

รายการอ้างอิง

ภาษาไทย

การค้าภายใน, กรม. ภาวะราคาไข่ไก่ [online]. Available from:

<http://www.dit.go.th/KhonKaen/contentdet.asp?deptid=40&id=1964>.

[25 มกราคม 2552]

ไชยา อัยสุนเนิน, 2542. การเลี้ยงไก่ไข่. พิมพ์ครั้งที่ 4. นนทบุรี: สำนักพิมพ์ฐานเกษตรกรรม, หน้า 5-6.

นิธิยา รัตนापนนท์. 2549. เคมีอาหาร. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียน, หน้า 316-334.

ปาริฉัตร หงสประภาส. 2542. เคมีกายภาพของอาหาร: คอลลอยด์ อิมัลชัน และเจล. กรุงเทพมหานคร: คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 92 หน้า.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, สำนักงาน. 2548. มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (ไข่ไก่). มกอช.6702-2548. กรุงเทพมหานคร: กระทรวงอุตสาหกรรม.

สุวรรณ เกษตรสุวรรณ. 2529. ไข่และเนื้อไก่. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์ศิลปาบรรณาคาร, 382 หน้า.

ภาษาอังกฤษ

Alleoni, A. C. C. and Antunes, A. J. 2004. Albumen foam stability and s-ovalbumin content in eggs coated with whey protein concentrate. Brazilian Journal of Poultry Science 6: 105-110.

Antipova, A. S. and Semenova, M. G. 1995. Effect of sucrose on the thermodynamic incompatibility of different biopolymers. Carbohydrate Polymers 28: 359-365.

Antipova, A. S., Semenova, M. G. and Belyakova, L. E. 1999. Effect of sucrose on the thermodynamic properties of ovalbumin and sodium caseinate in bulk solution and at air-water interface. Colloids and Surface B: Biointerfaces 12: 261-270.

Boye, J. I., Ismail, A. A. and Alli, I. 1996. Effect of physicochemical factors on the secondary structure of β -lactoglobulin. Journal of Dairy Research 63: 97-109.

Christ, D., Takeuchi, K. P. and Cunha, R. L. 2005. Effect of sucrose addition and heat treatment on egg albumen protein gelation. Journal of Food Science 70: E230-E238.

- Coffey, D. G., Bell, D. A. and Henderson, A. 1995. Cellulose and cellulose derivation. In A. M. Stephen (ed.), Food Polysaccharides and Their Application, pp.123-153. New York: Marcel Dekker.
- Damodaran, S. 1996. Amino acid, peptides and proteins. In O. R. Fennema (ed.), Food Chemistry. 3th ed., pp. 321-430. New York: Marcel Dekker.
- Damodaran, S. 1997. Protein-stabilization foams and emulsions. In S. Damodaran and A. Paraf (eds.), Food Proteins and Their Applications, pp. 57-110. New York: Marcel Dekker.
- Dickinson, E. 1995. Emulsion stabilization by polysaccharides and protein-polysaccharides complexes. In A. M. Stephen (ed.), Food Polysaccharides and Their Application, pp. 501-515. New York: Marcel Dekker.
- Dickinson, E. and Merino, L. M. 2002. Effect of sugars on the rheological properties of acid caseinate-stabilized emulsion gels. Food Hydrocolloids 16: 321-331.
- Drakos, A. and Kiosseoglou, V. 2006. Stability of acidic egg white protein emulsions containing xanthan gum. Journal of Agricultural and Food Chemistry 54: 10164-10169.
- Fernandez-Lopez, J., Marinez, A., Fernandez-Gines, J. M., Sayas-Barbera, E., Sendra, E. and Perez-Alvarez, J. A. 2006. Gelling and color properties of ostrich (*struthio camelus*) egg white. Journal of Quality 26:171-183.
- Ferreira, M., Benringer, R. and Jost, R. 1995. Instrumental method for characterizing protein foam. Journal of Food Science 60: 90-93.
- Goldsmith, S. M. and Toledo, R. T. 1985. Studies on egg albumin gelation using nuclear magnetic resonance. Journal of Food Science 50: 59-62.
- Handa, A., Takahashi, K., Kuroda, N. and Froning, G. W. 1998. Heat-induced egg white gels as affected by pH. Journal of Food Science 63: 403-407.
- Harrigan, W. F. and McCance, M. E. 1976. Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology. 2nd ed. London: Academic Press, 455 p.
- Herma, Y., Tamehana, M., Munro, P. A. and Singh, H. 2001. Viscosity, microstructure and phase behavior of aqueous mixture of commercial milk protein products and xanthan gum. Food Hydrocolloids 15: 565-574.

- Hills, B. P. 1991. Multinuclear NMR studies of water in solutions of simple carbohydrates. I. Proton and deuterium relaxation. Molecular Physics 72: 1099-1121.
- Hsieh, Y. L., Regenstein, J. M. and Rao, M. A. 1993. Gel point of whey and egg proteins using dynamic rheological data. Journal of Food Science 58: 116-119.
- Hunt, R. W. G. 1998. Measuring Colour. 3th ed. London: Fountain Press, 313 p.
- Ibrahim, H. R. 1997. Insights into the structure-function relationships of ovalbumin, ovotransferrin, and lysozyme. In T. Yamamoto, L. R. Juneja, H. Hatta and M. Kim (eds.), Hen Eggs: Their Basic and Applied Sciences, pp. 57-56. Boca Raton: CRC Press.
- Ibanoglou, E. and Ercelebi, E. A. 2007. Thermal denaturation and functional properties of egg proteins in the presence of hydrocolloid gums. Food Chemistry 101: 626-633.
- Jirapeangtong, K., Siriwatanayothin, S. and Chiewchan, N. 2008. Effect of coconut sugar and stabilizing agents on stability and apparent viscosity of high-fat coconut milk. Journal of Food Engineering 87: 422-427.
- Koupantsis, T. and Kiosseoglou, V. 2009. Whey protein-carboxymethylcellulose interaction in solution and in oil-in-water emulsion systems. Effect on emulsion stability. Food Hydrocolloids 23: 1156-1163.
- Kulmyrzaev, A., Bryant, C. and McClements, D. J. 2000. Influence of sucrose on the thermal denaturation, gelation, and emulsion stabilization of whey proteins. Journal of Agricultural and Food Chemistry 48: 1593-1597.
- Li-Chan, E. C. Y., Powrie, W. D. and Nakai, S. 1995. The chemistry of eggs and egg products. In W. J. Stadelman and O. J. Cotterill (eds.), Egg Science and Technology. 4th ed., pp. 105-176. New York: The Haworth Press.
- Lomakina, K. and Mikova, K. 2006. A study of the factors affecting the foaming properties of egg white-A review. Czech Journal of Food Science 24: 110-118.
- Lua, C. K. and Dickinson, E. 2005. Instability and structural change in an aerated system containing egg albumen and invert sugar. Food Hydrocolloids 19: 111-121.
- Matsumura, Y. and Mori, T. 1996. Gelation. In G. M. Hall (ed.), Method of Testing Protein Functionality. 1st ed., pp.76-109. New York: Blackie Academic & Professional.

- Mine, Y. 1995. Recent advances in the understanding of egg protein functionality. Trends in Food Science and Technology 6: 225-231.
- Mora-Gutierrez, A. and Baianu, I. C. 1989. ^1H NMR relaxation and viscosity measurements on solutions and suspensions of carbohydrates and starch from corn: The investigation of carbohydrate hydration and stereochemical and aggregation effects in relation to ^{17}O and ^{13}C NMR data for carbohydrate solutions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 37: 1459-1465.
- Nussinorith, A. 1997. Hydrocolloid Application: Gum Technology in The Food and Other Industries. pp. 105-124. London: Blackie Academic & Professional.
- Padua, G. W. and Schmidt, S. J. 1992. Proton nuclear magnetic resonance measurements on various sugar solutions. Journal of Agricultural and Food Chemistry 40: 1524-1527.
- Parker, N. S. 1987. Properties and functions of stabilizing agents in food emulsions. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition 25: 285-315.
- Patino, J. M. R., Delgado, Ma. D. N. and Fernandez, J. A. L. 1995. Stability and mechanical strength of aqueous foams containing food proteins. Colloids and Surfaces 99: 65-78.
- Pearce, K. N. and Kinsella, J. E. 1978. Emulsifying properties of proteins: Evaluation of a turbidimetric technique. Journal of Agricultural and Food Chemistry 26: 716-723.
- Peris-Tortajada, M. 1996. Carbohydrates. In L. M. L. Nollet (ed.), Handbook of Food Analysis Volume 1. pp. 533-550. New York: Marcel Dekker.
- Peterson, G. L. 1977. A simplification of the protein assay method of Lowry et al. which is more generally applicable. Analytical Chemistry 83: 346-356.
- Phillips, L. G., Haque, Z. and Kinsella, J. E. 1987. A method for the measurement of foam formation and stability. Journal of Food Science 52: 1074-1077.
- Plancken, I. V. D., Loey, A. V. and Hendrickx, M. E. G. 2005. Changes in sulfhydryl content of egg white proteins due to heat-pressure treatment. Journal of Agricultural and Food Chemistry 53: 5726-5733.

- Raikos, V., Campbell, L. and Euston, S. R. 2007a. Effect of sucrose and sodium chloride on foaming properties of egg white proteins. Food Research International 40: 347-355.
- Raikos, V., Campbell, L. and Euston, S. R. 2007b. Rheology and texture of hen's egg protein heat-set gels as affected by pH and the addition of sugar and/or salt. Food Hydrocolloids 21: 237-244.
- Rosenthal A. J. 1999. Relation between instrumental and sensory measures of food texture. In A. J. (ed.), Food Texture: Measurement and Perception. pp. 1-17. Maryland: A. Chapman & Hall.
- Schmidt, S. J. 2004. Water and solids mobility in foods. In S. L. Taylor (ed.), Advances in Food and Nutrition Research. pp. 1-103. London: Elsevier Press.
- Semenova, M. G., Antipova, A. S. and Belyakova, L. E. 2002. Food protein interactions in sugar solutions. Current Opinion in Colloid and Interface Science 7: 438-444.
- Smith, M. B. and Nguyen, L. 1984. Measuring the age of stored eggs. CSIRO Division of Food Research 44: 94-96.
- Silversides, F. G. and Budgell, K. 2004. The relationships among measures of egg albumen height, pH, and whipping volume. Poultry Science 83: 1619-1623.
- Sun, Y., Hayakuwa, S. and Izumori, K. 2004. Modification of ovalbumin with a rare ketohexose through the Maillard reaction: Effect on protein structure and gel properties. Journal of Agricultural and Food Chemistry 52: 1293-1299.
- Sun, Y., Hayakawa, S., Ogawa, M., Fukada, K. and Izumori, I. 2008. Influence of a rare sugar, D- Psicose, on the physicochemical and functional properties of an aerated food system containing egg albumen. Journal of Agricultural and Food Chemistry 56: 4789-4796.
- Taravati, A., Shokrzadeh, M., Ebadi, A. G., Valipour, P., Hassan, A. T. M. and Farrokhi, F. 2007. Various effects of sugar and polyols on the protein structure and function: Role as osmolyte on protein stability. World Applied Sciences Journal 2: 353-362.
- Tolstogouzov, V. B. 1997. Protein-polysaccharide interaction. In S. Damodaran and A. Paraf (eds.), Food Proteins and Their Applications. pp. 174-198. New York: Marcel Dekker.

- Tung, M. A., Richards, J. F. and Morrison, B. C. 1970. Rheology of fresh, aged and gamma-irradiated egg white. Journal of Food Science 35: 872-874.
- Watkins, B. A. 1995. The nutritive value of the eggs. In W. J. Stadelman and O. J. Cotterill (eds.), Egg Science and Technology, 4th ed., pp. 177-194. New York: The Haworth Press.
- Weaver, C. M. and Daniel, J. R. 2003. The Food Chemistry Laboratory: A Manual for Experimental Foods, Dietetics, and Food Scientists, 2nd ed., pp. 49-54. Boca Raton: CRC Press.
- Wong, D. W. S. 1989. Mechanism and Theory in Food Chemistry, pp. 48-104. New York: Van Nostrand Reinhold.
- Yang, S. C. and Baldwin, R. E. 1995. Functional properties of eggs in foods. In W. J. Stadelman and O. J. Cotterill (eds.), Egg Science and Technology, 4th ed., pp. 405-464. New York: The Haworth Press.
- Zayas, J. F. 1997. Functionality of Proteins in Food. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 373 p.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

วิธีวิเคราะห์ทางเคมีและกายภาพ

ก.1 การถ่ายภาพฟองอากาศ และอิมัลชันไข่ขาวด้วยกล้องจุลทรรศน์สเตอริโอ (รุ่น SMZ-1000, Nikon Instruments, Melville, NY)

วิธีทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรมโดย double click ที่ icon ของ "ACT - 1"
2. นำตัวอย่างที่เตรียมไว้บนแผ่นสไลด์วางบนแท่นวางวัตถุของกล้องจุลทรรศน์
3. ปรับกำลังขยายเป็น 6 เท่า และดูภาพตัวอย่างได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นใช้ปุ่มปรับภาพแบบหยาบและแบบละเอียดปรับภาพให้ชัดเจนขึ้น
4. กดปุ่ม "Exposure" เพื่อถ่ายภาพตัวอย่าง

วิธีการใช้โปรแกรม Image tool

- การคำนวณหาขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของฟองอากาศ

1. เข้าสู่โปรแกรมโดย double click ที่ icon ของ "Image Tool"
2. จากนั้นไปที่ File เลือกเมนู "Open Image" เพื่อเปิดไฟล์ภาพที่ต้องการวัด
3. calibrate เครื่องมือวัดโดยไปที่ Setting เลือกเมนู "Calibration Spatial Measurement" โปรแกรมจะแสดงคำสั่ง "Draw a line of know length" ให้ click เมาส์ที่จุดเริ่มต้นบนภาพที่ทราบความยาวแล้วลากไปสิ้นสุด และใส่ขนาดความยาวที่ถูกต้อง(length) พร้อมทั้งหน่วยของการวัด (unit)
4. วัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศโดยไปที่ Analysis เลือกเมนู "Length" โปรแกรมแสดงคำสั่ง "Draw the line to measure" จากนั้นวัดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศ
5. ค่าที่วัดได้จะบันทึกอยู่ใน Results ซึ่งแสดงเป็นขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของฟองอากาศ 1 ฟอง

- การคำนวณหาพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยของฟองอากาศ

1. เข้าสู่โปรแกรมโดย double click ที่ icon ของ "Image Tool"
2. จากนั้นไปที่ File เลือกเมนู "Open Image" เพื่อเปิดไฟล์ภาพที่ต้องการวัด
3. calibrate เครื่องมือวัดโดยไปที่ Setting เลือกเมนู "Calibration Spatial Measurement" โปรแกรมจะแสดงคำสั่ง "Draw a line of know length" ให้ click เมาส์ที่จุดเริ่มต้นบนภาพวัตถุที่ทราบความยาวแล้วลากไปสิ้นสุด และให้ใส่ขนาดความยาวที่ถูกต้อง (length) พร้อมทั้งหน่วยของการวัด (unit)

4. วัดขนาดพื้นที่หน้าตัดของฟองอากาศโดยไปที่ Analysis เลือกเมนู "Area" โปรแกรมจะแสดงคำสั่ง "Draw the polygon or ellipse to measure" ให้ click เมาส์ที่ฟองอากาศและค่อย ๆ ลากเป็นทรงกลมตามขนาดของฟองอากาศที่แสดงอยู่ในภาพ

5. ค่าที่วัดได้จะบันทึกอยู่ใน Results แสดงเป็นขนาดพื้นที่หน้าตัดของฟองอากาศ 1 ฟอง

ก.2 การวัดค่าความหนืด และอุณหภูมิในการเกิดเจลของไข่ขาวด้วยเครื่อง Bohlin Rheometer (Bohlin Instrument Ltd. รุ่น C-VOR, Worcestershire, UK)

วิธีทดลอง

1. เปิดเครื่อง Bohlin Rheometer
2. ต่อหัววัดแบบ cone and plate ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร หัววัดทำมุม 4 องศา กับแนวระนาบ เข้ากับเครื่อง ทำการล็อกเกลียว โดยหมุนในทิศทางเข็มนาฬิกา
3. กดปุ่ม "Zero" เพื่อตั้ง auto zero ส่วนหัววัดจะเลื่อนลงมาสัมผัสกับส่วน fixed lower plate จากนั้นกดปุ่ม ▲ เพื่อให้แทนสำหรับต่อส่วน rotating upper plate เลื่อนขึ้น
4. กดปุ่ม "Gap" เพื่อตั้งระยะระหว่างส่วน rotating upper plate และ fixed lower plate โดยตั้งค่า gap ไว้ที่ 150 ไมโครเมตร
5. เปิดเครื่อง peltier controller
6. เปิดเครื่อง cooler ตั้งอุณหภูมิที่ 10 องศาเซลเซียส
7. เข้าสู่โปรแกรม โดย double click ที่ icon ของ "Bohlin"
8. การทดสอบค่าความหนืดจะเลือกโปรแกรม mode viscometry โดยตั้งสภาวะการทดลอง ดังนี้

สภาวะการทดสอบค่าความหนืดของไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์

- pre conditioning : off
- shear profile
 - sweep direction : up
 - start shear 1 s^{-1}
 - end shear 80 s^{-1}
 - range : linear
- isothermal $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

สภาวะการทดสอบค่าความหนืดของอิมัลชัน

- pre conditioning : off
- shear profile

sweep direction : up

start shear 1 s^{-1}

end shear 30 s^{-1}

range : linear

- isothermal $25 \text{ }^{\circ}\text{C}$

9. การทดสอบอุณหภูมิในการเกิดเจลของไข่ขาวจะเลือกโปรแกรม mode oscillation โดยตั้งสภาวะการทดลอง ดังนี้

- pre conditioning : off

- oscillation test parameter : single frequency

frequency 1 Hz

shear stress 0.05 Pa

- test mode selector : temperature gradient

start temperature $60 \text{ }^{\circ}\text{C}$

end temperature $85 \text{ }^{\circ}\text{C}$

rate $0.43 \text{ }^{\circ}\text{C/s}$

10. ปิเปิดตัวอย่างลงบนตรงกลางของส่วน fixed lower plate จากนั้นกดปุ่ม ▼ เพื่อให้แท่นสำหรับต่อส่วน rotating upper plate เลื่อนลงสัมผัสกับตัวอย่าง โดยจะหยุดตรงตำแหน่งของระยะ gap ที่ตั้งไว้

11. เกลี่ยตัวอย่างที่ล้นออก

12. สำหรับการวัดอุณหภูมิในการเกิดเจลจะต้องหยด paraffin liquid ลงบริเวณรอบ ๆ ตัวอย่างเล็กน้อย และต้องหยดน้ำกลั่นลงในส่วน temperature contractor ด้วยเพื่อป้องกันความชื้นระเหยออกจากตัวอย่าง

13. ปิดฝาครอบ และปลดล็อคส่วน rotating upper plate

14. กดปุ่ม "Start" เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

ก.3 การวัดค่า Longitudinal relaxation time (T_1) ของโปรตอนของโมเลกุลน้ำด้วยเครื่อง NMR (Varian รุ่น INOVA, Palo Alto, California, USA)

วิธีทดลองกรณีตัวอย่างเป็นไข่ขาว

1. บรรจุตัวอย่างไข่ขาวลงในหลอดแก้วสำหรับเครื่อง NMR ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เท่ากับ 0.5 และ 18 เซนติเมตร ตามลำดับ จนถึงระดับที่ตัวอย่างอยู่สูงจากกันหลอดขึ้นมาประมาณ 4 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่ทำให้ได้ค่า resolution ของ proton spectrum ดีที่สุด

2. นำหลอด NMR ใส่ลงในเครื่อง NMR ที่มีขนาดสนามแม่เหล็กคงที่เท่ากับ 500 MHz
3. วัด proton spectrum ของน้ำ โดยแปรค่า delay time (τ) จำนวน 8 จุด นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคำนวณค่า relaxation time (T_1) ของตัวอย่าง

วิธีทดลองกรณีตัวอย่างที่เป็นเจลไขขาว

1. บรรจุตัวอย่างไขขาวลงในหลอดแก้วสำหรับเครื่อง NMR ซึ่งขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูง เท่ากับ 0.5 และ 18 เซนติเมตร ตามลำดับ จนถึงระดับที่ตัวอย่างอยู่สูงจากก้นหลอดขึ้นมาประมาณ 4 เซนติเมตร
2. นำหลอด NMR ที่บรรจุไขขาวแล้วไปให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 5 นาที จากนั้นทำให้เย็นในอ่างน้ำเย็นอุณหภูมิประมาณ 4 องศาเซลเซียส เก็บตัวอย่างที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสทิ้งไว้ค้างคืนก่อนนำไปทดสอบ
3. นำหลอด NMR ใส่ลงในเครื่อง NMR ที่มีขนาดสนามแม่เหล็กคงที่ 500 MHz
4. วัด proton spectrum ของน้ำ โดยแปรค่า delay time (τ) จำนวน 8 จุด นำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการคำนวณค่า relaxation time (T_1) ของตัวอย่าง

ก.4 การวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนเอส-โอวัลบูมิน

ตามวิธีของ ของ Smith และ Nguyen (1984)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.5 เข้มข้น 0.1 M

เตรียมสารละลาย sodium dihydrogen orthophosphate เข้มข้น 0.1 M 500 มิลลิลิตร และ di-sodium hydrogen orthophosphate เข้มข้น 0.1 M 500 มิลลิลิตร นำสารละลายทั้งสองชนิดมาผสมเข้าด้วยกันจนได้สารละลายบัฟเฟอร์ที่มีค่า pH 7.5

2. สารละลาย precipitating

เตรียมสารละลายที่มี sodium chloride เข้มข้น 0.5 N ผสมอยู่กับ sodium acetate เข้มข้น 0.1 M จากนั้นปรับค่า pH ของสารละลายเป็น 4.7 ด้วยกรดอะซิติก เข้มข้น 99.9% (w/v)

3. สารละลายไปยูเรต

A. เตรียมสารละลายที่มี copper sulfate pentahydrate เข้มข้น 0.004 M ผสมอยู่กับ potassium sodium tartrate เข้มข้น 0.05 M ปริมาณ 500 มิลลิลิตร

B. เตรียมสารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 2.5 M ปริมาณ 360 มิลลิลิตร

C. นำสารละลายในข้อ B เทใส่ผสมลงในสารละลายในข้อ A คนให้เข้ากันจากนั้นปรับปริมาตรเป็น 1,000 มิลลิลิตร ในขวดปรับปริมาตร

4. สารละลายมาตรฐาน bovine serum albumin (BSA) เข้มข้น 0.1% (w/v)

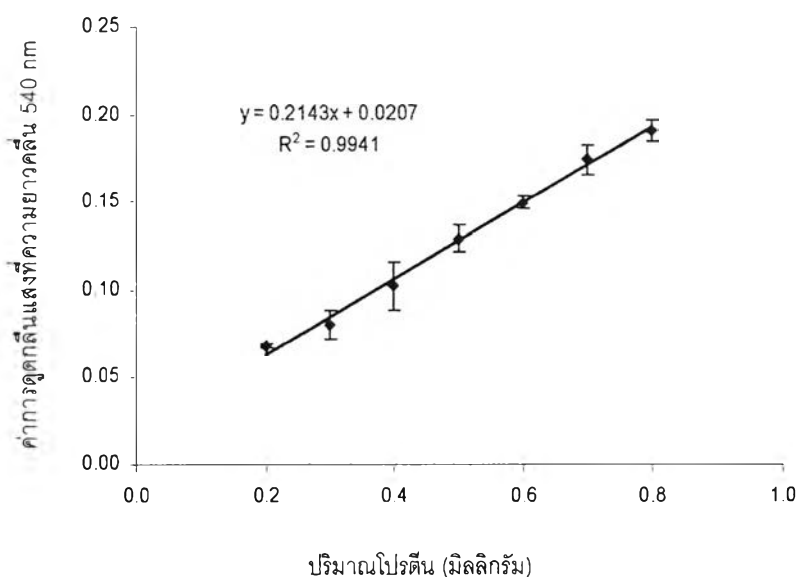
ชั่ง BSA 0.01 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ ละลายด้วยน้ำกลั่น แล้วปรับปริมาตรเป็น 10 มิลลิลิตร

วิธีทดลอง

ชั่งไข่ขาว 5 กรัม ใส่ลงในบีกเกอร์ จากนั้นเจือจางไข่ขาวโดยเติมสารละลายฟอสเฟตบัฟเฟอร์ pH 7.5 ลงไป 25 มิลลิลิตร คนให้เข้ากันเป็นเวลา 5 นาที แล้วบีบเปิดไข่ขาวที่ได้ใส่ลงในหลอดทดลอง 2 หลอด หลอดละ 5 มิลลิลิตร แบ่งหลอดทดลองหนึ่งหลอดไปให้ความร้อนในอ่างน้ำควบคุมอุณหภูมิที่ 75 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 นาที โดยหลอดทดลองที่ผ่านการให้ความร้อนวางทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องให้สารละลายเย็นลงก่อน เติมสารละลาย precipitating 5 มิลลิลิตร ใส่ในหลอดทดลองทั้งสองหลอด เขย่าสารละลายให้เข้ากัน จากนั้นเทสารละลายที่ได้ใส่ลงในหลอดหมุนเหวี่ยง แล้ว rinse ด้วยสารละลาย precipitating อีก 5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายให้เข้ากันแล้วนำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูง 10,000 รอบต่อนาที เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นบีบเปิดสารละลายส่วนใส (supernatant) 500 ไมโครลิตร ใส่ลงในหลอดทดลอง เติมสารละลายไปยูเรตลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน จากนั้นตั้งทิ้งไว้เวลานาน 30 นาที แล้วนำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 540 นาโนเมตร (สำหรับ blank จะใช้น้ำกลั่น 500 ไมโครลิตรแทนตัวอย่าง)

วิธีทำกราฟมาตรฐาน

เติมสารละลาย BSA เข้มข้น 0.1% (w/v) ปริมาตร 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 และ 1.0 มิลลิลิตร ลงในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรแต่ละหลอดให้เป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (สำหรับ blank ใช้น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรแทนตัวอย่าง) เติมสารละลายไปยูเรตลงไป 2 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องนาน 30 นาที วัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 540 นาโนเมตรเทียบกับ blank พล็อตกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณของ BSA ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ ก.1



ภาพที่ ก.1 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธีไปยูเรต

ก.5 การวิเคราะห์หาปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด

ตามวิธีของ Harrigan และ McCance (1976)

การเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อ

1. อาหารเลี้ยงเชื้อ plate count agar

ชั่ง plate count agar 23.50 กรัม ละลายในน้ำกลั่นร้อน 1,000 มิลลิลิตร บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ปิดปากด้วยจุกสำลี จากนั้นนำมาฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

2. สารละลาย peptone

ชั่ง peptone 1.0 กรัม ละลายในน้ำกลั่น 1,000 มิลลิลิตร บรรจุลงในขวดรูปชมพู่ปิดปากด้วยจุกสำลี จากนั้นนำมาฆ่าเชื้อใน autoclave ที่อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เป็นเวลา 15 นาที

วิธีการทดลอง

1. เท plate count agar (ที่ 40-45 องศาเซลเซียส) ลงในจานเลี้ยงเชื้อประมาณจานละ 15-20 มิลลิลิตร จากนั้นทิ้งให้อาหารเลี้ยงเชื้อแข็งตัวที่อุณหภูมิห้อง
2. ปิเปตไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ 10 มิลลิลิตร ใส่ถุง เต็ม peptone เข้มข้น 0.1% (w/v) ปริมาตร 90 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปตีด้วยเครื่อง stomacher เป็นเวลา 10 นาที เจือจางความเข้มข้นของไข่ขาวเป็น 10^{-1} 10^{-2} และ 10^{-3} กรัมต่อมิลลิลิตร ด้วย peptone เข้มข้น 0.1% (w/v)
3. ปิเปตตัวอย่างไข่ขาวที่ความเข้มข้นต่าง ๆ มา 1 มิลลิลิตร ใส่ในจานเลี้ยงเชื้อความเข้มข้นละ 2 จาน จากนั้นใช้ spreader เกลี่ยตัวอย่างให้ทั่วอาหารเลี้ยงเชื้อ
4. นำจานเลี้ยงเชื้อไปบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 0.5 องศาเซลเซียส นาน 2-3 วัน ตรวจนับเชื้อแบคทีเรียแล้วรายงานผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตัวอย่าง 1 มิลลิลิตร

ก.6 การวัดค่าสีด้วยเครื่อง Minolta (Minolta รุ่น CR300 series, Tokyo, Japan)

วิธีทดลอง

1. เปิดสวิตช์ power on พร้อมกับกดปุ่ม "All data clear"
2. กดปุ่ม "Index set"
3. เลือกแหล่งแสง D_{65} มุมมอง 10° แล้วกดปุ่ม "Enter"
4. กดปุ่ม "Calibrate" เพื่อป้อนค่า Y, x, y ซึ่งได้จากค่าที่อยู่บนตัวเครื่อง
5. กดปุ่ม "Measure" แล้วรอจนเกิดการ reflect ของแสงครบ 3 ครั้ง
6. กดปุ่ม "Color space select" เพื่อเลือกระบบสีเป็น L^* , a^* , b^*
7. นำหัววัดมาสัมผัสที่ตัวอย่างเจล จากนั้นกดปุ่ม "Measure" แล้วบันทึกค่าสีที่วัดได้

ก.7 การวัดค่าความแข็งแรงของเจลด้วยเครื่อง Texture Analyser (Stable Micro System รุ่น TA-XTi2, Godalming, Surrey, UK)

วิธีทดลอง

1. เข้าสู่โปรแกรมโดย double click ที่ icon ของ "Texture expert"
 2. ใส่ user name
 3. calibrate force โดยใช้ลูกตุ้มหนัก 5 กิโลกรัม วางไว้บนแท่นวัด
 4. รอให้เครื่องแสดงข้อความว่า "Calibrate completed" จากนั้น click ที่ปุ่ม "OK" แล้วจึงค่อยเอาลูกตุ้มออก
 6. ติดตั้ง probe เข้ากับแท่นวัด โดย probe ที่ใช้เป็นแบบ spherical (ball) probes stainless steel ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร
 7. calibrate probe โดยก่อนการ calibrate โดยตั้งระยะทางระหว่าง probe กับฐานของแท่นวัดไว้ที่ 35 มิลลิเมตร จากนั้นคลิกที่ปุ่ม "OK" ส่วน probe จะเลื่อนลงมาสัมผัสกับส่วนฐานของแท่น จากนั้น probe จะเลื่อนขึ้นสูงจากฐานตามระยะทางที่ตั้งไว้ข้างต้น
 8. นำตัวอย่างเจลไขขาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางและความหนา เท่ากับ 3 และ 3 เซนติเมตร ตามลำดับ วางบนแท่นของเครื่องวัด โดยแต่ละภาวะการทดลองจะวัดทั้งหมด 8 ซ้ำ
 9. ตั้งค่าสภาวะการทำงานของเครื่องที่ใช้ในการวัดโดยคลิกที่ปุ่ม "T.A. setting" เลือกไปที่เมนู "Run a test" จากนั้นตั้งค่าข้อมูลของตัวอย่าง ระบุชนิดของหัววัด และตั้งค่า macro เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่าที่ต้องการ
 10. คำนวณค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกในหน่วยกรัม (g_f) และค่างานที่ทำให้เจลแตกในหน่วยแรงคูณระยะทาง ($g_f \cdot mm$) ซึ่งค่างานที่ทำให้เจลแตกจะคำนวณจากพื้นที่ใต้กราฟระหว่างจุดเริ่มต้นที่เริ่มกดตัวอย่างจนถึงจุดที่ให้ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตก (ภาพที่ ก.2)
- สภาวะที่ใช้ในการวัดเนื้อสัมผัสของเจลไขขาว (T.A. setting)

TA-XT2 Setting Mode : Measure Force in Compression

Option : Return to Start

Pre – Test Speed : 1.0 mm/sec

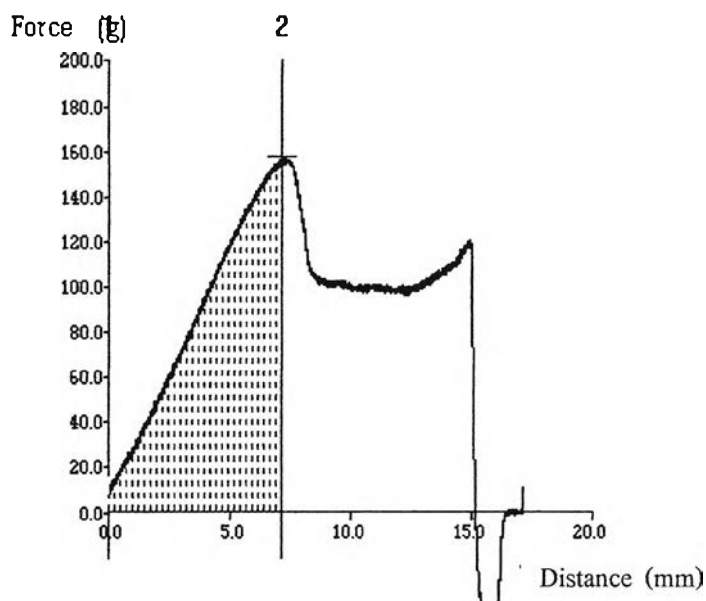
Test Speed : 1.0 mm/sec

Post – Test Speed : 10.0 mm/sec

Distance : 15 mm (50% strain)

Trigger Force : Auto – 10 g

Data Acquisition Rate : 200 pps



ภาพที่ ก.2 กราฟการวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกและค่างานที่ทำให้เจลแตกของเจลไขขาว พาสเจอร์ไรซ์

ก.8 การวิเคราะห์โปรตีนด้วยวิธี Modified Lowry

ตามวิธีของ Peterson (1977)

การเตรียมสารเคมี

1. สารละลาย A

สารละลาย A ประกอบด้วยสารละลาย copper tartrate carbonate (CTC) 25 มิลลิลิตร สารละลาย sodium dodecyl sulphate เข้มข้น 10% (w/v) 25 มิลลิลิตร สารละลาย sodium hydroxide เข้มข้น 0.8 N 25 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 25 มิลลิลิตร

เตรียมสารละลาย CTC โดยเติมสารละลาย sodium carbonate เข้มข้น 20% (w/v) ลงใน สารละลาย copper sulphate-tartrate ซึ่งคนตลอดเวลา จนสารละลายสุดท้ายที่ได้มี copper sulphate pentahydrate เข้มข้น 0.1% (w/v) potassium tartrate เข้มข้น 0.2% (w/v) และ sodium carbonate เข้มข้น 10% (w/v)

2. สารละลาย B

ผสม Folin-Ciocalteu phenol reagent กับน้ำกลั่น อัตราส่วน 1:5

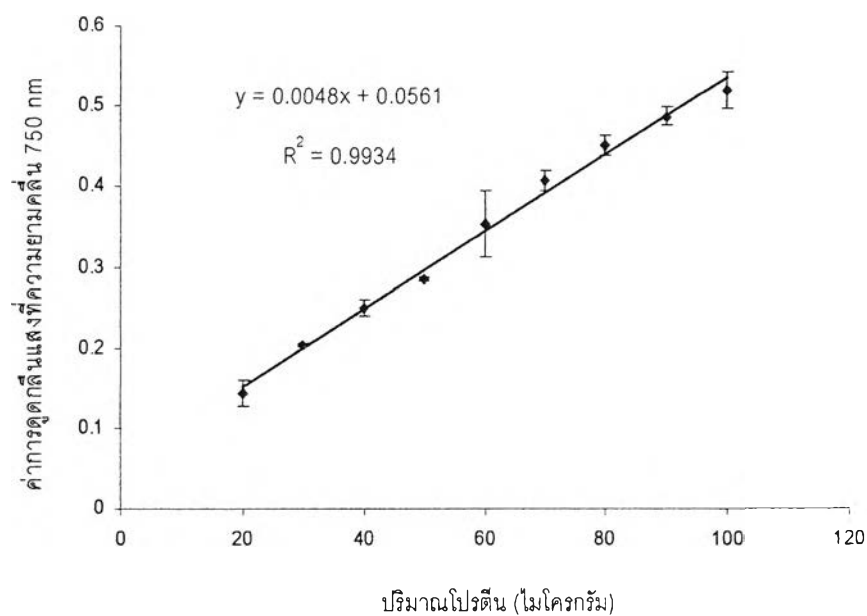
วิธีการทดลอง

ปิเปตตัวอย่าง 100 ไมโครลิตร ใส่ลงใน eppendorf tube ปรับปริมาตรเป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (สำหรับ blank จะใช้น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรแทนตัวอย่าง) จากนั้นเติมสารละลาย sodium deoxycholate (DOC) เข้มข้น 0.15% (w/v) 100 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที แล้วเติมสารละลาย trichloroacetic acid (TCA) เข้มข้น 72% (w/v) 100 ไมโครลิตร ผสมให้

เข้ากัน นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็วสูงแบบควบคุมอุณหภูมิที่ความเร็ว 8000×g เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทส่วนใสทิ้ง แล้วเติมสารละลาย A 1 มิลลิลิตร เขย่าจนตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เติมสารละลาย B 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร

วิธีทำกราฟมาตรฐาน

ปีเปตสารละลาย BSA เข้มข้น 0.1% (w/v) ปริมาตร 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 และ 100 ไมโครลิตร ลงในหลอดทดลอง ปรับปริมาตรแต่ละหลอดให้เป็น 1 มิลลิลิตร ด้วยน้ำกลั่น (สำหรับ blank จะใช้น้ำกลั่น 1 มิลลิลิตรแทนตัวอย่าง) จากนั้นเติมสารละลาย DOC เข้มข้น 0.15% (w/v) 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 10 นาที เติมสารละลาย TCA เข้มข้น 72% (w/v) 100 ไมโครลิตร เขย่าให้เข้ากัน นำไปหมุนเหวี่ยงด้วยความเร็ว 8000×g เป็นเวลา 15 นาที จากนั้นเทส่วนใสทิ้ง แล้วเติมสารละลาย A 1 มิลลิลิตร เขย่าจนตะกอนละลายหมด ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 10 นาที เติมสารละลาย B 0.5 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากัน ตั้งทิ้งไว้ 30 นาที นำไปวัดการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 750 นาโนเมตร เทียบกับ blank ผลอดกราฟระหว่างค่าการดูดกลืนแสงและปริมาณของ BSA ได้กราฟมาตรฐานดังภาพที่ ก.3



ภาพที่ ก.3 กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Modified Lowry

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์ความแปรปรวน

ตารางที่ ข.1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถในการเกิดโฟม และความคงตัวของโฟมไซขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS	
		ความสามารถในการเกิดโฟม	ความคงตัวของโฟม
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	285.0256*	113.622*
Error	26	11179.44	1987.019

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.2 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของฟองอากาศ และพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยของฟองอากาศภายในโฟมไซขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS	
		ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของฟองอากาศ	พื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยของฟองอากาศ
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	1.036*	0.636*
Error	26	0.003	0.015

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.3 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Longitudinal relaxation time (T_1) ของโปรตอนของน้ำในไซขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	0.001506*
Error	13	5.63E-05

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความสามารถในการเกิดโฟมไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสหลังจากเก็บไข่ขาวไว้เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			
		ไม่เติมน้ำตาล	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลกลูโคส	น้ำตาลฟรุกโตส
ระยะเวลาการเก็บ	2	65.333	1312.444	19.111	369.778
Error	6	223.556	347.556	504.444	324.889

ตารางที่ ข.5 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความคงตัวของโฟมไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสหลังจากเก็บไว้เป็นเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			
		ไม่เติมน้ำตาล	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลกลูโคส	น้ำตาลฟรุกโตส
ระยะเวลาการเก็บ	2	304.167	19.444	139.583	86.111
Error	6	208.333	41.667	61.806	83.333

ตารางที่ ข.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโดยเฉลี่ยของฟองอากาศของโฟมไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสหลังจากเก็บไว้ในช่วงเวลา 7 วัน

SOV	Df	MS			
		ไม่เติมน้ำตาล	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลกลูโคส	น้ำตาลฟรุกโตส
ระยะเวลาการเก็บ	2	0.01	0.00	0.01	0.01
Error	6	0.02	0.00	0.01	0.01

ตารางที่ ข.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของพื้นที่หน้าตัดโดยเฉลี่ยของฟองอากาศภายในโฟมไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสหลังจากเก็บไว้ในช่วงเวลา 7 วัน

SOV	df	MS			
		ไม่เติมน้ำตาล	น้ำตาลซูโครส	น้ำตาลกลูโคส	น้ำตาลฟรุกโตส
ระยะเวลาการเก็บ	2	0.003	0.006	0.003	0.002
Error	6	0.033	0.003	0.005	0.001

ตารางที่ ข.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปริมาณโปรตีนเอส-โอวัลบูมินในไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครสหลังจากเก็บไว้ในช่วงเวลา 7 วัน

SOV	df	MS	
		ไม่เติมน้ำตาล	น้ำตาลซูโครส
ระยะเวลาการเก็บ	2	8.089	1.945
Error	6	16.873	9.846

ตารางที่ ข.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของอุณหภูมิในการเกิดเจลของไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	12.891*
Error	26	0.306

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกและค่างานที่ทำให้เจลแตกของเจลไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาล และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS	
		ค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตก	ค่างานที่ทำให้เจลแตก
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	3724.296*	83166.056*
Error	13	34.096	662.726

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า Longitudinal relaxation time (T_1) ของโปรตอนของโมเลกุลน้ำในเจลไข่ขาวที่ไม่เติมน้ำตาลและเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสในปริมาณต่างกัน

SOV	df	MS
ชนิดและปริมาณน้ำตาล	12	0.0181*
Error	13	0.000732

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า EAI ของอิมัลชันที่เติม CMC ชนิดที่มีความหนืด 1800 และ 3000 mPa.s ปริมาณ 0.1, 0.3 และ 0.5% (w/v)

SOV	df	MS						
		0 นาที	5 นาที	10 นาที	15 นาที	20 นาที	25 นาที	30 นาที
ชนิดและปริมาณ CMC	6	0.012	0.911*	1.598*	1.841*	2.044*	2.050*	2.393*
Error	14	0.128	0.010	0.009	0.006	0.004	0.002	0.001

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ ข.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าความหนืดของอิมัลชันที่ไม่เติม CMC และเติม CMC ชนิดที่มีความหนืด 1800 และ 3000 mPa.s ปริมาณ 0.1, 0.3 และ 0.5 % (w/v)

SOV	df	MS
ชนิดและปริมาณ CMC	6	0.004*
Error	14	0.000

*แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาคผนวก ค

ข้อมูลการทดลองเพิ่มเติม

ตารางที่ ค.1 ค่า pH ของไซขาวพาสเจอร์ไรซ์ที่ไม่เติมน้ำตาล และเติมน้ำตาลซูโครส กลูโคส และฟรุกโตสปริมาณ 30% (w/v) หลังจากไซขาวไว้ในช่วงเวลา 7 วัน

ชนิดน้ำตาล (%, w/v)	ค่า pH		
	เก็บ 1 วัน	เก็บ 4 วัน	เก็บ 7 วัน
ไม่เติมน้ำตาล	9.00 ± 0.12	8.97 ± 0.09	8.97 ± 0.09
ซูโครส 30%	9.01 ± 0.08	9.01 ± 0.06	9.01 ± 0.06
กลูโคส 30%	8.98 ± 0.05	8.96 ± 0.02	8.96 ± 0.01
ฟรุกโตส 30%	9.03 ± 0.08	9.02 ± 0.05	9.00 ± 0.05

ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

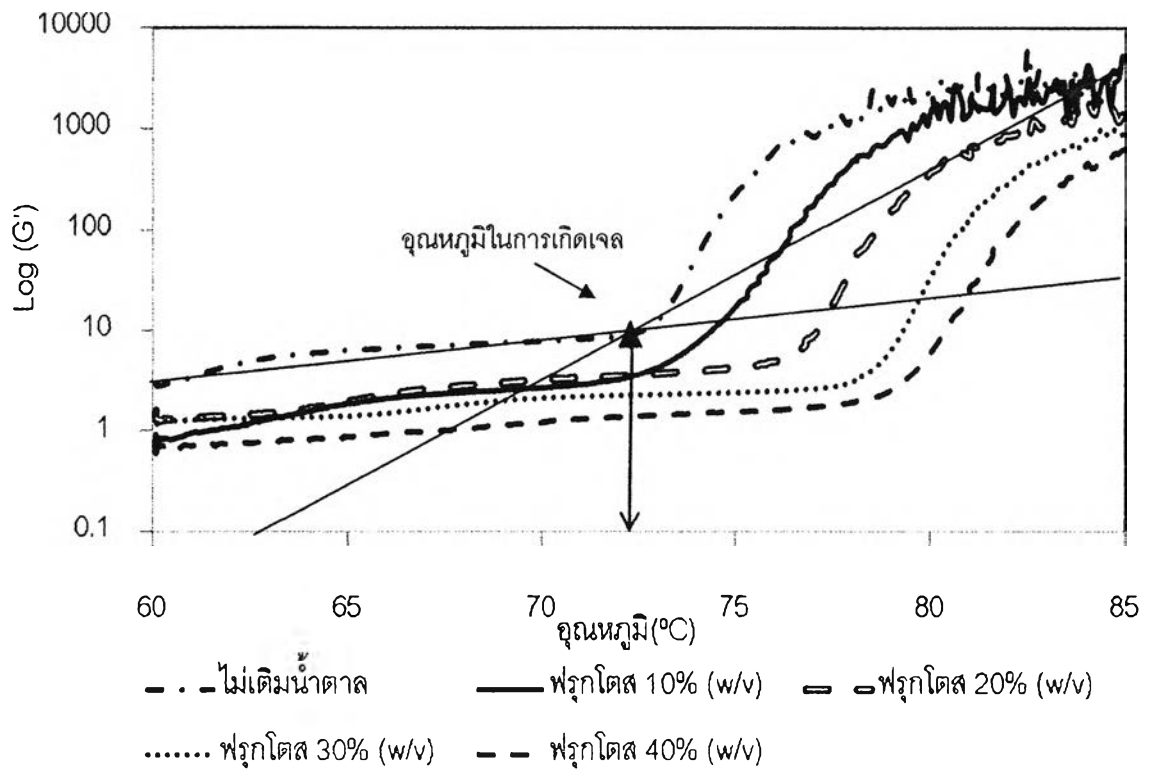
ตารางที่ ค.2 การเปลี่ยนแปลงค่า EAI ของอิมัลชันที่เติม CMC ชนิดที่มีความหนืด 1800 และ 3000 mPa.s ปริมาณ 0.1, 0.3 และ 0.5% (w/v) หลังจากตั้งอิมัลชันทิ้งไว้เป็นเวลา 30 นาที

ชนิด CMC	ปริมาณ (% , w/v)	ค่า EAI (m ² /g)						
		เวลาที่ตั้งอิมัลชันทิ้งไว้ (นาที)						
		0 ^{ns}	5	10	15	20	25	30
1800 mPa.s	ไม่เติม CMC	2.22±0.08	0.87 ^a ±0.11	0.55 ^a ±0.04	0.48 ^a ±0.09	0.24 ^a ±0.01	0.23 ^a ±0.02	0.18 ^a ±0.01
	0.1%	2.19±0.03	1.14 ^b ±0.13	0.58 ^a ±0.09	0.45 ^a ±0.02	0.37 ^b ±0.05	0.29 ^a ±0.01	0.19 ^a ±0.01
	0.3%	2.10±0.08	1.24 ^{bc} ±0.06	0.87 ^b ±0.11	0.59 ^a ±0.01	0.54 ^{cd} ±0.05	0.46 ^b ±0.07	0.24 ^a ±0.05
	0.5%	2.26±0.11	2.17 ^d ±0.12	2.16 ^c ±0.10	2.11 ^c ±0.13	2.08 ^e ±0.08	2.01 ^d ±0.03	2.02 ^c ±0.04
3000 mPa.s	0.1%	2.10±0.12	0.95 ^a ±0.04	0.65 ^a ±0.12	0.48 ^a ±0.03	0.44 ^{bc} ±0.08	0.30 ^a ±0.01	0.19 ^a ±0.01
	0.3%	2.16±0.13	1.38 ^c ±0.10	0.92 ^b ±0.09	0.77 ^b ±0.08	0.63 ^d ±0.09	0.56 ^c ±0.06	0.32 ^b ±0.06
	0.5%	2.24±0.09	2.21 ^d ±0.12	2.20 ^c ±0.07	2.18 ^c ±0.10	2.16 ^e ±0.07	2.09 ^d ±0.07	2.08 ^c ±0.01

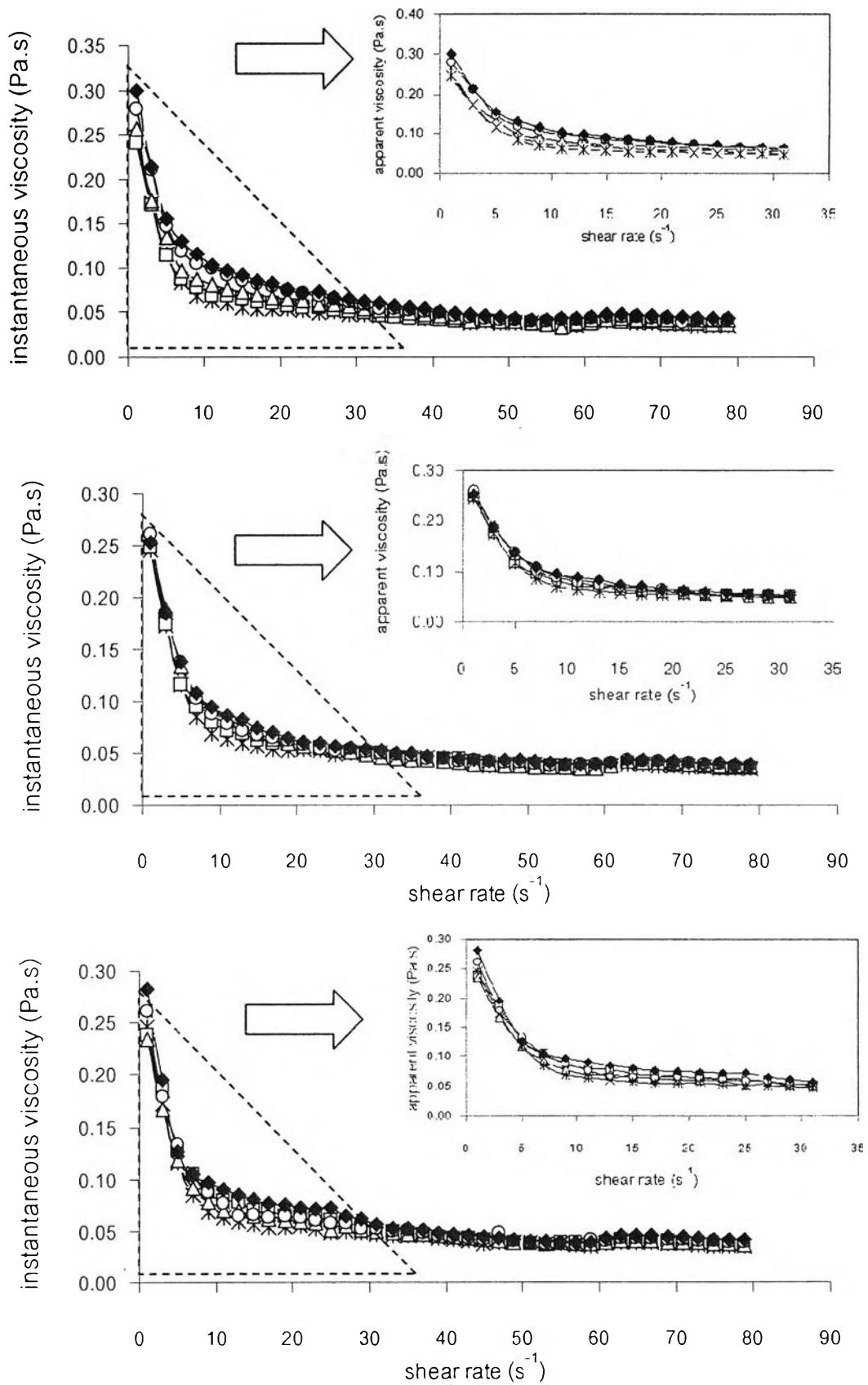
ตัวเลขในตารางเป็นค่าเฉลี่ย ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

a,b,c,... ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันในกลุ่มเดียวกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

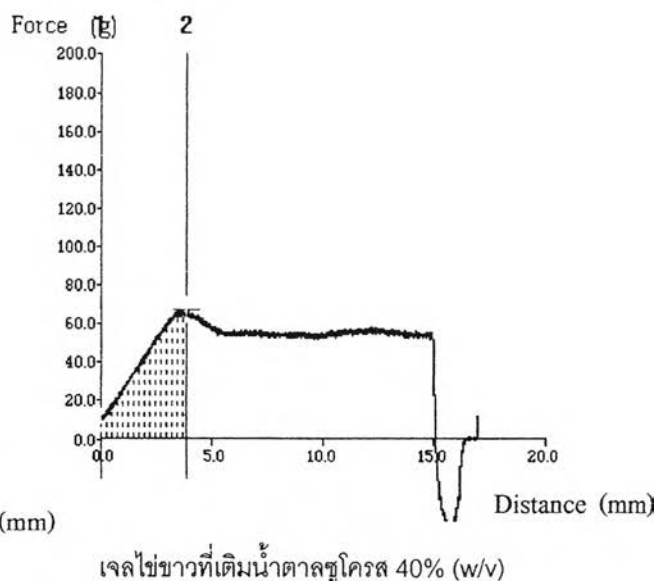
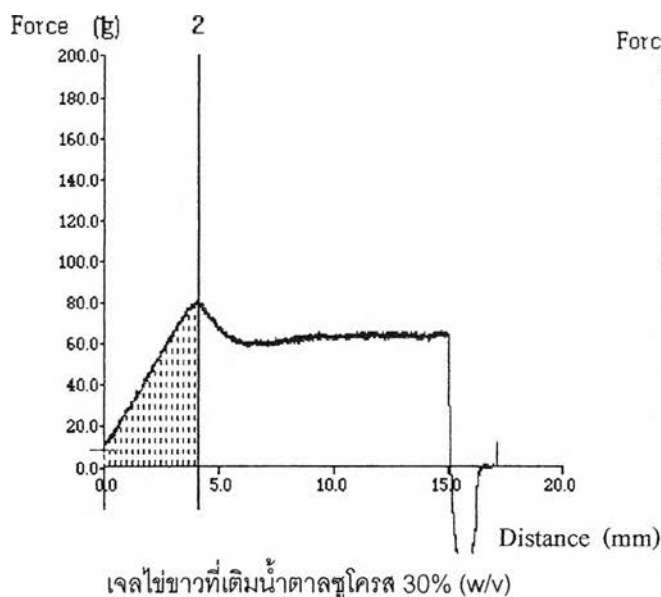
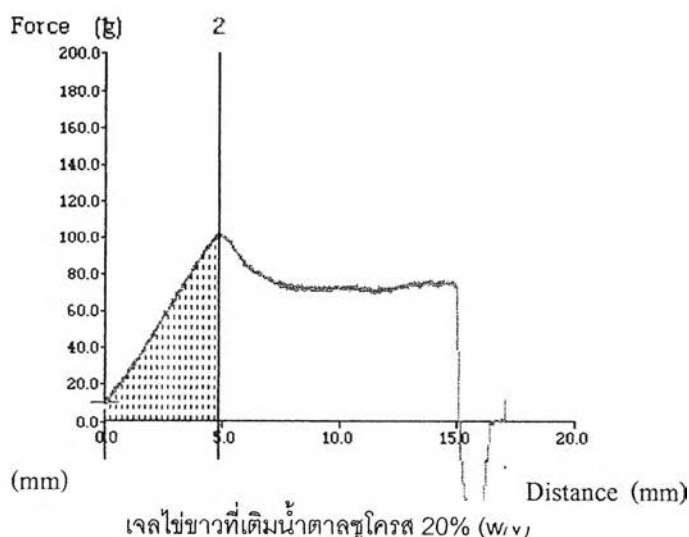
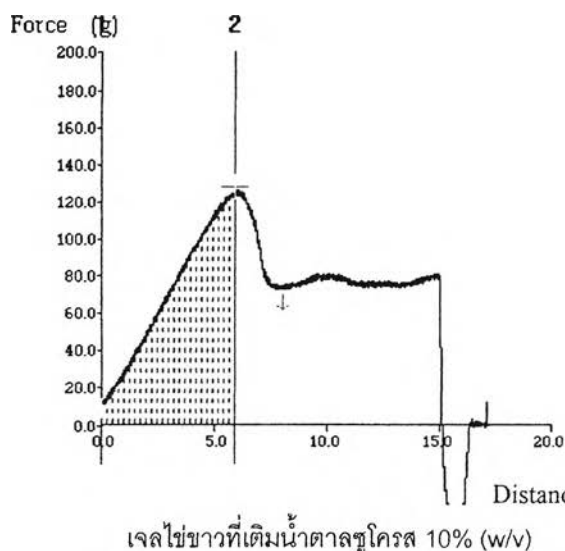
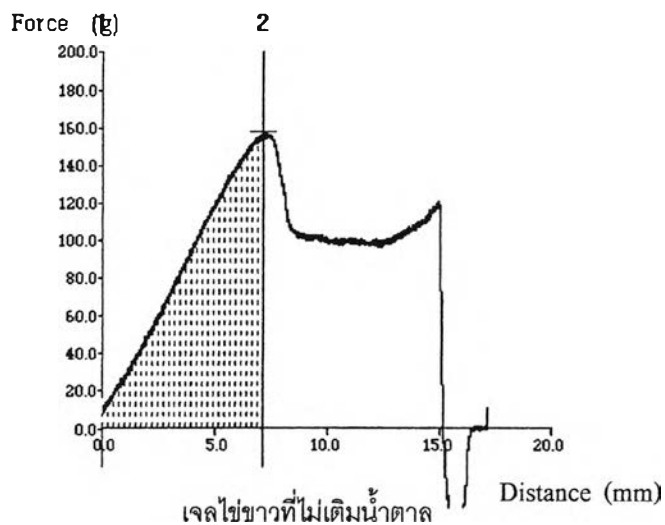
ns ข้อมูลในกลุ่มเดียวกันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)



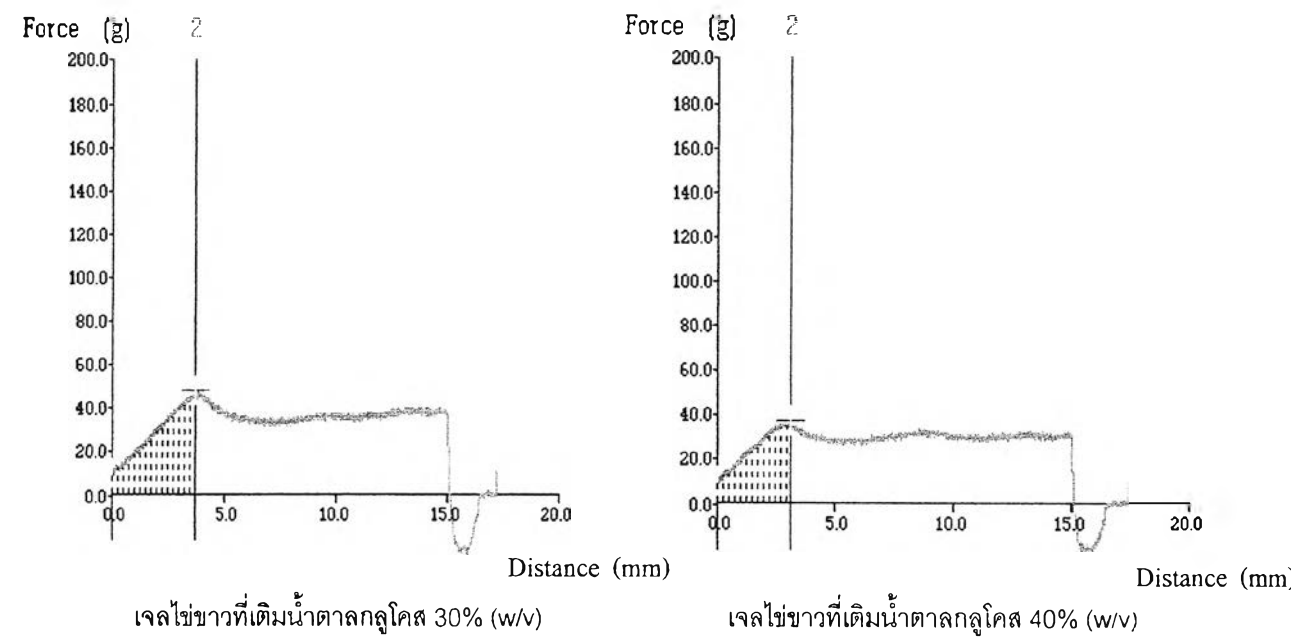
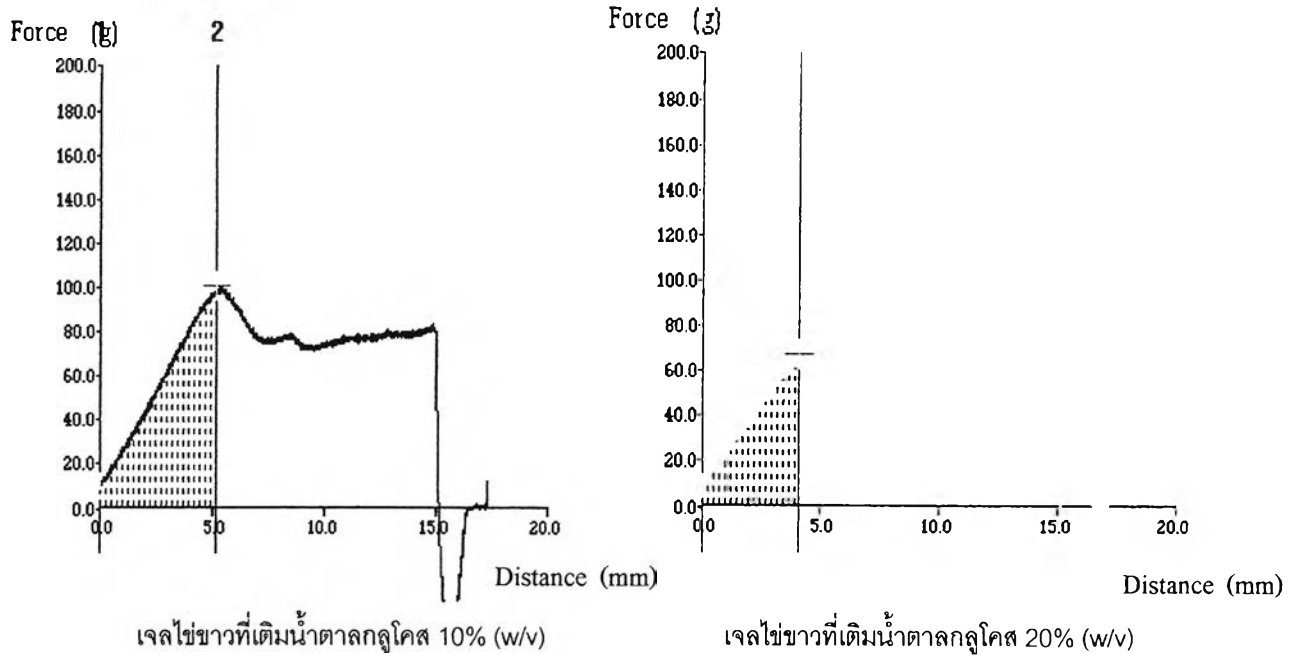
ภาพที่ ค.1 การหาค่าอุณหภูมิในการเกิดเจลของไซขาวพาสเจอร์ไรซ์ที่เติมน้ำตาลฟรุคโตสจากการติดตามการเปลี่ยนแปลงค่าโมดูลัสความยืดหยุ่นของไซขาว



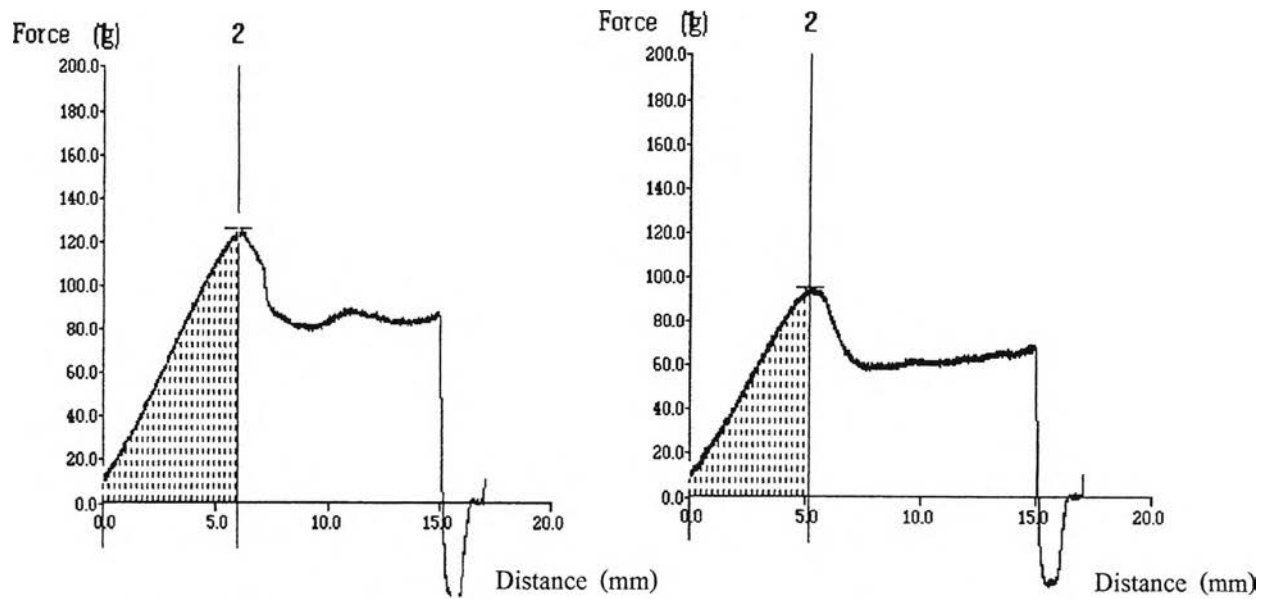
ภาพที่ ค.2 การเปลี่ยนแปลงค่าความหนืดของไซขาวเติมน้ำตาล (ก) ชูโครส (ข) กลูโคส และ (ค) ฟรุคโตสปริมาณ 0 (✕), 10 (□), 20 (Δ), 30 (o) และ 40 (◆) % (w/v) ที่อุณหภูมิ 25 °C



ภาพที่ ค.3 กราฟการวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกและค่างานที่ทำให้เจลแตกของเจลไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ที่ไม่ผสมน้ำตาลและผสมน้ำตาลซูโครส

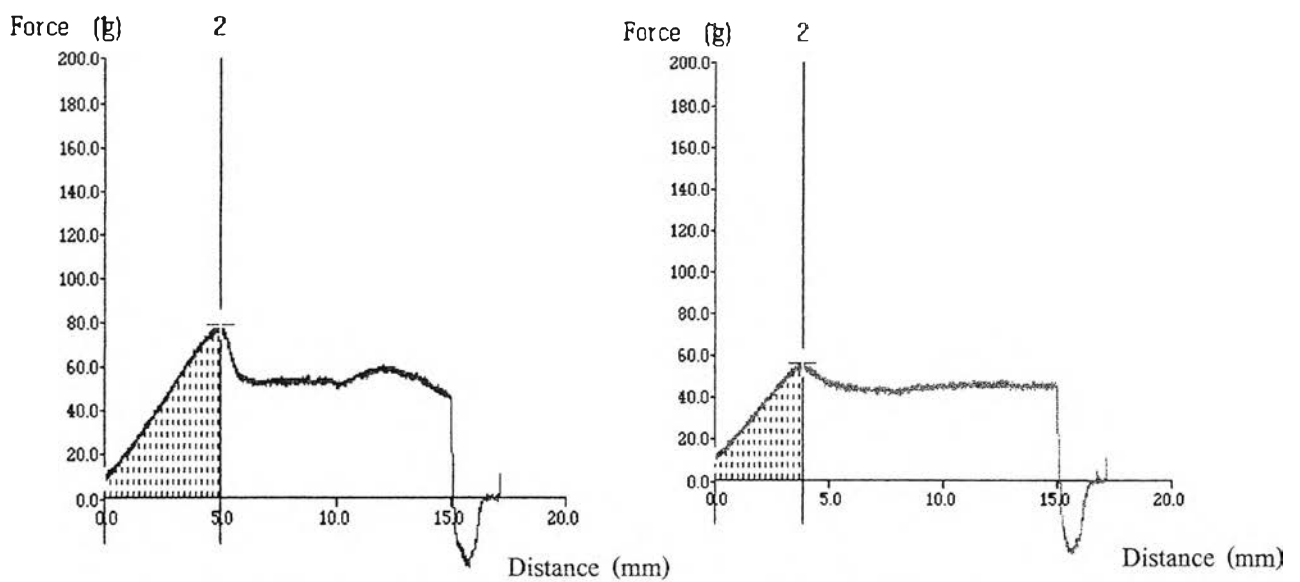


ภาพที่ ค.4 กราฟการวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกและค่างานที่ทำให้เจลแตกของเจลไข่ขาวพาสเจอร์ไรซ์ที่ผสมน้ำตาลกลูโคส



เจลไขขาวที่เติมน้ำตาลฟรุคโตส 10% (w/v)

เจลไขขาวที่เติมน้ำตาลฟรุคโตส 20% (w/v)



เจลไขขาวที่เติมน้ำตาลฟรุคโตส 30% (w/v)

เจลไขขาวที่เติมน้ำตาลฟรุคโตส 40% (w/v)

ภาพที่ ค.5 กราฟการวัดค่าแรงสูงสุดที่ทำให้เจลแตกและค่างานที่ทำให้เจลแตกของเจลไขขาวพาสเจอร์ไรซ์ที่ผสมน้ำตาลฟรุคโตส

ภาคผนวก ง

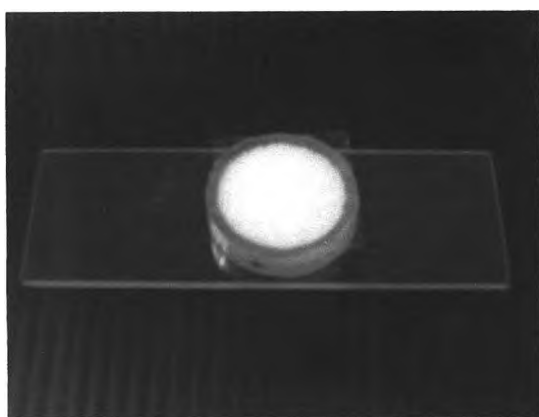
ภาพถ่ายการทดลองเพิ่มเติม



การตีไข่ขาวให้เกิดโฟม



การหาความคงตัวของโฟมไข่ขาว

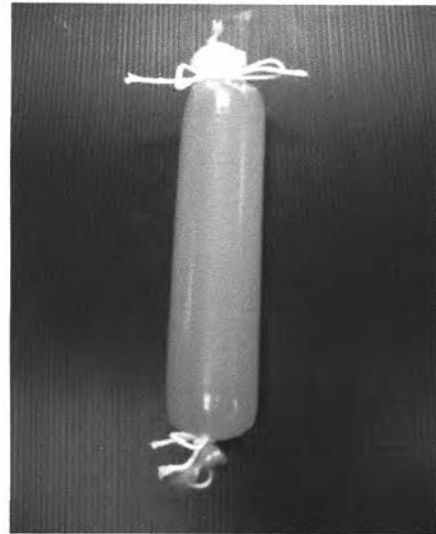


การเตรียมโฟมไข่ขาวใส่บนแผ่นสไลด์

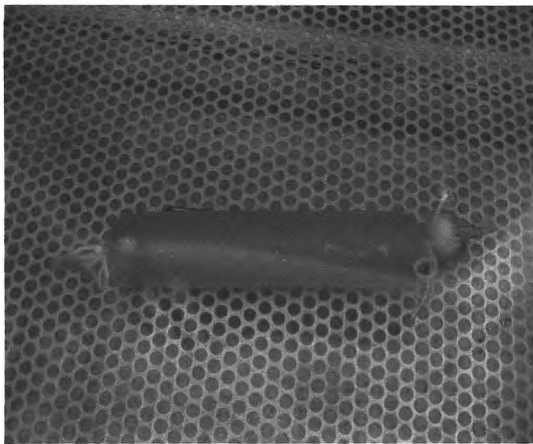
ภาพที่ ง.1 การเตรียมโฟมไข่ขาว และวิธีวิเคราะห์สมบัติของโฟมไข่ขาว



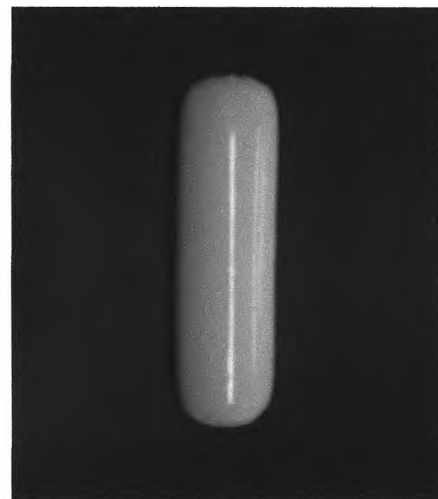
การบรรจุไซขาวใสในไส้สังเคราะห์



ไซขาวที่บรรจุในไส้สังเคราะห์



การให้ความร้อนแก่ไซขาว



เจลไซขาว



เจลไซขาวที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 เซนติเมตร และหนา 3 เซนติเมตร

ภาพที่ ง.2 การเตรียมเจลไซขาว



อิมัลชันไข่ขาวก่อนไฮโมจีไนซ์



การไฮโมจีไนซ์อิมัลชันไข่ขาว



อิมัลชันไข่ขาวหลังไฮโมจีไนซ์

ภาพที่ ๓.๓ การเตรียมอิมัลชันไข่ขาว

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นางสาวนนทพรณ วิเศษจรณา เกิดวันที่ 13 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดลพบุรี สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต จากสาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เมื่อปีการศึกษา 2549 และเข้าศึกษาต่อในหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยในปีการศึกษา 2550

รายการสิ่งตีพิมพ์และเผยแพร่

นนทพรณ วิเศษจรณา, อามัสนา แสงนาค และเกียรติศักดิ์ ดวงมาลย์. 2552. ผลของชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อสมบัติด้านการเกิดโฟมของไซชาวพาสเจอร์ไรซ์. ใน การประชุมเสนอผลงานวิจัยระดับบัณฑิตศึกษาแห่งชาติ ครั้งที่ 14 (ภาคบรรยาย). วันที่ 10 กันยายน 2552 ณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

