


การแตกร้าวของอกไก่กระทงสุกรูปลูกเต๋าที่แช่เยือกแข็ง



นางสาวพรณทิพย์ สังข์ทอง

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2544

ISBN 974-17-0171-3

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FREEZE-CRACKING IN FROZEN COOKED DICED BROILER BREAST

Miss Phuntip Sungtong

ศูนย์วิทยทรัพยากร

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

Department of Food Technology

Faculty of Science

Chulalongkorn University

Academic Year 2001

ISBN 974-17-0171-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแตกตัวของเอกไก่กระทิงสุกรูปลูกเต๋าที่แช่เยือกแข็ง
โดย	นางสาวพรรณทิพย์ สังข์ทอง
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเจียร
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ

คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยเป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... รองคณบดีฝ่ายบริหาร
(รองศาสตราจารย์ ดร. พิพัฒน์ การเทียง) รักษาราชการแทนคณบดีคณะวิทยาศาสตร์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

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

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเจียร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา เลานสงคราม)

..... กรรมการ
(ดร. บัณฑิต เรืองตระกูล)

พรรณทิพย์ สังข์ทอง : การแตกร้าวของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าที่แช่เยือกแข็ง
(FREEZE-CRACKING IN FROZEN COOKED DICED BROILER BREAST)

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร. สุเมธ ตันตระเจียร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ผศ.ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ,
77หน้า ISBN 974-17-0171-3

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเกิดรอยร้าวของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าที่แช่เยือกแข็ง โดยองค์ประกอบทางเคมีของเนื้ออกไก่ดิบที่ใช้มีความชื้น 75.12 % โปรตีน 21.24 % ไขมัน 1.72 % เถ้า 1.10 % และ คาร์โบไฮเดรต 0.92 % อกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าวัดจะผ่านการแช่เยือกแข็งในสภาวะต่างๆกัน การแช่เยือกแข็งแบบ air blast ที่อุณหภูมิ -20°C และ แบบ still air ที่ -40°C มีอัตราการแช่เยือกแข็ง 2.35 ซม. ต่อ ซม. และ 5.33 ซม. ต่อ ซม. ตามลำดับ ไม่เกิดรอยร้าว แต่จะเกิดรอยร้าวในการแช่เยือกแข็งแบบ cryogenic ที่อุณหภูมิ -70°C , -80°C , -90°C และ -100°C โดยที่ -70°C พบจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร่วมน้อยที่สุด เท่ากับ 38.34 % ซึ่งรอยร้าวที่พบแบ่งได้ 4 แบบ คือ รอยร้าวที่มีลักษณะแยกเป็นร่องต่อเนื่องตามรอยเส้นใยกล้ามเนื้อหนึ่งด้าน สองด้าน สามด้าน และสี่ด้าน ตามลำดับ เมื่อเพิ่มปริมาณความชื้นในอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋า พบว่าตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบ still air ที่ -40°C ไม่พบรอยร้าว ตัวอย่างที่ผ่านการแช่เยือกแข็งแบบ cryogenic ที่ -70°C จะเกิดรอยร้าว ที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งเท่ากับ 68.60 % จะเกิดรอยร้าว 47.50 % และที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งเท่ากับ 70.56 % จะเกิดรอยร้าว 72.50 % เมื่อศึกษาผลของสารละลาย STPP ต่อการเกิดรอยร้าวเมื่อแช่เยือกแข็งแบบ cryogenic ที่ -70°C พบว่า อกไก่ที่หมักด้วยสารละลาย STPP ความเข้มข้น 1 % จะเกิดรอยร่วมน้อยที่สุด เท่ากับ 24.17% และความเข้มข้นสารละลาย STPP มีผลต่อปริมาณความชื้นก่อนและหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง การเพิ่มน้ำหนักเนื่องจากการแช่สารละลาย การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการทำให้สุก การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง และ ปริมาณ Phosphorus ในรูป P_2O_5 ของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าวัดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) เมื่อศึกษาผลของสารละลาย TGase ต่อการเกิดรอยร้าวเมื่อแช่เยือกแข็งแบบ cryogenic ที่ -70°C พบว่าอกไก่ที่หมักด้วยสารละลาย TGase ความเข้มข้น 1.5 % จะเกิดรอยร่วมน้อยที่สุดเท่ากับ 20.83 % และความเข้มข้นสารละลาย TGase มีผลต่อปริมาณความชื้นก่อนและหลังผ่านการแช่เยือกแข็ง การเพิ่มน้ำหนักเนื่องจากการแช่สารละลาย การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการทำให้สุก การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง และ การสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็งของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋า อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ภาควิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....
สาขาวิชา.....เทคโนโลยีทางอาหาร.....
ปีการศึกษา..... 2544.....

ลายมือชื่อผู้จัดทำ.....พรรณทิพย์ สังข์ทอง.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4172371923 MAJOR FOOD TECHNOLOGY

KEY WORD CRACKING / FROZEN / CRYOGENIC / BROILER / DICE

PHUNTIP SONGTONG : FREEZE-CRACKING IN FROZEN COOKED DICED BROILER

BREAST , THESIS ADVISOR : ASSIST . PROF. SUMATE TANTRATIAN ,Ph.D ,

THESIS COADVISOR : ASSIST . PROF. SAIWARUN CHAIWANICHSIRI ,Ph.D ,

77pp. ISBN 974-17-0171-3

This research aims to study the freeze-cracking in frozen cooked diced broiler breast at different freezing conditions by using raw breast meat which composed of 75.12 % moisture, 21.24% protein, 1.72% fat, 1.10 % ash and 0.92 % carbohydrate. It was found that there was no crack on the product when air blasting at -20°C and still air at -40°C were applied with freezing rate of 2.35 centimeter per hour and 5.33 centimeter per hour respectively. However, by using cryogenic freezing at -70°C , -80°C , -90°C and -100°C , there were some cracked products. At -70°C of freezing temperature produced 38.34% cracked pices, which was the lowest. The characteristic of cracking was arrange into 4 types; one side of the dice, two sides of the dice, three sides of the dice, and four sides of the dice. There is no effect of the increasing of moisture in the dice on cracking when freezing at -40°C , still air. The cryogenic rapid freezing, the increasing of moisture in the sample caused increasing the number of cracking product. The increasing of moisture from 68.6-70.57% increased the cracked product from 47.5 to 72.5%. The addition of STPP into soaking solution reduced the percent of cracked product from 34.17 to 24.7% when the phosphate residue was 0.44%. The higher phosphate residue content in the sample caused the chicken meat to hold more water, and also increased the cracked product. The addition of TGase in soaking solution of the chicken before freezing reduced the number of cracked product to 20.83% when 1.5% of TGase used. The increasing of TGase increased the moisture content of cracked product and also reduced the number of cracked product.

Department.....FOOD TECHNOLOGY.....

Field of study.....FOOD TECHNOLOGY.....

Academic year.....2001.....

Student's signature.....

Advisor's signature.....

Co-advisor's signature.....

Phuntip Sungtong
 Sumate Tantratian
 S. Chaiwanichsiri

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุเมธ ตันตระเธียร อาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สายวรุฬ ชัยวานิชศิริ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
วิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ ตลอดจนแก้ไขวิทยานิพนธ์จน
เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. รมณี สงวนดีกุล รองศาสตราจารย์ ดร. กัลยา
เลาหงงคราม และ ดร. บัณฑิต เรืองตระกูล ผู้จัดการฝ่ายเทคนิคและประกันคุณภาพ บริษัท
แหลมทอง สหการ จำกัด ที่กรุณาสละเวลาเป็นกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และให้คำแนะนำอัน
เป็นประโยชน์ เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. ชิตพงศ์ ประดิษฐ์สุวรรณ ที่กรุณาให้ความ
อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทำวิจัย และผู้ช่วยศาสตราจารย์พิเศษ เบญจณี พันภูวงศ์ ภาควิชา
พยาธิวิทยาเขตร้อน คณะเวชศาสตร์เขตร้อน มหาวิทยาลัยมหิดล ที่กรุณาให้คำปรึกษาในเรื่อง
การถ่ายรูปกล้องเนื้อไก่อันอย่างดี

ขอขอบพระคุณ บริษัทบางกอกอินดัสเทรียลแก๊ส ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์และ
ไนโตรเจนเหลว

ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ เพื่อนๆ พี่ๆ และ น้องๆ ในภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆเป็นอย่างดี

ท้ายสุดนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ที่ให้การสนับสนุนในทุกๆด้านแก่ผู้วิจัยจน
สำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ซ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. วารสารปริทัศน์.....	2
3. การทดลอง.....	22
4. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง.....	31
5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	57
รายการอ้างอิง.....	59
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.....	63
ภาคผนวก ข.....	66
ภาคผนวก ค.....	68
ภาคผนวก ง.....	69
ภาคผนวก จ.....	70
ภาคผนวก ฉ.....	72
ภาคผนวก ช.....	73
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....	82

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	แสดง ร้อยละ ของชิ้นส่วนต่างๆของอกไก่กระทงที่ผ่านการชำแหละ.....	2
2	องค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่กระทง.....	3
3	ค่าเฉลี่ยขององค์ประกอบทางเคมีของอกไก่กระทงดิบ.....	31
4	ค่าเฉลี่ยของ ร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวและไม่เกิดรอยร้าว ของอกไก่กระทงสุกรูปลูกเต๋า ที่อัตราการแช่เยือกแข็งต่างๆกัน.....	34
5	ค่าเฉลี่ยของร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวในแบบต่างๆของอกไก่กระทง สุกรูปลูกเต๋า เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ อัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....	38
6	ค่าเฉลี่ยของร้อยละความชื้นก่อน ร้อยละความชื้นหลังการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง และ ร้อยละการสูญเสีย น้ำหนักเนื่องจากละลายน้ำแข็ง ของอกไก่กระทงสุกรูปลูกเต๋าที่มีอัตราการ แช่เยือกแข็งต่างๆกัน.....	41
7	ค่าเฉลี่ยของร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวและไม่เกิดรอยร้าว ของอกไก่กระทงสุกรูปลูกเต๋าที่ ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็ง และอัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....	43
8	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวในแบบต่างๆ เมื่อแช่เยือกแข็ง แบบโครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -70°C ที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน ของอกไก่กระทงสุกรูปลูกเต๋า เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่อุณหภูมิ -70°C ที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งต่างกัน.....	45
9	ค่าเฉลี่ยของร้อยละปริมาณความชื้นหลังการแช่เยือกแข็งของอกไก่ กระทงสุกรูปลูกเต๋าที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและ อัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....	46
10	ค่าเฉลี่ยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ของอกไก่ กระทงสุกรูปลูกเต๋า ที่มีปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและอัตราการ แช่เยือกแข็งต่างกัน.....	47
11	ค่าเฉลี่ยของร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายของอกไก่ กระทงสุกรูปลูกเต๋าที่มีปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและอัตราการ แช่เยือกแข็งต่างกัน.....	48

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
12	ค่าเฉลี่ยของร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าว และไม่เกิดรอยร้าว อัตราการแช่เยือกแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่แช่ในสารละลาย STPP ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ -70°C.....49
13	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวในแบบต่างๆของอกไก่กระตัง รูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก ที่อุณหภูมิต่ำ -70°C.....50
14	ค่าเฉลี่ยของร้อยละ ความชื้นก่อนแช่เยือกแข็ง ร้อยละ ความชื้นหลังการแช่ เยือกแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP ความเข้มข้นต่างกันเมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ อุณหภูมิต่ำ -70°C.....51
15	ค่าเฉลี่ยของร้อยละการเพิ่มน้ำหนักจากการแช่สารละลาย STPP ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการทำให้สุก ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่อง จากการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง และ ร้อยละปริมาณผลผลิตของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่อุณหภูมิต่ำ -70°C.....51
16	ค่าเฉลี่ยของร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าว และไม่เกิดรอยร้าว อัตราการแช่เยือกแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่แช่ในสารละลาย TGase ความเข้มข้นต่างๆกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ อุณหภูมิต่ำ -70°C.....53
17	ค่าเฉลี่ยร้อยละจำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าวในแบบต่างๆของอกไก่กระตัง สุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย TGase ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก ที่อุณหภูมิต่ำ -70°C.....54
18	ค่าเฉลี่ยของร้อยละความชื้นก่อนแช่เยือกแข็ง ร้อยละความชื้นหลัง การแช่เยือกแข็งของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย TGase ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิกที่ อุณหภูมิต่ำ -70°C.....55

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

19 ค่าเฉลี่ยของร้อยละการเพิ่มน้ำหนักจากการแช่สารละลาย Tgase ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการทำให้สุก ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง และร้อยละปริมาณผลผลิต ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย TGase ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก ที่อุณหภูมิ -70°C.....55

20 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของร้อยละความชื้นก่อนและหลังการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง และ ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากละลายน้ำแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋าที่มีอัตราการแช่เยือกแข็งต่างๆกัน.....73

21 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยร้อยละปริมาณความชื้นหลังการแช่เยือกแข็งของอกไก่กระตังสุกรูป ลูกเต๋าที่ปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและอัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....73

22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่มีปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและอัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....74

23 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่มีปริมาณความชื้นก่อนแช่เยือกแข็งและอัตราการแช่เยือกแข็งต่างกัน.....74

24 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของร้อยละ P₂O₅ ร้อยละความชื้นก่อนแช่เยือกแข็ง และหลังการแช่เยือกแข็ง ของอกไก่กระตังสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย STPPความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบโครโอจีนิก ที่อุณหภูมิ -70°C.....75

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่

หน้า

- 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่าเฉลี่ยของ ร้อยละการเพิ่มน้ำหนักจากการ
 แร่สารละลาย STPP ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการทำให้สุก
 ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการสูญเสียน้ำหนัก
 เนื่องจากการละลายน้ำแข็ง และร้อยละปริมาณผลผลิตของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋า
 ที่ผ่านการแช่สารละลาย STPP ความเข้มข้นต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบ
 ไครโอจินิกที่ อุณหภูมิ -70°C75
- 26 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของค่า ค่าเฉลี่ยของ ร้อยละความชื้น
 ก่อนแช่เยือกแข็ง ร้อยละความชื้นหลังการแช่เยือกแข็งของอกไก่
 กระพงสุกรูปลูกเต๋า ที่ผ่านการแช่สารละลาย TGase ความเข้มข้น
 ต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก ที่อุณหภูมิ -70°C76
- 27 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของ ค่าเฉลี่ยของ ร้อยละการเพิ่มน้ำหนัก
 จากการแช่สารละลาย STPP ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการ
 ทำให้สุก ร้อยละการสูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการแช่เยือกแข็ง ร้อยละการ
 สูญเสียน้ำหนักเนื่องจากการละลายน้ำแข็ง และร้อยละปริมาณผลผลิต
 ของอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าที่ผ่านการแช่สารละลาย TGase ความเข้มข้น
 ต่างกัน เมื่อแช่เยือกแข็งแบบไครโอจินิก ที่อุณหภูมิ -70°C76

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
1	ขั้นตอนการชำแหละชิ้นส่วนต่างๆของไก่.....	4
2	กระบวนการผลิตอกไก่กระพงสุกรูปลูกเต๋าที่แช่เยือกแข็ง.....	6
3	เครื่องรีดเนื้อหน้าอกไก่ (Flattener).....	7
4	Dice machine.....	8
5	Cryogenic tunnel Freezer.....	9
6	Seiving machine.....	9
7	ปฏิกิริยาการเชื่อมขวาง ระหว่างอนุมูลกลูตามีนและอนุมูลของไลซีน.....	11
8	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและเวลาในขณะแช่เยือกแข็ง.....	13
9	Development of freeze-cracking during fast freezing.....	19
10	แสดงการตรวจสอบรอยร้าวด้วยคลื่นเสียง	20
11	กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของชิ้นอกไก่กระพงสุกรูป ลูกเต๋า ในสภาวะแช่เยือกแข็งต่างๆกัน.....	32
12	กราฟแสดงค่าเฉลี่ยอัตราการแช่เยือกแข็ง กับ ร้อยละค่าเฉลี่ย จำนวนตัวอย่างที่เกิดรอยร้าว ที่สภาวะแช่เยือกแข็งต่างๆกัน.....	35
13	ลักษณะรอยร้าวแบบที่หนึ่ง.....	36
14	ลักษณะรอยร้าวแบบที่สอง.....	36
15	ลักษณะรอยร้าวแบบที่สาม.....	36
16	ลักษณะรอยร้าวแบบที่สี่.....	37
17	แสดงลักษณะโครงสร้างของกล้ามเนื้อไก่ที่ผ่านการแช่เยือก แข็งแบบโครโอจินิก ที่กำลังขยาย 360 เท่า.....	40