เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ทิพย์สุภา มาลัย . 2535. การพัฒนาเทคนิคการย้อมแอคติวิตีของเอนไซม์ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรสบนแผ่นเจล. รายงานวิชา senior project.

จิราพร โรจน์ทินกร. 2537. การเตรียมแอนติบอดีต่อเอนไซม์ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรสจาก *Bacillus* A11. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วัลยา เตชชัยกุล. 2534. การผลิตและศึกษาสมบัติของเอนไซม์ไซโคลเดกซ์ทริน กลูคาโนทรานสเฟอเรสจาก *Bacillus spp.* วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วรรณรัตน์ คุตติอาชีวะ. 2537. การตรึงเอนไซม์ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรส บนตัวค้ำอนินทรีย์ . วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อุไรวรรณ รัชธร. 2536. การผลิตเอนไซม์ไซโคลเดกซ์ทรินไกลโคซิลทรานสเฟอเรสในถังหมักและการตรึงเอนไซม์บน DEAE เซลลูโลส. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

Affinity chromatography. 1979. Pharmacia, Uppsala, Sweden.

Abelyan, V.A., Yamamoto, T., and Afrikyan, E.G. 1994. Isolation and characterization of cyclodextrin glucanotransferases using cyclodextrin polymers and their derivatives. Biochemistry (Moscow). 59: 573-579.

Andersson, K.K., Benyamin, Y., and Douzou, P. 1979. The effects of orgenic solvents and temperature on desorption of yeast 3-phosphoglycerate kinase from immunoadsorbent. J. Immunol. Methods. 25:375-381.

Bender, H. 1977. Cyclodextrin glucanotransferase von *Klebsiella pneumoniae* I. synthese, reinigung und eigenshaften des enzyme von *Klebsiella pneumoniae* M5a1. Arch. Microbiol. 111 : 271-282.

_____ . 1982. Enzymology of the cyclodextrins. In J. Szejtli (ed.), Proceeding of the first international symposium on cyclodextrins. pp. 77-87, Hungary: Akademiai Kiado.

_____ . H. 1986. Production, characterization and application of cyclodextrins. Adv. Biotech. Proc. 6 : 31-71.

_____ . H. 1990. Molecular structure and reaction mechanism of cyclodextrin. glycosyltransferase. Proceeding of the fifth international symposium on cyclodextrin. : 39-45.

Bibi, E. 1989. Purification of TEM 1 β-lactamase by immunoaffinity chromatography. J. Biochem. 263: 309-311.

Bradford, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein - dye binding. Anal. Biochem. 72 : 248-254.

Chase, H.A. 1983. Affinity separations utilising immobilised monoclonal antibodies : A new tool for the biochemical engineer. J. Chem. Eng. Sci. 39 : 1099-1025.

Davis, B.J. 1964. Disc eletrophoresis II. Ann. N.Y. Acad. Sci. 121 : 404-427.

Depinto, J.A., and Campbell, L.L. 1968. Purification and properties of the amylases of *Bacillus macerans*. Biochemistry. 7: 121-125

Doellgast, G.J., and Plaut, A.G. 1976. Purification of human IgA by salt - mediated hydrophobic chromatography. Immunochemistry. 13: 135-139.

Ehle, H., and Horn, A. 1990. Immunoaffinity chromatography of enzymes. Bioseparations. 1 : 97-110.

Eijk, H.G., and Noort, W.L. 1976. Isolation of rat transferrin using CNBr-activated Sepharose 4B. J.Clin. Chem. Clin. Biochem. 14: 475-478.

Ensuiko. 1994. Stabilization of natural colors by cyclodextrin. Japan. (Mimeographed)

Eveleigh, J.W., and Levy, D.E. 1977. Immunochemical characteristics and preparative application of agarose based immunosorbents. J. Solid-phase Biochem. 2: 45-78.

Frankel, M.E., 1980. Monoclonal antibodies. Plenum Publication., New York.

French, D. 1957. The schardinger dextrins. Carbohydr. Chem. 12 : 189-260.

Fromming, K.H. 1981. Cyclodextrin in pharmaceutical industry Proceedings of the first international symposium on cyclodextrins. Hungary : 367-376.

Fuwa, H. 1954. A new method for microdetermination of amylases activity by the use of amylose as the substrate. J. Biochem. 41 : 583-603.

Harlow, E., and Lane, D. 1988. Antibodies : A laboratory manual. Cold spring harbor publication., New York.

Hashimoto, H. 1988. Application of cyclodextrins to foods, toiletries and other products in Japan. Proceedings of the fourth international symposium on cyclodextrins. Germany : 533-544.

Horikoshi, K. 1971. A new production of alkalophilic enzyme by alkalophilic microorganisms. Agric. Biol. Chem. 35 : 1783-1791.

Hudson, L., and Hay, F.C. 1976. Practical immunology. Blackwell. Sci. Pub., Oxford.

Janssen. 1992. Encapsin HPB biotech N.V. drug delivery systems. Belgium (Mimeographed)

Kato, T., and Horikoshi. K., 1984. Immobilized cyclomaltodextrin glucanotransferase of an alkalophilic *Bacillus sp.* No. 38-2. Biotechnol. Bioeng. 26 : 595-598.

Kennedy, J.F. 1987. Biotechnology. VCH Publishers. (UK).

Kitahata, S., and Okada, S. 1982. Purification and properties of the cyclodextrin glycosyltransferase from *Bacillus stearothermophilus* TC -60. Dimpun Kagaku 29 : 7-12.

Kitahata, S., and Okado, S. 1974. Action of cyclodextrin glycosyltranferase from *Bacillus megaterium* stain No. 5 on starch. Agric. Biol. Chem. 38 : 2413-2417.

Kobayashi, S., Kainuma, K., and Suzuki, S. 1978. Purification and some properties of *Bacillus macerans* cycloamylose (cyclodextrin) glucanotransferase. Carbohydrate Research 61 : 229-238.

Laemmli, U.K. 1970. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature. 227: 680.

Lane, A.G., and Pirt, S.J. 1973. Production of cyclodextrin glycosyltransferase by batch and chemostat culture of *Bacillus macerans* in chemically defined medium. J. Appl. Chem. Biotechnol. 23: 309-321.

Laszlo. E., Banky, B., Seres, G., and Szejtl:, J. 1981. Purification of cyclodextrin - glycosyltransferase enzyme by affinity chromatography. Starch 8 : 281-283.

Lee, K.C.P., and Tao, B.Y. 1994. High - Level Expression of Cyclodextrin glycosyltransferase in *Escherichia.coli* using a T 7 promoter expression system. Starch. 46 :67-74.

Melchers, F., and Messer, W. 1970. The activation of mutant β-galactosidase by specific antibodies. Purification of eleven antibody activatable mutant proteins and their subunits on Sepharose immunosorbents. Determination of the molecular weights by sedimentation analysis and acrylamide gel electrophoresis. Eur. J. Biochem. 17 : 267-272.

Nakamura, N., and Horikoshi, K. 1976. Characterization and some cultural conditions of a CGTase - producing alkalophilic *Bacillus sp.* Agric. Biol. Cham.. 40 : 753-757.

Nomoto, M., Chen, C.C., and Sheu, D.C. 1986. Purification and characterization of cyclodextrin glucanotransferase from alkalophilic bacterium of Taiwan. Agric. Biol. Chem. 50 : 2701-2707.

Ouchterlony, O., and Nilsson, L.A. 1974. Immunodiffusion and immunoelectrophoresis. handbook of experimental immunology. Vol. 3, 2nd ed. Blackwell scientific publication: England

Park, C.S., Park, K.H., and Kim, S.H. 1989. A rapid screening method for alkaline β - cyclodextrin glucanotransferase using phenolphthalein - methyl orange containing - solid medium. Agric. Biol. Chem. 53 : 1167-1169.

Pongsawasdi, P., and Yagisawa, M. 1988. Purification and some properties of cyclodextrin glucanotransferase from *Bacillus circulans*. Agric.Biol. Chem. 52: 1099-1103.

Pongsawasdi, P., and Yagisawa, M. 1987. Screening and identification of a cyclodextrin glucanotransferase - producing bacteria. J. Ferment. Technol. 65 : 463-467.

Schmid, G. 1989. Cyclodextrin glycosyltransferase production; yield enhancement by overproduction of cloned genes. TIBTECH. 17 : 244-248

Sell, S. 1987. Basic immunology. Elsevier Pub., New York.

Stankus, R.P., and Lelic, G.A. 1976. Affinity-immunoadsorbent fractionation of rat anti-streptococcal A carbohydrate antibodies of restricted heterogeneity. J. Immunol. Methods. 10 : 307-316.

Stames, R.L. 1990. Industrial potential of cyclodextrin glycosyltransferase. Cereal Foods World. 35 : 1014-1099.

Szejtli:, J. 1989. Downstream processing using cyclodextrins. TIBTECH. 7 : 170-174.

Szejtli:, J. 1988. Cyclodextrin technology. Hungary : Chinoin Pharmaceutical Chemical works.

Villette, R., Looten. P.J., and Bouquelet S.J.L. 1991. Fast purification of cyclodextrin - glycosyltransferase from *Bacillus circulans* E 192 by affinity chromatography using and epichlorhydrin-reticulated copolymer of beta-cyclodextrin. Chromatographia. 32 : 341-344.

Wacker. 1994. Cyclodextrins and derivatives. USA (Mimeographed)

Wagner, C.J., Wilson, C.W., and Shaw, P.E. 1988. Reduction of grapefruit bitter components in a fluidized beta-cyclodextrin polymer bed. J. Food Sci. 53 : 516-518.

Wilson, t., Reichlin, A.L., and Noble, R.W. 1976. Isolation and characterization of low and high affinity goat antibodies directed to single antigonic sites on human hemoglobin Immunochemistry. 13: 921-927

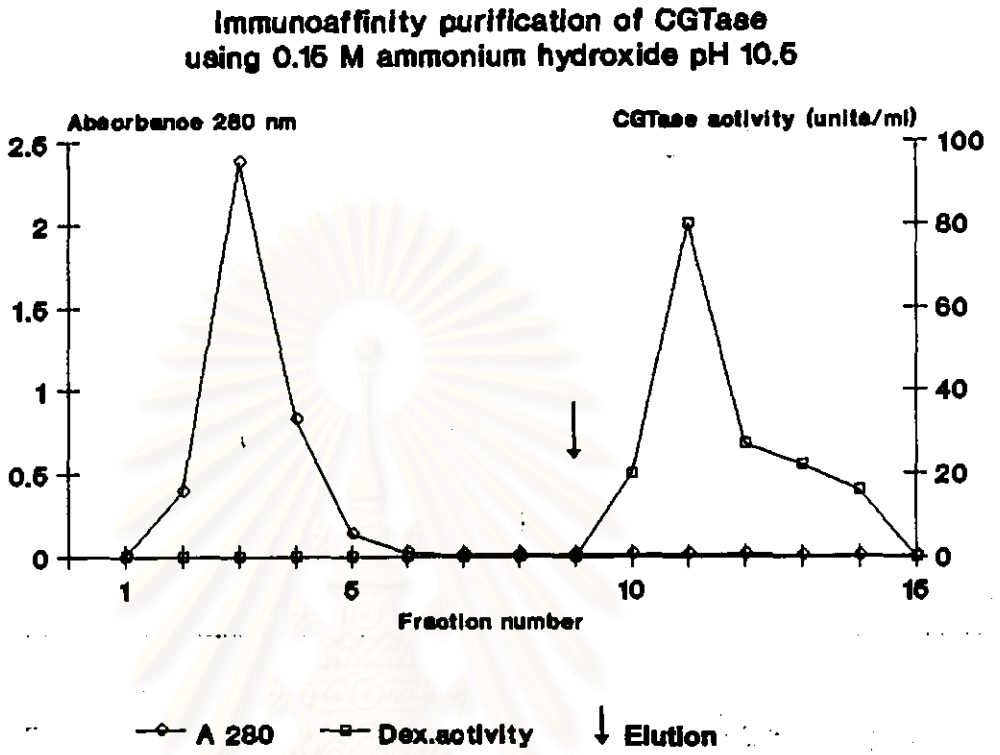
Yagi, Y., Kouno, K., and Inui, T. 1980. A process for producing cyclodextrins. Dur. Patent, o, 017, 242

Yamamoto, M., Tanaka, Y., and Horikoshi, K. 1972. Alkaline amylases of alkalophilic bacteria. Agric. Biol. Chem. 36: 1819-1823.

Zoller, M., and Matzku, S. 1976. Antigen and antibody purification by immunoadsorption : elimination of non - biospecifically bound proteins. J. Immunol. Methods. 11: 287-295

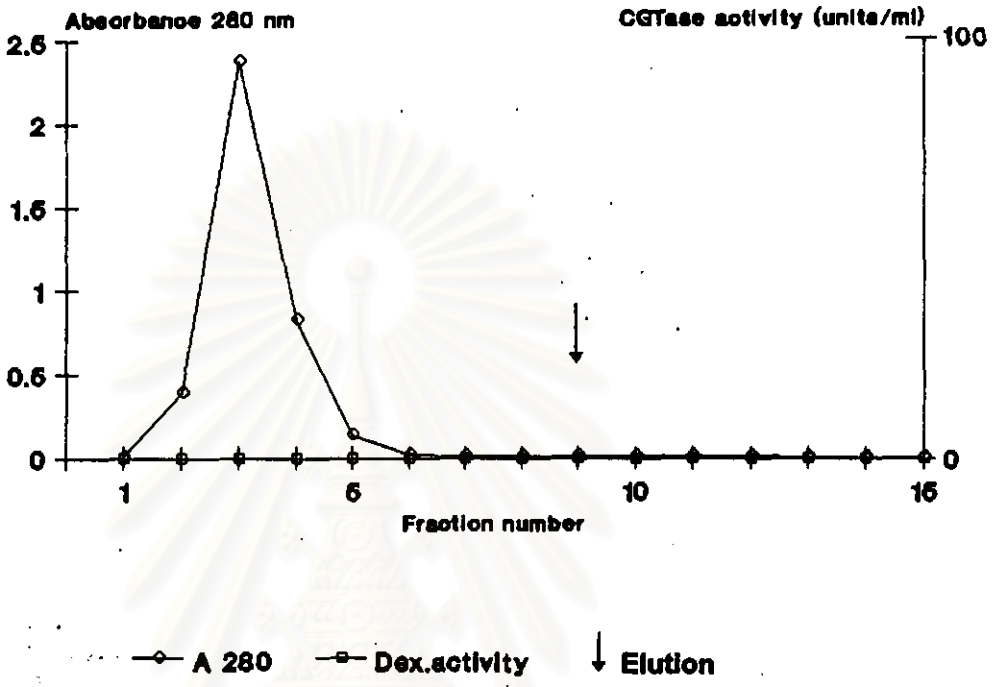
ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



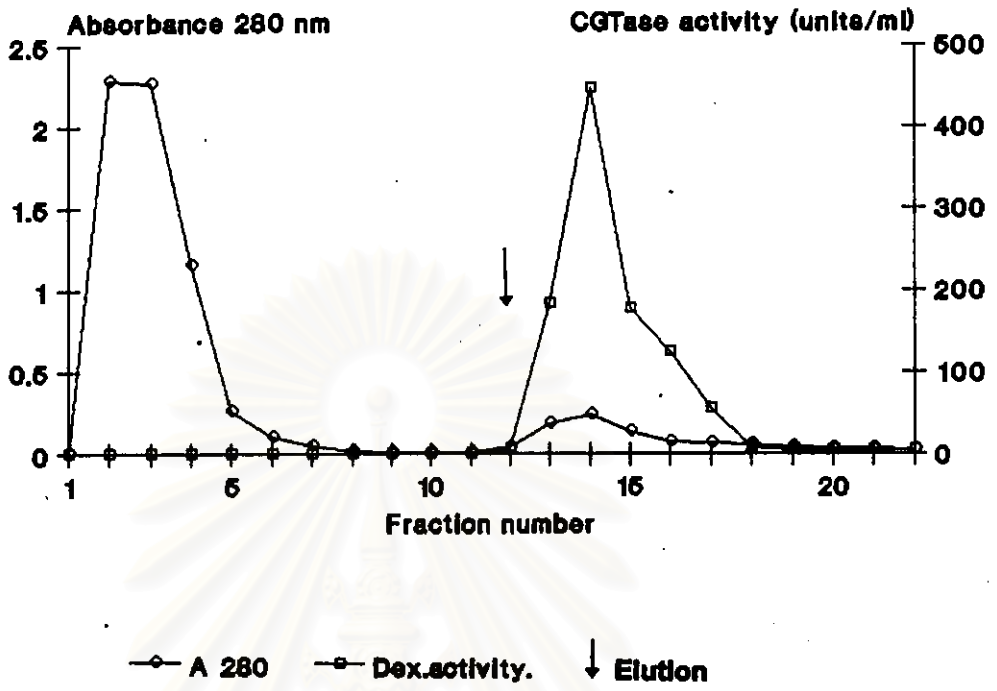
ภาคผนวกที่ 1 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 และชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง) อัตราการชะ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



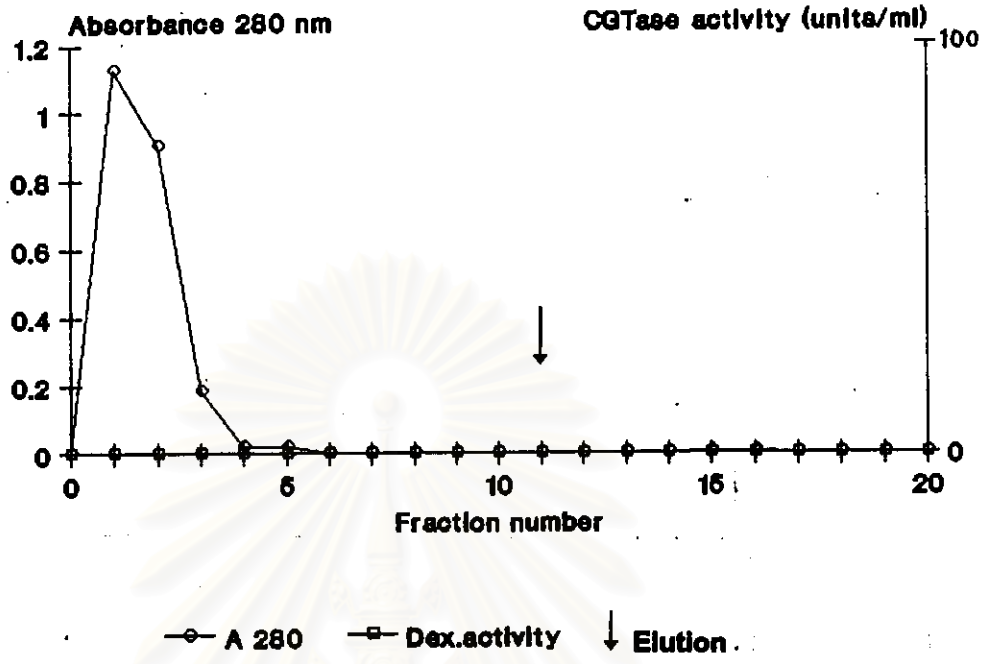
ภาคผนวกที่ 2 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่อุณหภูมิ 4 °ซ

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 3 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 และชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 4 °ซ) อัตราการชะ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



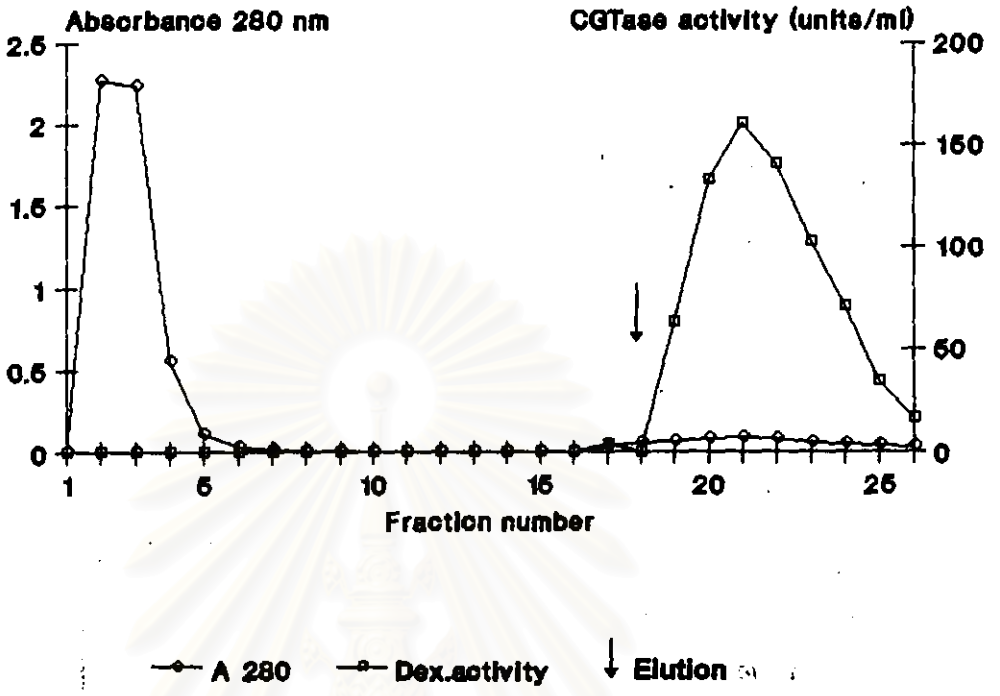
ภาคผนวกที่ 3 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มีโซเดียมไธโอไซยาเนต 3.5 โมลาร์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มีโซเดียมไธโอไซยาเนต 3.5 โมลาร์ (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง) อัตราการชะ 0.3 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



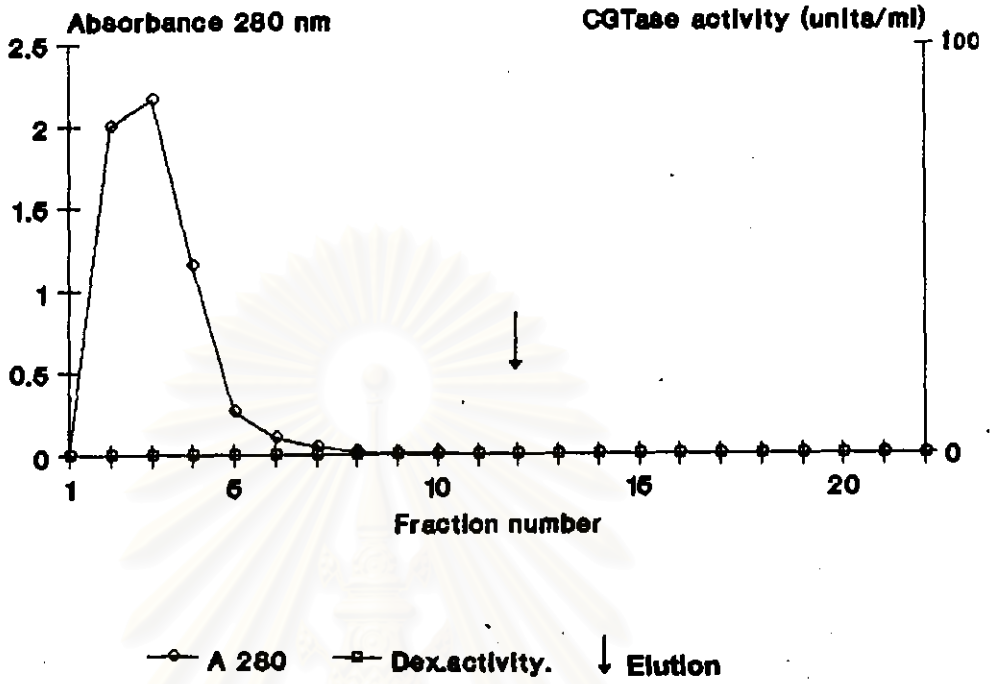
ภาคผนวกที่ 4 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนดิบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มียูเรีย 4 โมลาร์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนดิบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มียูเรีย 4 โมลาร์ (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง) อัตราการชะ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



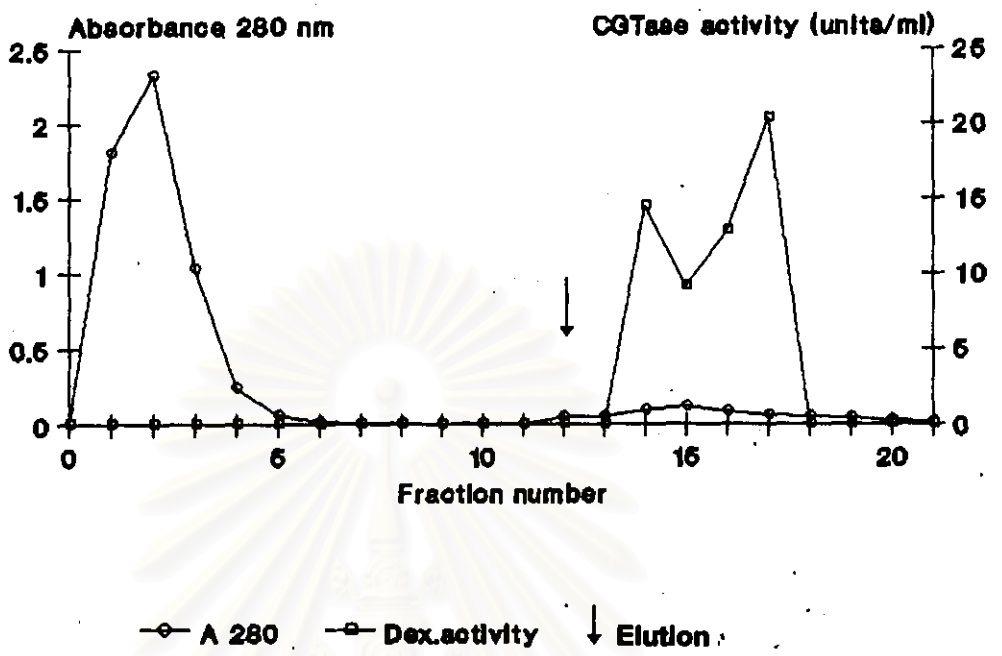
ภาคผนวกที่ 5 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มียูเรีย 4 โมลาร์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มียูเรีย 4 โมลาร์ (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง) อัตราการชะ 0.3 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



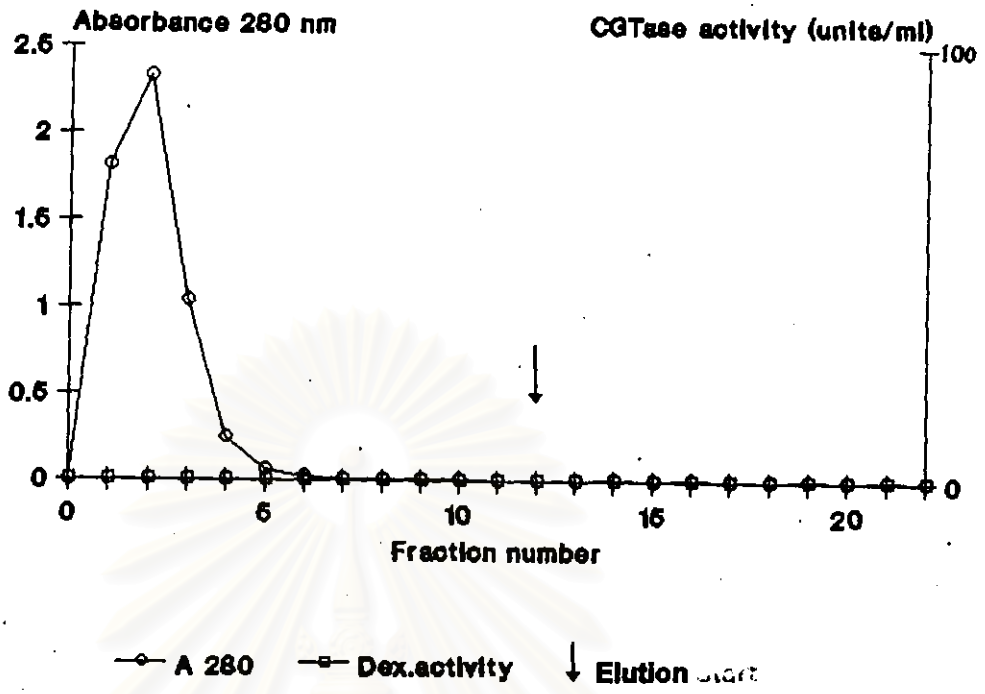
ภาคผนวกที่ 6 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีไดออกเซน 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีไดออกเซน 10 เปอร์เซนต์ อัตราการชะ 0.3 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



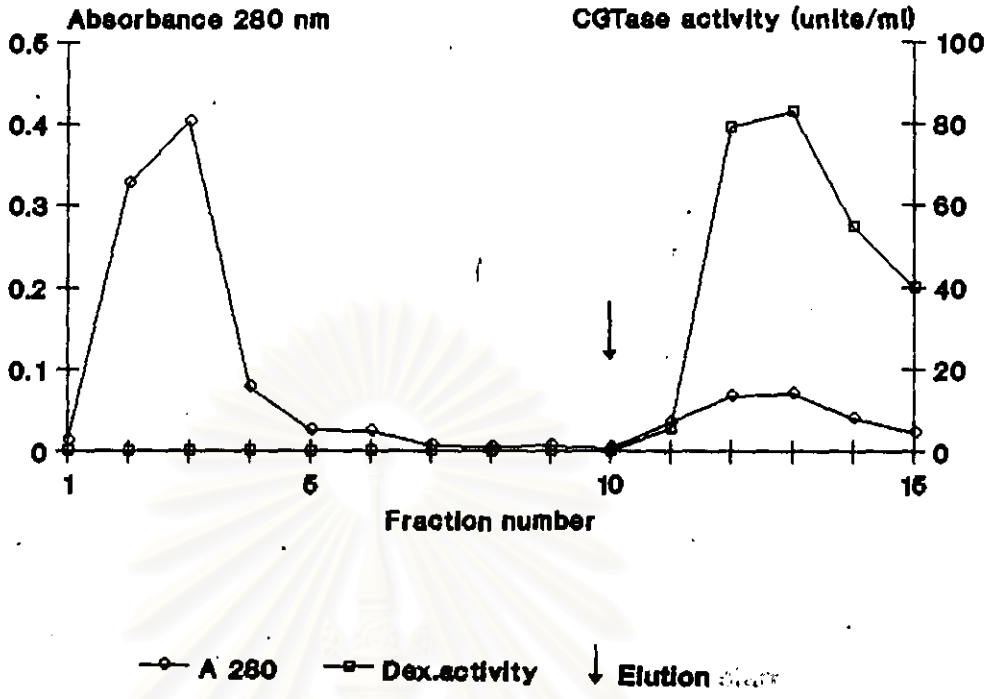
ภาคผนวกที่ 7 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มีไดออกเซน 10 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเตทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายแอมโมเนียมไฮดรอกไซด์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 10.5 ที่มีไดออกเซน 10 เปอร์เซนต์ อัตราการชะ 0.3 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



ภาคผนวกที่ 8 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนติบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีเบต้าไซโคลเดกซ์ทริน 1 เปอร์เซนต์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร (ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนติบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสารละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีเบต้าไซโคลเดกซ์ทริน 1 เปอร์เซนต์ อัตราการชะ 0.3 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร



ภาคผนวกที่ 9 การแยกเอนไซม์ CGTase ด้วยแอนดิบอดีคอลัมน์ ชะด้วยสารละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมไธโอไซยาเนต 3.5 โมลาร์ ที่อุณหภูมิห้อง

ผ่านสารละลายเอนไซม์ที่ได้จากการทำให้บริสุทธิ์บางส่วน ปริมาตร 1.5 มิลลิลิตร(ปริมาณโปรตีน 1.7 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) ลงในแอนดิบอดีคอลัมน์ (ขนาด 0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ล้างด้วยสารละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมคลอไรด์ 0.5 โมลาร์ และชะด้วยสาร ละลายอะซิเดทบัฟเฟอร์ 50 มิลลิโมลาร์ pH 6.0 ที่มีโซเดียมไธโอไซยาเนต 3.5 โมลาร์ (ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิห้อง) อัตราการชะ 0.5 มิลลิลิตรต่อนาที เก็บแยกส่วนหลอดละ 2 มิลลิลิตร

ภาคผนวกที่ 10 สรุปผลการชะเอนไซม์ CGTase จากแอนดิบอดีคอลัมน์ (0.6 x 1.2 เซนติเมตร) ด้วยสารชะชนิดต่างๆ ทำการชะที่อุณหภูมิห้อง

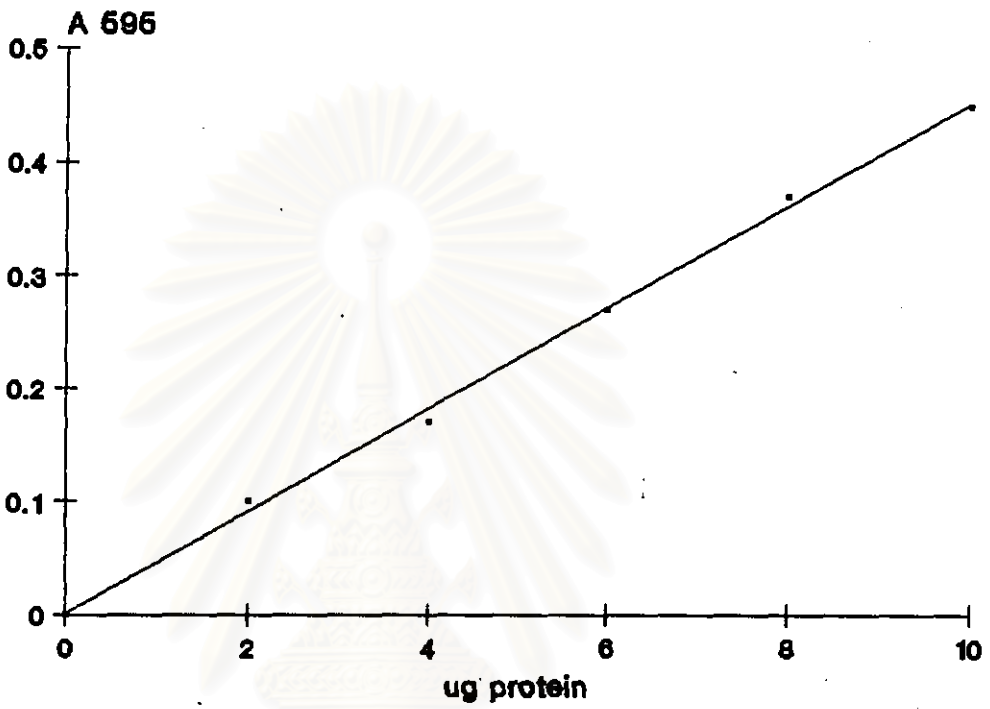
Eluent	Flow rate (ml/min.)	Enzyme yield (%)	Purification fold
1. ammonium hydroxide 50 mM, pH 10.5	0.5	29	137
2. ammonium hydroxide 50 mM, pH 10.5	0.5	-	-
3. sodium acetate buffer 50 mM, pH 6.0 + NaSCN 3.5 M	0.5	11	80
4. sodium acetate buffer 50 mM, pH 6.0 + Urea 4 M	0.5	-	-
5. ammonium hydroxide 50 mM, pH10.5 + Urea 4 M	0.3	35	126
6. ammonium hydroxide 50 mM, pH 10.5 + NaSCN 3.5 M	0.3	51	90
7. sodium acetate buffer 50mM, pH 6.0 +Dioxane 10 %	0.3	-	-
8. ammonium hydroxide 50 mM, pH 6.0+Dioxane10%	0.3	1	-
9. sodium acetate buffer 50 mM,	0.3	-	-

pH 6.0 + β-CD 1 %			
10. ammonium hydroxide 50 mM, pH 10.5 + NaSCN 3.5 M	0.1	90	111
11. ammonium hydroxide 50 mM, pH 10.5 + NaSCN 3.5 M**	0.1	45	155

* ขั้นตอนการชะทำการทดลองที่อุณหภูมิ 4 °ซ

** คอลัมน์ขนาด 0.8 x 4.5 เซนติเมตร

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวกที่ 11 กราฟมาตรฐานสำหรับการหาปริมาณโปรตีนโดยวิธี micro method ของ Bradford (วิธีทดลองการหาปริมาณโปรตีน หน้า 30) ใช้ความเข้มข้นของปริมาณโปรตีนมาตรฐานอัลบูมินซีรั่มวัว (BSA) เท่ากับ 0-10 ไมโครกรัม วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร

ประวัติผู้เขียน

นายพรชัย แซ่กิม เกิดวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2512 จบการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาจุลชีววิทยา จากคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ เมื่อปี พ.ศ. 2536 และ เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย