

เอกสารอ้างอิง

ภาษาไทย

ประพันธ์ ปิ่นศิโรตม และปราณี อ่านเปรื่อง. 2535. โพรตีเอสตรังรูปสำหรับทำให้เบียร์ใส
ตอนที่ 1: การเตรียมและสมบัติทางเอนไซม์ของโปรตีเอสตรังรูปบนผ้าไนลอน.

อาหาร 22(1): 24-36.

ปราณี อ่านเปรื่อง. 2533. เอนไซม์ทางอาหารตอนที่ 1. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

———. 2535. เอนไซม์ทางอาหารตอนที่ 2. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร:
สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ ดำรงเลิศ. 2528. ฟลูอิดิเซชัน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ศุภชัย ไข่เทียมวงศ์. 2528. ปฏิบัติการเคมีปริมาณวิเคราะห์. พิมพ์ครั้งที่ 1.
กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาอังกฤษ

Adler-Nissen, J. 1986. Enzymatic hydrolysis of food proteins.

London: Elsevier Applied Science Publishers.

Archer, M.C., Ragnarsson, J.O., Tannenbaum, S.R., and Wang, D.I.C. 1973.

Enzymatic Solubilization of an Insoluble Substrate, Fish Protein
Concentrate: Process and Kinetic Considerations.

Biotechnol. Bioeng. 15: 181-196.

- Anprung, P., S. Chuengsaengsatityaporn, and C. Thunpithayakul. 1989. Immobilized Rennin for Cheese Making I: Preparation and Enzymic Properties of Rennin Immobilized on Sand. Asean Food J. 4(3): 107-110.
- Association of Official Analytical Chemists. 1980. Official Methods of Analysis. 15th ed. Vol.1. Association of Official Analytical Chemist, INC., Washington D.C.
- Barett, A.J. 1986. The Classes of Proteolytic Enzymes. In Dalling, T.M. (ed.), Plant Proteolytic Enzymes. Florida: CRC Press.
- Beddows, C.G., and Ardeshir, A.G. 1979. The Production of Soluble Fish Protein Solution for Use in Fish Sauce Manufacture. J.Fd.Technol. 14: 603-612.
- Bender, A.E. 1978. Food Processing and Nutrition. London: Academic Press.
- Bhumibhamon, O. 1983. Enzymatic Solubilization of Fish Protein. Thai Journal of Agricultural Science 16(2): 107-114.
- Bhumiratana, S., and Hill, C.G. 1977. Enzymatic Solubilization of Fish Protein Concentrate in Membrane Reactors. J.Food Sci. 42(4): 1016-1021.
- Boyer, P.D., Landy, H., and Myrback, K. 1960. The Enzyme. Vol.4. New York: Academic Press.
- Chibata, I. 1976. Immobilized Enzyme. Tokyo: Kodansha Ltd.

- Chiou, R. Y.-Y., and Beuchat, L.R. 1987. Immobilization of Papsin on an Anion Exchange Resin by physical Adsorption Followed by Cross Linking with Glutaraldehyde. J.Food Biochem. 11(2): 163-176.
- Dodsworth, T.L., and Owen, J.B. 1977. Fish-Protein Hydrolysate As a Substitute for Milk Protein in Calf Feeding. Amim. Prod. 25: 19-26.
- Dong, D.M., Takahashi, T., and Morishita, T. 1987. Solubilization of Horse Mackerel, *Trachurus japonicus*, by Enzymic Hydrolysis. Bulletin of the Faculty of Fisheries, Mie University. 14: 83-100.
- Emi, S., and Murase, Y. 1990. Protease Immobilization onto Copoly (ethylene/Acrylic Acid) Fiber. J.Appl.Polymer.Sci. 41: 2753-2767.
- Fennema, O.R. 1975. Principles of Food Science Part II. New York: Marcel Dekker.
- Foster, J.F. 1957. Introduction to Protein Chemistry. New York: John Willey & Sons.
- Goldman, R., Silman, H.I., Caplan, S.R., Kedem, O., and Katchalski, E. 1965. Papsin Membrane on a Collodion Matrix: Preparation and Enzymic Behavior. Science 150: 758-760.
- Goldstein, L., Levin, Y., and Katchalski, E. 1964. A Water-Insoluble Polyanionic Derivative of Trypsin. II Effect of the Polyelectrolyte Carrier on the Kinetic Behavior of the Bound Trypsin. Biochemistry 3(12): 1913-1919.

- _____, Pecht, M., Blumberg, S., Atlas, D. and Levin, Y. 1970.
Water-Insoluble Enzymes. Synthesis of a New Carrier and Its
Utilization for Preparation of Insoluble Derivatives of Papain,
Trypsin, and Subtilopeptidase A. Biochemistry 9(11): 2322-2334.
- Hale, M.B. 1969. Relative Activities of Commercially-Available Enzyme
in the Hydrolysis of Fish Protein. Food Tech. January: 107-110.
- _____. 1974. Using Enzymes to Make Fish Protein Concentrates.
MFR Paper 36(2): 15-18.
- Hayashi, T., Hirayama, C., and Iwatsuki, M. 1992. Papain Immobilization
onto Porous Poly(δ -methyl L-glutamate)Beads. J.Appl.Polymer Sci.
44: 143-150.
- Hevia, P., Whitaker, J.R., and Olcott, H.S. 1976. Solubilization of a
Fish Protein Concentrate with Proteolytic Enzymes.
J. Agric. Food Chem. 24(2): 383-385.
- Hudson, B.J.F. 1982. Developments in food protein-2.
England: Applied Science Publishers.
- Hindi, M.J., and Al-Douri, S.K. 1987. Processing of Fish Protein
Concentrate from *Heteropneustes fossilis*. Iraqi Journal of
Agricultural Sciences "Zanco" 5: 31-39.
- Ibrahim, A.A. 1985. Effect of Enzymatic Hydrolysis on Protein Quality
of Bouti Fish (*Tilapia nilotica* Linn.). Egyptian J. Food Sci.
13(2): 207-212.
- _____, and Nyns, E.J. 1979. Solubilization of Fish Protein
Concentrate. Reoue des Fermentatins et des Industries.
34(1): 14-20.

- Kimmel, J.R., and Smith, E.L. 1957. The Properties of Papain.
In Nord, F.F. (ed.), Advances in Enzymology. Vol.19.
New York: Interscience Publishers Ltds.
- Lalasisdis, G., Bostrom, S., and Sjoberg, L.B. 1978. Low Molecular
Weight Enzymatic FPH: Chemical Composition and Nutritive
Value. J. Agric. Food Chem. 26(3): 751-756.
- Mackie, I.M. 1974. Proteolytic Enzymes in Recovery of Proteins from
Fish Waste. Process Biochemistry December: 12-14.
- , I.M. 1982. General Review of Fish Protein Hydrolysates.
Anim. Feed Sci. Tech. 7: 113-124.
- Miller, R., and Groninger, H.S. 1976. Functional Properties of
Enzyme-Modified Acylated Fish Protein Derivatives.
J. Food Sci. 41: 268-272.
- Mohr, V. 1977. Fish Protein Concentrate Production by Enzymic
Hydrolysis. In Odense, P.S. (ed.), Federation of European
Biochemical Society 11th Meeting Copenhagen 1977 Volume
44 Symposium A3., pp. 53-62. Pergamon Press.
- Mynov, V.A., and Kim, L.V. 1980. Enrichment of Pasta with Fish
Protein Hydrolysates. Khlebopekarnaya i Konditerskaya
Promyshlennost 5: 43-44.
- Nair, J.H., and Sivetz, M. 1973. Food dehydration. 2nd ed. Vol.2.
New York: AVI Publishing Company.
- NOVO. 1987. Product from data information B213d-GB3000.
Enzyme Division. Bagsvaerd, Denmark.

- Ohmiya, K., Tanimura, S., Kobayashi, T., and Shimizu, S. 1978.
Preparation and Properties of Proteases Immobilized on Anion
Exchange Resin with Glutaraldehyde. Biotechnol. Bioeng.
20: 1-15.
- Orlova, T.A., Nelichik, N.N., and Fleider, K.A. 1979. Edible Protein
Concentrate from Fish Raw Material. Rybnoe Khozyaistvo
10: 59-62.
- Pastoriza, L., Sampedro, G., and Lopez-Benito, M. 1982.
Bitter Taste in the Enzymic Hydrolyzate of Fish Protein.
Inf. Tec. Inst. Invest. Pesq. 93: 19 pp.
- Pigott, G.M., Bucove, G.O., and Ostrander, J.G. 1978. Engineering a
Plant for Enzymatic Production of Supplemental Fish Protein.
Journal of Food Processing and Preservation 2(1): 33-54.
- Prasertsan, P., Wuttijumnong, P., Sophanodora, P., and Choorit, W. 1988.
Sea Food Processing Industries within Songkla-Hatyai Region:
The Survey on Basic Data Emphasis on Waste. J. Sci. Technol.
10(4): 447-452.
- Prendergast, K. 1974. Protein Hydrolysate-A Review.
Food Trade Review January: 14-21.
- Puvanakrishnan, R., and Bose, S.M. 1980. Studies on the
Immobilization of Trypsin on Sand. Biotechnol. Bioeng.
22: 919-928.
- _____, and Bose, S.M. 1980. Properties of Trypsin Immobilized on
Sand. Biotechnol. Bioeng. 22: 2449-2453.

- _____, and Bose, S.M. 1984. Immobilization of Pepsin on Sand: Preparation, Characterization and Application. Indian Journal of Biochemistry & Biophysics 21: 323-326.
- Quaglia, G.B. and Orban, E. 1986. Enzymic Solubilization of Proteins of Sardine by Commercial Proteases. J. Sci. Food Agric. 38(3): 263-269.
- Ritchie, A.G. and Mackie, I.M. 1982. Preparation of Fish Protein Hydrolysates. Anim. Feed Sci. Technol. 7: 125-133.
- Sakai, K. 1989. Application of Bioreactors in Food Processing. A Bioreactor for Digestion of Fish Protein by Immobilized Enzymes. Food Industry (Shokuhin Kogyo) 32(10): 25-30.
- Sedmak, J.J. and Grossberg, S.E. 1977. A Rapid, Sensitive, and Versatile Assay for Protein Using Coomassie Brilliant Blue G 250. Analytical Biochemistry 79: 544-552.
- Stauffer, C.E. 1989. Enzyme assays for food scientists. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Tannenbaum, S.R. 1970. Solubilization of Fish Protein Concentrate. Food Tech. 24: 604-607.
- _____. 1979. Nutritional and safety aspects of food processing. New York: Marcel Decker.
- Tarky, W., Agarwala, O.P., and Pigott, G.M. 1973. Protein Hydrolysate from Fish Waste. J. Food Sci. 38: 917-918.
- Thankamma, R., Gopakumar, K., Nair, L., Shenoy, V.A., and James, A.M. 1979. Protein Hydrolysate from Miscellaneous Fish. Fishery Technology 16(2): 71-75.

- Thomplison, K.K., Angelo, I.A., and Mathur, M.P. 1983.
Immobilization of Rennet on Sand, a Preliminary Report.
The Indian J. Dairy Sci. 36: 328.
- Trevan, D.M. 1980. Immobilized enzyme: An introduction and application in biotechnology. New York: John Willey & Sons.
- Venugopal, V., Alur, M.D., and Nerkar, D.P. 1989. Solubilization of Fish Proteins Using Immobilized Microbial Cells.
Biotech. Bioeng. 33: 1098-1103.
- Walter, H.E. 1984. Method with Haemoglobin. Casein and Azocoll as Substrate. Method of Enzymic Analysis. 3rd ed. Vol.5.
Weinheim: Verlag Chemic Chenie GmbH.
- Whitaker, J.R. 1972. Principle of enzymology for the food sciences.
New York: Marcel Dekker.
- Weetall, H.H. 1969. Trypsin and Papain Covalently Coupled to Porous Glass: Preparation and Characterization. Science 166: 615-617.
- Yanez, E., Ballester, D., and Monckeberg, F. 1976. Enzymatic Fish Protein Hydrolyzate: Chemical Composition, Nutritive Value and Use As a Supplement to Cereal Protein. J.Food Sci.
41: 1289-1292.

ภาคผนวก ก

ข้อมูลเพิ่มเติม

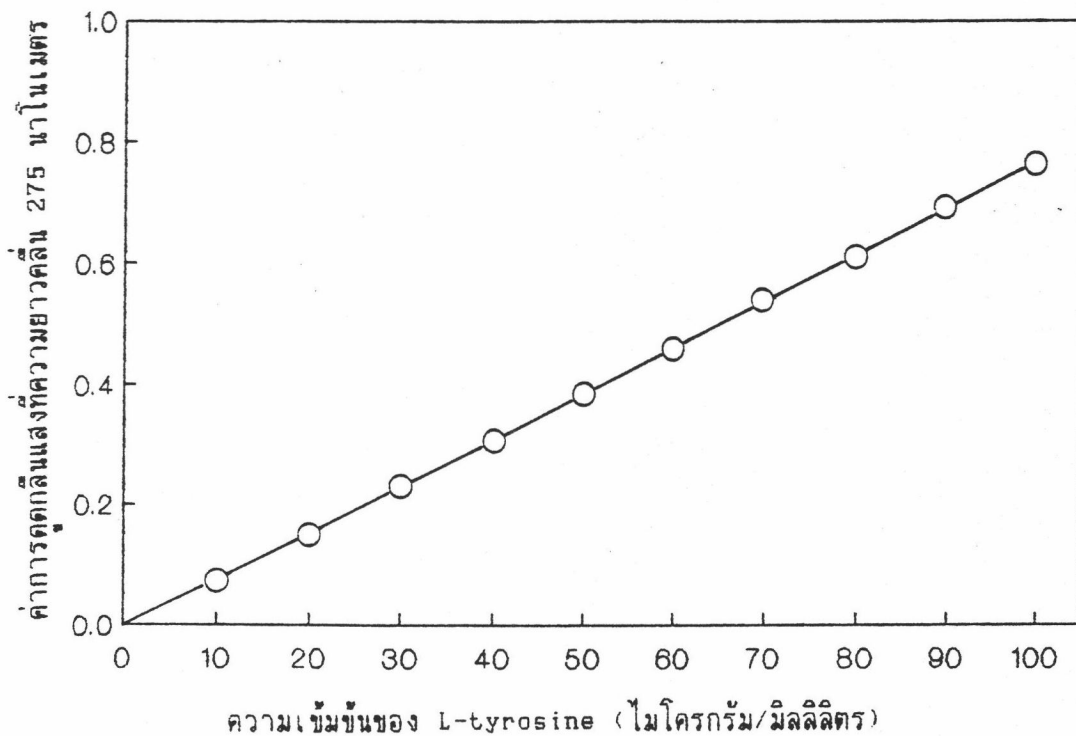
ก-1 การวิเคราะห์แอกติวิตีของโปรตีนเอส (ดัดแปลงจากวิธีของ Walter, 1984)

ก-1.1 การเตรียมกราฟมาตรฐานของ L-tyrosine

เตรียมสารละลาย L-tyrosine ในน้ำกลั่น ความเข้มข้น 10-100

ไมโครกรัม/มิลลิลิตร วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 นาโนเมตร เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของ L-tyrosine และค่าการดูดกลืนแสง แสดงดังตารางที่

ก-1.1 และรูปที่ ก-1.1



รูปที่ ก-1.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลาย L-tyrosine กับค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 นาโนเมตร

ตารางที่ ก-1.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 นาโนเมตร ของสารละลาย

L-tyrosine ความเข้มข้นต่าง ๆ

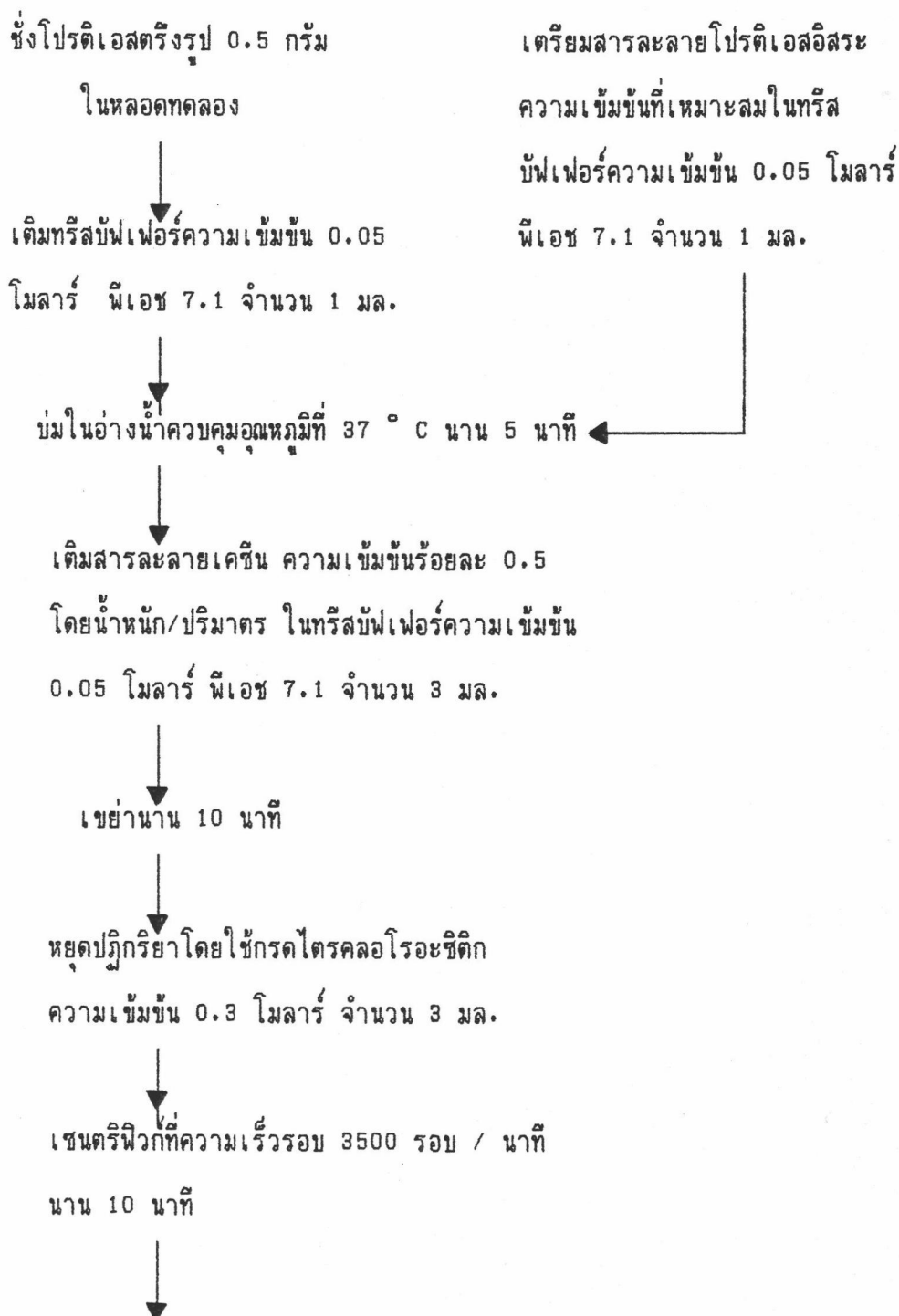
ความเข้มข้นของ L-tyrosine (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 275 นาโนเมตร
10	0.069
20	0.145
30	0.225
40	0.302
50	0.379
60	0.455
70	0.535
80	0.609
90	0.689
100	0.764

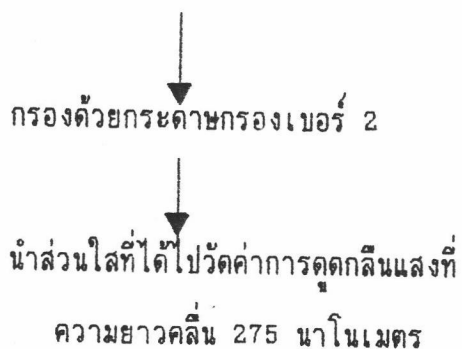
ก-1.2 การวิเคราะห์แอกติวิตีของโปรตีนเอสอีและตรีงรูป

วิเคราะห์แอกติวิตีของโปรตีนเอสอีและตรีงรูป ตามแผนภูมิรูปที่ ก-1.2

โปรตีนเอสตรีงรูป

โปรตีนเอสอี





รูปที่ ก-1.2 แผนภูมิการวิเคราะห์แอกติวิตีของโปรตีนเอสอีและตรังรูป

- หมายเหตุ - สำหรับหลอดควบคุมจะเติมสารละลายกรดไตรคลอโรอะซิติกลงใน
 เอนไซม์ก่อน หลังจากนั้น 10 นาทีแล้ว จึงเติมสารละลายเคซีน
 - 1 ยูนิตเอนไซม์ (unit enzyme) หมายถึง ปริมาณเอนไซม์
 ที่เปลี่ยนสับสเตรทเคซีนไปเป็นผลิตภัณฑ์ (คำนวณเปรียบเทียบกับ
 L-tyrosine) 1 ไมโครกรัม ในเวลา 1 นาที ที่ 37°C

ก-2 การวิเคราะห์ระดับการย่อยสลายโปรตีน (Sedmak และคณะ, 1977)

ก-2.1 กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี

Coomassie blue binding

บีเปตสารละลายโปรตีนมาตรฐาน BSA ความเข้มข้นร้อยละ 0.04 ปริมาณ
 ต่าง ๆ กันตามตารางที่ ก-2.1 เติมน้ำกลั่นจนได้ปริมาตรของสารละลายโปรตีนเป็น 200
 ไมโครลิตร เติมสารละลาย coomassie 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง
 30 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสง
 ที่ได้มาเขียนกราฟกับปริมาณโปรตีนทั้งหมด ได้กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน
 แสดงดังตารางที่ ก-2.1 และรูปที่ ก-2.1

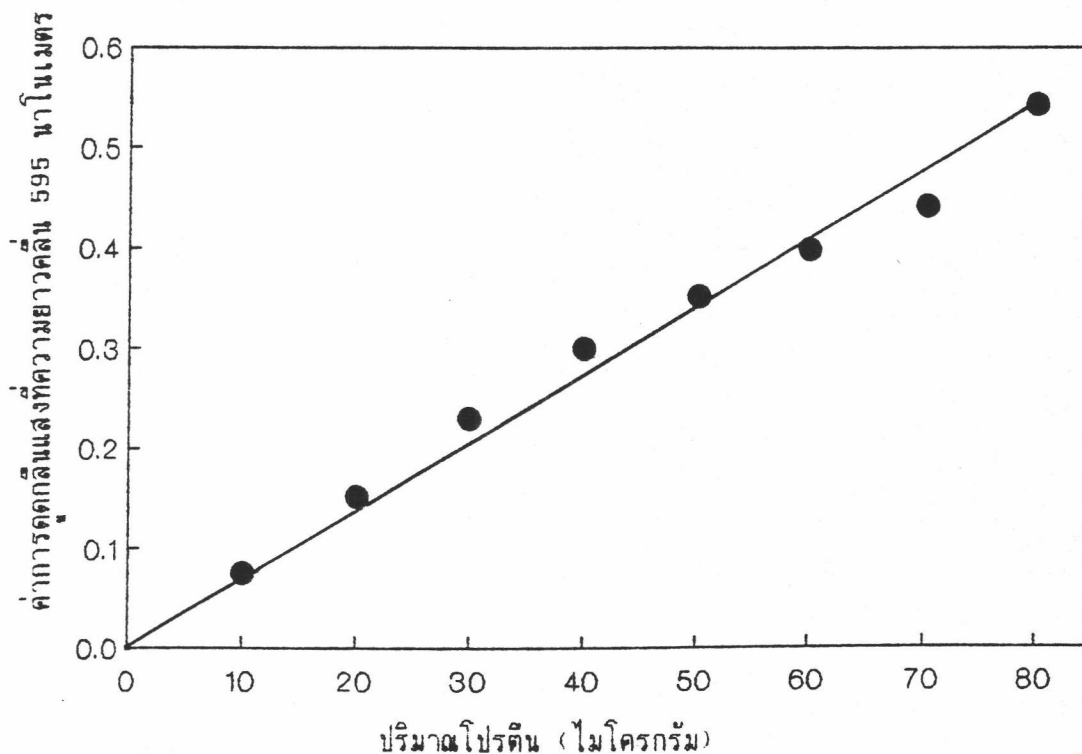
ตารางที่ ก-2.1 ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร ของสารละลาย BSA ความเข้มข้นต่าง ๆ

หลอดที่	ปริมาณโปรตีน (ไมโครกรัม)	0.04% BSA (ไมโครลิตร)	น้ำกลั่น (ไมโครลิตร)	สารละลาย Coomassie(มล.)	ค่าการดูดกลืน แสงที่ 595 nm
blank	0	-	200	10.0	0.000
1	10	25	175	10.0	0.075
2	20	50	150	10.0	0.150
3	30	75	125	10.0	0.230
4	40	100	100	10.0	0.300
5	50	125	75	10.0	0.350
6	60	150	50	10.0	0.400
7	70	175	25	10.0	0.440
8	80	200	-	10.0	0.543

ก-2.2 การวิเคราะห์ระดับการย่อยสลายโปรตีนในน้ำนิ่งปลา

บีเปตสารละลายตัวอย่างมา 200 ไมโครลิตร เติมสารละลาย coomassie 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง 30 นาที นำไปอ่านค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 595 นาโนเมตร นำค่าการดูดกลืนแสงที่ได้ไปอ่านค่าปริมาณโปรตีนจากกราฟมาตรฐานรูปที่ 2.1 และคำนวณระดับการย่อยสลายโปรตีน ดังนี้

$$\text{ระดับการย่อยสลายโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณโปรตีนเริ่มต้น} - \text{ปริมาณโปรตีนที่เหลือ}}{\text{ปริมาณโปรตีนเริ่มต้น}} \times 100$$



รูปที่ ก-2.1 กราฟมาตรฐานสำหรับวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Coomassie

ก-3 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสก-3.1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์ยาฉี่โทริ

ชื่อ.....นามสกุล.....วันที่.....

ยาฉี่โทริ (ขาคิวไก่อ่าง) เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทขาคิวไก่อ่างที่ราดด้วยน้ำปรุงรสเข้มข้นซึ่งประกอบด้วย ปลาอย่าง เหล้ามิริน และน้ำชูป

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ยาฉี่โทริ และให้คะแนนด้าน "กลิ่นรสปลาอย่าง" ตามรายละเอียดที่กำหนดให้

ลักษณะ	หมายเลขตัวอย่าง		
	308	472	284
กลิ่นรสปลาอย่าง			
น้อยจนไม่ได้กลิ่น หรือกลิ่นรุนแรงเกินไป (1-3)			
มีกลิ่นรสน้อยหรือรุนแรงเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ (4-6)			
มีกลิ่นรสดีมาก (7-9)			

เมื่อท่านได้ทำแบบสอบถามข้างต้นแล้ว กรุณาให้คะแนน "ความยอมรับรวม" โดยขีดเครื่องหมาย "✓" ลงในช่องคะแนนที่ตรงกับความรู้สึกของท่าน ซึ่งคะแนนต่าง ๆ จะแทนความรู้สึกดังนี้

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง | 8 หมายถึง ชอบมาก |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง เฉย ๆ | |

ตัวอย่าง	472	284
การยอมรับรวม		

ท่านคิดว่า "กลิ่นรสปลาอย่าง" ที่ผู้ทดลองได้เติมในยาคิโทริ มีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์หรือไม่เหมาะสม
ไม่เหมาะสม ควรเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท.....

ข้อเสนอแนะ.....

ก-3.2 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสผลิตภัณฑ์เครื่องปรุงรสปลาอัดก้อนสำหรับ
บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป

ชื่อ.....นามสกุล.....วันที่.....

กรุณาทดสอบผลิตภัณฑ์ "บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป" และให้คะแนนตามรายละเอียด
ที่กำหนดให้รวมทั้งระบุระดับการยอมรับ ซึ่งคะแนนระดับการยอมรับเป็นดังนี้

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 หมายถึง ไม่ชอบมากที่สุด | 6 หมายถึง ชอบเล็กน้อย |
| 2 หมายถึง ไม่ชอบมาก | 7 หมายถึง ชอบปานกลาง |
| 3 หมายถึง ไม่ชอบปานกลาง | 8 หมายถึง ชอบมาก |
| 4 หมายถึง ไม่ชอบเล็กน้อย | 9 หมายถึง ชอบมากที่สุด |
| 5 หมายถึง เฉย ๆ | |

ลักษณะ	หมายเลขตัวอย่าง		
	308	472	284
1. <u>ความใส</u> ชุ่มมาก (1-3) ชุ่มเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ (4-6) ค่อนข้างใสเหมือนบะหมี่กึ่งสำเร็จรูปทั่วไป (7-9)			
2. <u>กลิ่นรสแปลกปลอม</u> (รสไหมหรือรสขม) มีกลิ่นรสแปลกปลอมรุนแรงมาก (1-3) มีกลิ่นรสแปลกปลอมเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ (4-6) ไม่มีกลิ่นรสแปลกปลอม (7-9)			

ลักษณะ	หมายเลขตัวอย่าง		
	308	472	284
3. <u>กลิ่นรสปลา</u> น้อยจนไม่ได้กลิ่น หรือกลิ่นรุนแรงเกินไป (1-3) มีกลิ่นรสน้อยหรือรุนแรงเล็กน้อยแต่ยังเป็นที่ยอมรับ (4-6) มีกลิ่นรสดีมาก (7-9)			
การยอมรับรวม (1-9)			

ข้อเสนอแนะ.....

.....

ก-4 การเตรียมสารละลายบัฟเฟอร์

ก-4.1 การเตรียมสารละลายอะซีเตทบัฟเฟอร์พีเอช 3.7-5.6 แสดงดังตาราง

ก-4.1

X = ปริมาตรของสารละลาย $\text{CH}_3\text{COONa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.2 โมลาร์

Y = ปริมาตรของสารละลาย CH_3COOH เข้มข้น 0.2 โมลาร์

ตาราง ก-4.1 การเตรียมสารละลายอะซีเตทบัฟเฟอร์พีเอช 3.7-5.6 ที่อุณหภูมิ 25 ° C

พีเอช	X มิลลิลิตร	Y 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

ก-4.2 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 5.8-8.0 แสดงดังตาราง

ก-4.2

X = ปริมาตรของสารละลาย $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.2 โมลาร์

Y = ปริมาตรของสารละลาย $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.2 โมลาร์

ตาราง ก-4.2 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 5.8-8.0 ที่อุณหภูมิ 25 ° C

พีเอช	X มิลลิลิตร	Y มิลลิลิตร
5.8	4.00	46.0
6.0	6.15	43.8
6.2	9.25	40.75
6.4	13.25	36.75
6.6	18.75	31.25
6.8	24.5	25.5
7.0	30.5	19.5
7.2	36.0	14.0
7.4	40.5	9.5
7.6	43.5	6.5
7.8	45.75	4.25
8.0	47.35	2.65

ก-4.3 การเตรียมสารละลายทริสบัฟเฟอร์พีเอช 7.1-8.9 แสดงดังตารางที่ ก-4.3

X = ปริมาตรของสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

นำสารละลาย $C_4H_{11}NO_9$ เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน 50 มิลลิลิตร ผสมกับ
สารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน X มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร
ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง ก-4.3 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 8.1-9.0 ที่อุณหภูมิ 25 ° C

พีเอช	X มิลลิลิตร
7.1	45.7
7.2	44.7
7.3	43.4
7.4	42.0
7.5	40.3
7.6	38.5
7.7	36.6
7.8	34.5
7.9	32.0
8.0	29.2
8.1	26.2
8.2	22.9
8.3	19.9
8.4	17.2
8.5	14.7

พีเอช	X มิลลิลิตร
8.6	12.4
8.7	10.3
8.8	8.5
8.9	7.0

ก-4.4 การเตรียมสารละลายของเรตบัพเฟอร์พีเอช 8.1-9.0 แสดงดังตาราง

ก-4.4

X = ปริมาตรของสารละลาย HCl ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

นำสารละลาย $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.025 โมลาร์ จำนวน 50 มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย HCl เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน X มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง ก-4.4 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัพเฟอร์พีเอช 8.1-9.0 ที่อุณหภูมิ 25 ° C

พีเอช	X มิลลิลิตร
8.1	19.70
8.2	18.85
8.3	17.75
8.4	16.6
8.5	15.2
8.6	13.5
8.7	11.6
8.8	9.4
8.9	7.1
9.0	4.6

ก-4.5 การเตรียมสารละลายบอเรตบัพเฟอร์พีเอช 9.3-10.7 แสดงดังตาราง

ก-4.5

X = ปริมาตรของสารละลาย NaOH ความเข้มข้น 0.1 โมลาร์

นำสารละลาย $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ เข้มข้น 0.025 โมลาร์ จำนวน 50

มิลลิลิตร ผสมกับสารละลาย NaOH เข้มข้น 0.1 โมลาร์ จำนวน X มิลลิลิตร ปรับปริมาตรให้เป็น 100 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น

ตาราง ก-4.4 การเตรียมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์พีเอช 9.3-10.7 ที่อุณหภูมิ 25 ° C

พีเอช	X มิลลิลิตร
9.3	3.6
9.4	6.2
9.5	8.8
9.6	11.1
9.7	13.1
9.8	15.0
9.9	16.7
10.0	18.3
10.1	19.5
10.2	20.5
10.5	22.7
10.6	23.3
10.7	23.8

ก-5 รายละเอียดของเอนไซม์ที่ใช้ในงานวิจัย

ก-5.1 รายละเอียดเกี่ยวกับปาเปน

ปาเปนเป็นเอนไซม์ประเภท sulfhydryl protease ที่ประกอบด้วย single polypeptide chain มีกรดอะมิโน 212 กรดอะมิโน และบริเวณ active site มีหมู่ sulfhydryl และ carboxyl หรือ histidyl (Cys, His หรือ Asp)

คุณสมบัติของปาเปน (Glazer และ Smith, 1971)

(1) สมบัติทางกายภาพ แสดงดังตารางที่ ก-5.1

ตารางที่ ก-5.1 สมบัติทางกายภาพของปาเปน

$S_{20,w}$	2.42 S
$D_{20,w}$ (10^{-7} cm ² sec ⁻¹)	10.23
v (ml/g)	0.723
Frictional ratio f/f_0	1.16
Isoelectric point pI	8.75
Absorbancy A_{1cm} at 278 nm	25.0
Molecular weight (S,D)	21,000
Molecular weight (sedimentation equilibrium)	23,700
Molecular weight (amino acid sequence)	23,406

(2) พีเอชที่เอนไซม์แสดงแอกติวิตีสูงสุดอยู่ในช่วงพีเอช 5.5-6.5 ที่อุณหภูมิ 66 ° C พีเอช 6.9 ที่อุณหภูมิ 38 ° C และพีเอช 4.5 ที่อุณหภูมิ 5 ° C

(3) เสถียรภาพของเอนไซม์

(3.1) เสถียรภาพต่อพีเอช ปาเปนมีเสถียรภาพที่พีเอช 5-7

อุณหภูมิ 30 ° C ที่พีเอชมากกว่า 7 แอคติวิตีลดลงอย่างช้า ๆ และลดลงมากที่พีเอชมากกว่า 11 และน้อยกว่า 3

(3.2) เสถียรภาพต่อความร้อน ปาเปนสามารถทนต่ออุณหภูมิ

50 ° C ได้นานถึง 30 นาที ที่พีเอชกลางโดยแอคติวิตีไม่ลดลง ที่อุณหภูมิ 75 ° C เวลา 5 นาที แอคติวิตีลดลงร้อยละ 5 ส่วนที่อุณหภูมิมากกว่า 75 ° C แอคติวิตีลดลงเร็วมาก สำหรับปาเปนที่เป็นผงแห้ง สามารถทนต่อความร้อนแบบ dry heat ที่อุณหภูมิ 100 ° C ได้นานถึง 3 ชั่วโมง

(4) เพิ่มแอคติวิตีโดยตัวรีดิวซ์ เช่น ซีสเตอีน, ซัลไฟต์ และซัลไฟต์ เช่น ไซยาไนด์ (cyanide) โดยสารที่ทำให้แอคติวิตีของปาเปนสูงสุด คือ ซีสเตอีน หรือ ไธโอไกลโคเลต (thioglycolate) และตัวจับโลหะ เช่น EDTA หรือ BAL (2,3-dimercaptopropanol) โดยสภาวะมาตรฐานที่ใช้ในการเพิ่มแอคติวิตีของปาเปนคือซีสเตอีนความเข้มข้น 0.005 โมลาร์ และสารละลายอิตีที่เอนไซม์ความเข้มข้น 0.001-0.002 โมลาร์

(5) ถูกยับยั้งแอคติวิตีโดย

- อากาศและซีสเตอีนความเข้มข้นต่ำ ซึ่งสามารถ reactivate เอนไซม์ได้โดยเพิ่มซีสเตอีนมากขึ้น
- อีออนของโลหะหนัก เช่น Cd^{2+} , Zn^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} , Hg^{2+} และ Pb^{2+} ซึ่งสามารถ reactivate เอนไซม์ด้วยซีสเตอีนและอิตีที่เอนไซม์
- sulfhydryl reagents เช่น p-chloromercuribenzoate, iodoacetic acid และ iodoacetamide ซึ่งจะทำปฏิกิริยากับหมู่ซัลไฟริลอิสระของปาเปน ทำให้เกิดการยับยั้งแบบย้อนกลับไม่ได้
- chloromethyl ketones ของฟีนิลอะลานีน และไลซีน
- อัลดีไฮด์รีเอเจนต์ เช่น phenylhydrazine และ hydroxylamine

ก-5.2 รายละเอียดเกี่ยวกับนิวเตรส (NOVO, 1987)

ก-5.2.1 การใช้งาน

นิวเตรสถูกใช้ในอุตสาหกรรมอาหารหลายชนิดด้วยกัน อาทิเช่น

- อุตสาหกรรมเบียร์ โดยช่วยส่งเสริมการทำงานของมอลต์โปรตีนเนส (malt proteinases) ในการหมักข้าวบาร์เลย์ หรือธัญพืชอื่น ๆ ที่ไม่ใช่ข้าวมอลต์ โดยไม่ถูกยับยั้งการทำงานโดย proteinase inhibitors

- อุตสาหกรรมขนมอบ นิวเตรสถูกใช้ในการทำกลูเตนในข้าวสาลี (wheat gluten) ให้นุ่ม เพื่อนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เบเกอรี่

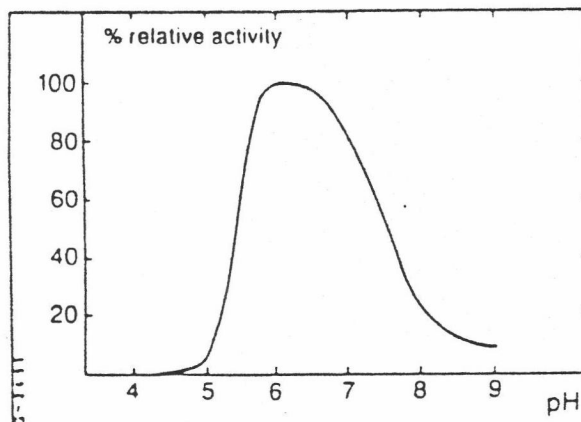
- พัฒนาคูณภาพของโปรตีนจากพืช และสัตว์

ก-5.2.2 การเก็บรักษา

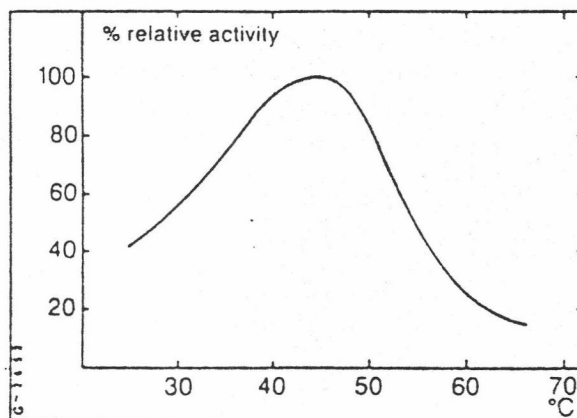
ควรเก็บที่อุณหภูมิมากกว่า -10°C ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 5°C จะสามารถรักษาแอกติวิตีไว้ได้อย่างน้อย 1 ปี แต่ถ้าเก็บที่อุณหภูมิ 25°C จะสามารถรักษาแอกติวิตีไว้ได้ 3 เดือน หลังจากนั้นแอกติวิตีลดลงเดือนละไม่เกินร้อยละ 2

ก-5.2.3 ลักษณะ

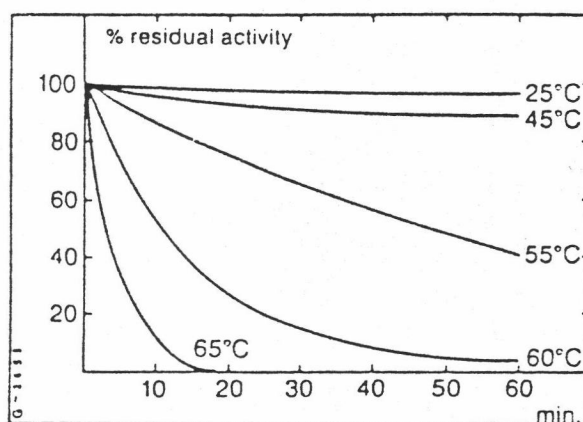
นิวเตรสเป็นของเหลวใสสีน้ำตาล มีความหนาแน่น 1.25 กรัม/มิลลิลิตร เป็นเอนไซม์ประเภท metalloprotease จาก *Bacillus subtilis* มี Zn เป็น prosthetic group ซึ่งถูกทำให้เสถียรด้วย Ca^{2+} และถูกยับยั้งการทำงานด้วยอิทธิพลและความร้อนที่อุณหภูมิ 85°C นาน 2 นาที ภาวะที่เอนไซม์แสดงแอกติวิตีสูงสุดคือ $45-55^{\circ}\text{C}$ และพีเอช 5.5-7.5 แสดงดังรูปที่ ก-5.2.1, ก-5.2.2 และ ก-5.2.3



รูปที่ ก-5.2.1 ผลของพีเอชต่อแอกติวิตีของนิวเตรลที่อุณหภูมิ 45 ° C



รูปที่ ก-5.2.2 ผลของอุณหภูมิต่อแอกติวิตีของนิวเตรลที่พีเอช 6.0



รูปที่ ก-5.2.3 ผลของอุณหภูมิต่อเสถียรภาพของนิวเตรลที่พีเอช 6.0 (ฟอสเฟตบัฟเฟอร์) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ

ภาคผนวก ข

วิธีวิเคราะห์ผลัมบิตทางเคมี

ข-1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 6.004)

1. ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียดประมาณ 2 กรัม ใส่ในภาชนะอลูมิเนียมซึ่งอบแห้งและรู้น้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าอบหาความชื้นในตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 100 ° C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์ (dessicator)
3. นำตัวอย่างที่เย็นแล้วมาอบต่อจนกระทั่งมีน้ำหนักคงที่

$$\text{ปริมาณความชื้น (ร้อยละ)} = \frac{\text{น้ำหนักซึ่งคงที่ภายหลังการอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ข-2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.024)

1. ชั่งตัวอย่างอย่างละเอียดประมาณ 1 กรัม ใส่ลงในขวดย่อย
2. เติมตัวเร่งปฏิกิริยา (ส่วนผสมของ K_2SO_4 1 กรัม และ $CuSO_4$ 0.05 กรัม)
3. เติมกรดซัลฟูริกเข้มข้น 10 มล.
4. ย่อยตัวอย่างด้วยเครื่อง Kjeldatherm ซึ่งควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น 3 ช่วง คือ
 - ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 200 ° C เป็นเวลา 15-20 นาที
 - ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 300 ° C เป็นเวลา 30-60 นาที
 - ช่วงที่ 3 ใช้อุณหภูมิ 400 ° C ย่อยตัวอย่างจนกว่าสารละลายใส
5. เจือจางด้วยน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตร โดยค่อย ๆ ชะล้าง ๆ หลอด

6. กลั่นตัวอย่างที่ย่อยแล้วด้วยเครื่อง Vapodest 1 โดยเติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ ความเข้มข้นร้อยละ 50 จนกว่าสารละลายตัวอย่างเป็นสีน้ำตาลวอร์ เก็บสารที่กลั่นได้ในสารละลายกรดบอริก 50 มิลลิลิตร ซึ่งหยดเมทิลเรด 2-3 หยด
7. ไตเตรทสารละลายที่กลั่นได้ด้วยสารละลายกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 นอร์มัล

$$\text{ปริมาณโปรตีน (ร้อยละ)} = \frac{A \times B \times 6.25 \times 1.4}{C}$$

A = ความเข้มข้นที่แท้จริงของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท

B = ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ไตเตรท (มิลลิลิตร)

C = น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)

ข-3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.062)

1. ชั่งตัวอย่างแห้งอย่างละเอียดประมาณ 2-3 กรัม แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง
2. ใส่ห่อตัวอย่างใน thimble ซึ่งแห้งสนิทและรู้น้ำหนักแน่นอน
3. ชั่งน้ำหนักขวดกันกลม ซึ่งอบแห้งสนิทและรู้น้ำหนักแน่นอน
4. เติมปิโตรเลียมอีเธอร์ประมาณ 200 มิลลิลิตร และให้ความร้อนบน heating mantle ต่อ soxhlet ในลักษณะตั้งเพื่อให้เกิด reflux เปิดไฟเปิดน้ำ และปล่อยให้ reflux เป็นเวลา 16 ชั่วโมง
5. ระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออกจากส่วนไขมันที่สกัดได้ แล้วอบขวดกันกลมที่อุณหภูมิ 100 °C เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่
6. ทำให้เย็นในแคลซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณไขมัน (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณไขมันที่สกัดได้ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

ข-4 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 7.009)

1. ชั่งตัวอย่างแห้งอย่างละเอียดประมาณ 2 กรัม ใส่ใน crucible ที่แห้งสนิท และรู้น้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างเข้าเผาใน muffle furnace ที่อุณหภูมิ 550 ° C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
3. ทำให้เย็นในเดสซิเคเตอร์แล้วชั่งน้ำหนัก

$$\text{ปริมาณเถ้า (ร้อยละ)} = \frac{\text{ปริมาณเถ้า (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}} \times 100$$

ข-5 การวิเคราะห์ปริมาณเกลือ (ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC 18.034)

1. บีบตัวอย่าง 10 มิลลิลิตร ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมสารละลายซิลเวอร์ไนเตรต เข้มข้น 0.1 นอร์มัล ปริมาตรที่แน่นอนให้มากพอที่จะตกตะกอนคลอไรด์ทั้งหมดเป็นซิลเวอร์คลอไรด์ (30 มิลลิลิตร)
2. เติมสารละลายกรดไนตริก เข้มข้น 6 นอร์มัล 5 มิลลิลิตร ต้มให้เดือดเบา ๆ จนกระทั่งของแข็งอื่นที่ไม่ใช่ซิลเวอร์คลอไรด์ละลายหมด ใช้เวลาประมาณ 15-20 นาที จากนั้นทำให้เย็น
3. เติมน้ำกลั่นปริมาตร 50 มิลลิลิตร และเฟอร์ริกอะลัม อินดิเคเตอร์ 5 หยด
4. ไตเตรตด้วยสารละลายโปแตสเซียมไดโครมาต เข้มข้น 0.1 นอร์มัล จนกระทั่งสารละลายกลายเป็นสีน้ำตาลอ่อน

ปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทที่ใช้จริง (มิลลิลิตร) = $N1 - N2$

เมื่อ $N1$ = ปริมาตรของสารละลายซิลเวอร์ไนเตรทที่เติมลงในตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

$N2$ = ปริมาตรของสารละลายโปแตสเซียมไฮโอไซยาเนตที่ใช้ไตเตรต (มิลลิลิตร)

คำนวณปริมาณเกลือจาก 1 มิลลิลิตรของซิลเวอร์ไนเตรท = 0.58 % ของไซเตียมคลอไรด์

ข-6 การวิเคราะห์การละลายของไนโตรเจน (Quarglia และ Urban, 1986)

(% Nitrogen solubility index)

ซึ่งตัวอย่างโปรตีน 5 กรัม ละลายน้ำ 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
กวนผสมอย่างสม่ำเสมอด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง ($30^{\circ}C$)
ปรับปริมาตรเป็น 250 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดวัดปริมาตร ทิ้งไว้ 1-2 นาที นำส่วนผสม
(ส่วนใส) ประมาณ 40 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเซนตริฟิวก์
เหวี่ยงด้วยความเร็วรอบ 1500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที บีบส่วนใส 25 มิลลิลิตร นำไป
วิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด

$$\% \text{ Water solubility index} = \frac{(S-B) \times N \times 0.14 \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

$$\% \text{ Nitrogen solubility index} = \frac{\% \text{ Water soluble nitrogen} \times 100}{\% \text{ ไนโตรเจนในวัตถุดิบ}}$$

เมื่อ S คือ มิลลิลิตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรตตัวอย่าง

B คือ มิลลิลิตรของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต blank

N คือ นอร์มัลลิตีที่แท้จริงของกรดซัลฟูริกที่ใช้ในการไตเตรต

ภาคผนวก ค

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ค-1 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Completely Randomized Design (CRD)

ตารางที่ ค-1 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Completely Randomized Design (CRD)

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

ค-2 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

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

SOV.	df.	SS.	MS.	F calculated	F table
Treatment	t-1	$\sum_i X_{i.}^2 / r - X_{..}^2 / rt$	SS_T / df_T	MS_T / MS_E	
Block	r-1	$\sum_j X_{.j}^2 / r - X_{..}^2 / rt$	SS_{blk} / df_{blk}	MS_{blk} / MS_E	$f(\%sig., df_{1k}, df_E)$
Error	t(r-1)	by subtraction	SS_E / df_E		
Total	rt-1	$\sum_{i,j} X_{ij}^2 - X_{..}^2 / rt$			

ค-3 การวิเคราะห์ข้อมูลการวางแผนแบบ Factorial Complete Randomized Design

ตารางที่ ค-3 การวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Factorial Complete Randomized Design

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

ค-4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test

คิดค่าเฉลี่ย กรณีข้อมูลแบบ factorial คิดค่าเฉลี่ยสำหรับแต่ละตัวแปร และ ปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ ดังตารางที่ ค-4

ตารางที่ ค-4 การคิดค่าเฉลี่ยสำหรับข้อมูลแบบ factorial

factor	ค่าเฉลี่ย	R
A	$\sum_i x_{i...} / R$	bcr
B	$\sum_j x_{.j..} / R$	acr
C	$\sum_k x_{...k} / R$	abr
AB	$\sum_{ij} x_{ij..} / R$	cr
AC	$\sum_{ik} x_{i.k.} / R$	br
BC	$\sum_{jk} x_{.jk.} / R$	ar
ABC	$\sum_{ijk} x_{ijk.} / R$	r

- เรียงลำดับค่าเฉลี่ยจากน้อยไปมาก

$$\text{คำนวณค่า } s_y = (MS_E / r)^{1/2} \quad r = \text{จำนวนซ้ำ}$$

กรณีข้อมูลแบบ factorial $r=R$ ตามตารางที่ ค-4

- เปิดตารางอ่านค่า significant Studentized Range (SSR) ที่ % sig. ที่ต้องการตั้งแต่ $p=2$ ถึง $p=n-1$ ที่ df_E ($n =$ จำนวนค่าเฉลี่ยทั้งหมดที่ต้องการเปรียบเทียบ)
- คำนวณค่า $LSR = s_y \times SSR$
- เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยแต่ละคู่กับค่า LSR ตามค่าของ p

ประวัติผู้เขียน

นางสาวบุศราภา ลีละวัฒน์ เกิดเมื่อวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2513 ณ จังหวัดนครศรีธรรมราช สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี (เทคโนโลยีทางอาหาร) ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปี พ.ศ. 2532 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโทระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2532 จากโครงการสำนักงานคณะกรรมการพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (STDB) ในระหว่างศึกษาต่อระดับปริญญาโทมีกิจกรรมทางวิชาการดังนี้

27-29 ตุลาคม 2535 เข้าร่วมการประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 18 ณ ศูนย์ประชุมแห่งชาติสิริกิติ์ โดยเสนอผลงานวิจัยภาคโปสเตอร์ ในหัวข้อเรื่อง "การผลิตสารสกัดจากปลาอย่างต่อเนื้อโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพโปรติเอสตรึงรูป : 1. ปลาเป้นและนิวเตรสตรึงรูปบนทรายด้วยวิธีการเชื่อมด้วยพันธะโควาเลนต์ "

ผลงานทางวิชาการ

1. บุศราภา ลีละวัฒน์ และปราณี อ่านเปรื่อง. 2536. การผลิตสารสกัดจากปลาอย่างต่อเนื้อโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพโปรติเอสตรึงรูป ตอนที่ 1: ปลาเป้นและนิวเตรสตรึงรูปบนทรายด้วยวิธีการเชื่อมด้วยพันธะโควาเลนต์. อาหาร 23():
2. บุศราภา ลีละวัฒน์ และปราณี อ่านเปรื่อง. 2536. การผลิตสารสกัดจากปลาอย่างต่อเนื้อโดยใช้เครื่องปฏิกรณ์ชีวภาพโปรติเอสตรึงรูป ตอนที่ 2: สมบัติทางเคมีของสารสกัดจากปลาแบบแห้ง และแบบแช่แข็ง และการใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสอาหาร. อาหาร 23():