

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

- กัลยา วานิชย์บัญชา. 2540. การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย SPSS for Windows. ภาควิชาสถิติ คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- จันทร์ธิดา ปิยสุนทรวงษ์. 2538. ถั่วเหลือง. ข่าวเศรษฐกิจการเกษตร. 41(463) : 30-31.
- จรัญ จันทลักขณา. 2534. สถิติวิธีวิเคราะห์และวางแผนการวิจัย. โรงพิมพ์ไทยวัฒนาพานิช จำกัด : กรุงเทพฯ.
- ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร. คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ดวงพร สามัตถิยะ. 2540. การใช้น้ำผลไม้ตระกูลส้มเป็นตัวตกตะกอนต่อคุณภาพของเต้าหู้แข็ง. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ปัญญา โพธิ์สุติรัตน์ และสุรเชษฐ์ จิตตวิกุล. 2530. เทคนิคการแปรรูปผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง : กรุงเทพฯ.
- ไพบุลย์ ธรรมรัตน์วาสิก. 2532. กรรมวิธีการแปรรูปอาหาร. โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์ : กรุงเทพฯ.
- รุ่งนภา พงษ์สวัสดิ์มานิต และวราวุฒิ ครูสง. 2532. เทคโนโลยีการหมักในอุตสาหกรรม. โอ. เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์ : กรุงเทพฯ.
- เรณู ปิ่นทอง. 2529. การศึกษาวิธีการผลิตเต้าหู้ยี้. ภาควิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี การอาหาร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. (Agricultural Technical Report No. 5)
- วิเชียร สีสาวีขรมาศ. 2534. ซีอิ๊ว. โอเดียนสโตร์ : กรุงเทพฯ.
- สถาบันค้นคว้า และพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร. 2527. ถั่วเหลืองและการใช้ประโยชน์ในประเทศไทย. กรุงเทพมหานคร : บริษัทสยามออฟเฟ็ต จำกัด.
- สมชาย ประภาวัต. 2532. คุณค่าทางอาหารของถั่วเหลืองและผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลือง. อาหาร. 19(3) : 174-179.
- สมชาย ประภาวัต. 2533. การใช้ประโยชน์จากถั่วเหลืองเป็นอาหารในประเทศไทย. อาหาร. 20(3) : 204-214.

สมชาย ประภาวัต, วาณี วารัญญานนท์, สุภารัตน์ เรืองมณีไพฑูรย์, มาลี ประภาวัต และอุดม กาญจนปกรณชัย. 2525. การศึกษาถึงชนิดและปริมาณที่เหมาะสมของตัวตกตะกอนต่างๆ ในการทำเต้าหู้หลอด. งานวิจัยสถาบันคั้นดั่วและพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหาร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. น. 25-40.

ภาษาอังกฤษ

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 15th ed. Washington, D.C. : Association of Official Analytical Chemists.
- A.O.C.S. American Oil Chemists Society. (1969) Nitrogen solubility index (NSI) method Ba 11 British Standard (1963) Number 1417.
- Alexopoulos, C.J., and Mins, C.W. 1979. Introductory mycology. 3rd ed. John Wiley & Sons, Inc. : New York.
- Beddows, C.G., and Wong, J. 1987. Optimization of yield and properties of silken tofu from soybeans. I The water : bean ratio. II Heat processing. III Coagulation concentration, mixing and filtration pressure. Int. J. Food Sci. Technol. 22 : 15-34.
- Chou, C.C., Ho, F.M., and Tsai, C.H. 1988. Effects of temperature and relative humidity on the growth of and enzyme production by *Actinomucor taiwanensis* during sufu pehtze preparation. Appl. Environ. Microbiol. 54(3) : 688-692.
- Chou, C. C., and Hwan, C. H. 1994. Effect of ethanol on the hydrolysis of protein and lipid during the ageing of a chinese fermented soya bean curd-sufu. J. Sci. Food Agric. 66 : 393-398.
- Cochran, W.G., and Cox, G. M. 1992. Experimental designs. 2nd ed. New York : John Wiley & Sons.
- Delaney, R.A.M. 1977. Protein concentrates from slaughter animal blood. J. Food Technol. 12 : 355-368.

- DeMan, S.M., DeMan, L., and Gupta, S. 1986. Texture and microstructure of soybean curd (tofu) as affected by different coagulants. Food Microstructure. 5 : 83-89.
- Geoffrey, Campbell-platt. 1987. Fermentation Food of The World, A Dicionary and Guide. Batter Worths.
- Hesseltine, C.W. 1976. Fermented products-miso, sufu and tempeh. Int. Conf. Soybean Protein Foods. Peoria, Illinois : 170-179.
- Hesseltine, C.W. 1965. A millennium of fungi, food, and fermentation. J. of Mycologia. (57)2 : 149-187.
- Keller, G., and Warrack, B. 1997. Statistics for Management and Economics. 4th ed. Duxbury Press : New York.
- Kinsella, J. E. 1979. Functional properties of soy proteins. J. Am.Oil Chemists'Soc. 56 : 242-258.
- Kohyama, K., Sano, Y., and Doi, E. 1995. Rheological characteristics and gelation mechanism of tofu (soybean curd). J. Agri. Food Chem. 43 : 1808-1812.
- Kohyama, K., and Nishinari, K. 1993. Rheological studies on the gelation process of soybean 7S and 11S proteins in the presence of glucono-delta-lactone. J. Agri. Food Chem. 41 : 8-14.
- Lee, C.H., and Rha, C. 1978. Microstructure of soybean protein aggregates and relation to the physical and textural properties of the curd. J. Food Sci. 43 : 79-84.
- Leviton, R. 1980. Tofu production problems. J. Soyragters Association of North America. 1(2) : 42-49.
- Lim, G. 1991. Indigenous fermented foods in south east asia. ASEAN Food Journal. 6(3) : 83-101.
- Lin, L.P. 1977. Sufu-chinese, soybean cheese. Symposium On Indigenous Fermented Food. Bangkok, Thailand.
- Lu, J.M., Yu, R.C., and Chou, C.C. 1996. Purification and some properties of glutaminase from *Actinomucor taiwanensis*, starter of sufu. J. Sci. Food Agric. 70 : 509-514.

- Millet, J. 1970. Characterization of proteinases excreted by *Bacillus subtilis* marburg strain during sporulation. J. Appl. Bact. 33 : 207-219.
- Saio, K. 1979. Tofu-relationships between texture and fine structure. Cereal Food World. 24(8) : 342-354.
- Saio, K., Kamiya, M., and Watanabe, T. 1969. Food processing characteristics of soybean 11S and 7S protein. Agri. Biol. Chem. 32 : 1301.
- Shurtleff, W.R., and Aoyagi, A. 1979. Tofu and Soymilk Production Vol. II. Lafayette : New-Age Foods Study Center.
- Shurtleff, W.R., and Aoyagi, A. 1983. The book of Tofu. 8th ed. Ballantine Book : New York.
- Smith, A.K., and Circle, S.J. 1972. Soybean : Chemistry and Technology. (Vol. 1) Protein. AVI : West Port
- SPSS. Inc., 1986. SPSS : user's guide. New York : McGraw Hill.
- Steinkraus, H.K. 1983. Handbook of indigenous fermented food. Marcel Dekker : New York. 533-561.
- Sun, N., and Breene, W.M. 1991. Calcium sulfate concentration influence on yield and quality of tofu from five soybean varieties. J. Food Sci. 56(6) : 1604-1607.
- Wai, N.S. 1929. A new species of Mono-mucor, *Mucor sufu*. on chinese soybean cheese. Science. 70 : 307-308.
- Wai, N.S. 1968. Investigation of the various processes used in preparing chinese cheese by the fermentation of soybean curd with *Mucor* and other fungi. Final Technical Report. UR-A6-(40)-1. US Department of Agriculture, Beltsville, MD, USA.
- Wang, H.L. 1967. Release of proteinase from mycelium of *Mucor hiemalis*. J. Bacteriology. 93 : 1794.
- Wang, H.L., and Hesseltine, C.W. 1970. *Sufu* and Lao-Cho. J. Agri. Food Chem. 18 : 572-573.

Wang, H.L., and Hesseltine, C.W. 1982. Coagulation conditions in tofu processing.

Proc. Biochem. 17 : 7.

Whitaker, J.R. 1978. Biochemical changes occurring during the fermentation of high-protein foods. Food Technology. May : 175-180.

Wolf, W.J. 1970. Soybean proteins : their functional, chemical and physical properties. J. Agr. Food Chem. 18(6) : 969-976.

Van Buren, J.P., Steinkraus, K. H., Hackler, L. R., El Rawis, I., and Hand, D. B. 1964. Indics of protein quality in dried soymilks. J. Agri. Food Chem. 12 : 524.



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ภาคผนวก

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมี

ก.1 การวิเคราะห์ปริมาณความชื้น

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC, 1990.

อุปกรณ์

ตู้อบลมร้อนของ WTE Binder รุ่น E 53

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างให้ทราบน้ำหนักที่แน่นอนประมาณ 2-5 กรัมใส่ในภาชนะอลูมิเนียมแห้งสนิท (โดยนำไปอบในตู้อบที่อุณหภูมิ $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$ นาน 30 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่ แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator จากนั้น ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมเปล่าเก็บไว้) สำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลวต้องนำไประเหยน้ำออกให้หมดใน Water bath ที่ควบคุมอุณหภูมิ 100°C
2. นำตัวอย่างไปอบในตู้อบ โดยควบคุมอุณหภูมิ $110 \pm 3^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 5 ชั่วโมง
3. นำออกจากตู้อบใส่ desiccator ทิ้งให้เย็น
4. ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่าง
5. นำไปอบต่ออีก 15-30 นาที จนน้ำหนักคงที่
6. ชั่งน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมพร้อมตัวอย่างแล้วห้กลับด้วยน้ำหนักภาชนะอลูมิเนียมเปล่า จะได้น้ำหนักของตัวอย่างหลังอบ
7. คำนวณความชื้น

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังอบ (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}} \times 100$$

ก.2 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีน

ดัดแปลงจากวิธีของ AOAC, 1990.

อุปกรณ์

Gerhardt Kjeldatherm Digestion Unit และ Gerhardt Vapodest

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกเข้มข้น
2. สารละลายมาตรฐานกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 N (ความเข้มข้นแน่นอน)
3. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50%
4. สารละลายกรดบอริกความเข้มข้น 4%
5. สารเร่งปฏิกิริยา (Kjeltabs Cu 3.5)
6. โมดิฟายด์เมธิลเรดิเคเตอร์ (เตรียมโดยละลายเมทธิลเรดิเคเตอร์จำนวน 0.125 กรัม และเมธิลลินบลูจำนวน 0.0825 กรัมในเอทานอล 90% 100 มิลลิลิตร)

วิธีทดลอง

1. ชั่งน้ำหนักที่ทราบแน่นอนประมาณ 0.3 กรัม สำหรับตัวอย่างที่เป็นของแข็ง และ 2 กรัมสำหรับตัวอย่างที่เป็นของเหลว ใส่ใน Kjeldahl tube
2. เติมสารเร่งปฏิกิริยา (Kjeltabs Cu 3.5) 2 เม็ด และกรดซัลฟูริกเข้มข้น 25 มิลลิลิตร
3. นำไปย่อยด้วยเครื่อง Kjeldahltherm ควบคุมอุณหภูมิในการย่อยเป็น
 - ช่วงที่ 1 ใช้อุณหภูมิ 250 °C เป็นเวลา 15-20 นาที
 - ช่วงที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 380 °C เป็นเวลา 30-45 นาที หรือจนตัวอย่างใด
 เป็นสีฟ้าอ่อนหรือไม่มีสี แล้วย่อยต่อไปอีก นาน 30 นาที
4. ทิ้งให้เย็น (สารละลายมีสีขาว) แล้วเจือจางด้วยน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร ต่อ Kjeldahl tube ต่อเข้ากับเครื่อง Vapodest I เติมสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 50% จนสารละลายตัวอย่างกลายเป็นสีดำ
5. รองรับสารที่กลั่นด้วยสารละลายกรดบอริกที่มีความเข้มข้น 4% ปริมาตร 50 มิลลิลิตร ซึ่งโมดิฟายด์เมธิลเรดิเคเตอร์ 2-3 หยด
6. กลั่นตัวอย่างจนในขวดรองรับมีสารละลายปริมาตร 250 มิลลิลิตร

7. หยดกลั่นแล้วนำสารละลายในขวดรองรับมาไตเตรทด้วยกรดไฮโดรคลอริกความเข้มข้น 0.1 N จนสารละลายเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วง

8. คำนวณหาปริมาณไนโตรเจนและปริมาณโปรตีน

ปริมาณไนโตรเจน (%) =

$$\frac{\text{ปริมาณกรดไฮโดรคลอริกที่ไตเตรท(ml)} \times \text{ความเข้มข้นกรดไฮโดรคลอริก(N)} \times 14}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)} \times 10}$$

ปริมาณโปรตีน (%) = ปริมาณไนโตรเจน (%) \times 6.25

ก.3 การวิเคราะห์ปริมาณไขมัน

ตามวิธีของ AOAC, 1990.

อุปกรณ์

Soxhlet Apparatus

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการอบ 5 กรัม แล้วห่อด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1
2. ใส่ใน Thimble บรรจุลงในชุดสกัดไขมัน โดยเติมสารทำละลายปิโตรเลียมอีเธอร์ 25 มิลลิลิตรใน Soxhlet flask (ที่ทราบน้ำหนักที่แน่นอน)
3. ให้ความร้อนจนสารทำละลายที่ควบแน่นหยดใส่ตัวอย่างในอัตรา 150 หยดต่อนาที ระวังไม่ให้สารทำละลายระเหยหมด
4. สกัดไขมันเป็นเวลา 6-8 ชั่วโมง ทิ้งให้เย็นก่อนนำ Soxhlet flask ออกมา
5. ระเหยปิโตรเลียมอีเธอร์ออกจนหมดกลั่น
6. นำ Soxhlet flask ที่มีน้ำมันไปอบที่ 100 °C 30 นาที หรือจนน้ำหนักคงที่
7. ทิ้งให้เย็นใน desiccator
8. ชั่งน้ำหนัก Soxhlet flask แล้วคำนวณหาปริมาณไขมัน

$$\text{ปริมาณไขมัน (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำมันที่สกัดได้} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่าง (กรัม)}}$$

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณเส้นใย

ตามวิธีของ AOAC, 1990.

สารเคมี

1. สารละลายกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25%
2. สารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25%

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างที่ผ่านการสกัดไขมันด้วยปิโตรเลียมอีเธอร์แล้ว 2 กรัม ใส่บีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
เติมกรดซัลฟูริกความเข้มข้น 1.25% ที่ต้มเดือดปริมาณ 200 มิลลิลิตร ลงในบีกเกอร์
2. ย่อยตัวอย่างเป็นเวลา 30 นาที โดยให้สารละลายเดือดตลอดเวลา และสังเกตไม่ให้ปริมาตรของสารละลายลดลง หากลดลงให้เติมน้ำร้อนลงไป
3. กรองผ่านกระดาษ Whatman No. 41
4. ล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์กรด
5. นำกากมาย่อยต่อด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ความเข้มข้น 1.25% ที่ต้มเดือด ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ควบคุมปริมาตรของสารละลายเช่นเดียวกับข้อ 3
6. กรองผ่านกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักแน่นอนและล้างด้วยน้ำร้อนจนหมดฤทธิ์ต่าง
7. สูดท้ายล้างด้วยแอลกอฮอล์ 25 มิลลิลิตร
8. นำกากที่ได้พร้อมกับกระดาษกรองไปอบที่ $130 \pm 2^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนน้ำหนักคงที่ แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator
9. ชั่งน้ำหนักกากพร้อมกระดาษกรอง จากนั้นนำมาลบน้ำหนักกระดาษกรองที่ทราบน้ำหนักก่อนแล้ว จะได้เป็นน้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา
10. นำตัวอย่างพร้อมกระดาษกรองใส่ใน Crucible แล้วเผาที่อุณหภูมิ $600 \pm 15^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง หรือจนเป็นเถ้าสีขาว แล้วทิ้งให้เย็นใน desiccator
11. ชั่งน้ำหนัก จะได้น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา นำมาคำนวณหาปริมาณเส้นใย

$$\text{ปริมาณเส้นใย (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนเผา (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างหลังเผา (กรัม)}}{\text{น้ำหนักตัวอย่างเริ่มต้น (กรัม)}} \times 100$$

ก.5 การวิเคราะห์ปริมาณเถ้า

ตามวิธีของ AOAC, 1990.

อุปกรณ์

Muffle Furnace Carbolite รุ่น Mel 11-2

วิธีทดลอง

1. ชั่งตัวอย่างทราบน้ำหนักแน่นอน 2 กรัม ใส่ใน Crucible ที่เผาทราบน้ำหนักแน่นอน
2. นำตัวอย่างไปเผาบนเตาไฟฟ้าจนหมดควัน
3. นำไปเผาต่อใน muffle furnace ที่ 600 °C 2 ชั่วโมง หรือจนได้เถ้าสีขาว แล้วทิ้งให้

เย็นใน desiccator

4. ชั่งน้ำหนักเถ้า นำมาคำนวณหาปริมาณเถ้า

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

ก.6 การคำนวณปริมาณคาร์โบไฮเดรต

$$\text{ปริมาณคาร์โบไฮเดรต(\%)} = 100 - (\text{ปริมาณโปรตีน} + \text{ปริมาณไขมัน} + \text{ปริมาณเถ้า} + \text{ปริมาณเส้นใย})$$

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ก.7 การวิเคราะห์หาโปรตีนที่ละลายได้ในน้ำ

(แสดงเป็นค่าดัชนีการละลายของไนโตรเจน) (% Nitrogen solubility index)

ดัดแปลงจากวิธีของ Dalaney (1977)

1. ชั่งตัวอย่าง 5 กรัม ละลายน้ำ 200 มิลลิลิตร ในบีกเกอร์ขนาด 600 มิลลิลิตร
2. กวนผสมอย่างสม่ำเสมอด้วยเครื่องกวนแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นเวลา 2 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง (30°C) ปริมาณน้ำเป็น 250 มิลลิลิตร โดยใช้ขวดปรับปริมาตร ทิ้งไว้ 1-2 นาที
3. นำส่วนผสม (ส่วนใส) ประมาณ 40 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดแก้วขนาด 50 มิลลิลิตร เข้าเครื่องเซนตริฟิวส์เหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 1,500 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที
4. ปิเปตส่วนใส 25 มิลลิลิตร นำไปวิเคราะห์หาปริมาณไนโตรเจนทั้งหมดด้วยวิธีตามภาคผนวก ก.2

วิธีคำนวณ ให้คำนวณร้อยละโดยน้ำหนักของดัชนีการละลายของไนโตรเจน จาก

สูตร

$$\% \text{ water soluble nitrogen} = \frac{S \times N \times 0.14 \times 100}{\text{น้ำหนักของตัวอย่าง (กรัม)}}$$

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

เมื่อ S คือ มิลลิลิตรของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรทตัวอย่าง

N คือ normality ที่แท้จริงของกรดไฮโดรคลอริกที่ใช้ในการไตเตรท

ก.8 การวิเคราะห์หาค่ากิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส

ตามวิธีของ Millet (1970)

1. นำน้ำหมักมากรองด้วยกระดาษกรอง Whatman No.1
2. นำน้ำหมักที่ได้มาปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 15,000 รอบต่อนาที ที่ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10 นาที
3. ปิเปตส่วนใสมา 0.5 มิลลิลิตร เติม 0.02 mM Tris-HCl buffer pH 7.0 ที่มี 5.0 mM CaCl_2 และ 0.2% Azocasein (มีสีส้ม) 1.0 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันแล้วปมที่ 30 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง
4. นำมาหยุดปฏิกิริยาโดยการเติม 10% Trichloroacetic acid 2.0 มิลลิลิตร แล้วปมที่ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 1 ชั่วโมง (จะได้ส่วนใสและตะกอนสีเหลือง)
5. นำไปปั่นเหวี่ยงที่อัตราเร็ว 15,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที หรืออาจดูดส่วนใสออกมา
6. นำส่วนใสมาผสมกับ 0.5 M NaOH ในอัตราส่วน 1 : 1 เมื่อผสมแล้วจะได้สารละลายสีแดงอิฐ)
7. วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร
(การทำ blank จะทำในช่วงหลังจากที่หยุดปฏิกิริยา แล้วเติมเอนไซม์ 0.5 มิลลิลิตร)

นิยาม 1 หน่วยโปรติเอส = ปริมาณเอนไซม์ที่ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ที่ไม่ตกตะกอนที่ให้ค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 440 นาโนเมตร เท่ากับ 1.0 ต่อเวลา 1 ชั่วโมง ที่ 30 °C

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ข

การวิเคราะห์ทางกายภาพ และทางจุลินทรีย์

ข.1 การวิเคราะห์ลักษณะเนื้อสัมผัสของตัวอย่าง

เครื่องมือ

เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA.XT2) แสดงดังรูป ข.1

วิธีทดลอง

1. ติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
2. ประกอบหัววัด P 0.5HS(W) Hemispherical plastic เข้ากับเครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส
3. Calibrate force ด้วยตุ้มน้ำหนัก 5.0 กิโลกรัม และ calibrate probe ก่อนการวัดทุกครั้ง โดยตั้งระยะ probe ไว้ที่ 15 มิลลิเมตร
4. เลือกรูปแบบการวัดเป็น

Parameters

TPA (Test Mode and Option)

Pre Test Speed : 3.0 mm/s

Test Speed : 2.0 mm/s

Post Test Speed : 5.0 mm/s

Distance : 80.0 %

Time : 5.00 Sec

Trigger Type : auto

Force : 10 g

Break Detect : off

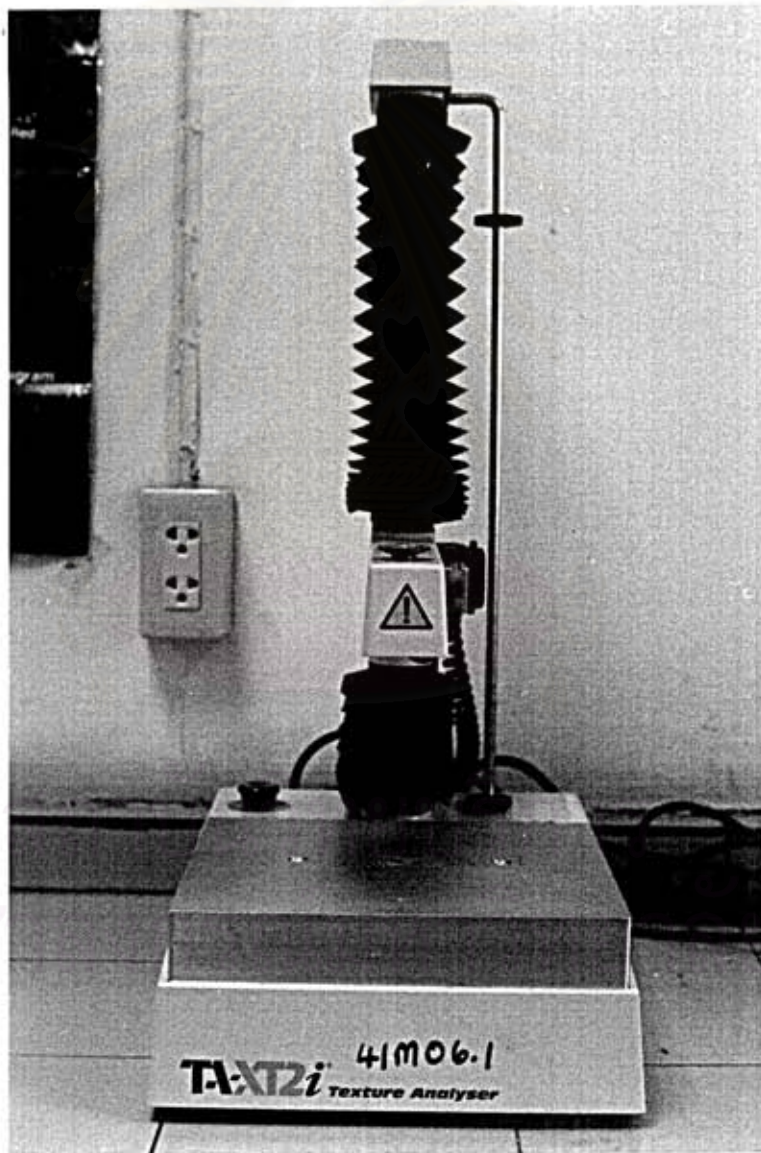
Units Force : Grams

Distance : % Strain

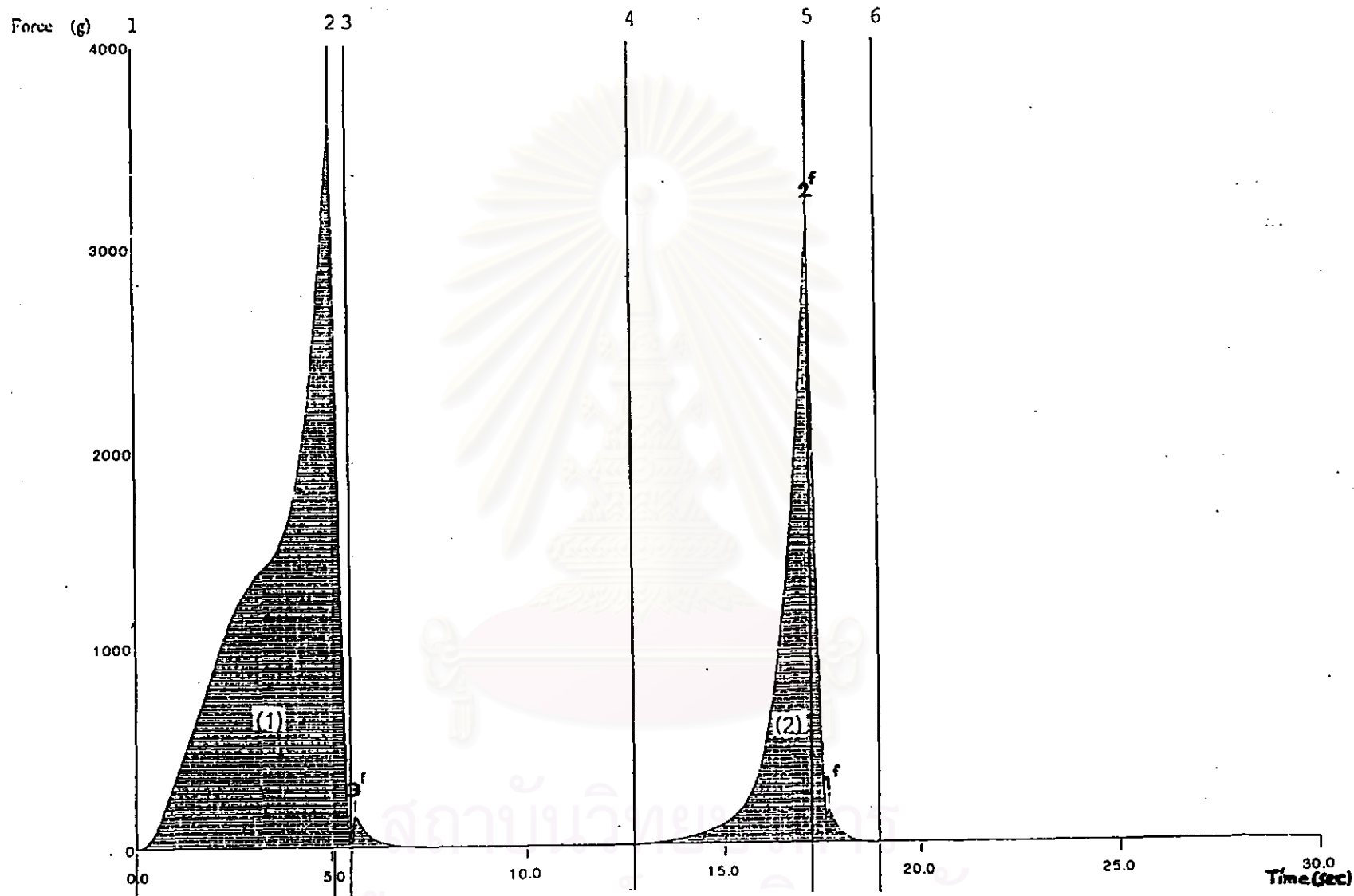
Graph Type : Force VS Time

PPS : 200.00

5. วางชิ้นตัวอย่างบนแท่นวัดครั้งละ 1 ชิ้น เมื่อเริ่มการวัดเครื่องคอมพิวเตอร์จะแสดงกราฟที่วัดได้ออกมาตามลักษณะรูปที่ ข.2 โดยค่าสูงสุดของ peak แรก ได้ผลเป็นค่าความแข็ง (hardness) มีหน่วยเป็นกรัม และเมื่อนำพื้นที่ใต้ peak ที่ 2 หารด้วยพื้นที่ใต้ peak ที่ 1 จะได้ผลเป็นค่าความเหนียว (cohesiveness)



รูปที่ ข.1 เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA.XT2)



รูปที่ ๑.๒ กราฟแรงและเวลาในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็งด้วยเครื่อง Texture Analyser

ข.2 การศึกษาโครงสร้างของตัวอย่างด้วย SEM (Scanning Electron Microscope) ตามวิธีของ DeMan, deMan และ Gupta (1986)

สารเคมี

1. glutaraldehyde solution 2.5%
2. phosphate buffer (pH 7.2) 0.1M
3. osmium tetroxide solution 1%
4. ethanol

เครื่องมือ

Scanning Electron Microscope ของ JEOL รุ่น JSM-5410 LV

วิธีทดลอง

1. ตัดตัวอย่างให้เป็นชิ้นเล็ก ๆ ขนาด 5 X 5 X 3 ลูกบาศก์มิลลิเมตร
2. แช่ตัวอย่างด้วย 2.5% glutaraldehyde solution ใน 0.1M phosphate buffer (pH 7.2) นาน 2 ชั่วโมง หรือข้ามคืนในตู้เย็น (เพื่อ fix โปรตีน)
3. ล้างตัวอย่างด้วย 0.1M phosphate buffer (pH 7.2) 3 ครั้ง ๆ ละ 20 นาทีที่ระยะเวลาห่างของเวลาไว้ 10 นาที
4. แช่ตัวอย่างใน 1% osmium tetroxide solution ใน 0.1M phosphate buffer (pH 7.2) นาน 90 นาทีที่อุณหภูมิห้อง (เพื่อ fix ไขมัน โดยเฉพาะไขมันไม่อิ่มตัว)
5. ล้างตัวอย่างด้วย 0.1M phosphate buffer (pH 7.2) 1 ครั้ง แล้วตามด้วยน้ำกลั่น 2 ครั้ง ๆ ละ 10-15 นาที แต่แต่ละครั้งที่ระยะเวลาห่างของเวลาไว้ 10 นาที
6. นำไปกำจัดน้ำออก (dehydrate) ด้วย ethanol series 30% 50% 70% 90% และ 100% 3 ครั้ง ๆ ละ 10-15 นาที (เป็นการค่อย ๆ กำจัดน้ำออกจากเซลล์ เพื่อคงรูปร่างเซลล์ให้เหมือนเดิมมากที่สุด)
7. นำตัวอย่างไปทำแห้ง ณ จุดวิกฤต ด้วยวิธี Critical point drying (CPD)
8. หักตัวอย่าง โดยใช้มีดกรีดนำรอยที่จะหักแล้วใช้คีมคีบหักออกเป็นสองท่อน
9. ติดตัวอย่างที่หักแล้วบน stub ด้วยเทปสองหน้า หรือกาว
10. ฉาบทองคำหนา 20-30 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง sputter 4-5 นาที
11. ศึกษาพร้อมกับบันทึกภาพโครงสร้างของตัวอย่างด้วยเครื่อง SEM (JEOL model JSM-5410 LV) กำลังขยาย 2000 เท่า

การวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์

ข.3 การทำ Spore Suspension

1. นึ่งฆ่าเชื้ออุปกรณ์ได้แก่ ชุดกรองสปอร์ (แสดงดังรูป ข. 3) (ผ้าขาวบางหุ้มกรวยกรอง แล้วประกอบเข้ากับขวดรูปชมพู่ขนาด 125 มิลลิลิตร หุ้มด้วยพอยด์อีกชั้นหนึ่ง), น้ำกลั่น (บรรจุหลอดละ 3 มิลลิลิตร), จุกสำลี และปิเปต
2. เลี้ยงเชื้อราบน PDA slant อายุเชื้อประมาณ 5-7 วัน (สปอร์แก่)
3. เติมน้ำกลั่นปลอดเชื้อลงใน slant แล้วใช้เข็มเย็บค่อย ๆ เขี่ยให้สปอร์ของเชื้อหลุดออกมาแก่น้ำกลั่น หรือใช้ vortex mixer ช่วย
4. กรอง cell suspension ผ่านชุดกรองสปอร์แล้วปิดด้วยจุกสำลี
5. ปิเปตน้ำที่กรองได้มานับจำนวนสปอร์ด้วย Haemocytometer ให้ได้ความเข้มข้นของสปอร์ 10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร
6. สเปรย์ suspension ของสปอร์ลงบนก้อนเต้าหู้โดยใช้ปิเปต 0.1 ml

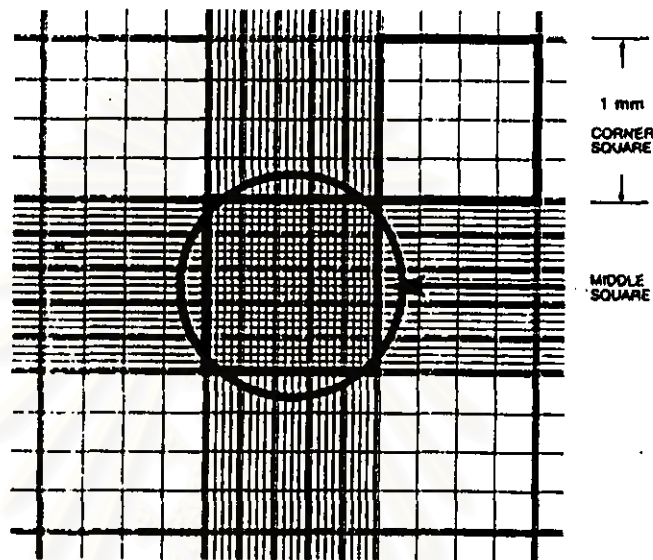


รูปที่ ข.3 ชุดกรองสปอร์ พร้อมจุกสำลี (A : ชุดกรอง ; B : จุกสำลี)

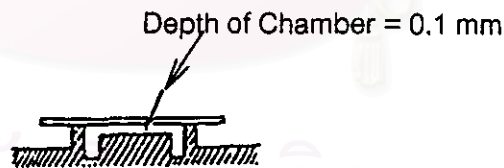
ข.4 การนับสเปอรโดยใช้ Haemocytometer

หาปริมาณจำนวนสเปอรโดยนับสเปอรในช่องใหญ่ 5 ช่อง โดยในแต่ละช่องใหญ่นั้น นับ 8 ช่อง โดยนับช่องเว้นช่อง ดังแสดงในรูป ข.4 และ ข.5

STANDARD HEMOCYTOMETER CHAMBER



รูปที่ ข.4 แสดงช่องบน Haemocytometer สำหรับการนับจำนวนสเปอร



รูปที่ ข.5 ภาพตัดขวางของ Haemocytometer

สูตรคำนวณ

$$\text{จำนวนสเปอร} = 1 \times \text{จำนวนสเปอรเฉลี่ยในช่องเล็ก} \times 10^6 \text{ สเปอร/มิลลิลิตร}$$

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบการประเมินทางด้านประสาทสัมผัส และสูตรน้ำปรุง

ค. 1 แบบทดสอบทางประสาทสัมผัสที่ใช้ในการศึกษาผลของปัจจัยต่างๆ ที่นำมาใช้รวมกันในการผลิตเต้าหู้ยี้

ชื่อผู้ทดสอบ.....วันที่.....
 คำชี้แจง กรุณาประเมินตัวอย่างเต้าหู้ยี้ในด้านลักษณะปรากฏภายนอกและภายใน กลิ่นรส ลักษณะเนื้อสัมผัส และการยอมรับรวมในแต่ละตัวอย่าง และให้คะแนนที่สามารถอธิบายความรู้สึกของท่านได้ดีที่สุด

คุณลักษณะ	รหัสผลิตภัณฑ์				
ลักษณะปรากฏภายนอก และ ไม่เป็นก้อนสีเหลือง (1-3) เป็นก้อนสีเหลืองแต่ไม่สมบูรณ์ (4-6) เป็นก้อนสีเหลืองสมบูรณ์ (7-9)					
ลักษณะปรากฏภายใน นิ่ม ยุ่ย และ(1-3) ค่อนข้างเนียน ละเอียด (4-6) เนียน ละเอียด (7-9)					
กลิ่นรส มีกลิ่นหอมเล็กน้อย (1-3) มีกลิ่นหอมปานกลาง (4-6) มีกลิ่นหอมมาก (7-9)					
ลักษณะเนื้อสัมผัส นิ่มและ หรือแข็งมาก (1-3) แข็งปานกลาง (4-6) แข็งพอดี (7-9)					
การยอมรับรวม ยอมรับ					
ไม่ยอมรับ					

ข้อเสนอแนะ.....ขอบคุณ

ค.2 สูตรน้ำปรุง (ปัญญา โพธิ์ฐิติรัตน์ และสุรเชษฐ์ จิตตวิบูล, 2530)

รายการ	ปริมาณ (กรัม)
ขี้ฉี่ขาว	200
เต้าเจี้ยว	100
ผงพะโล้	5
ข้าวอ่อน	30
เหล้าโรง	20
เกลือ	40
น้ำตาลทราย	50

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ ง.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้านู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน ที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

SOV	df	MS				
		น้ำหนัก	ความชื้น	โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
ความเข้มข้นของ						
แคลเซียมซัลเฟต	2	1962.372*	22.196*	4.959	185.637*	3.334X10 ⁻³
Error	9	19.410	0.248	0.519	0.423	8.065X10 ⁻⁴

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ ง.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้านู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน(%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้านู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

SOV	df	MS				
		น้ำหนัก	ความชื้น	โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
ความเข้มข้นของ						
แมกนีเซียมซัลเฟต	2	4007.668*	55.987*	2.876*	363.403*	1.131X10 ⁻³
Error	9	24.068	0.201	0.327	1.406	4.448X10 ⁻⁴

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ (p≤0.05)

ตารางที่ ๓.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียว ในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

SOV	df	MS				
		น้ำหนัก	ความชื้น	โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
ความเข้มข้นของ						
แคลเซียมคลอไรด์	2	386.586*	36.661*	0.986	250.727*	7.711X10 ⁻⁴
Error	9	18.421	0.129	0.249	0.303	2.183X10 ⁻⁴

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียว ในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่าง ๆ

SOV	df	MS				
		น้ำหนัก	ความชื้น	โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
ความเข้มข้นของ						
แมกนีเซียมคลอไรด์	2	705.3646*	19.211*	0.341	237.032*	8.083X10 ⁻⁴
Error	9	25.434	0.007	0.224	4.957	5.567X10 ⁻⁴

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ความแข็ง(kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ โดยแปรแรงกดที่ใช้ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้

SOV	df	MS			
		น้ำหนัก	ความชื้น	ความแข็ง	ความเหนียว
แรงกด	4	15147.387*	3.307*	46.782*	2.277×10^{-3}
Error	10	131.195	0.233	2.020	2.615×10^{-4}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่อบไล่ความชื้นที่ผิวก้อนเต้าหู้

SOV	df	MS		
		ความชื้น	ความแข็ง	ความเหนียว
อุณหภูมิในการอบ (A)	2	0.340*	291.446*	3.422×10^{-2}
เวลา (B)	3	1.808*	44.958*	1.576×10^{-2}
AB	6	1.497*	133.413*	3.429×10^{-3}
Error	12	0.339	1.487	5.556×10^{-4}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็งแรง(kg) และความเหนียวของกอนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *A. elegans* ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$)

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็งแรง	ความเหนียว
วัน	5	0.124*	6.732*	53.560*	0.144*
Error	6	7.750×10^{-6}	0.538	0.455	2.658×10^{-5}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๓.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็งแรง(kg) และความเหนียวของกอนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *A. elegans* ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็งแรง	ความเหนียว
วัน	5	0.130*	11.983*	37.588*	7.344×10^{-2}
Error	6	1.193×10^{-4}	0.082	0.093	3.425×10^{-5}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๙.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *M. hiemalis* ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 °C)

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
วัน	5	0.166*	17.560*	43.948*	5.932×10^{-2}
Error	6	1.200×10^{-5}	0.523	0.043	1.775×10^{-4}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ๙.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง(kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *M. hiemalis* ที่ อุณหภูมิ 23 ± 2 °C

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
วัน	5	0.176*	7.744*	37.269*	5.670×10^{-2}
Error	6	2.158×10^{-5}	0.037	0.131	5.425×10^{-5}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง(kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *R. oligosporus* ที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 °C)

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
วัน	5	0.236*	3.1213*	18.472*	6.174×10^{-2}
Error	6	9.333×10^{-5}	0.035	0.072	6.692×10^{-5}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง(kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *R. oligosporus* ที่อุณหภูมิ 23 ± 2 °C

SOV	df	MS			
		กิจกรรมของ เอนไซม์	ปริมาณ โปรตีน	ความแข็ง	ความเหนียว
วัน	5	0.238*	3.480*	29.641*	3.019×10^{-2}
Error	6	4.383×10^{-5}	0.017	0.126	7.433×10^{-5}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยดัชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (%) ของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *A. elegans* และ *M. hiemalis*

SOV	df	MS	
		<i>A. elegans</i>	<i>M. hiemalis</i>
เวลา (สัปดาห์)	4	876.036*	713.878*
Error	10	4.084	1.384

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสในก้อนเต้าหู้ และในสารละลายน้ำเกลือ 12% ของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ *A. elegans* และ *M. hiemalis*

SOV	df	MS			
		ในก้อนเต้าหู้		ในสารละลาย	
		<i>A. elegans</i>	<i>M. hiemalis</i>	<i>A. elegans</i>	<i>M. hiemalis</i>
เวลา (สัปดาห์)	4	3.043×10^{-2}	3.191×10^{-2}	6.458×10^{-2}	5.448×10^{-2}
Error	10	7.227×10^{-3}	2.107×10^{-4}	1.201×10^{-3}	2.251×10^{-4}

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้ยี้ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายในท้องตลาดและที่ผลิตเอง

SOV	df	MS				
		ลักษณะปรากฏ		กลิ่นรส	เนื้อสัมผัส	การยอมรับรวม
		ภายนอก	ภายใน			
ตัวอย่างเต้าหู้ยี้	4	20.780*	21.847*	5.400*	17.953*	2.487*
panelist	14	2.728*	9.413*	6.362*	7.177*	2.139*
error	56	0.759	2.797	3.714	2.703	1.501

* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ง.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ยี้ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายในท้องตลาด และที่ผลิตเอง

SOV	df	MS					
		ความชื้น	โปรตีน	ไขมัน	เส้นใย	เถ้า	คาร์โบไฮเดรต
ตัวอย่างเต้าหู้ยี้	4	169.059*	16.22*	302.1*	97.03*	1.281×10^{-2}	648.15*
error	10	0.101	2.116	4.592	0.280	2.933×10^{-4}	8.235

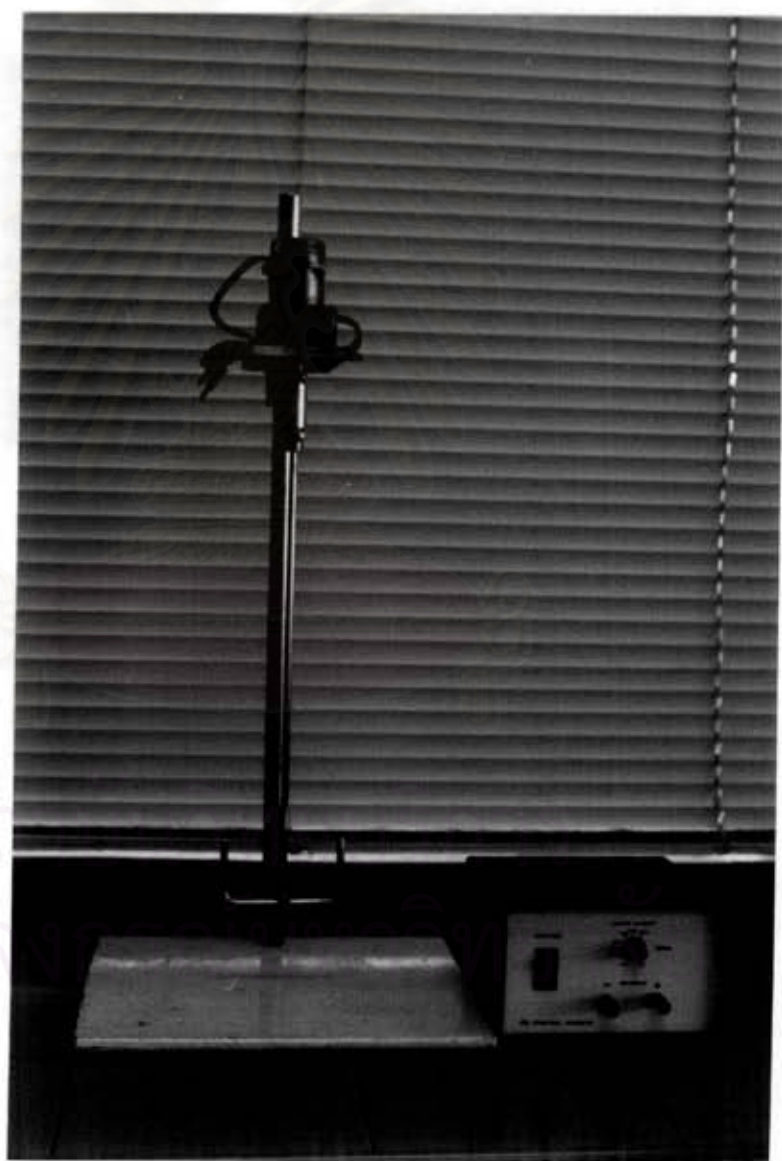
* แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ๑

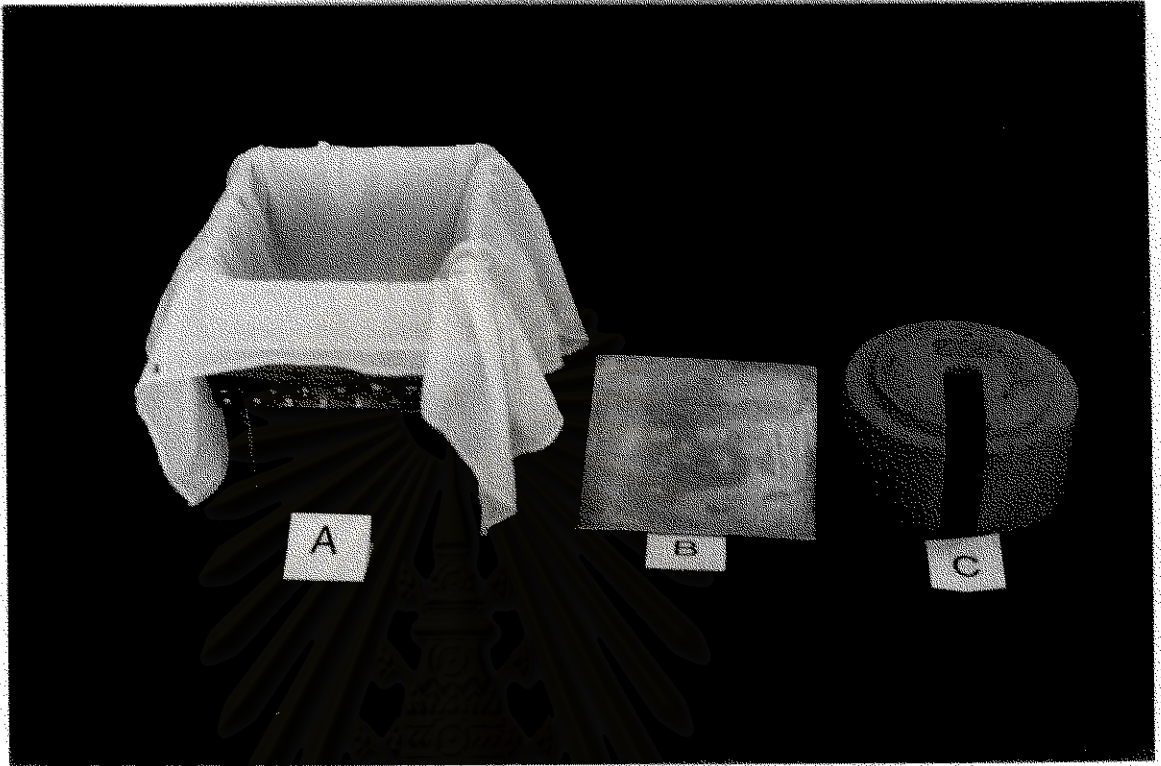
รูปเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตเต้าหู้ และผลิตภัณฑ์



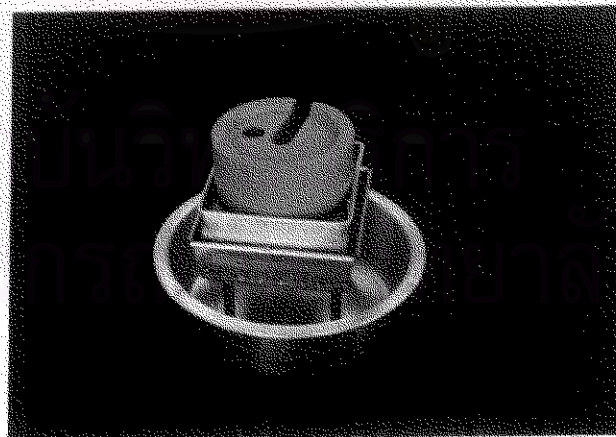
รูปที่ ๑.1 เครื่อง Vita Mix



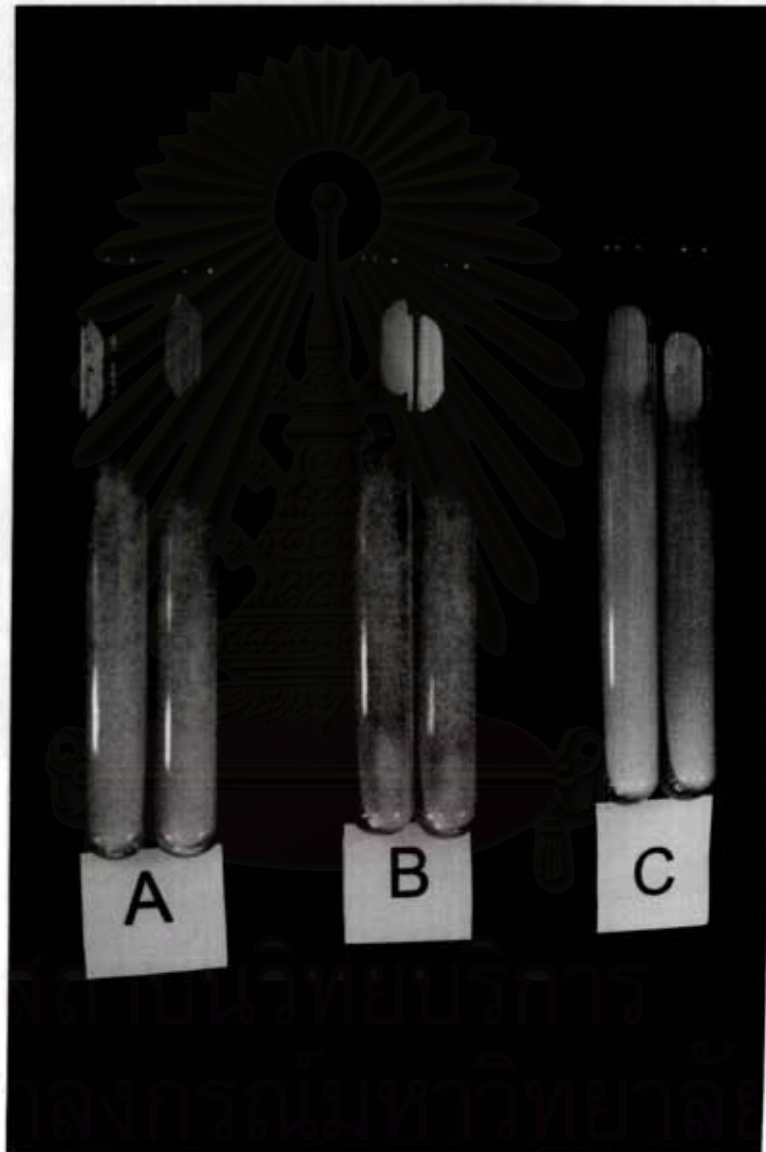
รูปที่ ๑.๒ เครื่อง Moter Stirrer



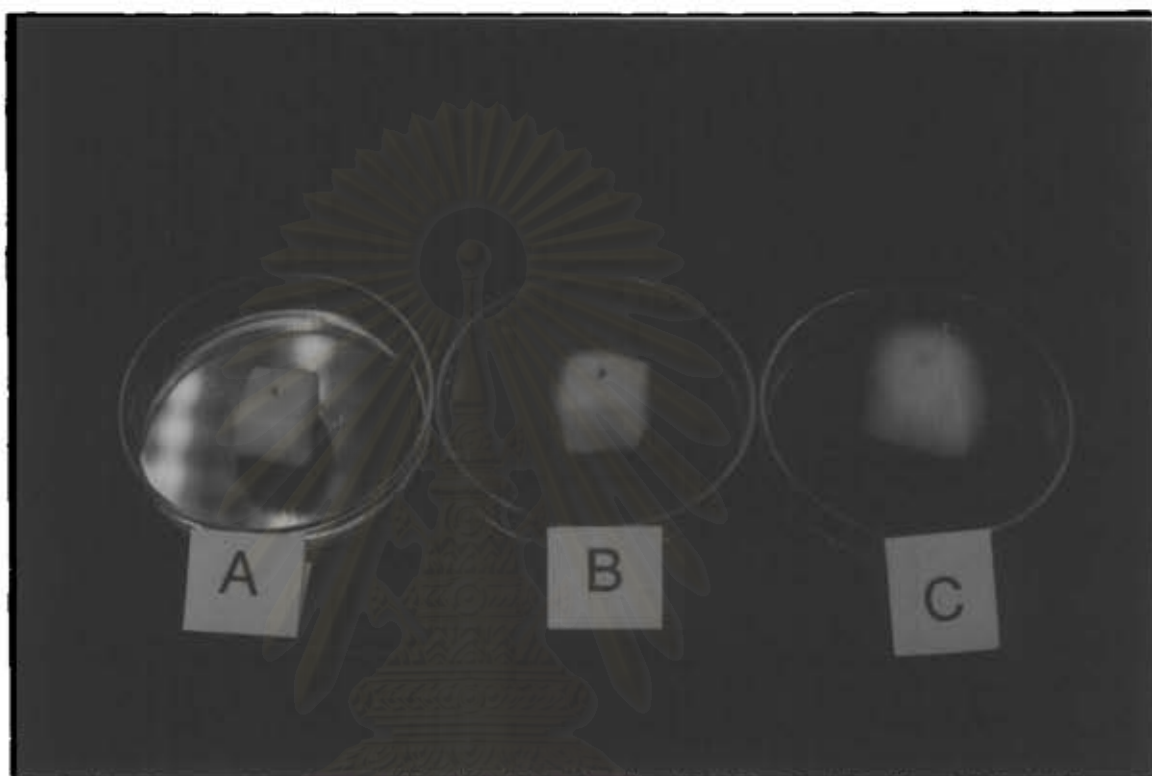
รูปที่ ๓.๓ อุปกรณ์ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้ (A : ชุดพิมพ์ขึ้นรูปพร้อมผ้าขาวบาง, B : แผ่นพลาสติก, C : ก้อนน้ำหนัก)



รูปที่ ๓.๔ การประกอบอุปกรณ์ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้

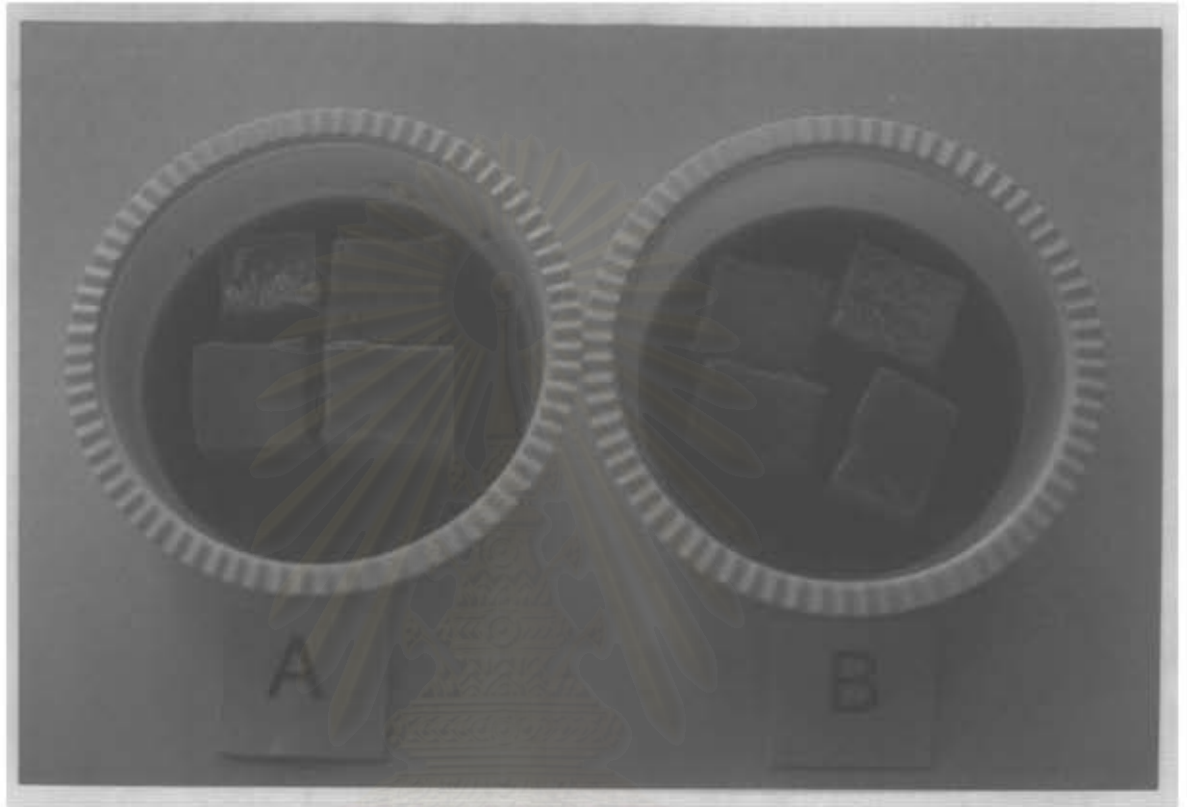


รูปที่ ๑.๕ เชื้อราที่ใช้ในงานวิจัย (A : *Actinomucor elegans*, B : *Mucor hiemalis*,
C : *Rhizopus oligosporus*)



รูปที่ ๑.๖ ลักษณะการขึ้นของเส้นใยเชื้อ *A. elegans* บนก้อนเต้าหู้
(A : บ่ม นาน 1 วัน, B : บ่มนาน 2 วัน, C : บ่มนาน 3 วัน)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ ๑.๗ ผลิตรกณต์หลังการใส่ น้ำปรุง (A : หมักด้วยเชื้อ

Actinomucor elegans B : หมักด้วยเชื้อ *Mucor hiemalis*)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประวัติผู้เขียน

นางสาว วรณี พฤษศิริสมบัติ เกิดเมื่อวันที่ 18 กรกฎาคม 2516 ที่อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร และโภชนาศาสตร์ ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารและโภชนาการ คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ในปีการศึกษา 2537 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ในปีการศึกษา 2538



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย