สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	**ค**
บทคัดย่อภาษาไทย	**ง**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**จ**
สารบัญตาราง	**ฎ**
สารบัญภาพ	**ฐ**
สารบัญภาพภาคผนวก	**ฑ**
สารบัญตารางภาคผนวก	**ฒ**
อักษรย่อและสัญลักษณ์	**ณ**
บทที่ 1 บทนำ	**1**
วัตถุประสงค์	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ตรวจเอกสาร	**4**
สภาพการณ์การบริโภคเนื้อโคภายในประเทศ	6
แนวทางในการปรับปรุงคุณภาพเนื้อ	7
อิทธิพลของการบ่ม	8
กลไกการเกิดความนุ่มของการบ่มเนื้อ	8
สารละลายแคลเซียมคลอไรด์ร่วมกับระยะเวลาในการบ่ม	8
ระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อปริมาณคอลลาเจน	12
ระดับแคลเซียมคลอไรด์ต่อองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อ	14
ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ ต่อค่าสีของเนื้อ	15
ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าความเป็นกรดเป็นด่างในเนื้อ	17
ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าการนำไฟฟ้า	18
ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าความสามารถในการอุ้มน้ำ	18
ค่าการสูญเสียน้ำ	20
ค่าการสูญเสียน้ำจากการทำละลาย	20
ค่าการสูญเสียน้ำจากการต้ม	21

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ค่าการสูญเสียจากการย่าง	21
ระดับของแคลเซียมคลอไรด์ต่อค่าการตรวจชิม	21
บทที่ 3 อุปกรณ์ และวิธีการ	**27**
อุปกรณ์และเครื่องมือ	27
สารเคมี	28
สัตว์ทดลอง	29
การเก็บตัวอย่างเนื้อ	30
การวัดคุณภาพเนื้อ	30
การวางแผนการทดลอง และการวิเคราะห์ค่าทางสถิติ	31
สถานที่ทำการวิจัยและรวบรวมข้อมูล	31
ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	31
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**32**
บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง	**44**
บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง	**51**
เอกสารอ้างอิง	**53**
ภาคผนวก	**60**
ภาคผนวก ก วิธีการวิเคราะห์	61
การวัดค่าความเป็นกรดด่างของกล้ามเนื้อ	61
การวัดค่าการนำไฟฟ้า	61
การวัดค่าสีของเนื้อ	61
การทดสอบชิม	61
ความสามารถในการอุ้มน้ำของเนื้อ และค่าแรงตัดผ่านเนื้อ	62
การวิเคราะห์หาองค์ประกอบทางเคมีในเนื้อ	63
การวิเคราะห์หาคอลลาเจน	66
การวิเคราะห์หาเอนไซม์ calpain	67

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก ช	70
ภาคผนวก ค	74
ภาคผนวก ง	82
ประวัติผู้เขียน	**103**

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

สารบัญตาราง

Table		หน้า
1	Physical property of calcium chloride	5
2	Least squares means for Warner – Bratzler shear (WBS) force, cooking loss and activities of the calpain proteolytic system	12
3	Effect of $CaCl_2$ injection on calcium content, sarcomere length and collagen traits by subprimal cut	14
4	Least squares means and standard deviations for effect of $CaCl_2$, aging interaction on Hunter L, a* and b* value	16
5	Least squares means for lean color scores and percentage of discoloration of *longissimus lumborum* with and without calcium chloride injection during a 5 – day retail display	17
6	Least squares means for drip loss, cooking loss and calcium chloride concentration	22
7	Least squares means for sensory traits of *Longissimus* muscle at 7 day post – mortem	23
8	Calcium chloride and end point temperature effects on the sensory attributes, warner – bratzler shear force value, color and loss of inside round roasts	24
9	Least squares means and standard deviations for the effect of $CaCl_2$ concentration and aging time on sensory panel scores and Warner – Bratzler shear value	25
10	Effect of calcium chloride injection on sensory panel ratings and cooking traits of strip loin steaks at 1, 7 and 14 days postmortem	26

สารบัญตาราง (ต่อ)

		หน้า
11	Effect of calcium chloride injection on conductivity and pH value of *longissimus dorsi*	33
12	Effect of calcium chloride injection on color, nutritive value and water holding capacity of *longissimus dorsi*	37
13	Effect of calcium chloride injection on shear force value collagen content panel score and calpain protease of *longissimus dorsi*	38

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญภาพ

Figure		หน้า
1	Effect of pressure on position of equilibrium	9
2	Scheme of the influence of NaCl on swelling or WHC of meat at pH value above and below the iso – electric point	20
3	Shear force value of *Longissimus dorsi* with different level of calcium chloride injection	39
4	Tenderness score of *Longissimus dorsi* with different level of calcium chloride injection	40
5	Acceptability score of *Longissimus dorsi* with different level of calcium chloride injection	41
6	Tendency of calpastatin with different level of calcium chloride injection at 45 min and 24 hrs	42
7	Tendency of m – calpain with different level of calcium chloride injection at 45 min and 24 hrs	42
8	Tendency of μ – calpain with different level of calcium chloride injection at 45 min and 24 hrs	43

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญภาพภาคผนวก

หน้า

Appendix figure

1	Slaughtering process: weighing (A), stunning (B, C), bleeding (D, E) and deskining (F)	75
2	Preparation sample before calcium chloride injection at 45 minute (A) and 24 hour (B)	76
3	Conduct – meter (A) and pH – meter (B)	76
4	Soxhlet extraction (A) and Kjeldahl extraction (B)	77
5	Minolta chromameter (A) and meat color measurement (B)	77
6	Boiling for cooking loss (A) Warner – Bratzler shear measurement (instron machine) (B) and preparation sample for instron	78
7	The part of collagen method (A) and spectrophotometric (B)	79
8	Preparation column chromatography DEAE sephacel filtration for purified calpain protease and inhibitor (calpastatin)	79
9	A schematic of DEAE sephacel filtration column chromatography	80
10	A schematic illustration of DEAE sephacel filtration chromatography (purple dots) A DEAE – sephacel that encloses an internal solvent space. Smaller molecules (green dots) and large molecules (blue dots) can freely enter the internal solvent space of the DEAE sephacel from the external solvent space	81

สารบัญตารางภาคผนวก

Appendix table		หน้า
1	Example of questionnaire for panel test	83
2	ANOVA of pH_1 (R – Square = 0.0212)	84
3	ANOVA of pH_2 (R – Square = 0.0084)	84
4	ANOVA of pH_3 (R – Square = 0.0250)	84
5	ANOVA of pH_4 (R – Square = 0.1519)	84
6	ANOVA of EC_1 (R – Square = 0.0041)	84
7	ANOVA of EC_2 (R – Square = 0.0803)	85
8	ANOVA of EC_3 (R – Square = 0.7140)	85
9	ANOVA of EC_4 (R – Square = 0.3144)	85
10	ANOVA of color (L) 45 min (R – Square = 0.0382)	85
11	ANOVA of color (L) 24 hrs (R – Square = 0.0486)	85
12	ANOVA of color (L) of A x B (R – Square = 0.1332)	86
13	ANOVA of color (a*) 45 min (R – Square = 0.1136)	86
14	ANOVA of color (a*) 24 hrs (R – Square = 0.0537)	86
15	ANOVA of color (a*) of A x B (R – Square = 0.1660)	86
16	ANOVA of color (b*) 45 min (R – Square = 0.1640)	87
17	ANOVA of color (b*) 24 hrs (R – Square = 0.0698)	87
18	ANOVA of color (b*) of A x B (R – Square = 0.2324)	87
19	ANOVA of maximum force (N) 45 min (R – Square = 0.7374)	87
20	ANOVA of maximum force (N) 24 hrs (R – Square = 0.3487)	88
21	ANOVA of maximum force (N) of A x B (R – Square = 0.5915)	88
22	ANOVA of energy (J) 45 min (R – Square = 0.0688)	88
23	ANOVA of energy (J) 24 hrs (R – Square = 0.0417)	88
24	ANOVA of energy (J) of A x B (R – Square = 0.0822)	89

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

Appendix table		หน้า
25	ANOVA of extension (mm) 45 min (R – Square = 0.0399)	89
26	ANOVA of extension (mm) 24 hrs (R – Square = 0.0128)	89
27	ANOVA of extension (mm) of A x B (R – Square = 0.0271)	89
28	ANOVA of protein percentage 45 min (R – Square = 0.0109)	90
29	ANOVA of protein percentage 24 hrs (R – Square = 0.0252)	90
30	ANOVA of protein percentage of A x B (R – Square = 0.0684)	90
31	ANOVA of fat percentage 45 min (R – Square = 0.0430)	90
32	ANOVA of fat percentage 24 hrs (R – Square = 0.0225)	91
33	ANOVA of fat percentage of A x B (R – Square = 0.0332)	91
34	ANOVA of moisture percentage 45 min (R – Square = 0.0011)	91
35	ANOVA of moisture percentage 24 hrs (R – Square = 0.0421)	91
36	ANOVA of moisture percentage of A x B (R– Square = 0.1079)	92
37	ANOVA of drip loss percentage 45 min (R – Square = 0.3563)	92
38	ANOVA of drip loss percentage 24 hrs (R – Square = 0.2621)	92
39	ANOVA of drip loss percentage of A x B (R – Square = 0.3507)	92
40	ANOVA of thawing loss percentage 45 min (R – Square = 0.2718)	93
41	ANOVA of thawing loss percentage 24 hrs (R – Square = 0.1608)	93
42	ANOVA of thawing loss percentage of A x B (R – Square = 0.2236)	93
43	ANOVA of cooking loss percentage 45 min (R – Square = 0.2047)	93
44	ANOVA of cooking loss percentage 24 hrs (R – Square = 0.0791)	94
45	ANOVA of cooking loss percentage of A x B (R – Square = 0.2442)	94
46	ANOVA of grilling loss percentage 45 min (R – Square = 0.0954)	94
47	ANOVA of grilling loss percentage 24 hrs (R – Square = 0.0574)	94
48	ANOVA of grilling loss percentage of A x B (R – Square = 0.1022)	95
49	ANOVA of tenderness 45 min (R – Square = 0.2982)	95

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

Appendix table		หน้า
50	ANOVA of tenderness 24 hrs (R – Square = 0.0836)	95
51	ANOVA of tenderness of A x B (R – Square = 0.2259)	95
52	ANOVA of juiciness 45 min (R – Square = 0.1609)	96
53	ANOVA of Juiciness 24 hrs (R – Square = 0.0513)	96
54	ANOVA of juiciness of A x B (R – Square = 0.1170)	96
55	ANOVA of flavor 45 min (R – Square = 0.0714)	96
56	ANOVA of flavor 24 hrs (R – Square = 0.0097)	97
57	ANOVA of flavor of A x B (R – Square = 0.0097)	97
58	ANOVA of acceptability 45 min (R - Square = 0.2395)	97
59	ANOVA of acceptability 24 hrs (R – Square = 0.0006)	97
60	ANOVA of acceptability of A x B (R – Square = 0.1181)	98
61	ANOVA of solubility collagen 45 min (R – Square = 0.0509)	98
62	ANOVA of solubility collagen 24 hrs (R – Square = 0.0548)	98
63	ANOVA of solubility collagen of A x B (R – Square = 0.0964)	98
64	ANOVA of insolubility collagen 45 hrs (R – Square = 0.0112)	99
65	ANOVA of insolubility collagen 24 hrs (R – Square = 0.0115)	99
66	ANOVA of insolubility collagen of A x B (R – Square = 0.0575)	99
67	ANOVA of total collagen 45 min (R – Square = 0.0116)	99
68	ANOVA of total collagen 24 hrs (R – Square = 0.0115)	100
69	ANOVA of total collagen of A x B (R – Square = 0.0624)	100
70	ANOVA of calpastatin 45 min (R – Square = 0.0021)	100
71	ANOVA of calpastatin 24 hrs (R – Square = 0.0002)	100
72	ANOVA of calpastatin of A x B (R – Square = 0.0032)	101
73	ANOVA of μ – calpain 45 min (R – Square = 0.0012)	101
74	ANOVA of μ – calpain 24 hrs (R – Square = 0.0046)	101
75	ANOVA of μ – calpain of A x B (R – Square = 0.0045)	101

สารบัญตารางภาคผนวก (ต่อ)

Appendix table		หน้า
76	ANOVA of m – calpain 45 min (R – Square = 0.0025)	102
77	ANOVA of m – calpain 24 hrs (R – Square = 0.0065)	102
78	ANOVA of m – calpain of A x B (R – Square = 0.0082)	102

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

อักษรย่อและสัญลักษณ์

a*	redness
ANOVA	Analysis of Variance
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
ATP	Adenosine triphosphate
b*	yellowness
°C	degree Celsius (centigrade)
Ca^{++}	calcium ion
$CaCl_2$	calcium chloride
Cl^-	chloride ion
CRD	completely random design
DFD	dark firm dry
EC	electrical conductivity
g	gram
g	gravity (in centrifuge)
hr.	hour
J	joule
L	lightness
M	Mole
min	minute
mM	millimole
N	newton
N	normal
NPN	Non Protein Nitrogen
SAS	Statistical Analysis System
SL	Sirloin
TS	Top sirloin
TR	Top round

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

อักษรย่อและสัญลักษณ์ (ต่อ)

WBS	Warner Bratzler Shear
WHC	water holding capacity
wt/wt	weight/weight
μM	micromole

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University