *Streptomyces* antibiotic and its expression in a heterologous. Nature. 309 : 462-464.

Maniatis, T., Fritsch, E.F., and Sambrook, J. 1982. Molecular cloning : a laboratory manual. 2nd ed. New York : Cold Spring Harbor Laboratory Press.

Marcell, T., Drocurt, D., and Tiraby, G. 1987. Cloning of the glucose isomerase (D-xylose isomerase) and xylulose kinase gene of *Streptomyces violaceoniger*. Mol. Gen. Genet. 208 : 121-126.

Marshall, R.O., and Kooi, E.R. 1957. Enzymatic conversion of D-glucose to D-fructose. Science. 125 : 648-649.

Mondou, F. , Shareck, F. , Morosoli , R., and Kluepfel ,D. 1986. Cloning of the xylanase gene of *Streptomyces lividans*. Gene. 49: 32-329.

Mortlock, R.P., and Wood, W.A. 1964. Metabolism of pentose and pentitols by *Aerobacter* aerogenes 1. Demonstration of pentose isomerase , pentulokinase and pentitol dehydrogenase enzyme families. J. Bacteriol. 88 : 838-844.

Nakano, M. M., Mashiko, H., and Ogawara, H. 1984. Cloning of the kanamycin resistance gene from a kanamycin-producing *Streptomyces* species. J. Bacteriol. 157 : 79-83.

Natake, M., and Yoshimura, S. 1963. Studies on glucose isomerase of bacteria. Part I. Formation of glucose isomerase by *Aerobacter* aerogenes, strain HN-56, and its relationship to xylose isomerase. Agric. Biol. Chem. 27 : 342-348.

Ochi, K., Hitchcock, M.J.M., and Katz, E. 1979. High-frequency fusion of *Streptomyces parvulus* or *Streptomyces antibioticus* protoplast induced by polyethylene glycol. J. Bacteriol. 139 : 984-992.

Pinphanichakarn, P. 1991. Glucose isomerase gene cloning in *Streptomyces*. A report submitted to National Reserch Council of Thailand and International Center of Cooperative Reserch in Biotechnology, Osaka University, Japan.

Saari, G.C., Kumar, A.A., Kawasaki, G.H., Insley, M.Y., and O'Hara, P.J. 1987. Sequence of the *Ampullariella* sp. strain 3876 gene coding xylose isomerase. J. Bacteriol. 169 : 612-618.

Schellenberg, G.D., Sartly, A., Larson, A.E., Backer, M.P., Crabb, J.W., Linstrom, M., Hall, B.D., and Furlong, C.E. 1984. Xylose isomerase from *Escherichia coli*. J, Biol. Chem. 259 : 6826-6832.

Schrempf, H. 1982. Plasmid loss and changes within the chromosomal DNA of *Streptomyces reticuli*. J. Bacteriol. 151 : 701-707.

Shamanna, D.K., and Sanderson, K.E. 1979a. Uptake and catabolism of D-xylose in *Salmonella typhimurium* LT2. J. Bacteriol. 139 : 64-70.

_____, and Sanderson, K.E. 1979b. Genetics and regulation of D-xylose utilization in *Salmonella typhimurium* LT2. J. Bacteriol. 139 : 71-79.

Stevis, P.E., and Ho, N.W.Y. 1985. Overproduction of D-xylose isomerase in *Escherichia coli* by cloning the D-xylose isomerase gene. Enzyme Microb. Technol. 7 : 592-596.

Thompson, C.J., Ward, J. M., and Hopwood, D. A. 1980. DNA cloning in *Streptomyces* : resistance genes from antibiotic-producing spicies. Nature. 286 : 525-527.

_____, C.J., Ward, J. M., and Hopwood, D. A. 1982. Cloning of Antibiotic resistance and nutritional genes in *Streptomycetes*. J.Bacteriol. 157 : 668-677.

Tiraby, G., Drocourt, D., Reynes, P.J., Farber,K.G., Glasfeld,A., Ring, D. and Petsko, A.G. 1989. Genetic, enzymatic, and crystallographic studies of the glucose isomerases of two *Streptomyces* species. In C.L. Hershberger, S.W. Queener, and G. Hegeman(eds.), Genetics and molecular biology of industrial microorganism. Washington, D.C. : American Scociety for Microbiology. : 119-126.

Tsumura, N., and Sato, T. 1965. Enzymatic conversion of D-glucose to D-fructose. Part VI Properties of the enzyme from *Streptomyces phaeochromogenus*. Agri. Biol. Chem. 29 : 1129-1134.

Wilhelm, M. and Holenberg, C.P. 1984. Selective cloning of *Bacillus subtilis* xylose isomerase and xylulokinase in *Escherichia coli* genes by IS5 mediated expression. EMBO Journal. 3 : 2555-2560.

_____, and Holenberg, C.P. 1985. Nucleotide sequence of the *Bacillus subtilis* xylose isomerase gene : extensive homology between *Bacillus* and *Escherichia coli* enzyme. Nucleic. Acid. Res. 13 : 5717-5722.

Wong, H.C., Ting,Y., Lin, H-C., Reichert, F., Myambo, K., Watt, W.K.K., Toy, L.P. and Drummond, J.R. 1991. Genetic organization and regulation of the xylose degradation genes in *Streptomyces rubiginosus*. J. Bacteriol. 173 : 6849-6858.

Yoshimura, S., Danno, G, and Nataka, M. 1966. Studies on D-glucose isomerizing activity of D-xylose grown cells from *Bacillus coagulans* strain HN-68. Part I. Description of the strain and condition for formation of the activity. Agri. Biol. Chem. 30 : 1015-1023.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

อาหารเลี้ยงเชื้อ

ก.1 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสูตร MS

มานิทอล (mannitol)	20	กรัม
ถั่วเขียวบดละเอียด	20	กรัม
วุ้น (agar)	18	กรัม

เติมน้ำประปาและน้ำกลั่น 2 ส่วน เท่า ๆ กันจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

ก.2 อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว YEME

ซูโครส (sucrose)	340	กรัม
กลูโคส (glucose)	10	กรัม
เปปโตน (peptone)	5	กรัม
ยีสต์เอกซ์แทรค (yeast extract)	3	กรัม
มอล์ตเอกซ์แทรค (malt extract)	3	กรัม
แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.7H_2O$)	1.15	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

ก.3 อาหารเลี้ยงเชื้อเหลวสำหรับตรวจสอบแอคติวิตีของกลูโคสไอโซเมอเรส

ไซโลส (xylose)	6	กรัม
เปปโตน (peptone)	10	กรัม
ยีสต์แอกซ์แทรค (yeast extract)	5	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	1	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

ก.4 อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งสำหรับรีเจนเนอเรทโปรโตพลาสท์ R2YE

ส่วนที่ 1 R2A

กลูโคส (glucose)	20	กรัม
กรดคาซามิโน (casamino acids)	0.2	กรัม
โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)	0.5	กรัม
แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.7H_2O$)	20.2	กรัม
แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$)	5.9	กรัม
วุ้น (agar)	44	กรัม
trace element solution*	4	มล.

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

* trace element solution

ซิงค์คลอไรด์ ($ZnCl_2$)	40	มก.
เฟอริกคลอไรด์ ($FeCl_3.6H_2O$)	200	มก.
คิวปริกคลอไรด์ ($CuCl_2.2H_2O$)	10	มก.
แมงกานีสคลอไรด์ ($MnCl_2.4H_2O$)	10	มก.
โซเดียมเตตราบอเรท ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)	10	มก.
แอมโมเนียมโมลิบเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)	10	มก.

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

ส่วนที่ 2 R2B

ซูโครส (sucrose)	203	กรัม
ยีสต์แอกซ์แทรค (yeast extract)	10	กรัม
TES (N-tris (hydroxymethyl) methyl-2-aminoethane sulfonic acid)	11.5	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

หลังจากนึ่งอบฆ่าเชื้อแล้ว ผสมส่วนที่ 1 และ 2 ปริมาตรเท่า ๆ กัน แล้วเติม 0.5% โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4) 1 มล./สารละลาย 200 มล.

ก.5 อาหารเลี้ยงเชื้อเหลว LB

กลูโคส (glucose)	1	กรัม
ทริปโตน (tryptone)	10	กรัม
ยีสต์เอกซ์แทรค (yeast extract)	5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	5	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

บัฟเฟอร์ และ สารเคมี

ข.1 บัฟเฟอร์ P

ซูโครส (sucrose)	103	กรัม
โปตัสเซียมซัลเฟต (K_2SO_4)	0.25	กรัม
แมกนีเซียมคลอไรด์ ($MgCl_2.6H_2O$)	2.02	กรัม
trace element solution (ภาคผนวก ก.4)	2	มล.

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 800 มล. หลังจากนึ่งฆ่าเชื้อแล้ว เติม

0.5% โปตัสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	1	มล.
3.68% แคลเซียมคลอไรด์ ($CaCl_2.2H_2O$)	10	มล.
5.73% TES(N-Tris(hydroxymethyl) methyl-2-aminoethane sulfonic acid)	10	มล.

ข.2 สารละลายสำหรับไลโซไซม์ (lysozyme solution)

ซูโครส (sucrose)	0.3	โมลาร์
ทริสมาเบส (Trisma base)(pH 8.0)	25	มิลลิโมลาร์
EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) (pH 8.0)	25	มิลลิโมลาร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.3 บัฟเฟอร์สำหรับการเชื่อมดีเอ็นเอปลายทู่

ทริสมาไฮโดรคลอไรด์ (Trisma-HCl)pH 7.8	50	มิลลิโมลาร์
แมกนีเซียมคลอไรด์	5	มิลลิโมลาร์
บีตาเมอแคปโตเอทานอล (β-mercaptoethanol)	10	มิลลิโมลาร์
ATP (Adenosin triphosphate)	0.5	ไมโครโมลาร์
PEG 6000	10	%

ข.4 บัฟเฟอร์ TE

ทริสมาไฮโดรคลอไรด์(Trisma-HCl)pH 8.0	10	มิลลิโมลาร์
Na_2EDTA (disodium ethylenediaminetetraacetic acid) pH 8.0	1	มิลลิโมลาร์

ข.5 ฟีนอลคลอโรฟอร์ม

ฟีนอล (phenol)	5	กรัม
คลอโรฟอร์ม (chloroform)	5	มล.
น้ำกลั่น	1	มล.
ไฮดรอกซีควิโนลิน (8-hydroxyquinoline)	5	มก.

ข.6 บัฟเฟอร์ TA (tris-acetate buffer)

เตรียมเข้มข้น 5 เท่า

ทริสมาเบส (Trisma base)	24.2	กรัม
กรดอะซีติคเข้มข้น (gracial acetic acid)	5.71	มล.
0.5 โมลาร์ EDTA (ethylenediaminetetraacetic acid) (pH 8.0)	10	มล.

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 1 ลิตร ก่อนใช้เจือจางด้วยน้ำกลั่น 5 เท่า

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.7 สีติดตาม (tracking dye)

เตรียมเข้มข้น 5 เท่า

ซูโครส (sucrose)	60	%
โบรโมฟีนอลบลู (bromophenol blue)	0.25	%
ทริสมาไฮโดรคลอไรด์ (Trisma hydrochloride) pH 8.0	100	มิลลิโมลาร์
Na_2EDTA (disodium ethylenediaminetetraacetic acid)	0.5	มิลลิโมลาร์
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	100	มิลลิโมลาร์

ข.8 ชุดแยกแถบดีเอ็นเอออกจากเจล GENECLEAN kit ประกอบด้วย

- สารละลายโซเดียมไอโอไดด์ (NaI)
- สารละลาย NEW
- GLASSMILK

ข.9 25% polyethylene glycol (PEG)

ชั่ง PEG (น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 1000) 1 กรัม นำไปนึ่งฆ่าเชื้อ ก่อนใช้เติมบัฟเฟอร์ P ปริมาตร 3 มล. จากนั้นนำไปอุ่นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ประมาณ 10 นาที

ข.10 1 โมลาร์ ทริสมาไฮโดรคลอไรด์ (trisma hydrocloride)pH 7.5

ทริสมาเบส (Trisma base)	121.1	กรัม
น้ำกลั่น	800	มล.
กรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น (concentrated HCl)	65	มล.

ปรับ pH ให้เท่ากับ 7.5 แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

ข.11 3 โมลาร์ โซเดียมคลอไรด์ (sodium cloride)

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	175.32	กรัม

ละลายในน้ำกลั่นแล้วปรับปริมาตรให้เป็น 1 ลิตร

ข.12 ชุดติดฉลากและตรวจหาดีเอนเอด้วยสารปลอดรังสี ประกอบด้วย

- Labelling reagents
- Hybridization buffer
- Blocking agent
- Detection reagents

ข.13 สารละลาย SSC

เตรียมเข้มข้น 20 เท่า

โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	175.3	กรัม
โซเดียมซิเตรท (sodium citrate)	88.2	กรัม
น้ำกลั่น	600	มล.

ปรับ pH ให้เท่ากับ 7.0 แล้วเติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

ข.14 Primary wash buffer

ยูเรีย (Urea)	360	กรัม
โซเดียมโดเดซิลซัลเฟต (sodium dodecyl sulfate)	4	กรัม
สารละลาย SSC เข้มข้น 20 เท่า	25	มล.

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

ข.15 Secondary wash buffer

สารละลาย SSC เข้มข้น 20 เท่า	100	มล.

เติมน้ำกลั่นให้ได้ปริมาตร 1 ลิตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข.16 สารละลายสำหรับวิเคราะห์โปรตีนตามวิธีของ Lowry

Lowry A

โซเดียมคาร์บอเนต (Na_2CO_3)	60	กรัม
โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH)	12	กรัม
โซเดียมโปตัสเซียมทาร์เทรท ($C_4H_4KNaO_6.4H_2O$)	0.6	กรัม

เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตร 3 ลิตร

Lowry B

คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4$)	5	กรัม
น้ำกลั่น	1	ลิตร

Lowry C

Lowry A	50	ส่วน
Lowry B	1	ส่วน

Lowry D (phenol reagent)

สารละลาย Folin phenol reagent	1	ส่วน
น้ำกลั่น	1	ส่วน

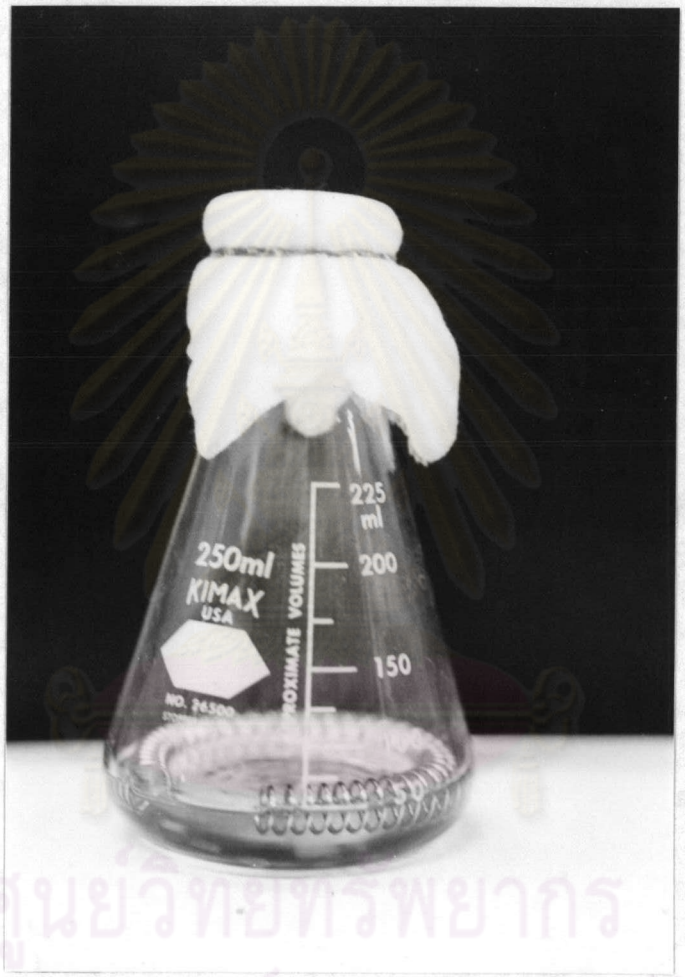
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

อุปกรณ์อื่น ๆ

ค.1 ชุดกรองสปอร์และโปรโตพลาสท์ของ Streptomyces

ค.2 ลักษณะการวางขดลวดสปริงที่กันขวดสำหรับการเลี้ยงเชื้อ Streptomyces



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ค.3 ถุงไดอะไลซีสสำหรับจับดีเอ็นเอ

ตัดถุงไดอะไลซีสยาว 5 ซม. นำไปต้มใน 1 มิลลิโมลาร์ EDTA ประมาณ 30 นาที ล้างด้วยน้ำกลั่นปลอดเชื้อหลายๆครั้ง แช่ในน้ำกลั่นเก็บที่ 4 องศาเซลเซียส

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว ยุวดี ตาลาวนิช เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพฯ ได้รับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาจุลชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย