เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

โชคชัย ธีรกุลเกียรติ , " การปรับปรุงกรรมวิธีผลิตเอนไซม์บรอมีเลนจากลำต้นสับปะรด ", วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต วิทยาศาสตร์การอาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2528.

บังอร เชื้อโพธิ์หัก มยุรี จัยวัฒน์ และนงนุช รักสกุลไทย , " การใช้เอนไซม์บรอมเมลินจากสับปะรดเพื่อเร่งขบวนการทำน้ำปลาปลาสร้อย " , วารสารการประมง , 34, 649-659, 2524.

นิมิตพิสุทธิ์ ณรงคะชวนะ , " การผลิตโบรมิเลนจากต้นสับปะรด " , วิทยานิพนธ์หลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีชีวภาพ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย , 2530 .

วินิจ.ขำวิวรรธน์ , " การศึกษาเอนไซม์ย่อยโปรตีน (bromelain) จากสับปะรดในประเทศไทย " , บทคัดย่อการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทยครั้งที่ ๑๐ ณ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2527.

ภาษาอังกฤษ

Anonymous. no date. , CDU/mg Method for Bromelain Assay , Polyamine (Taiwan) Corporation

Balls, A.K., R.R. Thomson, and M.W. Kies, " Bromelin Properties and Commercial Production " , Industrial and Engineering Chemistry , 33, 950-953, 1941.

Berndt, W., U. Hoffman, W.L. Mueller, Z. Kurt, " Properties of bromelain, a plant protease from Ananas comosus ", Gastroenterol , 6(3), 185-195, 1968.

Bernfeld, P., and J. Wan, Science , 142, 678, 1963.

Bobb, D., " Isolation of Stem Bromelain by affinity chromatography and its partial characterization by gelelectrophoresis ", Prep. Biochem. , 2(4), 347, 354, 1972.

Brandenberger, H., Rev. Ferment. Ind. Aliment. , 11, 237,1956.

Brummer, W., N. Hennrich, M. Klockow, H. Lang, and H.D. Orth,

Eur. J. Biochem. , 25, 129, 1972.

Canero, L.P., L.J. Vinson, and M. Pader, Br. pat 1,296,952 ,1972.

Caygill, J.C., D.J. Moore, and L. Kanagasabapathy," Concentration of plant proteases by precipitation with polyacrylic acids " , Enzyme Microb. Technol. , 5, 365-368, 1983.

Chao, K.C., E.F. McCarthy, and G.A. McConaghy , " Yeast Autolysis Process " , U.S. pat 4,218,431 , Aug 19, 1980.

Chen, Y.M., and H.Y. Liu, " Studies on Stem Bromelain and Stem Starch from Pineapple Plants ", Taiwania , 17(3), 166, 1972.

Chibata, I., " Immobilized Enzymes , (Chibata, I. ed.) pp. 14, Halsted Press, 1978.

Chibata, I. " Industrial Applications of Immobilized Biocatalysts " Immobilized Microbial Enzymes and Cells , (Flegel, T.W. et. al ed.) Proceedings of a regional workshop, Mahidol University, Bangkok, Thailand, December 13-17, 1982.

Cooreman, W.M., S. Scharpe, A. Lauwers, Protides Biol. Fluids, Proc. Colloq , 1975.

Davis, B.J., " Disc Electrophoresis II : Method and Application to Human Serum Proteins " , Annals of the New York Academy of Sciences , 121, 404-427, 1964.

Dua, R.D., S. Kumar, and P. Vasudeven, " Carboxypeptidase A Immobilization on Actived Styrene-Maleic Anhydride Systems ", Biotech. Bioeng. , 27, 675-680, 1985.

El-Gharbawi, M. and J.R. Whitaker, " Fractionation and Partial Characterization of Proteolytic Enzymes of Stem Bromelain ", Biochemistry , 2, 476-481, 1963.

Ernstrom, C.A., and N.P. Wongt, " Milk - Clottong Enzymes and

Chess Chemistry " , <u>Fundamentals of Diary Chemistry</u> , 2 nd ed., (Webb, Johnson, and Alford ed.), pp. 662-665, The Air Publishing Co.Inc., Westpost connecticut, 1978.

Glazer, A.N., and E.L. smith, " Bromelain ", <u>The Enzyme</u> (Boyer, P.D.,ed.) 2 nd.ed., vol 3, pp. 542-545, Academic Press, New York, 1971.

Golding, D.R.V., " Ion Exchange Treatment of Bromelain ", <u>U.S.pat 3,658,651</u> , Apr 25, 1972,

Greenberg, D.M., " Plant Proteolytic Enzymes ", <u>Method of Enzymology</u> vol 2, (Colowick, S.P., and N.O. Kaplen, ed.) pp. 54-63, Academic Press Inc. Publisher, New York, 1955.

Greenberg, D.M., and T. Winnick , " Plant Proteasea I " , <u>J. Biol. Chem.</u> , 135 , 762 - 765 , 1940 .

Heinicke, R.M., " Complementary Enzyme Actions in the Clotting of Milk ", <u>Science</u> , 118, 735-754, 1953.

Heinicke, R.M., " Process for the Preparation of Pineapple Stem Bromelain " , <u>U.S. pat 3,002,891</u> , Oct 2, 1961.

Heinicke, R.M., "Stabilization of Bromelain Preparation ", <u>U.S. pat 3,293,143</u> , Dec 20, 1966.

Heinicke, R.M., " Ion Exchange Treatment of Bromelain ", <u>U.S. pat 3,475,277</u> , Oct 28, 1969.

Heinicke, R.M., and W.A. Gortner, " Stem Bromelain - A New Protease Preparation from Pineapple Plants " , <u>Economic Botany</u> , 11 , 225 - 233 , 1957 .

Heinicke, R.M., and O. Levand , " Ferulic Acid as a Companent of a Complex Carbohydrate Polymer of Bromelain " ,

Phychemistry , 7, 1659-1662, 1968.

Husain, S.S., and G. Lowe, " The Amino Acid Sequence around the Active Site Cysteine and Histidine Residues of Stem Bromelain ", Biochem J. , 117, 341-346, 1970.

Iida, H., Japan Kokai , 477, 1972.

Innerfield, I., French Demande 2,233,038 ,1975.

Inone, T., Japan Kokai ,699,1972.

Jansen, E.F., and A.C. Olson, Arch. Biochem. Biophys. , 129,221, 1969.

Kang et al., " Tenderization of Meat with Proteolytic Enzymes " , U.S. pat 3,818,106 , June 18 , 1974.

Kawashima, K., and K. Umeda, Biotechnol. Bioeng. , 16, 609, 1974.

Khan, S.S., and A.M. Siddigi, " Studies on Chemically-Aggregated Pepsin Using Glutaraldehyde ", Biotechnol. Bioeng. , 27, 415-419, 1985.

Kunitz, M., " Crystalline Soybean Trypsin Inhibitor II. General Properties " , J. Gen. Phisiol. , 30, 291-310 , 1947 .

Langlykke, A.F., C.V. Smith and D. Perlman, " Enzyme Technology, The Enzymes ,(J.B. Summer and K. Myrball, ed.), New York, Academic Press, 1952.

Liener, I.E., " The Sulfhydryl Protease ,Food Related Enzymes " (J.R. Whitaker, ed.), Advances in Chemistry , Series 136 pp. 202 - 217, American Chemical Society, Washington D.C., 1974 .

Lowry, O.H., N.J. Rosebrough, A.L. Farr, and R.J. Randall, " Protein Measurement with the Folin Phenol Reagent ", J. of Biol. Chem. , 193, 265-275, 1951.

Makay, N., " Bromelain Extraction from Pineapple Stems ", U.S.pat 3,455,787 , Jul 15, 1969.

Manecke, G., G. Gunzel, and H.J. Forster, J. Polymer Sci. , part C, No. 30,607, 1970.

Melton, H.E., " Chillproofing compound " , U.S.pat 2,088,712 , Aug 3, 1937.

Messing, R.A., Enzymologia , 38, 39, 1969.

Messing, R.A., Enzymologia , 39, 12, 1970.

Minami, Y., E. Doi, and T. Hata, " Fractionation , Purification and Some Properties of Proteolytic Enzymes from Stem Bromelain ", Agr. Biol. Chem. ,35 (9), 1419 - 1430, 1971.

Mitz, M.A., and R.J. Schlueter, J. Am. Chem. Soc., 81, 4024, 1959.

Murachi," Amino Acid Composition of Stem Bromelain ", Biochemistry , 3, 932, 1964.

Murachi, T., and H. Neurath, " Fractionation and Specificity Studies on Stem Bromelain " , J. Biol. Chem. , 235, 99 - 107, 1960.

Murachi, T. and M. Yasui, " Alkylphosphorylation of Stem Bromelain by Diisopropylphosphohydroridate without Inhibition of Proteinase Activity ", Biochemistry , 4, 2275, 1965.

Murachi, T., M. Yasui, and Y. Yasuda, " Purification and Physical Characterization of Stem Bromelain " , Biochemistry , 3, 48-55, 1964.

Ohmiya, K., S. Tanimura, T. Kobayashi, and S. Shimizu," Preparation and Properties of Proteases Immobilized on Anion Exchang Resin with Glutaraldehyde " ,Biotechnol. Bioeng. , 20, 1-15, 1978.

Ota, S., " Autodigestion of the main proteolytically active component of stem bromelain ", J. Biochem , (Tokyo) 63, 494-500, 1968.

Ota, S., T. Fu, and R. Hirohata, " Studies on Bromelain II. Its Activation and Fractionation ", J. Biochem , 99, 532, 1961.

Ota, S., S. Moore, and W.H. Stein, " Preparation and Chemical Properties of Purified Stem and Fruit Bromelain ", Biochemistry , 3, 180-185, 1964.

Reed, G., Enzyme in Food Processing , New York, Academic Press, 1966.

Sato, M., Ger. off 2,609,177 ,1976.

Seizen, T. ," Studies on the Utilization of By Product of Pineapple on the Production of Bromelain Powder ", Scientific Report , part 16, Faculty of Agricultural, Ryukyu University, Tokyo, 1969.

Scocca, J., and Y.C. Lee, " The Composition and Structure of the Carbohydrate of Pineapple Stem Bromelain " , J. Biol. Chem. , 244 (18), 4852 - 4863, 1969.

Smith E.L., and J.R. Kimmel, " Papain" , The Enzymes , vol 4, 2 nd, ed. (Boyer, P.D., H. Lardy, and K. Myrback, ed.) Academic Press, New York and London, 1960.

Su, Y.C., C.Y. Chu, Y.T. Lai, and K.S. Lai, " Stem Bromelain from Pineapple Plants ", Chung Ku Nung Yeh Hua Hsueh Hui Chih, Spec. Issue , (Dec), 42-54, 1967.

Su, Y.C., C.Y. Chu, Y.T. Lai, and K.S. Lai, " Studies on the Production of Stem Bromelain from Pineapple Waste ", J. Chinese Agr. Chem. Soc. Spe. Iss. , 105, 180-186, 1975.

Surinov, B.P., and S.E. Manoilov, Biochemistry , (USSR), (English Transl.), 31, 337, 1966.

Thomson, A.R., B.J. Miles, J.C. Caygill, and D.J. Moore, " Seperation of Protease from Fluids " , U.S.pat 4,318990 , Mar 9, 1982.

Tosa, T., T. Mori, T. Watanabe, M. Fujimura, M. Ono, and I. Chibata Abstract of Annual Meeting of the Agricultural Chemical Society of Japan, pp. 296, 1977.

Toyama , " Studies on the utilization of by-product of pineapple III. on the production of stem bromelain powder " , Ryukyu Daigaku Nogakubu Gokujutsu Hokoku , part 16, 141-146, 1969.

Wallerstein, L., " Method of Treating Beer or Ale " , U.S. pat 995,826 , June 20, 1911.

Weber, K., and M. Osborn, " The Reliability of Molecular Weight Determinations by Dodecyl Sulfate-Polyacrylamide Gel Electrophoresis ", J. of Biol. Chem. 244(16), 4406-4412, 1969.

Weetall, H.H., Biochim. Biophys. Acta , 212, 1, 1970.

Weetall, H.H., and R.D. Mason, Biotechnol. Bioeng. , 15, 455, 1973.

Wharton, C.W., E.M. Crook, and K. Brocklehurst, Eur. J. Biochem. 6, 565, 1968.

Wilson, C.W., " Recovery of Salted-Out Proteins ", U.S.pat 3,817,834 , Jun 18, 1974.

Wiseman, A., " Industrial Enzyme Stabilization ", Process Biochem , 8, 14, 1973.

Wiseman, A., Topic in Enzyme and Fermentation Biotechnology 5 , pp. 319-325, Ellis Horwood Limited Publisher, Chichester, 1981.

Witt, P.R., Jr., R.A. Sair., T. Richardson, and N.F. Olson,

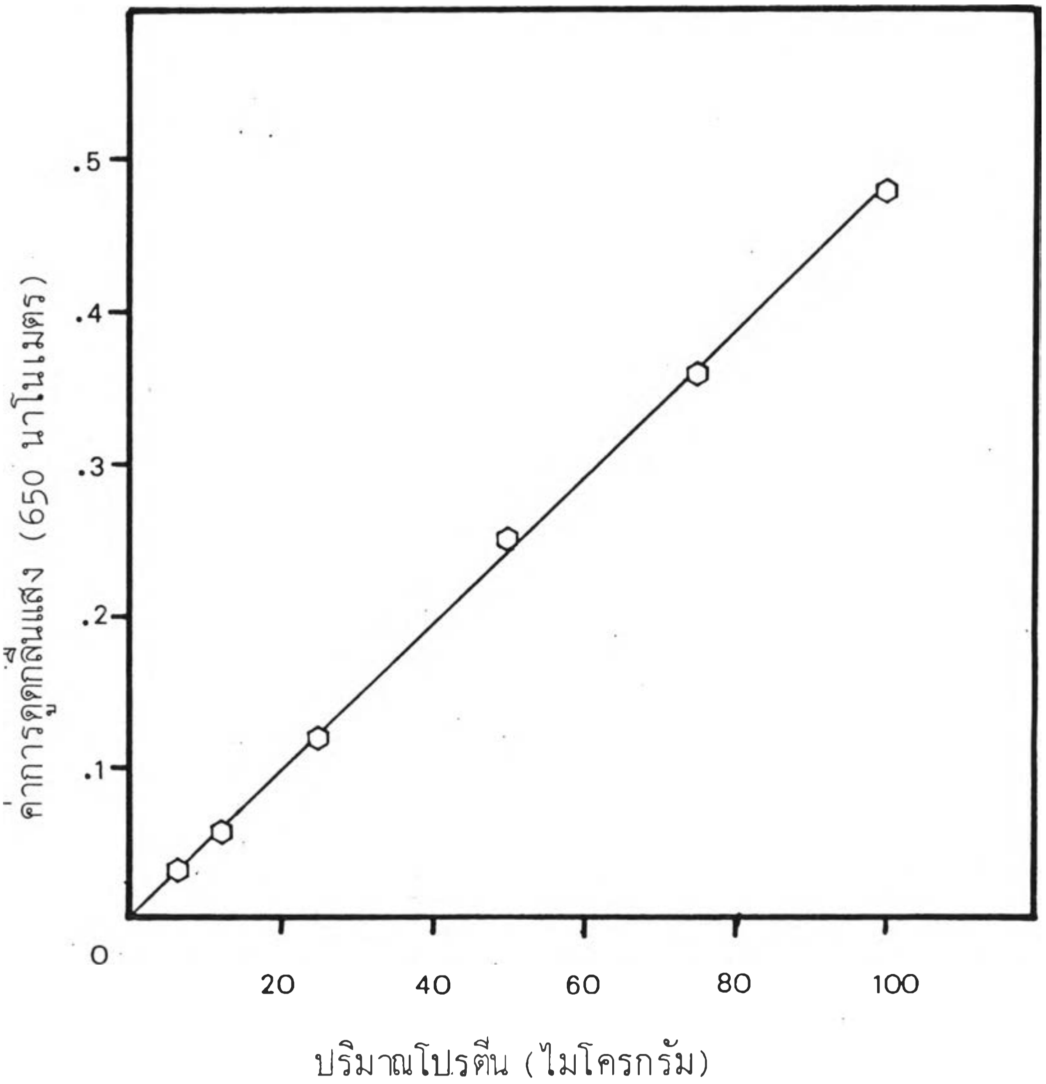
Brewers Dig. , October, pp.70 , 1970.

Yamamoto, A., " Proteolytic Enzymes " , Enzyme in Food Processing (Reed, G., ed.) 2 nd.ed., pp.123 -179, Academic Press, New York, 1975.

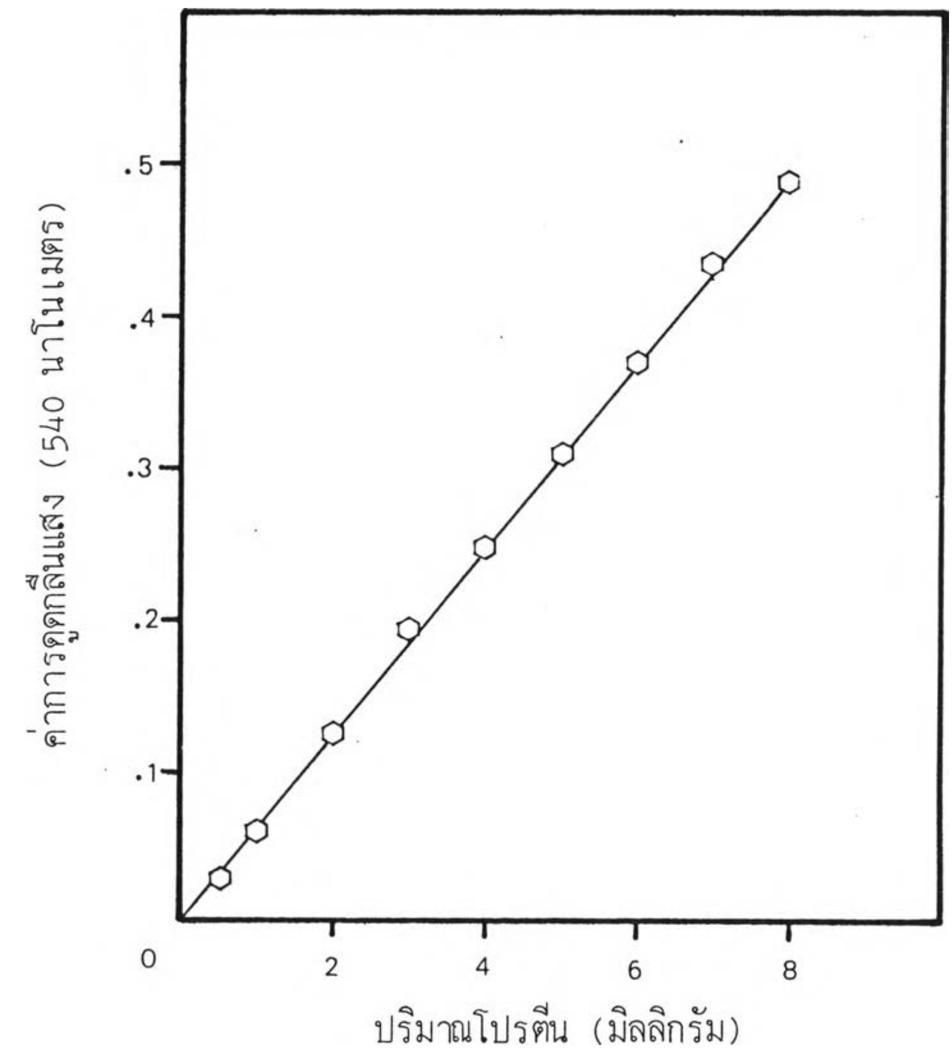
Yasuda, Y., N. Takahashi, and T. Murachi , " The Composition and Structure of Carbohydrate Moietty of Stem Bromelain " , Biochemistry , 9, 25-32, 1970.

Zamenhof, S., Method in Enzymology , Vol 3 (Colowick, S.P., N.O. Kaplan, ed.), pp.702, Academic Press, New York, 1957.

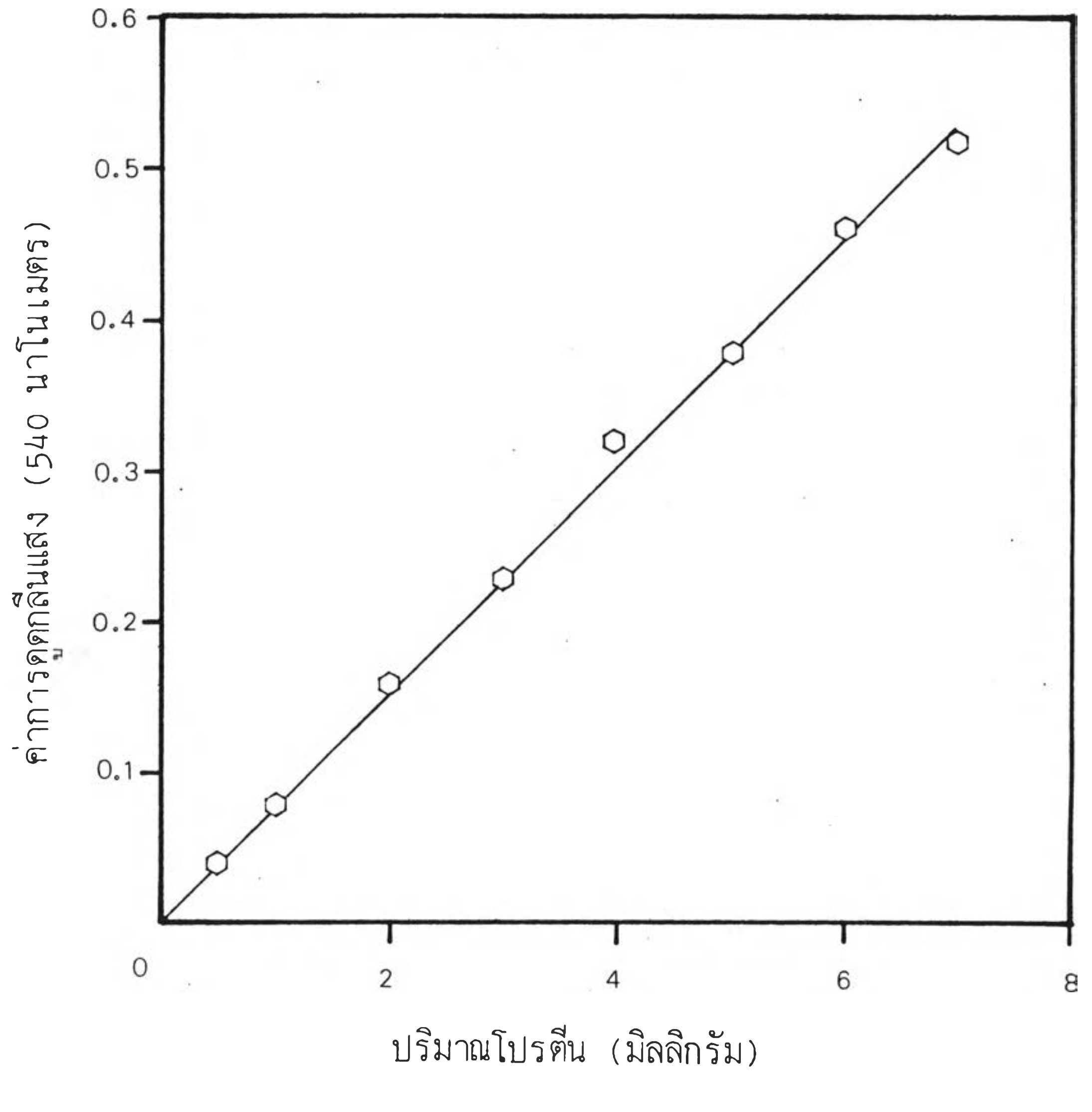
<u>ภาคผนวกที่ 1</u> กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีลอรี (Lowry และคณะ , 1951)



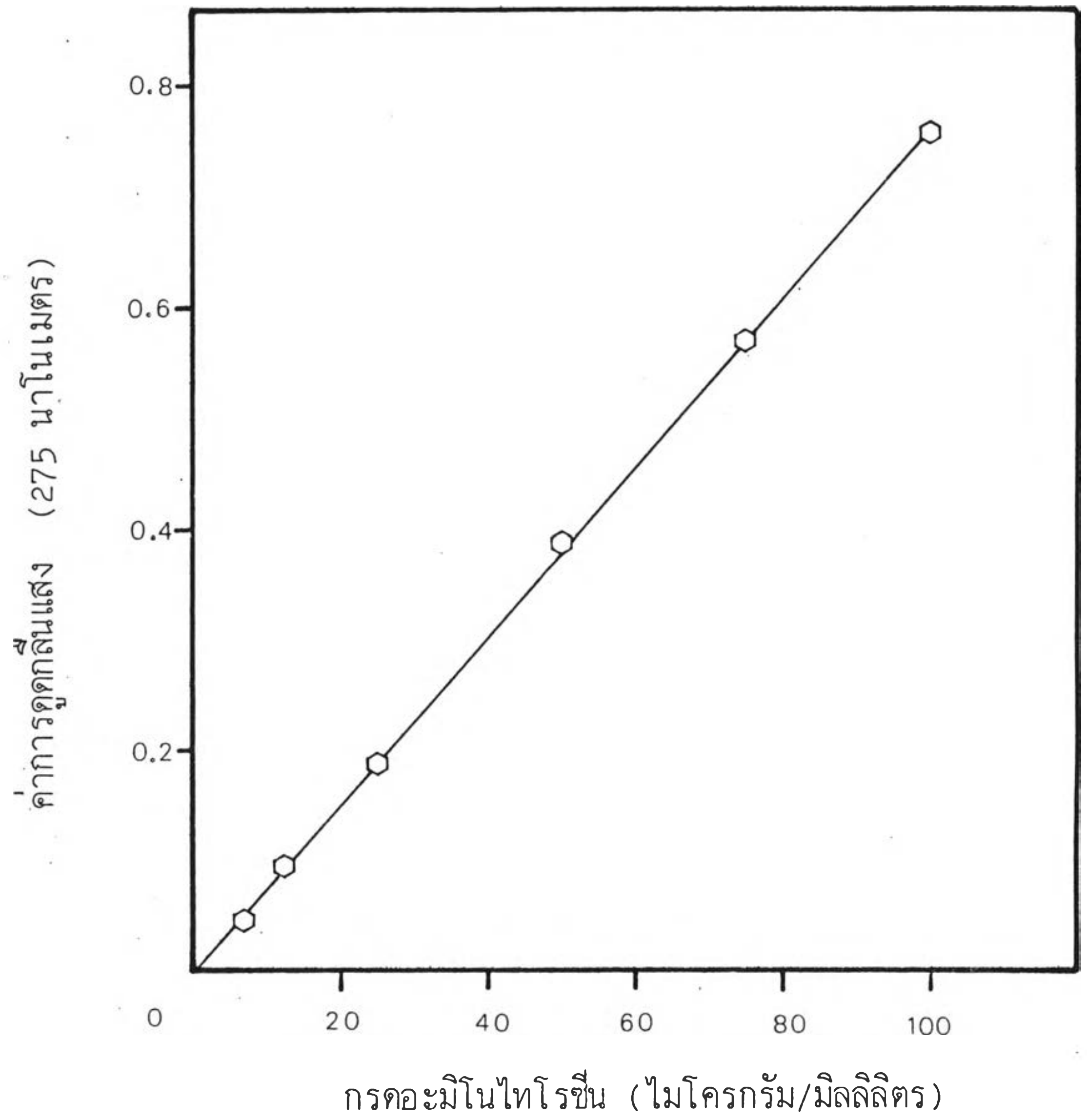
ภาคผนวกที่ 2 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีไบยูเรต (Zamenhof, 1957)



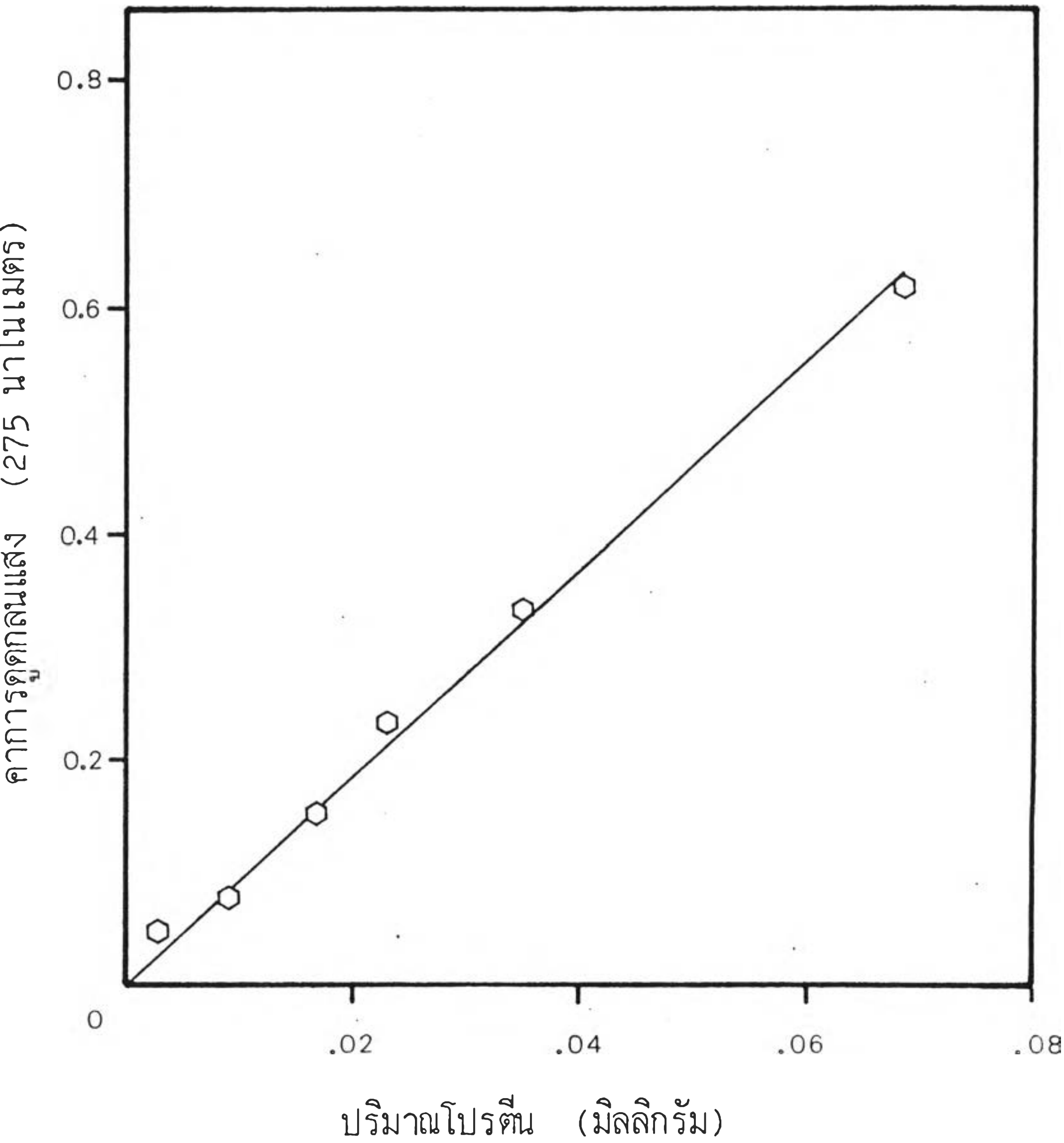
ภาคผนวกที่ 3 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณโปรตีนโดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีไบยูเรต โดยตกตะกอนโปรตีนด้วยสารละลายกรดไตรคลอโรอะซีทิค แล้วนำตะกอนโปรตีนที่แยกได้ไปหาปริมาณโปรตีน ตามวิธีข้อ 2.5.3



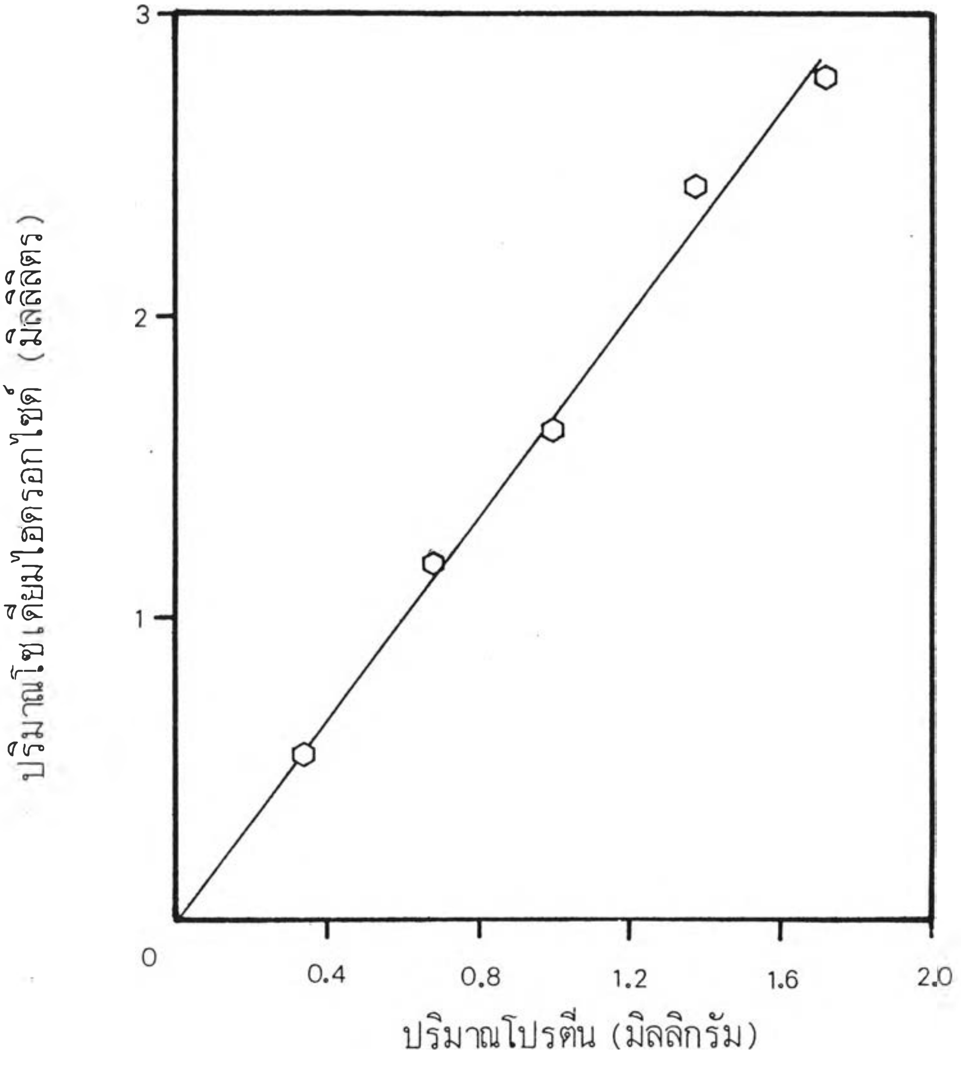
ภาคผนวกที่ 4 กราฟมาตรฐานสำหรับหาปริมาณกรดอะมิโนไทโรซีนที่เกิดจากการย่อยสลายเคซีน ด้วยเอนไซม์โบรมิเลน ตามวิธีข้อ 2.4.1



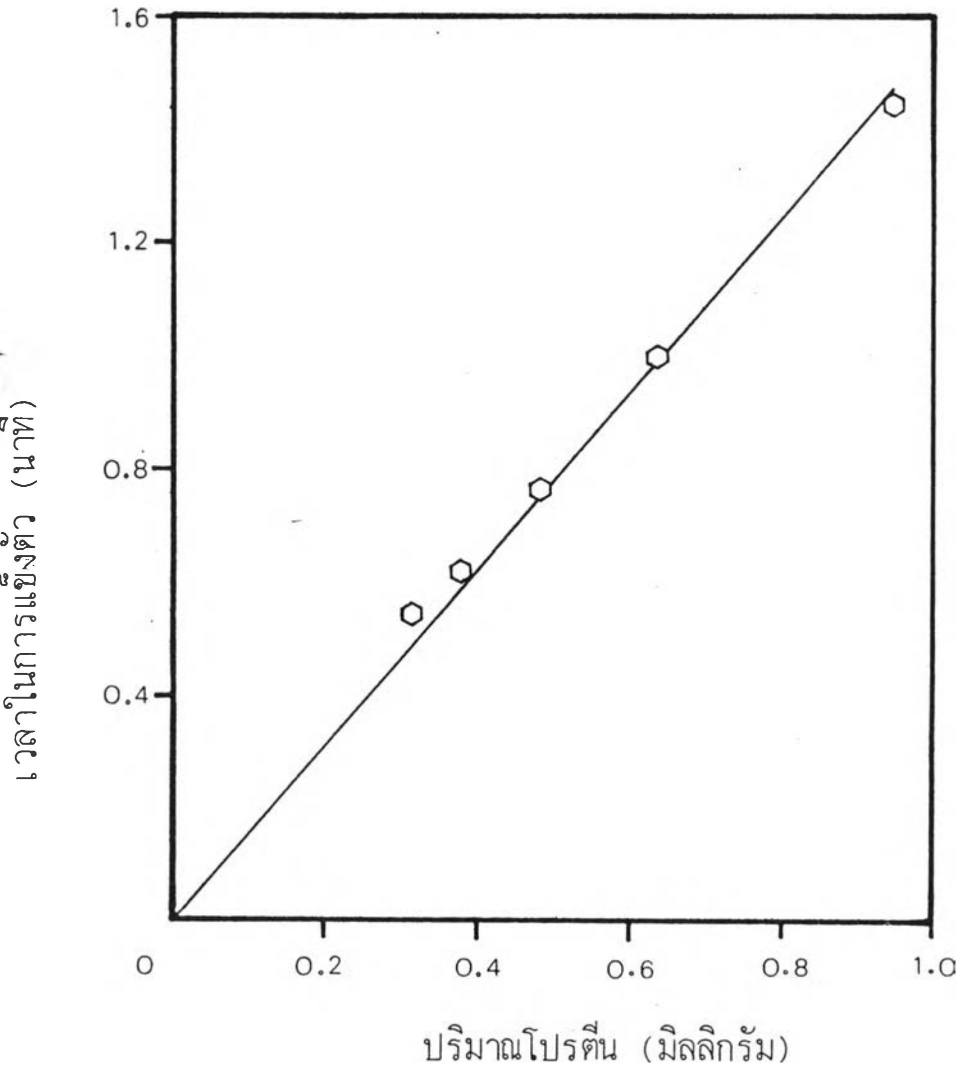
ภาคผนวกที่ 5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอนไซม์ กับปริมาณกรดอะมิโนไทโรซีน ที่ได้จากการย่อยสลายเคซีนด้วยเอนไซม์โบรมิเลน แล้ววัดปริมาณกรดอะมิโนไทโรซีนที่เกิดขึ้นเป็นค่าการดูดกลืนแสงที่ 275 นาโนเมตร ตามวิธีทดลองข้อ 2.4.1



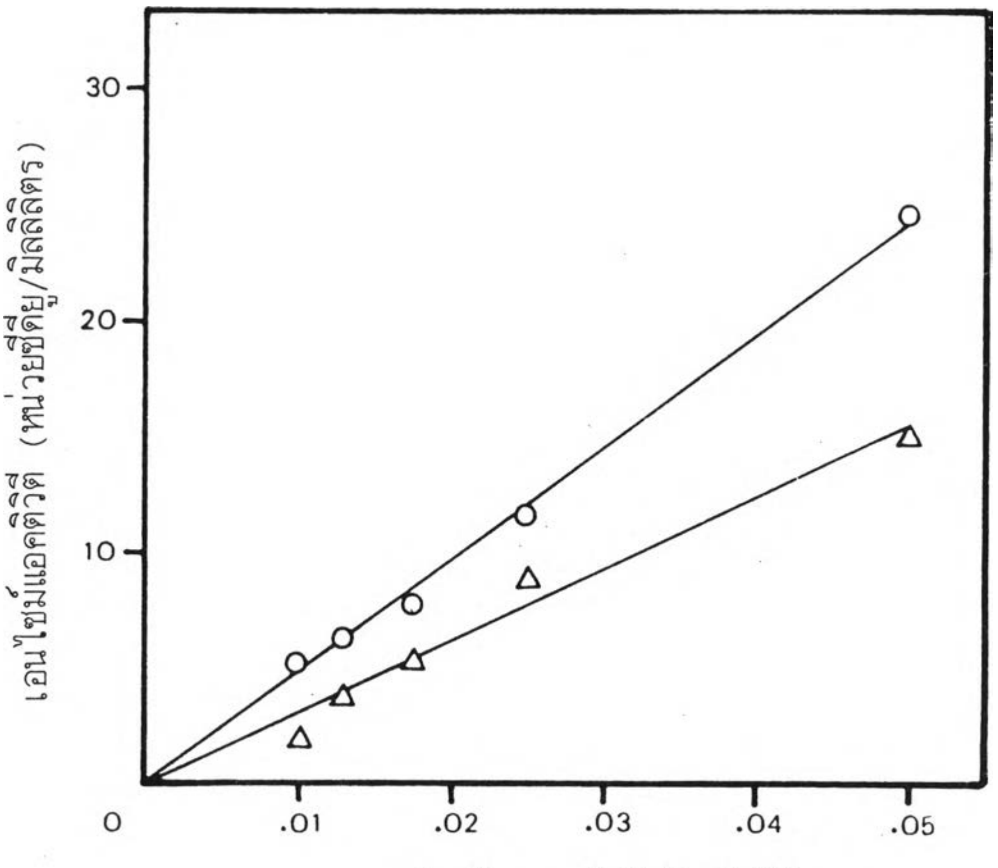
ภาคผนวกที่ 6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอนไซม์กับปริมาณกรดอะมิโนไทโรซีนที่ได้จากการย่อยสลายเจลาตินด้วยเอนไซม์โบรมิเลน แล้ววัดปริมาณกรดอะมิโนไทโรซีนที่เกิดขึ้นโดยการไตเตรทด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล ตามวิธีข้อ 2.4.2



ภาคผนวกที่ 7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณเอนไซม์กับส่วนกลับของเวลาในการแข็งตัวของสารละลายนมเมื่อเติมสารละลายโบรมิเลน 1 มิลลิลิตรลงในสารละลายนมพร่องมันเนย 5 มิลลิลิตรเขย่าให้เข้ากันแล้วจับเวลาการแข็งตัวของสารละลายนมที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส ตามวิธีข้อ 2.4.3



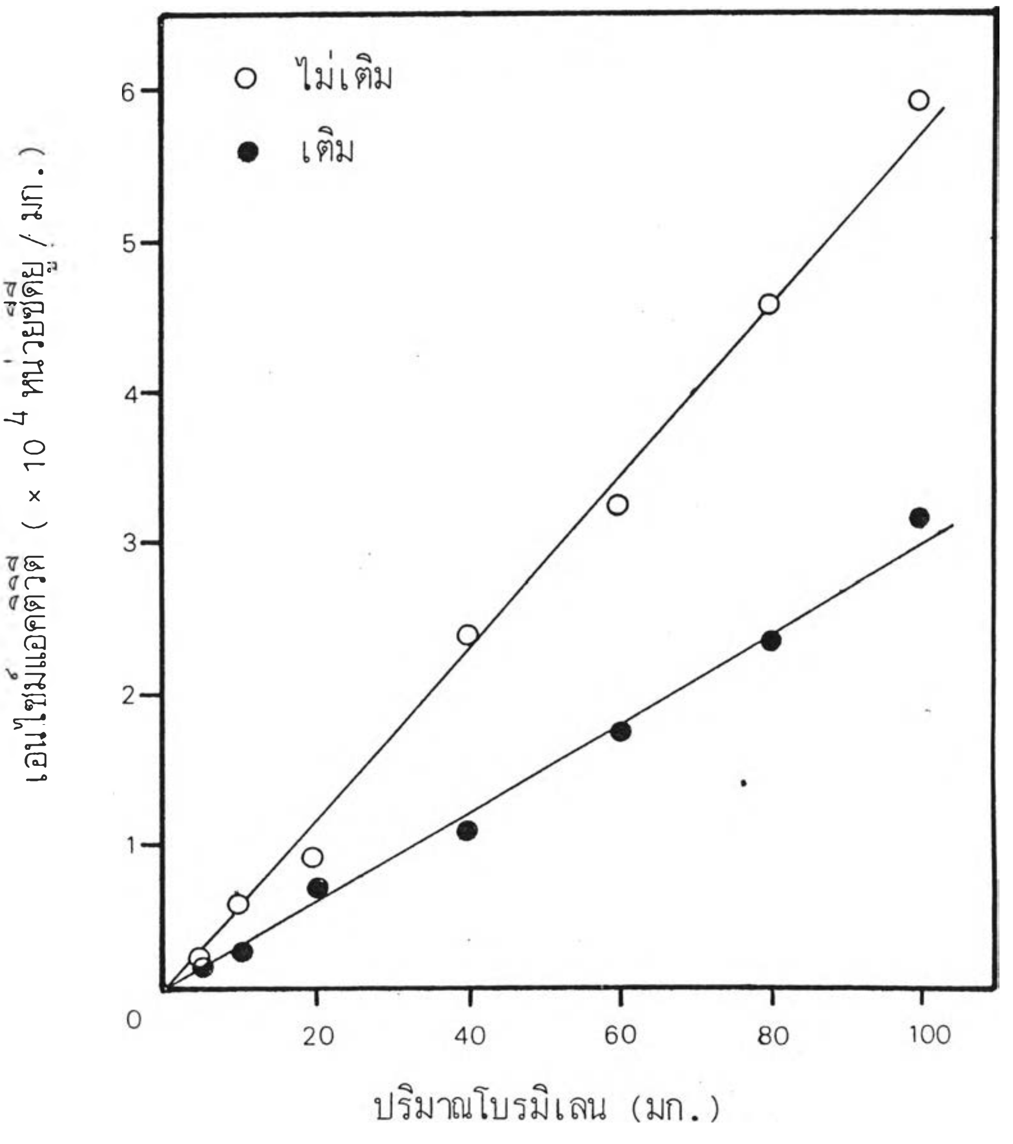
ภาคผนวกที่ 8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างแอคติวิตีของโบรมิเลนที่วัดด้วยวิธีดัดแปลงจากคู่มือการวัดแอคติวิตีจากบริษัท Polyamine (Taiwan) Corporation ตามวิธีข้อ 2.4.1 (O)และวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Kunitz* (1947) (Δ)



* สารละลายผสม 1 มล. (ประกอบด้วย 0.1 มล. โบรมิเลน 0.8 มล. ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ 0.2 โมลาร์ พีเอช 7.6 และ 2 เมอร์แคบโทเอทธานอล 0.2 โมลาร์ 0.1 มล.) ทำปฏิกิริยากับเคซีน 1% ที่ 37°ซ นาน 20 นาที

กำหนดให้หน่วยของเอนไซม์คือไมโครกรัมของไทโรซีนที่ได้จากการย่อยสลายเคซีน 1% ที่ 37°ซ ในเวลา 1 นาที

ภาคผนวกที่ 9 ผลของโพลีอะไคร์ละไมด์เจล ซึ่งใช้เป็นตัวรองรับในการทำอิเลคโตรโฟริซีส ตามวิธีข้อ 2.6 ต่อแอคติวิตีของโบรมิเลน เมื่ออินคิวเบตสารละลายโบรมิเลน 1 มิลลิลิตร กับแท่งโพลีอะไคร์ละไมด์เจล 1 เซนติเมตร (บดละเอียด) ที่อุณหภูมิ 4 ํ ซ นาน 1 ชั่วโมงครึ่ง เซนตริฟิวส์แยกสารละลายใสนำมาวัดแอคติวิตีของโบรมิเลนที่เหลือเปรียบเทียบกับแอคติวิตีของโบรมิเลนเมื่อไม่ได้อินคิวเบตกับโพลีอะไคร์ละไมด์เจล ตามวิธีข้อ 2.4.1



ภาคผนวกที่ 10 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (Ash) โดยวิธีของ AOAC (1975)

วิธีการ ชั่งตัวอย่างให้ได้น้ำหนักแน่นอน ประมาณ 1 - 2 กรัม ใส่ในถ้วยกระเบื้องทนไฟที่อบเตรียมไว้และทราบน้ำหนักแน่นอน นำไปเผาด้วยตะเกียงบุนเสนในตู้ควัน จนควันเขม่าดำหมด นำไปเผาต่อในเตาเผาที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส เผาจนกระทั่งเถ้าเป็นสีขาว (นานประมาณ 3 - 4 ชั่วโมง) นำออกมาทิ้งให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ แล้วจึงชั่งน้ำหนักของสารที่เหลือ นำมาคำนวณเป็นร้อยละของเถ้าต่อไป

การคำนวณ

$$\text{เถ้า (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักของเถ้า}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง}} \times 100$$

ภาคผนวกที่ 11 ตารางแสดงผลการเตรียมโบรมิเลนจากต้นสับปะรด โดยวิธีตกตะกอนด้วยกรดโพลีอะไครลิค ตามวิธีข้อ 2.9

treatment	activity / kg. stem ($\times 10^6$ CDU)	protein / kg. stem ($\times 10^3$ mg)	Recovery activity (%)	Recovery protein (%)	Enzyme activity (CDU/mg)	Specific activity ($\times 10^3$ CDU/mg protein)	Ash (%)	Yield (g/kg. stem)
1	0.57	0.42	67.3	33.7	1485	2.56	4.1	0.98
2	0.65	0.49	59.4	30.3	1485	2.86	6.0	1.32
3	0.85	0.99	39.4	18.0	1540	2.80	4.1	0.33
4	6.00	2.40	64.1	42.9	2365	3.75	3.6	1.63
5	5.22	2.26	63.8	45.9	2255	3.22	3.1	1.48
6	12.94	3.48	48.7	42.1	2365	4.30	3.1	1.91
7	5.12	1.44	37.9	36.6	2090	2.70	3.3	0.93
$\bar{x}$	4.48	1.64	54.4	35.6	1941	3.17	3.9	1.23

ภาคผนวกที่ 12

ผลงานวิจัยพิมพ์เผยแพร่เรื่อง "Purification and Characterization of Bromelain from Pineapple Stem" บทคัดย่อหมายเลข B 95 หน้า 542 นำเสนอในการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 13 ณ มหาวิทยาลัย-สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างวันที่ 20 - 22 ตุลาคม 2530

ชื่อ-สกุล ผู้เสนอ นิตยา ว่องนราธิวัฒน์ สาขาวิชา :

☐ นาย ☒ น.ส. ☐ นาง ☐ ดร. ☐ อ. ☐ ผศ. ☐ รศ. ☐ ศ.

ที่ทำงาน ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กทม. 10500 โทร. 2514003

☐ กายภาพ ☐ เกษตร
☒ ชีวภาพ ☐ วิศวะ-เทคโน
☐ วิทย์-ศึกษา ☐ ทรัพย์-แวดล้อม
☐ แพทย์ ☐ ทั่วไป

PURIFICATION AND CHARACTERIZATION OF BROMELAIN FROM PINEAPPLE STEM

Nitaya Wongnarativat*, Sanha Panichajakul*, Vinich Khamviwat*, and Somsak Damronglerd**
*Department of Biochemistry and **Department of Chemical Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Bangkok, 10500

Bromelain is a proteolytic enzyme found in pineapple plant. In this research project, bromelain from the pineapple stem was partially purified by first precipitation with polyacrylic acid and acetone. The partial purified enzyme powder exhibited enzyme activity of 2,145 CDU/mg. powder. Further purification of enzyme by using Carboxy methyl cellulose column and Sephadex G-100 column gave the specific activity of enzyme to be 1.37 and 1.52 higher than the original crude enzyme. The purified enzyme established optimal temperature at 65°C. The pH optimum of 7.9-10.1 was obtained when casein was used as the substrate. The Michaelis-Menten constant, K_m, was found to be 11.43 nanomoles for casein.

การแยกให้บริสุทธิ์ และคุณสมบัติของโบรมิเลนจากต้นสับปะรด

นิตยา ว่องนราธิวัฒน์* สัณห์ พณิชยกุล* วินิจ ขำวิวรรธน์* และ สมศักดิ์ ดำรงค์เลิศ**
*ภาควิชาชีวเคมี และ **ภาควิชาเคมีเทคนิค คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท
กทม 10500

โบรมิเลนเป็นเอนไซม์ย่อยโปรตีนที่พบมากในส่วนต่าง ๆ ของต้นสับปะรด ในงานวิจัยนี้ได้เตรียมโบรมิเลนโดยการตกตะกอนเอนไซม์จากส่วนน้ำคั้นของต้นสับปะรดด้วยกรดโพลีอะครีลิค และอะซีโตน ได้ผงโบรมิเลนที่มีแอกติวิตีเท่ากับ 2,145 หน่วยซีดียูต่อมิลลิกรัมน้ำหนักแห้ง เมื่อผ่านสารละลายเอนไซม์ในคาร์บอกซีเมทธิลเซลลูโลสคอลัมน์ และคอลัมน์เซฟาเดกซ์ จี 100 แยกได้สารละลายเอนไซม์ที่มีความบริสุทธิ์ขึ้น 1.37 เท่า และ 1.52 เท่า ตามลำดับ อุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการเร่งปฏิกิริยาของเอนไซม์คือ 65 °ซ และพีเอชที่เหมาะสมในการวัดแอกติวิตีของเอนไซม์จะอยู่ในช่วง 7.9 ถึง 10.1 ค่าคงที่ทางจลน์ศาสตร์ในการจับกันระหว่างเอนไซม์กับเคซีน (K_m) มีค่า 11.43 นาโนโมล

ภาคผนวกที่ 13 มาตราฐานผลิตภัณฑ์โบรมิเลนที่ได้จากอุตสาหกรรม

1. บริษัท Dole

Casein Digestion Units	950-1100	U/mg
Gelatin Digestion Units	1260-1800	GDU/g
Ash	12-25	%

2. บริษัท BDH Chemical, Ltd.

Gelatin Digestion Units	~1200	GDU/g

3. บริษัท Koch-Light, Ltd.

Gelatin Digestion Units	~1200	GDU/g

4. บริษัท Serva

Gelatin Digestion Units	~1200	GDU/g

5. ผงโบรมิเลนที่ผลิตได้ในงานวิจัยนี้

Casein Digestion Units	~1940	U/mg
Gelatin Digestion Units	~2800	GDU/g
Ash	~4	%

---

1 CDU = ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้เกิดอะมิโนไนโตรเจน 1 ไมโครกรัมจากการย่อยสลายเคซีนในเวลา 1 นาที ที่อุณหภูมิ 37 °ซ พีเอช 7.0

1 GDU = ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้เกิดอะมิโนไนโตรเจน 1 มิลลิกรัมจากการย่อยสลายเจลาตินเป็นเวลา 20 นาที ที่อุณหภูมิ 45 °ซ พีเอช 4.5

ประวัติผู้เขียน

นางสาว นิตยา ว่องนราธิวัฒน์ เกิดวันที่ 11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2504 สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (ชีวเคมี) จากคณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปีพ.ศ. 2526