

ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเต้าหู้ยี้

นางสาว วรณี พฤษศิริสมบัติ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2541

ISBN 974-332-249-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FACTORS AFFECTING QUALITY OF SUFU

Miss Wannee Prutsirisombat

สถาบันวิทยบริการ

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science in Food Technology

Department of Food Technology

Graduate School

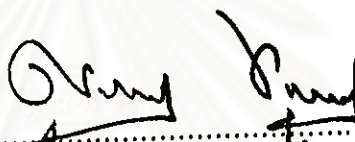
Chulalongkorn University

Academic Year 1998

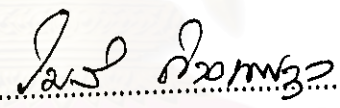
ISBN 974-332-249-3

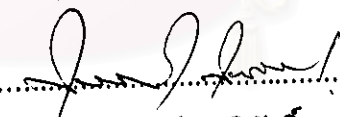
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเต้าหู้ยี้
โดย นางสาว วรณี พฤษศิริสมบัติ
ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร

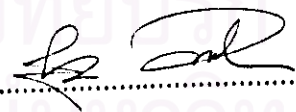
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทมหาบัณฑิต

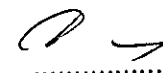

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ สุภาวัฒน์ ชุตินวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล)


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์)


.....อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร)


.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ ธีรพิทยากุล)

วรรณิ พฤษศิริสมบัติ : ปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเต้าหู้ยี้ (FACTORS AFFECTING QUALITY OF SUFU) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : ผศ. ดร. สุเมธ ดันตระเจียร ; 96 หน้า, ISBN 974-332-249-3

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพเต้าหู้ยี้ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานและแนวทางในการพัฒนาการผลิตเต้าหู้ยี้ในระดับอุตสาหกรรม วัตถุดิบที่ใช้ คือ เมล็ดถั่วเหลือง (*Glycine max*) กะเทาะเปลือก ฝ่ำซีก มีความชื้น 8.15 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน ไขมัน เส้นใยอาหาร เต้าและคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 41.02, 20.85, 5.58, 4.77 และ 31.09 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง ตามลำดับ เมื่อศึกษาชนิด และ ปริมาณของสารตกตะกอน จากสารตกตะกอน 4 ชนิด คือ แคลเซียมซัลเฟต แคลเซียมคลอไรด์ แมกนีเซียมซัลเฟต และแมกนีเซียมคลอไรด์ แปรความเข้มข้นสารตกตะกอนแต่ละชนิด 3 ระดับ คือ 0.01, 0.02 และ 0.03 โมลาร์ พบว่าเมื่อใช้แคลเซียมซัลเฟต 0.02 โมลาร์ จะได้เต้าหู้ยี้ที่มีลักษณะดี เนื้อเนียน แน่น แข็ง มีความชื้น 73.61 เปอร์เซ็นต์ ปริมาณโปรตีน 52.47 เปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักแห้ง แรงกดที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูป ก้อนเต้าหู้ยี้ คือ แรงกด 30 กรัมต่อตารางเซนติเมตร จะให้เต้าหู้ยี้ที่เรียบ เนียน สม่ำเสมอ และเนื้อติดกันดี และในการอบไล่ความชื้นที่ผิวก้อนเต้าหู้ยี้ เพื่อป้องกันการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นที่อาจปนเปื้อนมา โดยใช้ก้อนเต้าหู้ยี้ขนาด 2 X 2 X 2 ลูกบาศก์เซนติเมตร พบว่าอุณหภูมิและเวลาที่เหมาะสมเมื่อใช้อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที จะทำให้ผิวก้อนเต้าหู้ยี้แห้งพอดี เชื้อสามารถเจริญได้ดี จากนั้นจะคัดเลือกเชื้อเพื่อใช้หมักเต้าหู้ยี้จากเชื้อรา 3 สายพันธุ์ คือ *Actinomucor elegans*, *Mucor hiemalis* และ *Rhizopus oligosporus* โดยนำมาเพาะเลี้ยงบนก้อนเต้าหู้ยี้ในรูปของสปอร์ ความเข้มข้นเริ่มต้น 10^7 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปุ่มเชื้อที่อุณหภูมิห้อง (27 ± 2 องศาเซลเซียส) และอุณหภูมิ 23 ± 2 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่าที่อุณหภูมิห้อง เชื้อ *A. elegans* จะเจริญบนก้อนเต้าหู้ยี้ได้เร็วและให้ค่ากิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสสูงกว่าเชื้อตัวอื่น จากนั้นหมักก้อนเต้าหู้ยี้ในน้ำเกลือ 12% เป็นเวลา 2 สัปดาห์ แล้วนำมาใส่น้ำปรุงบ่มไว้ 2 สัปดาห์ พบว่าเส้นใยเชื้อราที่มีผลต่อการรักษารูปร่างของก้อนเต้าหู้ยี้ แต่กิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสที่สูงจะมีผลทำให้เนื้อของเต้าหู้ยี้ยุบเกินไป ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัส หลังการพาสเจอร์ไรส์ที่ 60°C 30 นาที พบว่าผู้ทดสอบให้การยอมรับรวมอยู่ในเกณฑ์ปานกลาง

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา 2541

ลายมือชื่อนิสิต วรรณิ พฤษศิริสมบัติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C827565 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD: FERMENTED TOFU / SUFU / *Actinomucor elegans*

WANNEE PRUTSIRISOMBAT : FACTORS AFFECTING QUALITY OF SUFU. THESIS ADVISOR : ASSIST. PROF. SUTTISAK SUKNAISILP. THESIS COADVISOR : ASSIST. PROF. SUMATE TANTRATIAN, Ph.D. 96 pp. ISBN 974-332-249-3

The Objectives of this research were to determine the factors affecting quality of sufu. The chemical compositions of soybean raw material were 8.15% moisture, 41.02% protein, 20.85% fat, 5.58% fiber, 4.77% ash and 31.09% carbohydrate. Different qualities of tofu products were prepared by using various coagulants. The 0.02M $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ was gave the tofu a smooth firm and dense with 73.61% moisture 52.47% protein by dry weight. The compression force at 30 g/cm² for 30 min gave a smooth surface and firm tofu. Whereas, the optimal temperatures at 80 °C 15 min and could reduce moisture of tofu' surface, which is suitable to prevent bacterial competition but not effect the growth of fungal culture. *Actinomucor elegans*, *Mucor hiemalis* and *Rhizopus oligosporus* were used to compare growth and enzyme production on tofu. The 10⁷ ml⁻¹ spore inoculum concentration of *A. elegans* was the fastest growing with high protease activity detected after 3 days cultures. The inoculated tofu pieces (pehtzes) were fermented in 12 % brine solution for 2 weeks and transferred to seasoned brine for 2 weeks, found that the mycellium will maintain the cubes, the high protease will loose the texture of sufu. The product was pasteurized at 60 °C for 30 min before sensory evaluation and its overall acceptability was moderately accepted.

ภาควิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร
สาขาวิชา..... เทคโนโลยีทางอาหาร
ปีการศึกษา..... 2541

ลายมือชื่อนิสิต..... วานนี พรุตสิริสมบัติ.
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุทธิศักดิ์ สุขในศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านกรุณาให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ในการวิจัยด้วยดี ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์ รวมทั้งได้อบรมสั่งสอน และให้คำแนะนำเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินชีวิตที่เหมาะสม

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ดันตระเธียร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ซึ่งท่านกรุณาให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการวิจัย ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล ในฐานะประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ และรองศาสตราจารย์ ดร. ชัยยุทธ รัญพิทยากุล ที่ได้สละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ตลอดจนแก้ไขงานวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ให้ทุนสนับสนุนงานวิจัยบางส่วน

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่และบุคลากรภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ที่กรุณาให้ความร่วมมือและความช่วยเหลือด้วยดีตลอดงานวิจัย

ขอขอบคุณพี่ ๆ น้อง ๆ และเพื่อน ๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือในด้านต่างๆ เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่ ๆ และน้อง ๆ ที่ให้ความสนับสนุน ความช่วยเหลือและส่งเสริมในด้านการศึกษ ตลอดจนให้กำลังใจและสนับสนุนในด้านทุนการศึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนทำให้งานวิจัยและวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฅ
สารบัญรูป.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	3
3. อุปกรณ์และวิธีดำเนินงานวิจัย.....	17
4. ผลการทดลอง.....	27
5. วิจารณ์ผลการทดลอง.....	50
6. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	59
รายการอ้างอิง.....	61
ภาคผนวก.....	66
ประวัติผู้เขียน.....	96

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 องค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ยี้.....	4
2.2 องค์ประกอบของโปรตีนถั่วเหลือง.....	10
4.1 ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเมล็ดถั่วเหลืองผ่าซีกที่คัดเอาเปลือกออกแล้ว.....	27
4.2 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณโปรตีน (%) ในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	28
4.3 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	29
4.4 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณโปรตีน (%) ในเต้าหู้ ที่ได้จากการใช้แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	30
4.5 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	30
4.6 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณโปรตีน (%) ในเต้าหู้ ที่ได้จากการใช้แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	31
4.7 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	32
4.8 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) และปริมาณโปรตีน (%) ในเต้าหู้ ที่ได้จากการใช้แมกนีเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	33
4.9 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	33
4.10 ค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ โดยแปรแรงกดที่ใช้ขึ้นรูปก้อนเต้าหู้.....	36
4.11 ค่าเฉลี่ยความแข็ง (kg) ความเหนียวและลักษณะปรากฏของก้อนเต้าหู้ ที่ได้จากการใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ โดยแปรแรงกดที่ใช้ ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้.....	37

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.12	ค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่อบไล่ความชื้นที่ผิวก้อนเต้าหู้โดยแปรอุณหภูมิและเวลาในการอบ.....	38
4.13	ผลของอุณหภูมิและเวลาที่ใช้ในการอบไล่ความชื้นที่ผิวก้อนเต้าหู้ที่มีผลต่อการเจริญของ <i>A. elegans</i> ในการบ่มก้อนเต้าหู้เป็นเวลา 3 วัน และลักษณะปรากฏของก้อนเต้าหู้หลังการอบไล่ความชื้น.....	39
4.14	ผลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเจริญของ <i>A. elegans</i> , <i>M. hiemalis</i> และ <i>R. oligosporus</i> ในการบ่มก้อนเต้าหู้เป็นเวลา 3 วัน.....	41
4.15	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	42
4.16	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	42
4.17	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>M. hiemalis</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	43
4.18	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>M. hiemalis</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	44
4.19	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>R. oligosporus</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	45
4.20	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>R. oligosporus</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	45

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า	
4.21	ค่าเฉลี่ยดัชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (%) ของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> และ <i>M. hiemalis</i>	46
4.22	ค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ในก้อนเต้าหู้และในสารละลาย น้ำเกลือ 12% ของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> และ <i>M. hiemalis</i>	47
4.23	คะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้ยี้ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายใน ห้องตลาดและที่ผลิตเอง.....	48
4.24	ค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ยี้ที่ได้จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายใน ห้องตลาด และที่ผลิตเอง.....	49
ค.2	สูตรน้ำปรุง.....	81
ง.1	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอน ที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	82
ง.2	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมซัลเฟตเป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	82
ง.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แคลเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	83
ง.4	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวในเต้าหู้ที่ได้จากการใช้ แมกนีเซียมคลอไรด์เป็นสารตกตะกอนที่ความเข้มข้นต่างๆ.....	83
ง.5	การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยน้ำหนักเต้าหู้ (g) ปริมาณความชื้น (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่ได้จากการใช้แคลเซียมซัลเฟตเข้มข้น 0.02 โมลาร์ โดยแปรแรงกดที่ใช้ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้.....	84

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ง.6 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยปริมาณความชื้น (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของเต้าหู้ที่อบไล่ความชื้นที่ผิวก่อนเต้าหู้.....	84
ง.7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	85
ง.8 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	85
ง.9 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>M. hiemalis</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	86
ง.10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>M. hiemalis</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	86
ง.11 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>R. oligosporus</i> ที่อุณหภูมิห้อง ($27\pm 2^{\circ}\text{C}$).....	87
ง.12 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอส (unit/ml) ปริมาณโปรตีน (%) ความแข็ง (kg) และความเหนียวของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>R. oligosporus</i> ที่อุณหภูมิ $23\pm 2^{\circ}\text{C}$	87
ง.13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยดัชนีการละลายได้ของไนโตรเจน (%) ก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> และ <i>M. hiemalis</i>	88
ง.14 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยกิจกรรมของเอนไซม์โปรติเอสในก้อนเต้าหู้และในสารละลายน้ำเกลือ 12% ของก้อนเต้าหู้ที่หมักด้วยเชื้อ <i>A. elegans</i> และ <i>M. hiemalis</i>	88

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
จ.15 การวิเคราะห์ความแปรปรวนคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัสของเต้าหู้ยี้ที่ได้ จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายในท้องตลาดและที่ผลิตเอง.....	89
จ.16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนค่าเฉลี่ยองค์ประกอบทางเคมีของเต้าหู้ยี้ที่ได้ จากการสุ่มตัวอย่างที่มีขายในท้องตลาดและที่ผลิตเอง.....	89



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้ยี้.....	5
2.2	กลไกการเกิดเจลโปรตีนในนมถั่วเหลืองเมื่อเติมตัวตกตะกอนลงไป โดยใช้แคลเซียมซัลเฟต และกลูโคโนเตลตาแลคโตนเป็นสารตกตะกอน.....	12
4.1	ภาพถ่าย Scanning Electron Microscope (SEM) กำลังขยาย 2,000 เท่า แสดงโครงสร้างของเต้าหู้ที่ใช้ตัวตกตะกอนที่แตกต่างกัน.....	35
ข.1	เครื่องวัดลักษณะเนื้อสัมผัส (Texture Analyser รุ่น TA.XT2).....	75
ข.2	กราฟแรงและเวลาในการวัดลักษณะเนื้อสัมผัสของเต้าหู้แข็งด้วยเครื่อง Texture Analyser.....	76
ข.3	ชุดกรองสปอร์ พร้อมจุกสำลี.....	78
ข.4	แสดงช่องบน Haemocytometer สำหรับการนับจำนวนสปอร์รา.....	79
ข.5	ภาพตัดขวางของ Haemocytometer.....	79
จ.1	เครื่อง Vita Mix.....	90
จ.2	เครื่อง Moter Stirrer.....	91
จ.3	อุปกรณ์ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้.....	92
จ.4	การประกอบอุปกรณ์ในการขึ้นรูปก้อนเต้าหู้.....	92
จ.5	เชื้อราที่ใช้ในงานวิจัย.....	93
จ.6	ลักษณะการขึ้นของเส้นใยเชื้อ <i>A. elegans</i> บนก้อนเต้าหู้.....	94
จ.7	ผลิตภัณฑ์หลังการใส่น้ำปรุง.....	95