รายการอ้างอิง

1. Crowell, G. L. การเสริมกรดอะมิโนในอาหารสุกร. แปลโดย ธุรกิจอาหารสัตว์. 4 , 10 : 85-96.

2. Howe, E. E., Jansen, G. R. and Gilfillan, E. W. 1965. Amino Acids Supplementation of Cereal Grains as Related to the World Food Supply. Am. J. Clin. Nutr. 16 : 315-320.

3. Altschul, A. M. 1974. Fortification of Foods with Amino Acid. Nature. 248 : 643-646.

4. Hermann, T. 2001 Industrial Production of Amino Acids by Coryneform Bacteria. J. Biotechnol. 104 : 155-172.

5. Agricultural Research Council (ARC) . 1981. การผลิตอาหารเลี้ยงสุกรยุคใหม่. แปลโดย อุทัย คันโธ. 16 , 63 : 15-23.

6. "อายิโนะโมะโต๊ะ 25 ปีแห่งความสำเร็จในประเทศ". เดลินิวส์ วันจันทร์ที่ 28 เมษายน 2528 หน้า 13.

7. นิรนาม. 2530. ชมโรงงานแอล-ไลซีน. สัตว์เศรษฐกิจ. 86 : 66-72.

8. Ajinomoto. กรดอะมิโนสำหรับอาหารสัตว์[online].(n.d.) Available from : http://www.ajinomoto.co.th/th_product_g_061.shtml [2004, June 21]

9. Tosaka, O., Enei, H. and Hirose, Y. 1983. The Production of L-lysine by Fermentation. Trends. Biotechnol. 1:70-74.

10. Roger, P. L., Won, H. B. and Cail, R.G. 1989. The Potential for L-lysine Production in Australia: A New Assessment. Aust. J. Biotechnology. 3:126-142.

11. Kusumoto, I. 2001. Industrial Production of L- glutamine. J. Nutr. 131 : 2552S-2555S.

12. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. สำนักงาน. แอล-ไลซีนโมโนไฮโดรคลอไรด์สำหรับเติมในอาหารสัตว์. กรุงเทพมหานคร : กระทรวงอุตสาหกรรม. 2535 (อัดสำเนา).

13. Jetten, M.S.K., Gubler, M.E., McCormick, M.M., Colon, G.E., Follettie ,M.T. and Sinskey, A.J. 1993. Molecular Organization and Regulation of The Biosynthetic Pathway for Aspartate Derived Amino Acids in Corynebacterium glutamicum, pp 97-104. In R.H. BaltZ, G.D, Hegeman and P.L. Skatrud (ed.), Industrial Microorganisms : Basic and Applied Molecular Genetics. Washington DC : American Soceity for Microbiology.

14. Barnett, G.C. 1985. Chemistry and Biochemistry of the Amino Acids. London :Chapman and Hall.

15. Cremer, J., Eggeling, L., and Sahm, H. 1991. Control of the Lysine Biosynthesis Sequence in *Corynebacterium glutamicum* as Analyzed by Overexpression of the Individual Corresponding Genes. Appl. Envi. Microbiol. 57 :1746-1752.

16. Demain, A.L. and Solomon1. N.A. 1985. Biology of Industrial Microorganisms. London : Benjamin/Cummins Publishing Company.

17. Stanbury, P.F. and Whitaker,A. 1984. Principles of Fermentation Technology. Oxford : Pergarmon Press.

18 . Shiio, I. and Sano, K. 1969. Microbial Production of L-lysine II. Production by Mutants Sensitive to Threonine or Methionine. J. Gen. Appl. Microbiol. 15 : 267-287.

19. Tosaka, O., Hirakawa, H and Takinami, K. 1979. Biosynthesis of L-lysine and L-threonine in *Brevibacterium* Part VII. Effect a Biotin on L-lysine Formation in *Brevibacterium lactofermentum*. Agric. Biol. Chem. 43 : 491-495.

20 . Sano, K. and Shiio, I. 1970. Microbial Production of L-lysine III. Production by Mutants Resistant to S-(2-aminoethyl)-L-cysteine. J. Gen. App. Mictobiol. 16 : 373-391.

21. Tosaka, O., Karasawa, M., Ikeda, S. and Yoshii, H. 1982. Amino Acid Fermentation II Recent in Amino Acid Fermentation. L-lysine Fermentation. Proc. 4 th Int. Symp. Genet. Ind. Microorg. P61. (Abstract)

22. เสาวนีย์ ธรรมสถิติ. 2547.แบคทีเรียทางเทคโนโลยีชีวภาพ : เซลล์และผลิตภัณฑ์ของเซลล์. โรงพิมพ์สถาบันพัฒนาสาธารณสุขอาเซี่ยน.

23. Sano, K. and Tsuchida, T. 1981. Microorganisms for Fermentation Production of L-lysine . Gen. Offen. Patent No. 3,027,922. (Abstract)

24. Miwa, K., Terabe, M., Ishida, M., Matsui, H. and Momose, H. 1981. L-lysine by Fermentation Using a Organism Obtained by Gene Recombination. FR Patent No.2,482,622. (Abstract)

25. Fukumura, T. 1976. Enzymic conversion of DL-α-amino-ε-caprolactam into L-lysine part I. Screening , Classification and Distribution of L-α-amino-ε-caprolactam Hydrolyzing Yeasts. Agric. Biol. Chem. 40 : 1687-1693.

26. Fukumura, T. 1977. Enzymic Conversion of DL-α-amino-ε-caprolactam into L-lysine part VI. Conversion of D- and DL-α-amino-caprolactam into L-lysine Using Both Yeast Cells and Bacterial Cells . Agric. Biol. Chem. 41 : 1327-1330.

27. Mcperson, A.T. 1966. World Protein Resource. Medical and Technical Publishing, Lancaster. 285 p.

28. Kawahara, Y., Nakamura,T., Yoshihara, Y., Ikeda, S. and Yoshii, H. 1990. Effect of Glycine Betain on the Sucrose Catabolism of an L-lysine Producing Mutant of *Brevibacterium lactofermentum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 34 : 340-343.

29. Hirose, Y. and Shibata, H. 1980. Amino Acid Fermentation. Biotechnol. Bioeng. 22(1) : 115-125.

30. Yamada, K., Kinoshita,S., Tsunoda, T. and Aida, K. 1972. The Microbial Production of Amino Acid. Tokyo : Kodansha .

31. Kinoshita, S., Nakayama, K. and Kitada, S. 1958. L-lysine Production by Microbial Auxotroph. J. Gen. Appl. Microbial. 4 : 128-129.

32. Kinoshita, S., U. Shigezo and S. Masakazu. 1957. Study on the Amino Acid Fermentation. J. Gen. Appl. Microbiol. 3 : 193-205.

33. Cruger, W., Cruger, A. 1984. Strain Development . p 9-48 . In T.D. Brock(ed.), Biotechnology : A Text Book of Industrial Microbiology. Sunderland : Sinauer Associates.

34. Grace, H.L. Hurr, W., Bremmon, C.E. and Flickinger, M.C. 1996. Lysine Production from Methanol at 50 C Using *Bacillus Methanolicus* : Modeling Volume Control , Lysine Concentration, and Productivity Using a Three-Phase Continuous Simulation. Biotechnol. Bioeng. 49 : 639-653.

35. Motoyama, H., H. Anazawa, R. Katsumata, K. Araki and S. Tshiba. 1993. Amino Acid Production from Methanol by *Methylobaciollus glycogenese* Strains, and Derivation of L-Threonine and L-Lysine-Producing Mutants from Them. Biosci. Biotech. Biochem. 57 : 82-87.

36. Schendel, F.J., Bremmon, C.E. , Flickinger, M.C. , Guettle M., and Hansson, R.S. 1990. L-Lysine Production at 50 C by Mutants of a Newly Isolated and Characterized Methylotrophic Bacillus sp. Appl. Envi. Microbiol. 56 : 963-970.

37. Crociani, F., Selli, A. , Crisetig, G. , Digioia, D. and Matteuzzi, D. 1991. L-lysine Production at 65 C by Auxotrophic-Regulatory Mutants of *Bacilus stearothermophilus*. J Indus. Microbiol. 8 : 127-132.

38. Schumpf, B., Eggeling,L. and Sahm,H. 1992. Isolation and Prominent Characteristic of an L-lysine Hyperproducting Strain of *Corynebacterium glutamicum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 37 : 566-571.

39. Shiio, I., Yoshino, H. and Sugimoto, S. 1990. Isolation and Properties of Lysine Producing Mutants with Feedback-resistant Aspartokinase Derived from a Brevibacterium flavum strain with Citrate Synthase- and Pyruvate Kinase-defects and Feedback-resistant Phosphoenolpyruvate Carboxylase. Agric Biol. Chem. 54 : 3275-3282.

40. Chatterjee, S.P. and P.J. Whire. 1992. Activities and Regulation of the Enzymes of Lysine Biosynthesis in a Lysine-excreting Strain of Bacillus megaterium. J. Gen. Microbiol. 128 : 1073-1081.

41. Coello, N., Pan, J.G. and Lebeault, J.M. 1992. Physiological Aspects of L-lysine Production : Effect of Nutrition Limitations on Producing Strain of *Corynebacterium glutamicum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 38 : 259-268.

42. Hollander, J.A. de. 1994. Potential Metabolic Limitations in Lysine Production by *Corynebacterium glutamicum* as Revealed by Metabolic Network Analysis. Appl. Microbiol. Biotechnol. 42 : 508-515.

43. Kinoshita, S. 1985. Glutamic Acid Bacterial. P 115-142. In A.L. Demain and N.A. Solomon (ed.), Biology of Industrial Microorganisms. London : Benjamin/Cummings Publishing Company.

44. Demain,A. L. and Solomon, N.A. 1986. Manaul of Industrial Microbiology and Biotechnology. Washington : American Soceity for Microbiology.

45. Peple, H.J. and Perlman, D. 1979. Microbial Technology .London : Academic Press, Inc.

46. Shvinka, J., Viesturs, U.and Ruklisha, M. 1980. Yield Regulation of Lysine Biosynthesis in *B.flavum*. Biotechnol. Bioeng. 22 : 879-912.

47. Gourdon, P., Lindley, N.D., 1999. Metabolic Analysis of Glutamate Production by *Corynebacterium glutamicum*. Metab. Eng. 1 : 224-231.

48. Enfors, S.O., Jahic, M., Rozkov, A., Xu, B., Hecker, M., Jurgen, B., Kruger, E., Schweder, T., Hamer, G., O'Beirne, D., Noisommit-Rizzi, N., Reuss, M., Boone. L., Hewitt, C., McFarlane, C., Nienow, A., Kovacs, T., Tragardh, C., Fuchs, L., Revstedt, J., Friberg, P.C., HJertager, B., Blomsten, G., Skogman, H., Hjort, S., Hoeks, F., Lin, H.Y., Neubauer, P., van der Lans, R., Luyben, K., Vrabel, P., Manelius, A., 2001. Physiological Responses to Mixing in Large Scale Bioreactors. J. Biotechnol. 85: 175-185.

49. Ikeda, M. 2003. Amino Acid Production Processes. Biotechnological Manufacture of Lysine. In : Scheper, T. (ed.), Advances in Biochemical Engineering, pp. 1-36. Berlin : Springer.

50. Ikeda, M., Katsumata,R. 1999. Hyperproduction of Tryptophan by *Corynebacterium glutamicum* with the modified pentose phosphate pathway. Appl. Envi. Microbiol. 65: 2497-2502.

51. Pfefferle, W. and Lotter, H. 1993. Process For the Fermentative Production of Amino Acids. European Patent n. 532,867.

52. Kiss, R. D. And Stephanopoulos, G. 1992. Metabolic Characterization of a L-lysine Producing Strain by Continuous Culture. Biotechnol. Bioeng. 39 : 565-574.

53. Ozadali, F., Glatz, B. A. and Glatz, C.E. 1996. Fed-Batch Fermentation with and without On-Line Extraction for Propionic and Acetic Acid Production by *Propionibacterium acidipropionici*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 44 : 710-716.

54. Ye, K., Jin, S. and Shimizu, K. 1996. Cell Recycle and Broth Reuse Fermentation with Cross-Flow Filtration and Ion-Exchange Resin. J. Chem. Tech. Biotechnol. 66 : 223-226.

55. ภูวะนัย จริยวรานุกูล. 2536. สภาวะที่เหมาะสมของกระบวนการแยกแอล-ไลซีน โดยใช้เรซินแลกเปลี่ยนแคตไอออน. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางชีวภาพ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

56. Chinard, F.D.1952 . Photometric Estimation of Proline and Ornithine. J. Biol. Chem. 19 :91-95 .

57. Bernfeld, P. 1955. Amylase α and β. Method in Enzymology. Colowick , P.S. and Kaplan O.N. (eds.) 1 : 149. , New York : Academic Press.

58. Coello, N., Britto, L. and Nonus, M. 2000. Biosynthesis of L-Lysine by *Corynebacterium glutamicum* Grown on Fish Salage. Biores. Tech. 73 : 221-225.

59. Kiefer, P., Heinzle, E. and Wittman, C. 2002. Influence of Glucose, Fructose and as Carbon Sources on Kinetics and Stoichiometry of Lysine Production by *Corynebacterium glutamicum* . J. Ind. Microbiol. Biotechnol. 28 : 338-343.

60. Sassi A.H., Fauvart, L., Deschamps, A.M. and Lebeault, J.M. 1998. Fed-Batch Production of L-lysine by *Corynebacterium glutamicum.* Biochem. Eng. J. 1 : 85-90.

61. Matsushita, M., Yamamoto, H. and Adachi, O. 1998. NADPH Oxidase System as a Superoxide-generating Cyanide-resistant Pathway in the Respiratory Chain in *Corynebacterium glutamicum*. Biosci. Biotechnol. Biochem. 62.

62. Akashi, K., Shibata, H. and Hirose, Y. 1979. Effect of Oxygen Supply on L-lysine, L-threonine and L-isoleucine. Agric. Biol. Chem. 43 : 2087-2092.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

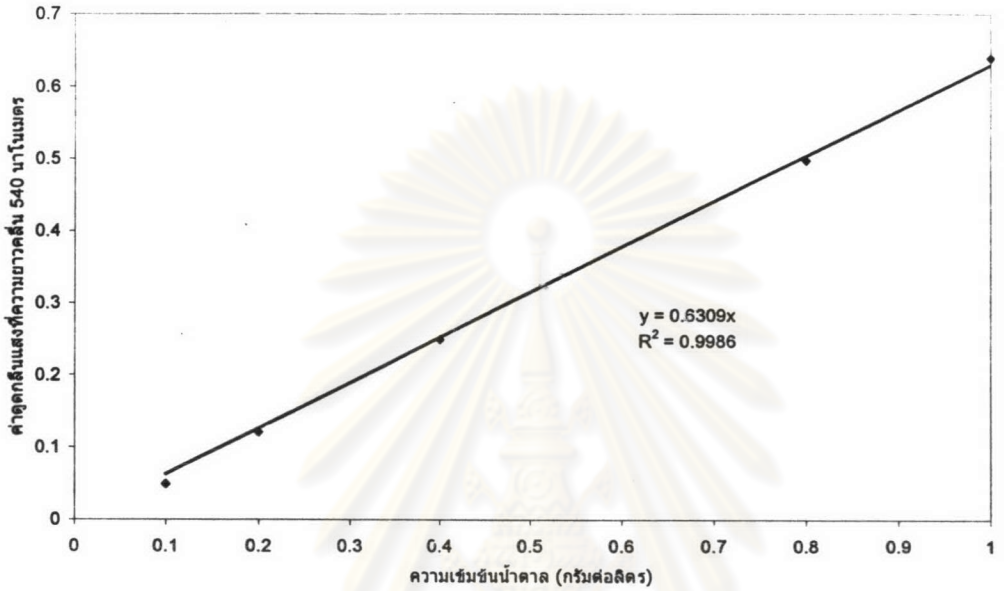
ภาคผนวก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

กราฟมาตรฐาน

1. กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคสที่วิเคราะห์ด้วยสารละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก



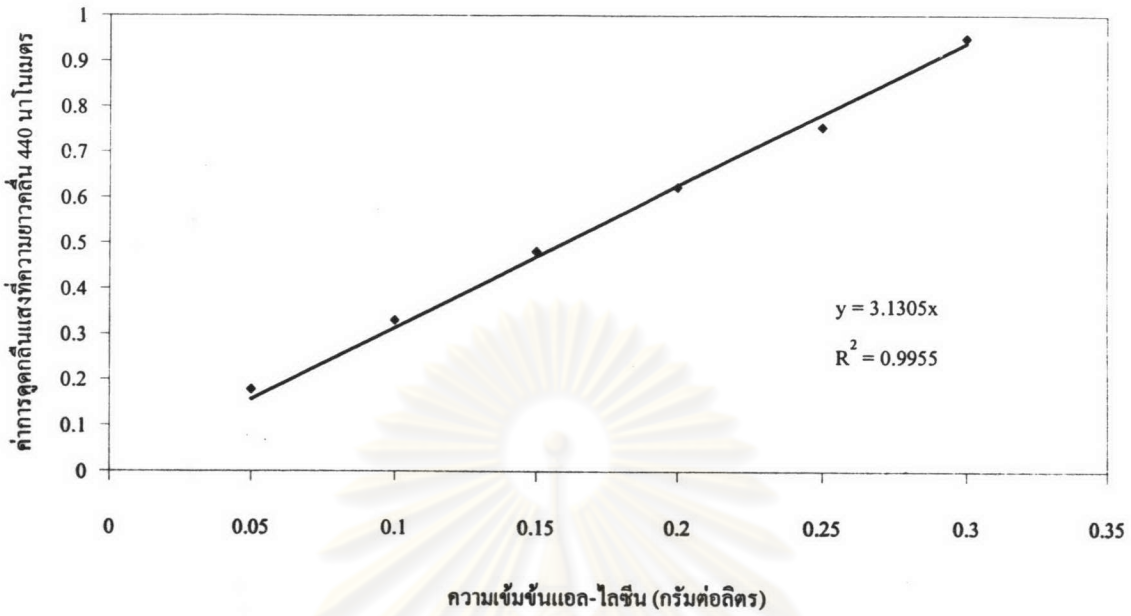
รูปที่ ก.1 กราฟมาตรฐานของน้ำตาลกลูโคส

กราฟมาตรฐานน้ำตาลกลูโคสที่วิเคราะห์ด้วยสารละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิกในช่วงความเข้มข้น 0 ถึง 1.0 กรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณน้ำตาลที่เหลืออยู่ (กรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร*ความเจือจาง}}{\text{ความชัน}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2. กราฟมาตรฐานของแอล-ไลซีนที่วิเคราะห์ตามวิธีของ Chinard



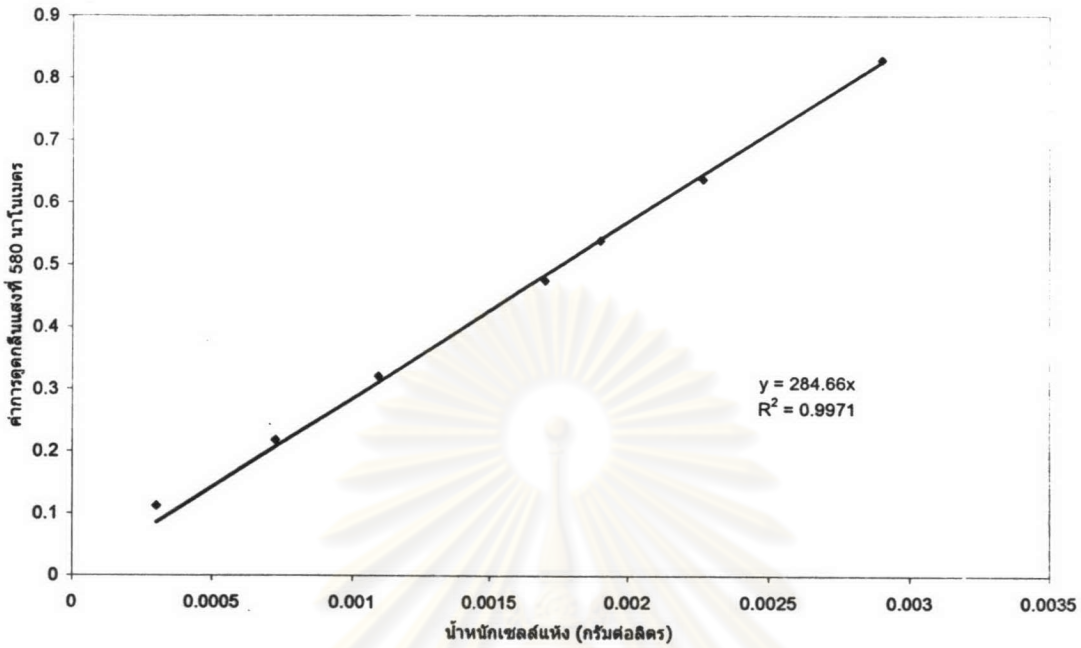
รูปที่ ก.2 กราฟมาตรฐานของแอล-ไลซีน

กราฟมาตรฐานของแอล-ไลซีนที่วิเคราะห์ตามวิธีของ Chinard ในช่วงความเข้มข้น 0.05 ถึง 0.3 กรัมต่อลิตร

$$\text{ปริมาณแอล-ไลซีน (กรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 440 นาโนเมตร*ความเจือจาง}}{\text{ความชัน}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. กราฟมาตรฐานของน้ำหนักเซลล์แห้ง



รูปที่ ก.3 กราฟมาตรฐานของน้ำหนักเซลล์แห้ง

กราฟมาตรฐานของน้ำหนักเซลล์แห้งและค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 580 นาโนเมตร

$$\text{น้ำหนักเซลล์แห้ง (กรัมต่อลิตร)} = \frac{\text{ค่าการดูดกลืนแสงที่ 580 นาโนเมตร*ความเจือจาง}}{\text{ความชัน}}$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

สูตรอาหารที่ใช้ในการวิจัย

1. สูตรอาหารเหลวสำหรับเตรียมหัวเชื้อ (minimum medium) (50)

ในอาหาร 1 ลิตร ประกอบด้วย

เปปโตน (bacto peptone)	10	กรัม
สารสกัดจากเนื้อ (beef extract)	5	กรัม
สารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)	5	กรัม
โซเดียมคลอไรด์ (NaCl)	2.5	กรัม

ปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 7.0 อบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

หมายเหตุ : กรณีสูตรอาหารแข็งเอียงให้เติมวุ้นผง 2 เปอร์เซ็นต์

2. สูตรอาหารเหลวสำหรับผลิตแอล-ไลซีน (production medium)

สูตรที่ 1 (62)

ในอาหาร 1 ลิตรประกอบด้วย

กลูโคส	130	กรัม
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	1	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	0.40	กรัม
เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$)	0.01	กรัม
แมงกานีสซัลเฟต ($MnSO_4.4H_2O$)	0.01	กรัม
แอมโมเนียมซัลเฟต ($(NH_4)_2SO_4$)	25	กรัม
ดีแอล-อะลานีน (DL-alanine)	0.35	กรัม
ไบโอติน (biotin)	50	ไมโครกรัม
ไทอะมีนโมโนไฮโดรคลอไรด์ (Thiamine.HCl)	200	ไมโครกรัม
bacto peptone	5	กรัม

ปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 7.0 อบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

หมายเหตุ : แปรแหล่งในไนโตรเจนจาก bacto peptone เป็น marine peptone และสารสกัดจากยีสต์ (yeast extract)

สูตรที่ 2 (50)

ในอาหาร 1 ลิตร ประกอบด้วย

กลูโคส	10	กรัม
โพแทสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต (KH_2PO_4)	1	กรัม
ไดโพแทสเซียมไฮโดรเจนฟอสเฟต (K_2HPO_4)	3	กรัม
แอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl)	3	กรัม
ยูเรีย (urea)	2	กรัม
แมกนีเซียมซัลเฟต ($MgSO_4.7H_2O$)	0.001	กรัม
ไบโอติน (biotin)	10	ไมโครกรัม
ไทอะมีนโมโนไฮโดรคลอไรด์ (Thiamine.HCl)	1	ไมโครกรัม
ซิสเตอีนโมโนไฮโดรคลอไรด์ (Cysteine.HCl)	20	ไมโครกรัม
ไกลซีน (glycine)	20	กรัม
สารละลายแร่ธาตุผสม (mineral mixture)	1	มิลลิลิตร

<u>หมายเหตุ</u> : สารละลายแร่ธาตุผสม 1 ลิตร ประกอบด้วย

เฟอรัสซัลเฟต ($FeSO_4.7H_2O$)	990	มิลลิกรัม
ซิงค์ซัลเฟต ($ZnSO_4.7H_2O$)	880	มิลลิกรัม
คอปเปอร์ซัลเฟต ($CuSO_4.5H_2O$)	393	มิลลิกรัม
แมงกานิสคลอไรด์ ($MnCl_2.4H_2O$)	72	มิลลิกรัม
แอมโมเนียมโมลิบเดต ($(NH_4)_6Mo_7O_{24}.4H_2O$)	37	มิลลิกรัม
บอแรกซ์ ($Na_2B_4O_7.10H_2O$)	88	มิลลิกรัม

ปรับค่าความเป็นกรดด่างที่ 7.0 อบฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ค

การเตรียมสารเคมีที่ใช้ในงานวิจัย

1. การเตรียมนินไฮดรินรีเอเจนท์ (ninhydrin reagent)

ละลายผลึกนินไฮดริน 250 มิลลิกรัม ในกรดฟอสฟอริก เข้มข้น 6 โมลาร์ 4 มิลลิลิตร และกรดอะซิติกล้วน 6 มิลลิลิตร

2. การเตรียมสารละลายกรดไดไนโตรซาลิไซลิก (dinitrosalicylic acid)

กรดไดไนโตรซาลิไซลิก 1 กรัม ละลายในสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์เข้มข้น 2 โมลาร์ 20 มิลลิลิตร เติมน้ำขจัดไอออน 50 มิลลิลิตร แล้วเติมสารโพแทสเซียมทาเทรต 30 กรัม ปรับปริมาตรสุดท้ายเป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำขจัดไอออน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

สูตรการคำนวณค่าทางจลนพลศาสตร์

1. ผลผลิตเซลล์ต่อน้ำตาลที่ใช้ ,Yx/s

$dx/dt = -Yx/s\ ds/dt$

$Yx/s = (x-x_0)/(s_0-s)$

เมื่อ Yx/s = ปริมาณเซลล์ต่อสารอาหารที่ใช้ (กรัมเซลล์ต่อกรัมซับสเทรต)

x = ความเข้มข้นของเซลล์ที่เวลานั้น (กรัมต่อลิตร)

x_0 = ความเข้มข้นของเซลล์เริ่มต้น (กรัมต่อลิตร)

s = ความเข้มข้นของสารอาหาร (กรัมต่อลิตร)

s_0 = ความเข้มข้นของสารอาหารที่เวลานั้น (กรัมต่อลิตร)

t = เวลา (ชั่วโมง)

2. ผลผลิตผลิตภัณฑ์ต่อน้ำตาลที่ใช้ , Yp/s

$dp/dt = -Yp/s\ ds/dt$

$Yp/s = (p - p_o)/(s_o - s)$

เมื่อ Yp/s = ปริมาณผลผลิตต่อสารอาหารที่ใช้ (กรัมผลิตภัณฑ์ต่อกรัมซับสเทรต)

p = ปริมาณผลผลิตที่เวลานั้น (กรัมต่อลิตร)

p_0 = ปริมาณผลผลิตเริ่มต้น (กรัมต่อลิตร)

3. ผลผลิตผลิตภัณฑ์ต่อเซลล์ ,Yp/x

$dp/dt = Yp/x\ dx/dt$

$Yp/x = (p - p_o)/(x_o - x)$

เมื่อ Yp/x = ปริมาณผลผลิตต่อปริมาณเซลล์ (กรัมผลิตภัณฑ์ต่อกรัมเซลล์)

4. อัตราการผลิตเซลล์

อัตราการผลิตเซลล์ = $(x-x_0)/(t-t_0)$

เมื่อ t = เวลาที่จุดนั้น (ชั่วโมง)

t_0 = เวลาที่จุดเริ่มต้น (ชั่วโมง)

อัตราการผลิตเซลล์มีหน่วยเป็น กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ , Productivity (P)

อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์ = $(p - p_o)/(t-t_o)$

อัตราการผลิตผลิตภัณฑ์มีหน่วยเป็น กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง

6. อัตราการใช้น้ำตาล

อัตราการใช้น้ำตาล = $(s_0-s)/(t-t_o)$

อัตราการใช้น้ำตาลมีหน่วยเป็น กรัมต่อลิตรต่อชั่วโมง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนัยนา อุดมชัยกุล เกิดวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2519 กรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2541 และ ได้เข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีทางชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2543

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย