เอกสารอ้างอิง

ธเนศ กองประเสริฐ. 2535. การพัฒนาอุตสาหกรรมแปรรูปผลิตผลเกษตรของประเทศไทย. วารสารเศรษฐศาสตร์และบริหารธุรกิจ 17(1): 37-52.

ประพันธ์ ปิ่นศิริรดม และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. โปรตีเอสตรึงรูปสำหรับทำให้เบียร์ใส : ตอนที่ 1 การเตรียมและสมบัติทางเอนไซม์ของโปรตีเอสตรึงรูปบนไนลอน. วารสารอาหาร. 22(1).

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2533. เอนไซม์ทางอาหาร.ตอนที่ 1 ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

_____. 2535. เอนไซม์ทางอาหาร.ตอนที่ 1 พิมพ์ครั้งที่ 2 ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร, คณะวิทยาศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ส่งเสริมการเกษตร, กรม. 2531-2534. ข้อมูลสถิติการผลิตกล้วยหอมในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร: กรมส่งเสริมการเกษตร.

วิจิตร วังใน. 2530. กล้วย. ภาควิชาพืชสวน, คณะเกษตร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Anaya, M.L., Lopez, M.C.A.,and Arjona, J.L. 1982. Continuous Clarification of Pectin Solutions in a Basket Reactor with Immobilized Commercial Pectinases. In Dupuy, P.(ed.), Use of Enzymes in Food Technology, Technique et. Documentation Lavoisier. 503-512.

Anprung, P., Chuengsaengsatityaporn, S., and Thunpithayakul, C. 1989. Immobilized Rennin for Cheese Making I: Preparation and Enzymic Properties of Rennin Immobilized on Sand. Asean Food Journal. 4(3): 107-110.

Aspinall, G.O. 1970. Polysaccharides. U.S.A.:Pergamon Press. 54-64.

Barnell, H.R. 1943. Studies in Tropical Fruit. 15. Hemicellulose Metabolism of the Banana Fruit During Storage and Ripening. Ann. Bot. 7: 297-230.

Baumann, J.W. 1981. Application of Enzymes in Fruit Juice Techno--logy. In Birch, GG., Blakebrough, N., and Parker, K.J. (eds.) Enzymes and Food Processing, 130-155. London: Applied Science Publishers Ltd.

Boyce, C.O.L. 1986. Novo's Handbook of Practical Biotechnology. Denmark: A Publication of The Bioindustrial Group Novo Industri A/S Bagsvaerd.

Cowling, E.B., and Brown, w. 1969. Structural Features of Cellulosic Materials in Relation to Enzymatic Hydrolysis. In Gould, R.F.(ed.), Cellulases and Their-Applications, 152-187. U.S.A.: American Chemical Society Publication.

Fadda, M.B., Dessi, M.R., Maurici, R., Rinaldi, A., and Satta, G. 1984. Highly Efficient Solubilization of Natural Lignocellulosic Materials by a Commercial Cellulose Immobilized on Various Solid Supports. Appl. Microbiol. Biotechnol. 19: 306-311.

Fogarty, W.M., and Ward, O.P. 1972. Pectic Substances and Pectinolytic Enzymes. Process Biochem. 7(8): 13-17.

Garcia , E., and Lajolo, F.M. 1988. Starch Transformation During Banana Ripening: The Amylase and Glucosidase Behavior. J. Food Sci. 53(4): 1181-1186.

Gous, F., van wyk, P.J., and McGill, A.E.J. 1987. The Use of Commercial Enzymes in the Processing of Bananas. Lebensm.-Wiss.U.-Technol. 20: 229-232.

Hanisch, W.H., Rickard, P.A.D., and Nyo, S. 1978. Poly (methoxygalacturonide)Lyase Immobilized via Titanium onto Solid Supports. Biotechnol.Bioeng. 20: 95-106.

Haslam, J., and Willis, H.A. 1965. Identification and Analysis of Plastic. London: Iliffe Books Ltd. 108-133.

Ishii, S., and Yokotsuka, T. 1971. Pectic trans-Eliminase with Fruit Juice Clarifying Activity. J.Agr. Food Chem. 19(5): 958-961.

Jain, P., and Wikins, E.S. 1987. Cellulase Immobilized on Modified Nylon for Saccharification of Cellulose. Biotechnol. Bioeng. 30: 1057-1062.

Janda, W. 1983. Fruit Juice. In Godfrey, T., and Reichelt, J.(eds.) Industrial Enzymology: The Application of Enzymes in Industry, 172-189. England: The Nature Press.

Jaleel, S.A., Basappa, S.C., Ramesh, A., and Sreekantiah, K.R. 1978. Developmental Studies on Enzymatic Processing of Banana (Musa cavendishii). I. Lavoratory Investigation. Indian Food Packer. 32(2): 17-20.

_____, Basappa, S.C., Ramesh, A., and Sreekantiah, K.R. 1979. Developmental Studies on Enzymatic Processing of Banana (*Musa cavendishii*). II. Pilot Scale Investigation. Indian Food Packer. 33(1): 10-14.

Jenniskens, L.H.D., Voragen, A.G.J., Pilnik, W., and Posthumus, M.A. 1991. Effects of the Treatment of Apple Pulp with Liquefying Enzymes on the Aroma of Apple Juice. Lebensm.-Wiss.U.-Technol. 24(1): 86-92.

Kawabata, A., and Sawayama, S. 1974. Change of the Contents of Sugar, Starch and Pectic Substances of the Acidity in Bananas during Ripening. Eiyo To Shokuryo. 27: 21.

Kayisu, K., Hood, L.F., and Vansoest, P.J. 1981. Characterization of Starch and Fiber of Banana Fruit. J. Food Sci. 46: 1885-1890.

Kilara, A. 1982. Enzymes and their Uses in the Processed Apple Industry : A Review. Process Biochem. 17: 35-41.

Lii, C.Y., Chang, S.M., and Young, Y.L. 1982. Investigation the Physical and Chemical Properties of Banana Starches. J Food Sci. 47: 1493-1497.

Lozano, P., Manjon, A., Ronojaro, F., Canovas, M., and Iborra, J.L. 1987. A Cross-flow Reactor with Immobilized Pectolytic Enzymes for Juice Clarification. Biotechnol. Letters. 9(12): 875-880.

Lozano, P., Manjon, A., Ronojaro, F., and Iborra, J.L. 1988. Properties of Pectolytic Enzymes Covalently Bound to Nylon for Apricot Juice Clarification. Process Biochem. 23(3): 75-78.

Manning, B.G., and Campbell, L.L. 1961. Thermostable ;-Amylase of Bacillus stearothermophilus. J. Biol. Chem. 204: 2952-2957.

Massiot, P., Thibault, J.F., and Rouau, X. 1989. Degradation of Carrot (*Daucus carota*) Fibres with Cell-Wall Polysaccharide-Degrading Enzymes. J.Sci. Food Agric. 49: 45-57.

McCarthy, A.I., Palmer, J.K., Shaw, C.P., and Anderson, E.E. 1963. Correlation of Gas Chromatographic Data with Flavor Profiles of Fresh Banana Fruit. J. Food Sci. 28: 379-384.

Miller, G.L. 1959. Dinitrosalicylic Acid Reagent for Determination of Reducing Sugar. Anal Chem. 31: 426-428.

Noach Ben-Shalom. 1986. Hindrance of Hemicellulose and Cellulose Hydrolysis by Pectic Substanecs. J. Food Sci. 51: 720-721.

Novo. The Use of Enzymes in the Fruit Juice Industry. Enzyme Information. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd. 1-3.

____. 1985. Product form Data Information. B302b-GB1000. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd.

____. 1989. Product form Data Information. B153h-GB3000: Celluclast 1.5L, B0531-GB3000:Ban. Enzyme Division. Denmark: Bagsvaerd.

Ohmiya, K., Tanimura, S., Kobayashi, T., and Shimizu, S. 1978. Preparation and Properties of Proteases immobilized on Anion Exchange Resin with Glutaldehyde. Biotechnol. Bioeng. 20: 1-15.

Palmer, J.K. 1971. The Banana. In Hulme, A.C.(ed.), The Biochemistry of Fruits and Their Products. 2nd ed. 65-105. London: Academic Press.

Piffri, P.G., and Preziuso, M. 1987. Immobilized of Endopolygalacturonase on Gamma-Alumina for the Treatment of Fruit Juice. Lebensm-Wiss.U.-Technol. 20(3): 137-142.

Puvanakrishnan, R., and Bose, S.M. 1980. Studies on the Immobilization of Trypsin on Sand. Biotechnol. Bioeng. 22: 919-928.

Reese, E.T., Sin, G.H.R., and Levinson, H.S. 1950. The Biological Degradation of Soluble Cellulose Derivatives and its Relationship to the Mechanism of Cellulose Hydrolysis. J. Bacteriol. 59: 485-497.

Roboz, E., Barratt, R.W., and Talum, E.L. 1952. Break Down of Pectic Substance by a New Enzyme from Newrospora. J.Biol.Chem. 195: 459-471.

Rogalski, J., Szezodrak, J., Dawidowiez, A., Ilezuk, Z., and Leonowiez, A. 1985. Immobilization of Cellulase and D-xylanase Complexes from *Aspergillus terrius* F-413 on Controlled Porosity Glasses. Enzyme Microb.Technol. 7: 395-400.

Romero, C., Manjon, S., and Iborra, J.L. 1988. Synergistic Effect of Endo-D-polygalacturonase on Coimmobilized Pectinesterase. Biotechnol. Lett. 10: 97-100.

Roy, S.K., Raha, S.K., Dey, S.K., and Chakrabarty, S.L. 1989. Immobilization of Bata-Glucosidase from *Myceliophthora thermophila* D-14. Enzyme Microb. Technol. 11: 431-435.

Roy, P.K., Roy, U., and Dube, D.K. 1984. Immobilised Cellulolytic and Hemicellulolytic Enzymes from *Macro--phomina phaseolina.* J. Chem. Tech. Biotechnol. 34B: 165-170.

Sreekantiah, J.R., Jaleel, S.A., and Rao, T.N.R. 1968. Preparation of Liquid Fluids by Enzymic Processing. J. Food Sci. Technol. 5: 129-132.

_____., Jaleel, S.A., and Rao, T.N.R. 1971. Utilization of Fungal Enzymes in the Liquefaction of Soft Fruits and Extraction and Clarification of Fruit Juices. J. Food Sci.Technol. 8: 201-203.

Sreenath, H.K., Frey, M.D., and Radola B.J. 1984. Degradation of a Washed Carrot Preparation by Cellulases and Pectinases. Biotechnol. Bioeng. 26: 788-796.

Sreenath, H.K., Nanjundaswamy, A.M., and Sreekantiah, K.R. 1987. Effect of Various Cellulases and Pectinases on Viscosity Reduction of Mango Pulp. J. Food Sci. 52: 230-231.

Sreenath, H.K., and Santhanam, K. 1992. Comparision of Cellulolytic and Pectinolytic Treatment of Various Fruit Pulps. Chem. Microbiol. Technol. Lebensm. 14: 46-50.

Sriputtirut, N., and Anprung, P. 1989. Preparation and Enzymic Properties of Cellulase and Cellobiase Complexes Immobilized on Sand. International Conference Biotechnology and Food. Stuttgart: Hohemheim University.

Stratilova, E., Capka, M., and Rexova-Benkova, L. 1987. Endopolygalacturonase Immobilized on Epoxide-Containing Supports. Biotechnol.Lett. 9(7): 511-516.

Takeuchi, T., and Makino, K. 1986. Cellulase Immobilized on Poly-L-Glutamic Acid. Biotechnol. Bioeng. 29: 160-164.

Tressl, R., and Drawert, F. 1973. Bioengenesis of Banana Volatiles. J. Agric. Food Chem. 21(4): 560-565.

Tressl, R., and Jennings, W.G. 1972. Production of Volatile Compounds in the Ripening Banana. J. Agric. Food Chem. 20(2): 189-192.

Trevan, D.M. 1980. Immobilized Enzyme: An Introduction and Application in Biotechonlogy. New York: John Will and Son.

Viquez, F., Lastreto, C., and Cooke, R.D. 1981. A Study of the Production of Clarified Banana Juice using Pectinolytic Enzymes. J. Food Technol. 16: 115-125.

Von Loeseche, H.W. 1950. Banana. 2nd ed. New York: Interscience.

Voragen, A.G.J., Heutink, R., and Pilnik, W. 1980. Solubilization of Apple Cell Walls with Polysaccharide-Degrading Enzymes. J. Appl. Biochem. 2: 452-468

Voragen, A.G.J., Schols H.A., Siliha, H.A.I., and Pilnik, W. 1986. Enzymic Lysis of Pectic Substances in Cell Walls: Some Implications for Fruit Juice Technology. In Fishman, M.L., and Jen, J.J.(eds.) Chemistry and Function of Pectins, 230-240. American Chem. Soc. Symp. Series 310.

Whitaker, J.R. 1984. Pectic Substance, Pectic Enzymes and Haze Formation in Fruit Juices. Enzyme Microb.Technol. 6: 341-349.

Wongkhalaung, C., Kashiwagi, Y., Ohta, T., and Sasaki, T. 1985. Cellulase Immobilized on a Soluble Polymer. Appl. Microbiol. Biotechnol. 21: 37-41.

Yamasaki, M., Kato, A., Chu, S.Y., and Arima, K. 1967. Pectic Enzymes in the Clarification of Apple Juice. Part II. The Mechaism of Clarification. Agric. Biol. Chem. 31(5): 552-560.

Yamasaki, M., Yasui ,T., and Arima, K. 1964. Pectic Enzymes in the Clarification of Apple Juice, Part I. Study on the Clarification Reaction in a Simplified Model. Agric. Biol. Chem. 28(11): 779-787.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเพิ่มเติม

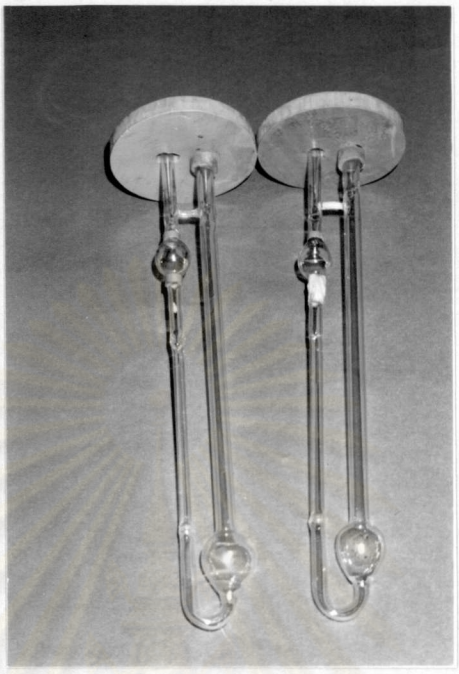
ก-1 วิธีวิเคราะห์หาแอคติวิตีของเพคติเนส

ก-1.1 การวิเคราะห์หาแอคติวิตีของเพคติเนสในรูปการลดลงของความหนืด (Roboz, 1952 และ Anaya, 1982)

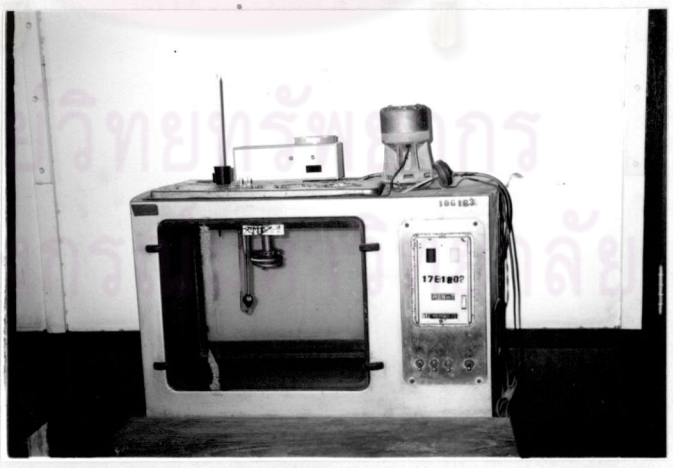
วิธีวิเคราะห์

ปิเปตสารละลายที่ต้องการวัดความหนืดจำนวน 3 มิลลิลิตร ใส่ใน ostwald viscometer (รูปที่ ก-1.1) นำไปบ่มในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ (รูปที่ ก-1.2) ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที แล้วจึงจับเวลาหาอัตราการไหลของของเหลว แล้วคำนวณหาค่าเปอร์เซนต์การลดลงของความหนืด (% viscosity deminishing, A) จากสูตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-1.1 เครื่องวัดความหนืด ostwald viscometer



รูปที่ ก-1.2 ostwald viscometer พร้อมกับอ่างควบคุมอุณหภูมิ

$$A = [(V_t - V_o)/(V_t - V_s)]x100$$

โดยที่ V_o = เป็นเวลาในการไหล (วินาที) ของสารละลายปฏิกิริยาเพคตินและเพคติเนส

V_t = เป็นเวลาในการไหลของสารละลายเพคตินกับเพคติเนสที่ถูกยับยั้งการทำงาน (inactive enzyme)

V_s = เป็นเวลาในการไหลของตัวทำละลายคือ อะซีเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร

นำค่าเปอร์เซนต์การลดความหนืด (A) ไปคำนวณหาหน่วยเอนไซม์โดยที่

หมายเหตุ 1 หน่วยเอนไซม์ (unit enzyme) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่ลดความหนืดของสารละลายเพคตินความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร ลงครึ่งหนึ่ง หรือลดลงร้อยละ 50 ภายในเวลา 1 นาที ที่ 30 องศาเซลเซียส

ก-1.2 วิธีวิเคราะห์แอคติวิตีของเพคติเนสอิสระ

เตรียมสารละลายสับสเตรทซึ่งประกอบด้วยสารละลายเพคตินความเข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก/ปริมาตรในน้ำกลั่น จำนวน 5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยอะซีเตตบัฟเฟอร์ 0.2 โมล/ลิตร pH 4.0 จำนวน 4.5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองบ่มใน shaking bath ที่ อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลายเพคติเนสในอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร pH 4.0 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร บ่มต่อไปเป็นเวลา 1 นาที หยุดปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว นำไปวัดแอคติวิตีตามวิธีในข้อ ก-1.1

ก-1.3 วิธีวิเคราะห์แอคติวีตีของเพคติเนสตรึงรูปบนผ้าไนลอน

ปิเปตสารละลายเพคตินเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก/ปริมาตร อะซีเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร pH 4.0 จำนวน 10 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองบ่มใน shaking bath ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ใส่เพคติเนสตรึงรูปบนผ้าไนลอนขนาด 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 แผ่น บ่มต่อไปอีกเป็นเวลา 30 นาที หยุดปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็ว นำไปวัดแอคติวีตีตามวิธีในข้อ ก-1.1

ก-2 วิธีวิเคราะห์หาแอคติวีตีของเซลลูเลส

ก-2.1 การวิเคราะห์หาน้ำตาลรีดิวซ์ โดยวิธี Dinitrosalicylic Acid Method (Miller, 1959)

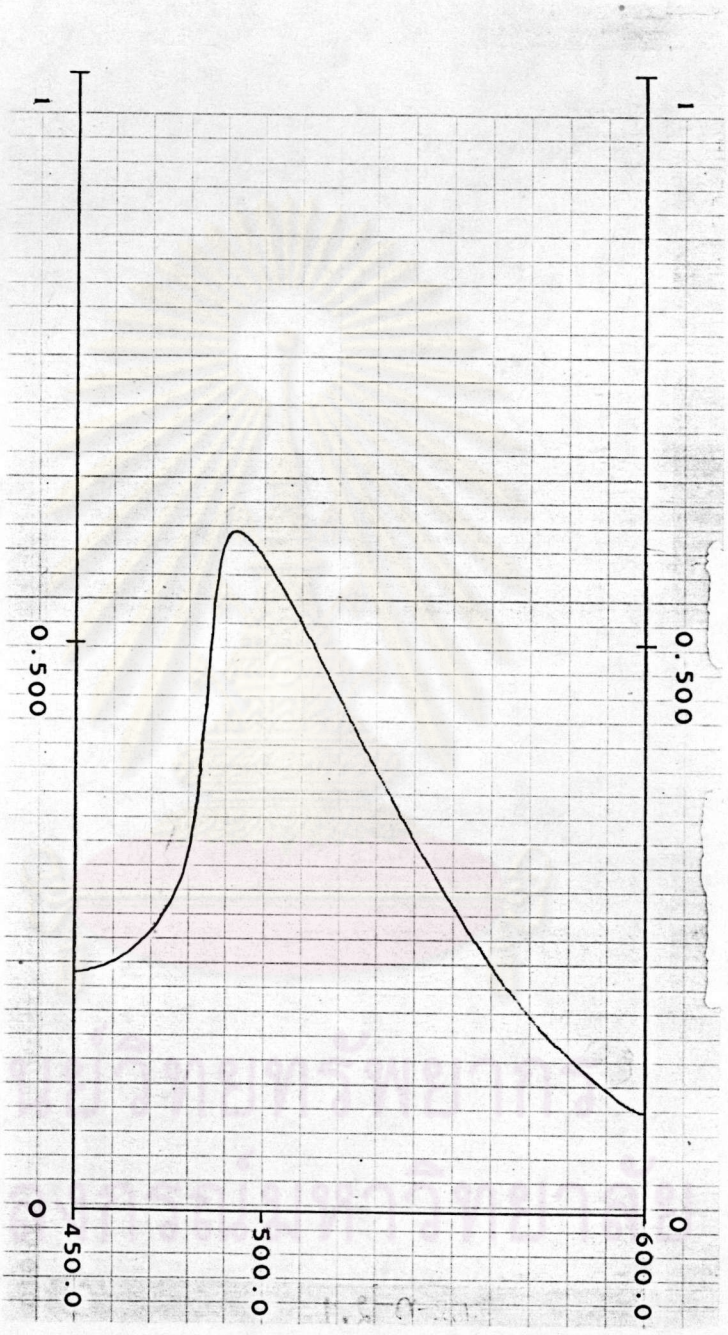
วิธีวิเคราะห์

(1) ใส่สารละลายน้ำตาลกลูโคสมาตรฐาน 1 มิลลิลิตรในหลอดทดสอบ

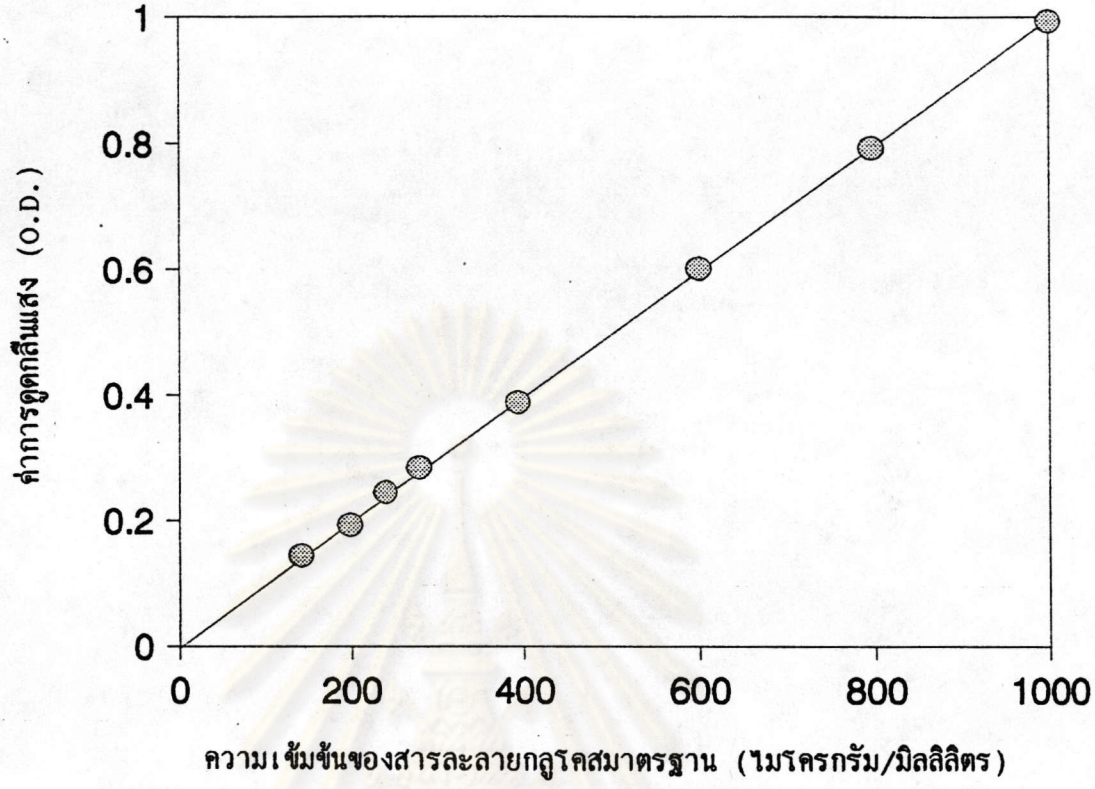
(2) เติมสารละลาย dinitrosalicylic acid ปริมาตร 3 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปต้มในน้ำเดือด 5 นาทีแล้วทำให้เย็นทันที

(3) เติมน้ำกลั่นปริมาตร 6 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 495 นาโนเมตร ซึ่งเป็นค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงมากที่สุด ดังแสดงในรูป ก-2.1 เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าการดูดกลืนแสงกับความเข้มข้นของน้ำตาลกลูโคส ดังรูป ก-2.2

(4) สำหรับตัวอย่างที่จะหาปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ ก็วิเคราะห์เช่นเดียวกัน ถ้าตัวอย่างมีปริมาณน้ำตาลอยู่สูงต้องเจือจางให้อยู่ในช่วงที่วิเคราะห์ได้และหาปริมาณน้ำตาลโดยเทียบกับกราฟมาตรฐาน



รูปที่ ก-2.1 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของน้ำตาลกลูโคสที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ



รูปที่ ก-2.2 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายน้ำตาลกลูโคส กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 495 นาโนเมตร

ก-2.2 <u>วิธีวิเคราะห์แอคติวิตีของเซลลูเลสอิสระ</u>

เตรียมสารละลายสับสเตรทซึ่งประกอบด้วยสารละลาย CMC เข้มข้นร้อยละ 2 โดยน้ำหนัก/ปริมาตรในน้ำกลั่น จำนวน 2.5 มิลลิลิตร เจือจางด้วยสารละลายอะซีเตตบัฟเฟอร์ ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร pH 4.8 จำนวน 2 มิลลิลิตร บ่มใน shaking bath ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที เติมสารละลายเซลลูเลสในอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร pH 4.8 จำนวน 0.5 มิลลิลิตร บ่มต่อไปอีกเป็นเวลา 5 นาที หยุดปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วนำไปวัดหมู่รีดิวซ์ตามวิธีในข้อ ก-2.1

ก-2.3 <u>วิธีหาแอคติวิตีของเซลลูเลสตรึงรูปบนผ้าไนลอน</u>

ปิเปตสารละลาย CMC เข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก/ปริมาตรในอะซีเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร pH 4.8 จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองบ่มใน shaking bath ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ใส่เซลลูเลสตรึงรูปบนผ้าไนลอนขนาด 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 แผ่น บ่มต่ออีกเป็นเวลา 30 นาที หยุดปฏิกิริยาในน้ำเดือดเป็นเวลา 5 นาที ทำให้เย็นอย่างรวดเร็วนำไปวัดหมู่รีดิวซ์ตามวิธีในข้อ ก-2.1

<u>หมายเหตุ</u> 1 หน่วยเอนไซม์ (unit enzyme) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่เปลี่ยนสับสเตรท CMC ไปเป็นกลูโคส 1 ไมโครกรัม ในเวลา 1 นาที ที่ 40 องศาเซลเซียส

ก-3 <u>วิธีการวิเคราะห์หาแอคติวิตีของอะมัยเลส</u>

ก-3.1 การวิเคราะห์หาปริมาณแป้งโดยวิธี starch-iodine method (Manning, 1961)

การวิเคราะห์

(1) ใส่สารละลายน้ำแป้งปริมาตร 5 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดสอบอุ่นที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที

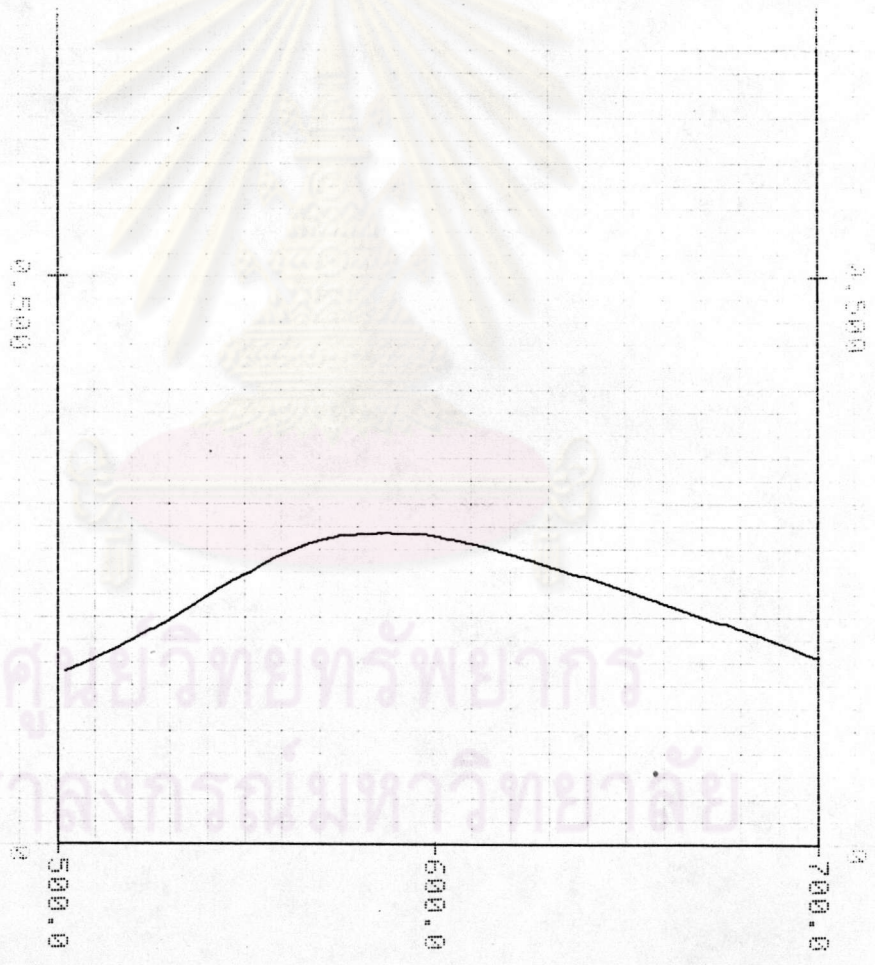
(2) ดูดสารละลายปฏิกิริยา 0.1 มิลลิลิตร ใส่ในสารละลายไอโอดีนปริมาตร 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 590 นาโนเมตร (ซึ่งเป็นค่าความยาวคลื่นที่มีการดูดกลืนแสงมากที่สุดดังแสดงในรูป ก-3.1)

การคำนวณ

มิลลิกรัมของแป้งที่ถูกย่อย = $\frac{AbC - AbD}{AbC}$ x มิลลิกรัมของแป้งเริ่มต้น

เมื่อ AbC = ค่าการดูดกลืนแสงของ control

AbD = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง



รูปที่ ก-3.1 สเปกตรัมการดูดกลืนแสงของสารละลายปฏิกิริยาน้ำแป้งกับไอรอดีนที่ความยาวคลื่นต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก-3.2 <u>วิธีวิเคราะห์แอคติวิตีของอะมัยเลสตรึงรูปบนผ้าไนลอน</u>

ปิเปตสารละลายน้ำแป้งความเข้มข้นร้อยละ 1 โดยน้ำหนัก/ปริมาตรในอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร. pH 5.0 จำนวน 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลอง บ่มใน shaking bath ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที ใส่อะมัยเลสตรึงรูปบนชิ้นผ้าไนลอนขนาด 2.5 x 2.5 ตารางเซนติเมตร จำนวน 5 ชิ้น บ่มต่ออีกเป็นเวลา 10 นาที ติดตามแอคติวิตีของอัลฟาอะมัยเลสตามวิธีในข้อ ก-3.1

<u>หมายเหตุ</u> 1 หน่วยเอนไซม์อะมัยเลสเท่ากับ ปริมาณของเอนไซม์ที่ย่อยสลายแป้ง 1 มิลลิกรัมที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส ในเวลา 1 นาที

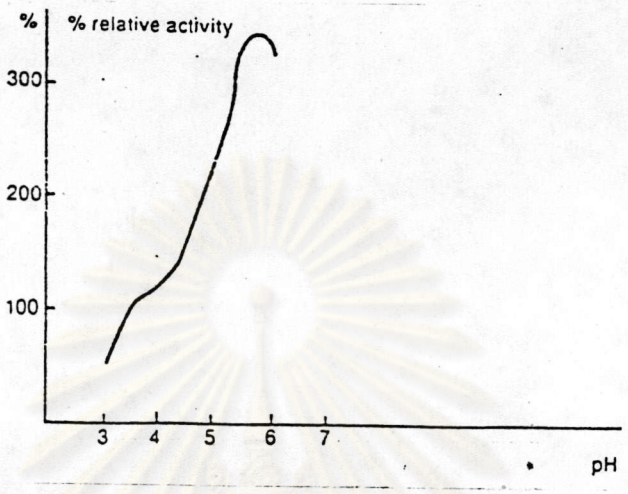
ก-4 <u>ข้อมูลรายละเอียดของ Pectinex Ultra SP-L</u> (Novo, 1985)

Pectinex Ultra SP-L เตรียมจาก *Aspergillus niger* สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว โดยจะมีเฮมิเซลลูเลสเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เพื่อช่วยในการสลายเนื้อเยื่อของผนังเซลพืช

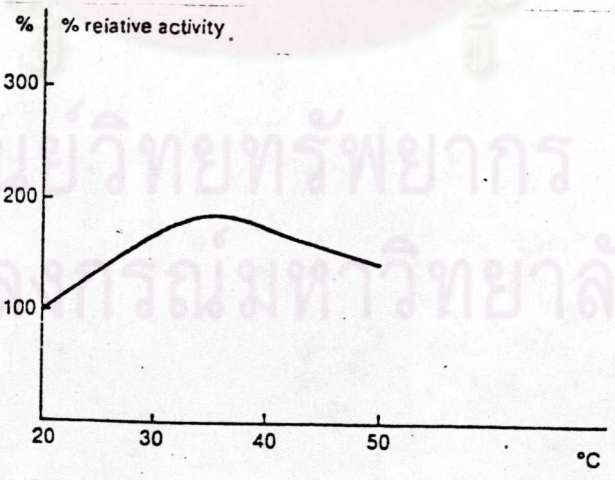
ก-4.1 ลักษณะโดยทั่วไป

Pectinex Ultra SP-L มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม มีกลิ่นเปรี้ยวหรือกลิ่นหมักเล็กน้อย มี pH ประมาณ 4.5 สามารถละลายน้ำได้ดี เอนไซม์อาจมีความขุ่นเกิดขึ้นแต่ไม่มีผลกระทบต่อแอคติวิตี มีแอคติวิตี 26.000 PG/มิลลิลิตร โดยที่ 1 PG (Polygalacturonase units) หมายถึงปริมาณเอนไซม์ทำให้ความหนืดของสารละลายกรดเพคติคลดลงร้อยละ 50 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส pH 3.5 ในเวลา 30 นาที

Pectinex Ultra SP-L สามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิ 8-55 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมิสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส พบว่า เอนไซม์บางส่วนถูกยับยั้งการทำงาน มี pH ในการทำงานในช่วงความเป็นกรดปานกลาง สำหรับในกรณีที่ผลไม้มีความเป็นกรดสูงพบว่าต้องเพิ่มปริมาณของเอนไซม์ที่ใช้มากขึ้น ซึ่งแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L ที่ pH และ อุณหภูมิต่าง ๆ แสดงในรูปที่ ก-4.1 และ ก-4.2 ตามลำดับ



รูปที่ ก-4.1 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L



รูปที่ ก-4.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Pectinex Ultra SP-L

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก-4.2 การเก็บรักษา

โดยทั่วไปการเก็บที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส จะมีอายุการเก็บเป็นเวลา 3 เดือนโดยไม่สูญเสียแอคติวิตี แต่หลังจากนั้นเอนไซม์จะมีแอคติวิตีลดลงร้อยละ 1-2 ต่อเดือน การเก็บที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียส เอนไซม์จะมีอายุการเก็บนานขึ้นเป็นเวลาอย่างน้อย 1 ปี โดยไม่มีการสูญเสียแอคติวิตี

ก-4.3 สมบัติด้านความปลอดภัยและข้อระวังในการใช้งาน

Pectinex Ultra SP-L ได้รับการยอมรับจาก FAO/WHO JECFA และ FCC ให้เป็นเอนไซม์ที่ใช้กับอาหาร (food grade enzyme) โดยมีเชื้อที่มีชีวิตอยู่ (total viable count) สูงสุดไม่เกิน $5x10^4$ และมีเชื้อราไม่เกิน 10^2 ต่อกรัม

ข้อควรระวังในการใช้งานคือ หลีกเลี่ยงการสูดดมหรือสัมผัสกับเอนไซม์โดยตรง ในกรณีที่สัมผัสถูกผิวหนังหรือตา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำทันที

ก-4.4 การนำไปใช้

สำหรับการประยุกต์ใช้นั้น มักจะใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำผลไม้โดยนำ Pectinex Ultra SP-L มาใช้กับเนื้อผลไม้บด จะช่วยเพิ่มผลผลิตในการสกัดน้ำผลไม้และทำให้การปีบอัดเป็นไปได้ง่ายขึ้น ตัวอย่างเช่นการใช้เพื่อช่วยเพิ่มผลผลิตของน้ำแอปเปิ้ล จากแอปเปิ้ลสดและแอปเปิ้ลที่ผ่านการเก็บมาแล้ว ซึ่งพบว่าทั้ง 2 กรณี ที่ระดับของการใช้แรงปีบคั้นน้ำเท่ากัน การใช้เอนไซม์จะให้ผลผลิตน้ำแอปเปิ้ลได้มากกว่า

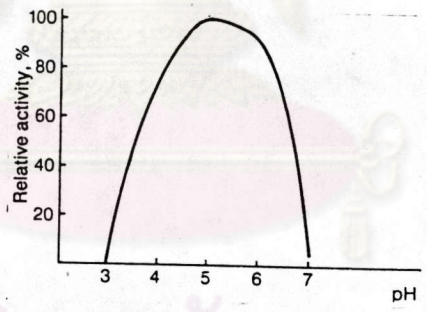
ก-5 <u>ข้อมูลรายละเอียดของ Celluclast 1.5L</u> (Novo, 1989)

Celluclast 1.5L เป็นเซลลูเลสที่เตรียมได้จากการหมักแบบจุ่มอาหารเหลว (submerged fermentation) ของ *Trichoderma reesei* การทำงานของเอนไซม์นี้จะเร่งการแตกพันธะของเซลลูโลสไปเป็นกลูโคส เซลโลไบโอส และกลูโคสที่ต่อกันเป็นโพลีเมอร์สายยาว ซึ่งปริมาณของผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดขึ้นกับภาวะในการทำปฏิกิริยา

ก-5.1 ลักษณะทั่วไป

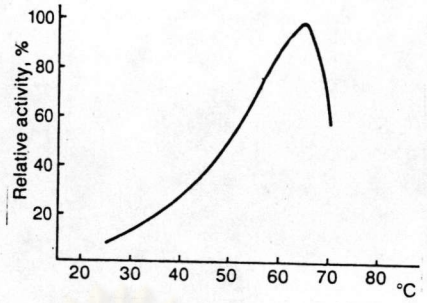
Celluclast 1.5L มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้ม สามารถละลายน้ำได้ดี อาจมีความขุ่นเกิดขึ้นได้ แต่จะไม่มีผลกระทบต่อแอคติวิตีของเอนไซม์ มีความหนาแน่นประมาณ 1.2 กรัม/มิลลิลิตร มีแอคติวิตี 1500 NCU/กรัม โดยที่ 1 NCU (One NoVo Cellulase Unit) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์ที่ย่อยสลายคาร์บอกซี่เมทธิลเซลลูโลส (CMC) แล้วให้ผลิตภัณฑ์คาร์โบ-ไฮเดรตที่มีปลายรีดิวซ์เทียบเท่ากับกลูโคส 1 ไมโครโมล/นาทีภายใต้ภาวะที่กำหนด

แอคติวิตีของ Celluclast 1.5L ที่ pH และอุณหภูมิต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ ก-5.1 และ ก-5.2 ตามลำดับ จะเห็นว่า ภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของ Celluclast 1.5L คือ pH 4.5-6.0 และอุณหภูมิในช่วง 50-60 องศาเซลเซียส



รูปที่ ก-5.1 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Celluclast 1.5 L
ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 0.02 NCU/มิลลิลิตร
อุณหภูมิ = 50 องศาเซลเซียส
เวลาในการทำปฏิกิริยา = 20 นาที

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



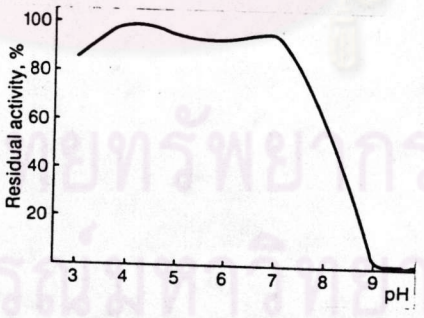
รูปที่ ก-5.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 0.02 NCU/มิลลิลิตร

pH = 4.8

เวลาในการทำปฏิกิริยา = 20 นาที

เสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายที่ pH และอุณหภูมิต่างๆแสดงในรูปที่ ก-5.3 และ ก-5.4 ตามลำดับ



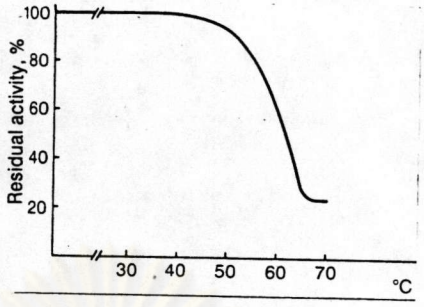
รูปที่ ก-5.3 ผลของ pH ต่อเสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 2 NCU/มิลลิลิตร

อุณหภูมิ = 25 องศาเซลเซียส

เวลาในการบ่ม = 16 ชั่วโมง

ระบบบัฟเฟอร์ = McIlvaine



รูปที่ ก-5.4 ผลของอุณหภูมิต่อเสถียรภาพของ Celluclast 1.5 L

ความเข้มข้นของเอนไซม์ = 2 NCU/มิลลิลิตร

pH = 4.8

เวลาในการบ่ม = 30 นาที

ก-5.2 การเก็บรักษา

โดยทั่วไปหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะเก็บได้เป็นเวลาประมาณ 3 เดือนโดยที่ยังไม่สูญเสียแอคติวิตี การเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 5-10 องศาเซลเซียสจะยืดอายุการเก็บให้ยาวนานมากขึ้น

ก-5.3 สมบัติด้านความปลอดภัย

Celluclast 1.5L ได้รับการยอมรับจาก FAO/WHO JECFA และ FCC ให้เป็นเอนไซม์ที่ใช้สำหรับอาหาร (Food grade enzyme) โดยมีเชื้อที่มีชีวิตอยู่ (total viable count) สูงสุดไม่เกิน $5x10^4$ และมีเชื้อราไม่เกิน 10^2 ต่อกรัม

ก-5.4 การนำไปใช้

มีการประยุกต์ใช้ Celluclast 1.5 L เพื่อจุดประสงค์ต่าง ๆ ได้แก่ การผลิตน้ำตาลเพื่อใช้ในการหมักจากเซลลูโลส โดยใช้ร่วมกับเซลโลไบเอสเช่น Novozyme ® สำหรับการใช้ในทางอุตสาหกรรม ปริมาณที่เหมาะสมของเอนไซม์ทั้ง 2 ขึ้น กับภาวะในการทำปฏิกิริยา เช่น pH อุณหภูมิความเข้มข้นของสารตั้งต้น ซึ่งในการลองขั้นต้นแนะนำให้ใช้ใน

ปริมาณดังนี้คือ ใช้ Celluclast 1.5L ร้อยละ 1 ร่วมกับ Novozym 188 ร้อยละ 0.2 นอกจากนี้ยังใช้ในการลดความหนืดและช่วยเพิ่มผลผลิตที่สกัดได้จากผัก ซึ่งปริมาณที่แนะนำให้ใช้ขั้นต้นคือ ร้อยละ 0.1 โดยน้ำหนักของเอนไซม์/น้ำหนักแห้งของสารตั้งต้น โดยปริมาณที่เหมาะสมจริงอาจน้อยกว่านี้ขึ้นกับภาวะที่ใช้

ก-6 <u>รายละเอียดของเอนไซม์ Ban 240L</u> (Novo, 1989)

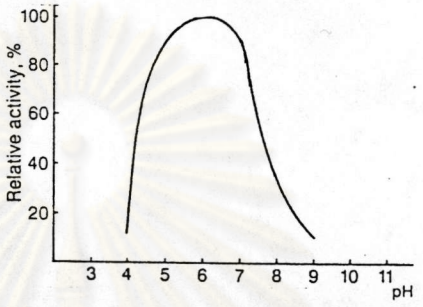
Ban เป็นอัลฟาอะมัยเลสที่เตรียมได้จากการหมักแบบอาหารเหลว (submerged fermentation) ของ *Bacillus subtilis* สายพันธุ์ที่ผ่านการคัดเลือกแล้ว มีชื่อเรียกตามระบบสากลว่า 1,4 α-D-glucan glucono-hydrolase (EC 3.2.1.1)

ก-6.1 สมบัติโดยทั่วไป

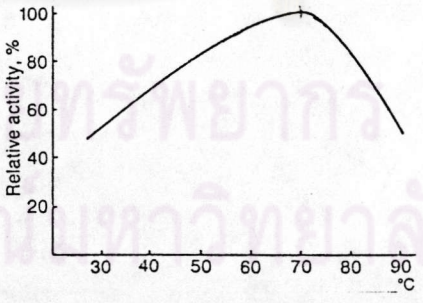
Ban (Bacterial Amylase NOvo) เป็น endo-amylase ที่ตัดพันธะไกลโคซิล ;-1,4 ในอะมัยโลส อะมัยโลเพคติน และแป้งที่เกิดเจลาติไนซ์ อย่างสุ่มซึ่งเป็นผลให้มีความหนืดลดลงอย่างรวดเร็ว ผลิตภัณฑ์ที่ได้คือเดกท์ตรินที่มีความยาวของสายโมเลกุลต่าง ๆ กัน และ Oligo-saccharides

Ban มีลักษณะเป็นของเหลวสีน้ำตาลเข้มมีความหนาแน่นประมาณ 1.2 กรัม/มิลลิลิตร มีแอคติวิตีต่างกันไปตามชนิดของ Ban ดังนี้คือ Ban 480L มีแอคติวิตี 480 KNU/กรัม Ban 240L มีแอคติวิตี 240 KNU/กรัม และ Ban 120L มีแอคติวิตี 120 KNU/กรัม สำหรับ Ban 800 MG มีลักษณะเป็นเม็ดที่มีขนาดเล็กมาก (microgranulate) สามารถไหลได้อย่างอิสระ ไม่ก่อให้เกิดฝุ่นฟุ้ง อนุภาคมีขนาดเฉลี่ย 300 ไมครอน มีแอคติวิตี 800 KNU/กรัม โดยที่ 1 KNU (one Kilo Novo α-amylase Unit) หมายถึง ปริมาณของเอนไซม์ซึ่งแตกพันธะของแป้ง (Merck, amylum Solubile, Erg. B6, Batch 9947275) 5.26 กรัม/ชั่วโมง โดยใช้วิธีมาตรฐานของ NOVO ในการหาแอคติวิตีของอัลฟาอะมัยเลสโดยใช้สภาวะดังนี้คือ ใช้ soluble starch เป็นสารตั้งต้น มีปริมาณของแคลเซียมในตัวทำละลาย 0.0043 โมลาร์ เวลาในการทำปฏิกิริยา 7-20 นาที ที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส และ pH 5.6

แอคติวิตีของ Ban ที่ pH และ อุณหภูมิต่าง ๆ แสดงในรูปที่ ก-6.1 และ ก-6.2 ตามลำดับ จะเห็นว่าภาวะที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของ Ban คือที่ pH 5-7 และอุณหภูมิ 60-70 องศาเซลเซียส



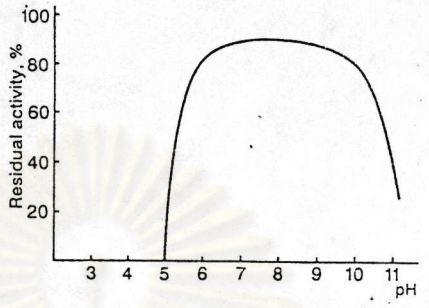
รูปที่ ก-6.1 ผลของ pH ต่อแอคติวิตีของ Ban



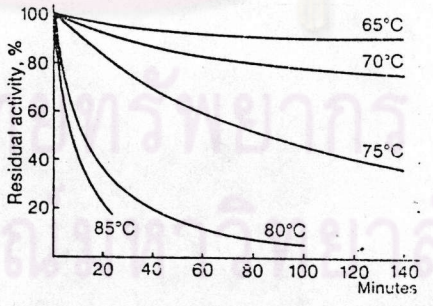
รูปที่ ก-6.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอคติวิตีของ Ban

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เสถียรภาพของ Ban เมื่ออยู่ในรูปของสารละลายที่ pH และอุณหภูมิต่าง ๆ แสดงไว้ในรูปที่ ก-6.3 และ ก-6.4 ตามลำดับ



รูปที่ ก-6.3 ผลของ pH ต่อเสถียรภาพของ Ban
อุณหภูมิในการทำปฏิกิริยา 70 องศาเซลเซียส
เวลา 60 นาที
ในสารละลายที่ประกอบด้วย $CaCl_2$ 0.5 กรัมและ NaCl 6.0 กรัมต่อลิตร



รูปที่ ก-6.4 ผลของอุณหภูมิต่อเสถียรภาพของ Ban
pH 7.0 (Tris-maleate Buffer)
ในสารละลายที่ประกอบด้วย $CaCl_2$ 0.5 กรัม และ NaCl 6.0 กรัมต่อลิตร

ก-6.2 การเก็บรักษา

สำหรับการเก็บรักษาเอนไซม์ โดยทั่วไปหากเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศา--เซลเซียส จะเก็บได้นานเป็นเวลาประมาณ 6 เดือน โดยที่ยังไม่สูญเสียแอคติวิตี การเก็บ Ban 240L ไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียสจะเก็บได้อย่างน้อย 1 ปี โดยที่ยังไม่สูญเสียแอคติวิตี

ก-6.3 สมบัติด้านความปลอดภัยและข้อระวังในการใช้งาน

ได้รับคำรับรองจาก FAO/WHO JECFA และ FCC ว่าเป็นเอนไซม์ที่ใช้สำหรับอาหาร (food grade enzyme) โดยมีเชื้อที่มีชีวิตอยู่ (total viable count) สูงสุดไม่เกิน $5x10^4$ และมีเชื้อราไม่เกิน 10^2 ต่อกรัม

ข้อควรระวังในการใช้งานคือ หลีกเลี่ยงการสูดดมหรือสัมผัสกับเอนไซม์โดยตรง ในกรณีที่สัมผัสถูกผิวหนังหรือตา ให้รีบล้างออกด้วยน้ำทันที

ก-7 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

ก-7.1 โซเดียมอะซิเตต-กรดอะซิติกบัฟเฟอร์ pH 3.7-5.6 ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย A : สารละลาย $CH_3COONa.3H_2O$ ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลาย CH_3COOH ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

ผสมสารละลาย A กับสารละลาย B ตามตารางที่ ก-7.1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ก-7.1 วิธีเตรียมโซเดียมอะซิเตต-กรดอะซิติกบัฟเฟอร์ pH 3.7-5.6

pH	ปริมาตรสารละลาย A (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลาย B (มิลลิลิตร)
3.7	10.0	90.0
3.8	12.0	88.0
4.0	18.0	82.0
4.2	26.5	73.5
4.4	37.0	63.0
4.6	49.0	51.0
4.8	59.0	41.0
5.0	70.0	30.0
5.2	79.0	21.0
5.4	86.0	14.0
5.6	91.0	9.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หมายเหตุ เตรียมอะซิเตตบัฟเฟอร์ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร โดยเจือจางด้วยน้ำกลั่นในอัตราส่วน 1:1

ก-7.2 ฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 5.8-8.0 ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย A : สารละลาย $Na_2HPO_4.12H_2O$ ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลาย $NaH_2PO_4.H_2O$ ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

ตารางที่ ก-7.2 วิธีเตรียมฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 5.8-8.0

pH	ปริมาตรสารละลาย A (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลาย B (มิลลิลิตร)
5.8	4.00	46.00
6.0	6.15	43.85
6.2	9.25	40.75
6.4	13.25	36.75
6.6	18.75	31.25
6.8	24.50	25.50
7.0	30.50	19.50
7.2	36.00	14.00
7.4	40.50	9.50
7.6	43.50	6.50
7.8	45.75	4.25
8.0	47.35	2.65

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก-7.3 บอเรตบัฟเฟอร์ pH 8.1-9.1

สารละลาย A : สารละลาย $Na_2B_4O_7.10H_2O$ ความเข้มข้น 0.025 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลายกรดไฮโดรคลอริก ความเข้มข้น 0.1 โมล/ลิตร

ตารางที่ ก-7.3 วิธีเตรียมบอเรตบัฟเฟอร์ pH 8.1-9.1

pH	ปริมาตรสารละลาย A (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลาย B (มิลลิลิตร)
8.1	50.0	19.7
8.2	50.0	18.8
8.3	50.0	17.7
8.4	50.0	16.6
8.5	50.0	15.2
8.6	50.0	13.5
8.7	50.0	11.6
8.8	50.0	9.4
8.9	50.0	7.1
9.0	50.0	4.6

ผสมสารละลาย A กับสารละลาย B ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก-7.4 ซิเตรตบัฟเฟอร์ pH 3.0-6.2 ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย A : สารละลายกรดซิตริก ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

สารละลาย B : สารละลายโซเดียมซิเตรต ความเข้มข้น 0.2 โมล/ลิตร

ตารางที่ ก-7.4 วิธีเตรียมซิเตรตบัฟเฟอร์ pH 3.0-6.2

pH	ปริมาตรสารละลาย A (มิลลิลิตร)	ปริมาตรสารละลาย B (มิลลิลิตร)
3.0	82.0	18.0
3.2	77.5	22.5
3.4	73.0	27.0
3.6	68.5	31.5
3.8	63.5	36.5
4.0	59.0	41.0
4.2	54.0	46.0
4.4	49.5	50.5
4.6	44.5	55.5
4.8	40.0	60.0
5.0	35.5	65.0
5.2	30.5	69.5
5.4	25.5	74.5
5.6	21.0	79.0
5.8	16.0	84.0
6.0	11.5	88.5
6.2	8.0	92.0

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

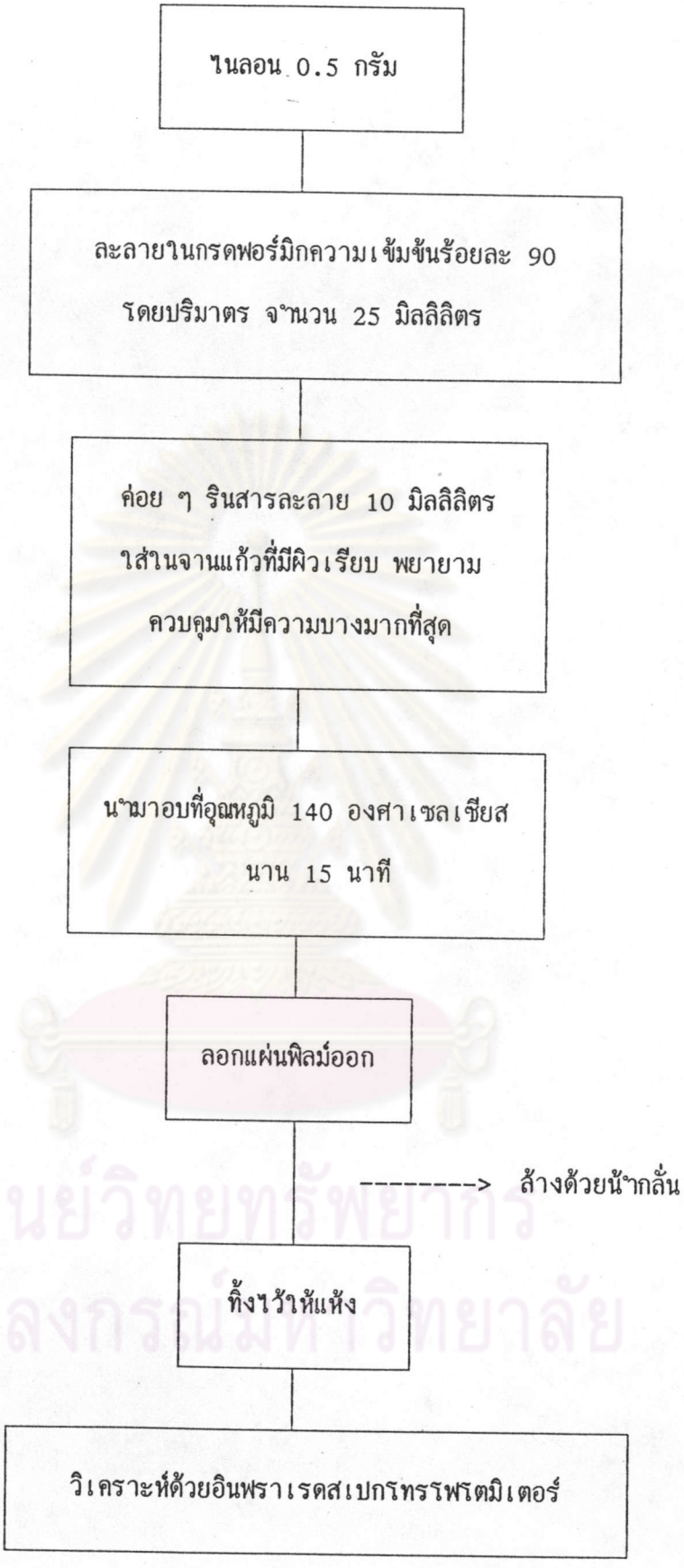
ก-8 วิธีวิเคราะห์ชนิดของผ้าไนลอนโดยอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

(Haslam และ Willis, 1965)

เตรียมแผ่นฟิลม์ไนลอนสำหรับการวิเคราะห์ชนิดของไนลอนด้วยวิธีอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี ซึ่งเครื่องมือแสดงดังรูปที่ ก-8.1 มีขั้นตอนในการเตรียมแสดงดังแผนภาพรูปที่ ก-8.2

รูปที่ ก-8.1 เครื่องอินฟราเรดสเปกโทรสโกปี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

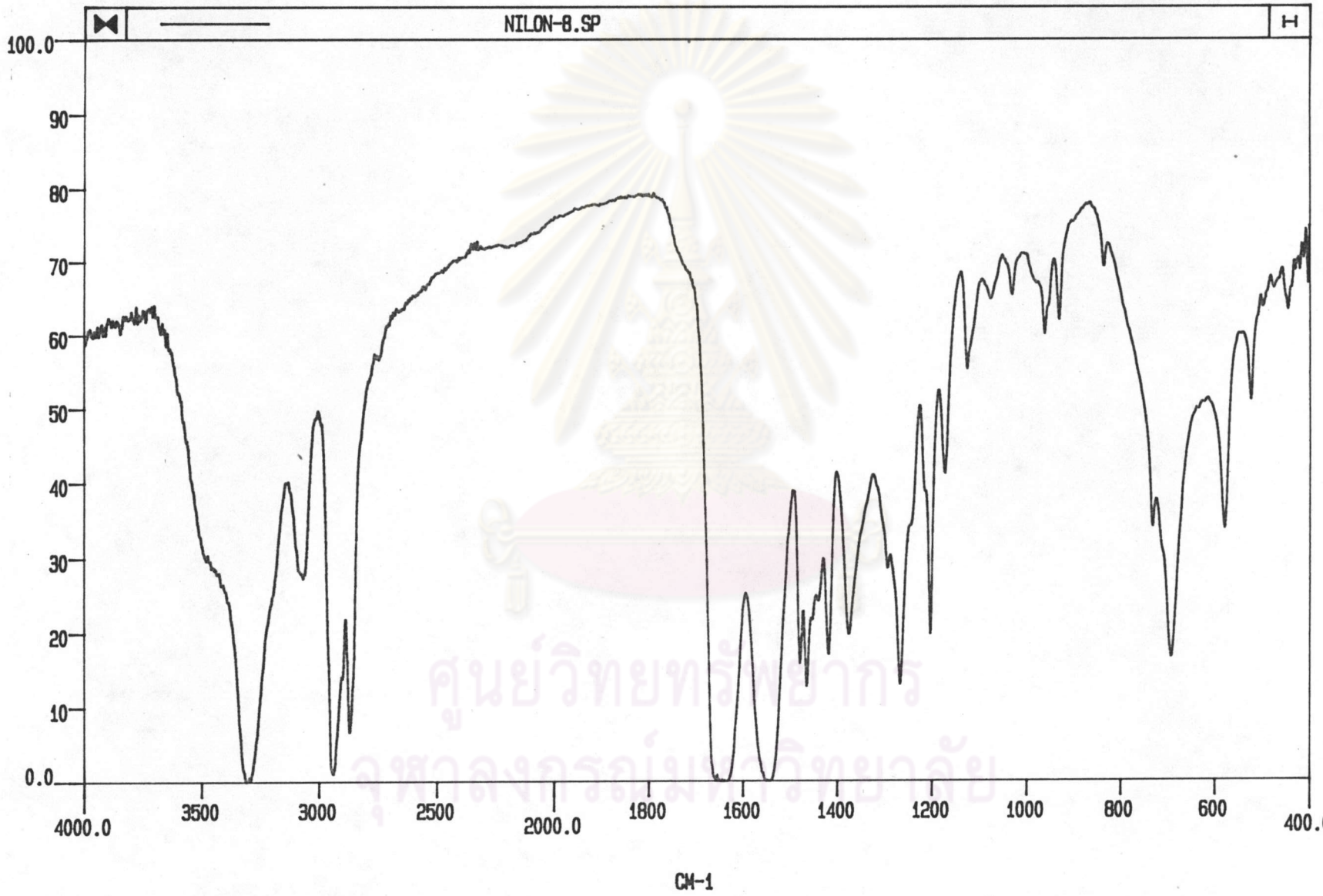


รูปที่ ก-8.2 ขั้นตอนการเตรียมแผ่นฟิลม์เพื่อวิเคราะห์หาชนิดของไนลอนด้วยเครื่องสเปกโทรโฟโตมิเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

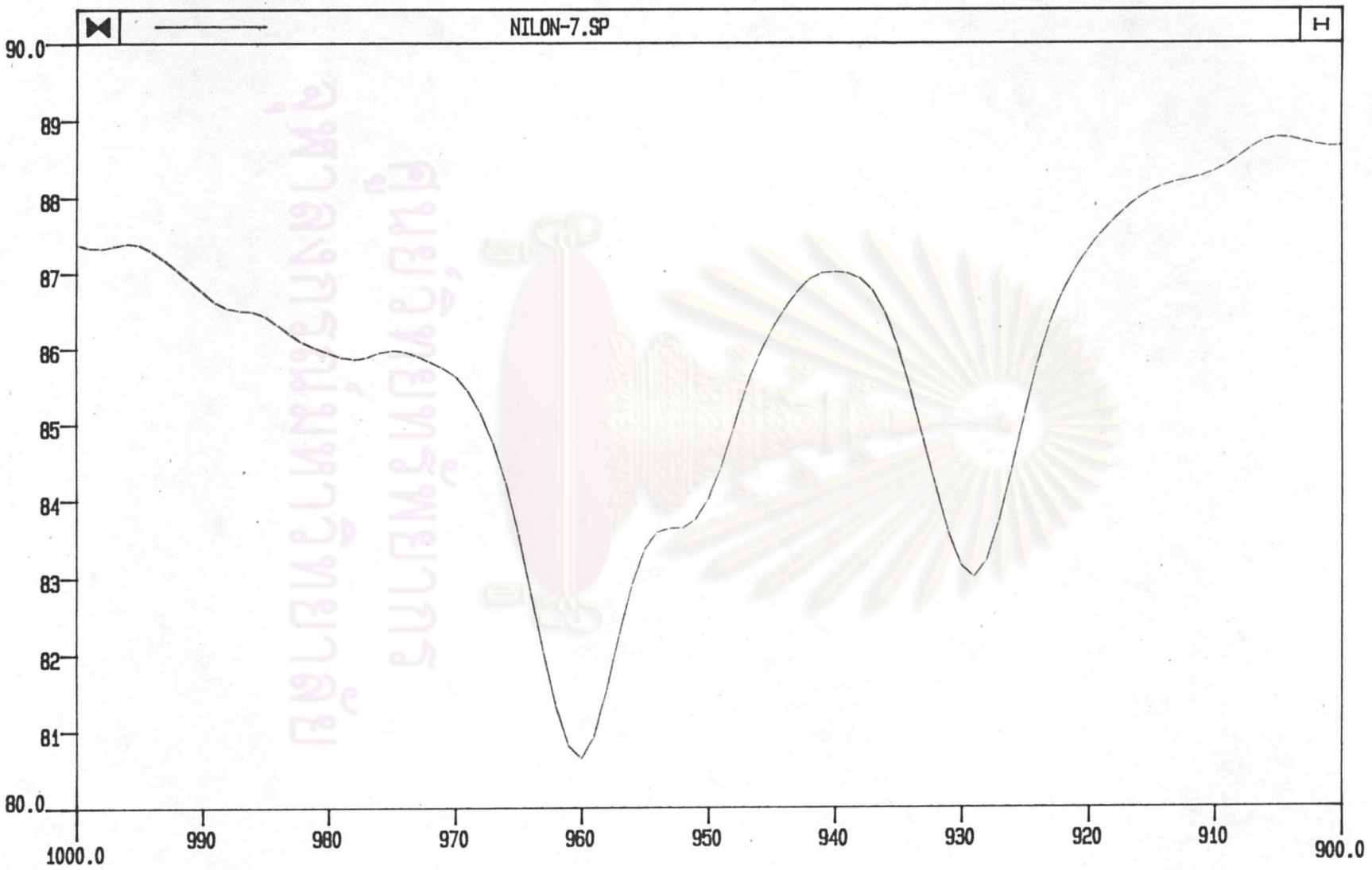
เปรียบเทียบอินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าไนลอนในรูปที่ ก-8.3 และ ก-8.4 กับสเปกตรัมมาตรฐาน ของไนลอน 6 ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 และไนลอน 11 ในรูปที่ ก-8.5 (1),(2),(3),(4) ตามลำดับ จะสังเกตุเห็นว่าผ้าไนลอนมีสเปกตรัมเหมือนสเปกตรัมมาตรฐานของไนลอน 6 ทุกประการ ซึ่งในช่วง 900-1000 cm^{-1} ไนลอน 6 เท่านั้นที่ปรากฏพีกคู่ที่ประมาณ 930 และ 960 cm^{-1} ในขณะที่ไนลอน 6,6 ไนลอน 6,10 และไนลอน 11 จะปรากฏพีกเดี่ยวที่ชัดเจนในช่วงดังกล่าว ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าผ้าไนลอนที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นชนิดไนลอน 6

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

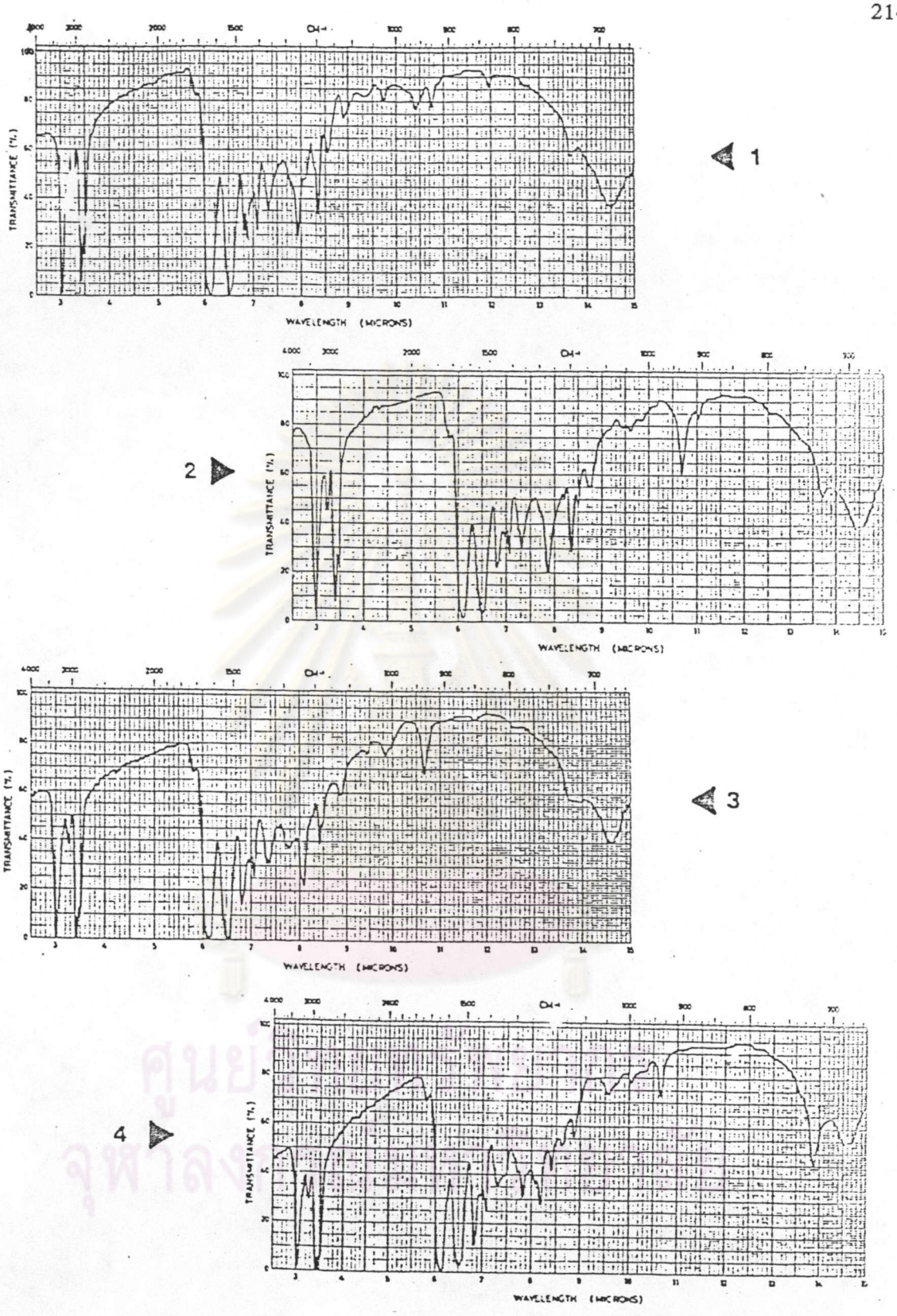


รูปที่ ก-8.3 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าไนลอน ที่ความยาวคลื่นในช่วง 400-4000 cm^{-1}

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ก-8.4 อินฟราเรดสเปกตรัมของผ้าไนลอน ที่ความยาวคลื่นในช่วง 900-1000 cm^{-1}



รูปที่ ก-8.5 สเปกตรัมมาตรฐานของไนลอน 6 (1), ไนลอน 6 (2), ไนลอน 6,10 (3) และไนลอน 11(4) (Haslam, 1965.)

ก-9 **แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำกล้วยหอม**

ชื่อ-นามสกุล_____วันที่_____

กรุณาทดสอบน้ำกล้วยหอมแล้วให้คะแนน (scoring)คุณลักษณะต่าง ๆ ในตารางนี้

ตัวอย่าง				
1. กลิ่น				
กลิ่นของกล้วยสดปกติ	(13-15)			
กลิ่นแปลกปลอมเล็กน้อยเช่นกลิ่นของ-				
-เอนไซม์	(10-12)			
กลิ่นแปลกปลอมปานกลาง	(7-9)			
กลิ่นแปลกปลอมมาก	(4-6)			
2. รส				
รสชาติของกล้วยปกติ	(13-15)			
รสชาติแปลกปลอมเล็กน้อย เช่น				
มีความเฝื่อน ความขม	(10-12)			
มีรสชาติแปลกปลอมปานกลาง	(7-9)			
มีรสชาติแปลกปลอมมาก	(4-6)			
3. การยอมรับรวม				
ยอมรับมากที่สุด	(13-15)			
ยอมรับมาก	(10-12)			
ยอมรับปานกลาง	(7-9)			
ยอมรับน้อย	(4-6)			
ไม่ยอมรับ	(1-3)			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ข-1 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ ข-1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design (CRD)

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Treatment	t-1	$_{i}\Sigma X_{i\ .}^{\ 2}/r - X_{..}^{\ 2}/rt$	SS_T/df_T	MS_T/MS_E	$f(\%sig., df_T, df_E)$
Error	t(r-1)	by substraction	SSE/df_E		
Total	rt-1	$_{i,j}\Sigma X_{ij}^{\ 2} - X_{..}^{\ 2}/rt$			

ข-2 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ตารางที่ ข-2 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Treatment	t-1	$_{i}\Sigma X_{i.}^{\ 2}/r - x_{..}^{\ 2}/rt$	$SS_{T/dfT}$	MS_T/MS_E	
Block	r-1	$_{j}\Sigma X_{.j}^{\ 2}/r - X_{..}^{\ 2}/rt$	SS_{blk}/df_{blk}	MS_{blk}/MS_E	$f(\%sig., df_{1k}, df_E)$
Error	t(r-1)	by substraction	SS_E/df_E		
Total	rt-1	$_{i,j}\Sigma X_{ij}^{\ 2} - X_{..}^{\ 2}/rt$			

ข-3 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Factorial Complete Randomized Design

ตารางที่ ข-3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Complete Randomized Design

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Factor					
A	a-1	$_{i}\Sigma X_{i}...^{2}/bcr - X....^{2}/abcr$	SS_A/df_A	MS_A/MS_E	$f(\%sig., df_A, df_E)$
B	b-1	$_{j}\Sigma X._{j}..^{2}/acr - X....^{2}/abcr$	SS_B/df_B	MS_B/MS_E	$f(\%sig., df_B, df_E)$
C	c-1	$_{k}\Sigma X.._{k}.^{2}/abr - X....^{2}/abcr$	SS_C/df_C	MS_C/MS_E	$f(\%sig., df_C, df_E)$
AB	(a-1)	$_{ij}\Sigma X_{ij}..^{2}/cr - X....^{2}/abcr$	SS_{AB}/df_{AB}	MS_{AB}/MS_E	$f(\%sig., df_{AB}, df_E)$
	(b-1)	$-SS_A-SS_B$			
AC	(a-1)	$_{ik}\Sigma X_{i}.._{k}.^{2}/cr - X....^{2}/abcr$	SS_{AC}/df_{AC}	MS_{AC}/MS_E	$f(\%sig., df_{AC}, df_E)$
	(c-1)	$-SS_A-SS_C$			
BC	(b-1)	$_{jk}\Sigma X._{jk}.^{2}/cr - X....^{2}/abcr$	SS_{BC}/df_{BC}	MS_{BC}/MS_E	$f(\%sig., df_{BC}, df_E)$
	(c-1)	$-SS_B-SS_C$			
ABC	(a-1)	$_{ijk}\Sigma X_{ijk}.^{2}/cr - X....^{2}/abcr$	SS_{ABC}/SS_{ABC}	MS_{ABC}/MS_E	$f(\%sig., df_{ABC}, df_E)$
	(b-1)	$-SS_A-SS_B-SS_C-SS_{AB}$			
	(c-1)	$-SS_{AC}-SS_{BC}-SS_{ABC}$			
Error	abc(r-1)	by substraction	SS_E/df_E		
Total	abcr-1	$_{ijkl}\Sigma X_{ijkl}^{2}/cr - X....^{2}/abcr$			

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

คิดค่าเฉลี่ย กรณีข้อมูลแบบ factorial คิดค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละตัวแปร และปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ดังตารางที่ ข-4

ตารางที่ ข-4 การคิดค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแบบ factorial

factor	ค่าเฉลี่ย	R
A	$_{i}\Sigma X_{i}.../R$	bcr
B	$_{j}\Sigma X._{j}../R$	acr
C	$_{k}\Sigma X.._{k}./R$	abr
AB	$_{ij}\Sigma X_{ij}../R$	cr
AC	$_{ik}\Sigma X_{i}._{k}./R$	br
BC	$_{jk}\Sigma X._{jk}./R$	ar
ABC	$_{ijk}\Sigma X_{ijk}./R$	r

- เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมากคำนวณค่า $S_{\bar{y}} = (MS_E/r)^{1/2}$ r=จำนวนซ้ำ กรณีข้อมูลแบบ factorial r=R ตามตารางที่ ข-4
- เปิดตารางอ่านค่า significant Studentized Range (SSR) ที่ % sig. ที่ต้องการตั้งแต่ p=2 ถึง p= n-1 ที่ df_E (n=จำนวนค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่ต้องการเปรียบเทียบ)
- คำนวณค่า LSR = $S_{\bar{y}}$ X SSR
- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่กับค่า LSR ตามค่าของ P

ข-5 ตัวอย่างการวิเคราะห์วาเรียนซ์ (Analysis of variance)

		A			
		1	3	5	
		25.05801	21.24321	20.24197	
	5	25.51603	21.67540	21.55897	ΣB_1 135.29359
B		X 25.28702	X 21.45931	X 20.90047	
		20.97207	21.23748	21.14114	
	7	20.91660	22.75425	21.71059	ΣB_2 128.73213
		X 20.94434	X 21.99587	X 21.42587	
		21.32850	22.60836	23.67743	
	9	20.65386	21.48109	23.38959	ΣB_3 133.13883
		X 20.99118	X 22.04473	X 23.53351	
		24.43897	25.16038	25.49192	
	10	25.46846	25.24118	24.84368	ΣB_4 150.64459
		X 24.95372	X 25.20078	X 25.16780	
		Σ_{A1} 184.35250	Σ_{A2} 181.40135	Σ_{A3} 182.05529	

กำหนดให้ A = ความเข้มข้นของ APTS

B = pH ที่ใช้ในการทำปฏิกิริยา

Correction term $= \frac{(\Sigma x)^2}{n}$

$= \frac{(25.05801+...+24.84368)^2}{24}$

$= 12503.95224$

Total SS $= \Sigma x^2 - CT$

$= \{(25.05801)^2 + ... + (24.84368)^2\} - 12503.95224$

$= 79.92837$

Treatment SS $= \frac{(\Sigma x_i^2)}{\text{จำนวนซ้ำ}} - CT$

$= \frac{(25.05801+25.51603)^2}{2} + ... + \frac{(25.99192+24.84368)^2}{2}$

$- 12503.95224$

$= 75.89810$

Error SS = Total SS - Treatment SS

$= 79.92837 - 75.89810$

$= 4.03027$

$SS_{(A)} = \frac{\Sigma A_i^2}{A(2)} - CT$

$= \frac{\{(184.35250)^2 + ... + (182.05529)^2\}}{8} - 12503.95224$

$= 0.60059$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

$$SS_{(B)} = \frac{\Sigma B_1^2}{3(2)} - CT$$

$$= \frac{\{(135.29359)^2 + \ldots + (150.64459)^2\}}{3(2)} - 12503.95224$$

$$= 45.39065$$

$$SS_{(AB)} = \text{treatment SS} - SS_{(A)} - SS_{(B)}$$

$$= 75.89810 - 0.60059 - 45.39065$$

$$= 29.90686$$

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาวอรุณี เพียรทวีรัชต์ เกิดเมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน 2510 ณ จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิทยาศาสตร์บัณฑิต (เทคโนโลยีทางอาหาร) ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 ในระหว่างศึกษาต่อระดับปริญญามหาบัณฑิตมีกิจกรรมทางวิชาการดังนี้

27-29 ตุลาคม 2535 เข้าร่วมการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โดยเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ในหัวข้อเรื่อง " การผลิตน้ำกล้วยหอมโดยใช้เพคติเนส เซลลูเลส และอะมัยเลส "

ผลงานทางวิชาการ

อรุณี เพียรทวีรัชต์ และ ปราณี อ่านเปรื่อง. 2536 ผลของเพคติเนส เซลลูเลส และ อะมัยเลส ต่อการผลิตน้ำกล้วยหอม. อาหาร ปีที่ 23( )

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย