

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ศึกษาองค์ประกอบทางเคมีของเนื้อไก่ส่วนอกและ MDCM

เนื้อไก่ส่วนอกมีองค์ประกอบทางเคมีบางประการที่วิเคราะห์ได้ ดังนี้

ความชื้น	$71.06 \pm 0.18\%$	} โดยน้ำหนักเปียก
ไขมัน	$3.12 \pm 0.02\%$	
โปรตีน	$23.10 \pm 0.53\%$	
เถ้า	$0.92 \pm 0.01\%$	

MDCM มีองค์ประกอบทางเคมีบางประการที่วิเคราะห์ได้ ดังนี้

ความชื้น	$72.17 \pm 0.56\%$	} โดยน้ำหนักเปียก
ไขมัน	$13.88 \pm 0.81\%$	
โปรตีน	$12.71 \pm 0.65\%$	
เถ้า	$1.05 \pm 0.02\%$	

4.2 ทดสอบผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ต้นแบบทั่วไป

เนื่องจากในขั้นแรกได้ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes ที่ดัดแปลงจากสูตรมาตรฐานของ Kamarin และคณะ (1974) พบว่าผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำ เนื่องจากมีกลิ่นของเครื่องเทศน้อย ความชุ่มน้ำและความเค็มสูง จึงได้มีการพัฒนาต่อไปพร้อมกันนั้นได้กำหนดค่าอุดมคติสำหรับสมบัติทางประสาทสัมผัสที่สำคัญบางด้านของผลิตภัณฑ์ขึ้นด้วย จนกระทั่งได้สูตรของ chicken croquettes 3 สูตร (แสดงในภาคผนวก ง.1) เพื่อให้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นตอนต่อไป ซึ่งจะผลิตผลิตภัณฑ์ตามกระบวนการในข้อ 3.2 แล้วประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ การเกาะติดของชิ้นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความเค็มและทดสอบความชอบโดยรวม โดยในขั้นนี้จะพิจารณาคัดเลือกจากตัวอย่างที่คะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดและมีคะแนนของคุณลักษณะต่างๆใกล้เคียงค่าอุดมคติ (ideal) มากที่สุด

ตารางที่ 4.1 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes เพื่อคัดเลือกสูตรต้นแบบ

ตัวอย่าง	สีของเปลือกนอก	สีของเนื้อใน ^{ns}	กลิ่นเครื่องเทศ ^{ns}	การเกาะติดของชิ้นเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความเค็ม	ความชอบโดยรวม
1	7.13 ^a ± 1.12	5.12 ± 1.73	5.98 ± 2.06	5.94 ^b ± 1.76	7.30 ^a ± 0.99	7.17 ^a ± 1.41	7.02 ^c ± 1.46
2	6.36 ^b ± 1.37	5.21 ± 1.75	5.68 ± 1.78	6.09 ^b ± 1.68	6.45 ^b ± 1.42	5.92 ^b ± 1.23	7.73 ^b ± 1.33
3	6.45 ^b ± 1.35	5.04 ± 1.78	6.14 ± 1.58	5.50 ^b ± 1.80	6.58 ^b ± 1.00	5.93 ^b ± 1.51	7.01 ^c ± 1.56
Ideal	6.42 ^b ± 0.94	5.36 ± 1.60	6.67 ± 1.53	7.09 ^a ± 1.53	6.47 ^b ± 1.21	6.23 ^b ± 0.99	10.00 ^a ± 0.00

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

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

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของคุณลักษณะด้านสีของเนื้อในและกลิ่นของเครื่องเทศ พบว่า chicken croquettes ทั้ง 3 ตัวอย่าง มีคะแนนของคุณลักษณะดังกล่าวไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และไม่แตกต่างจากค่าอุดมคติ (ideal) ดังตาราง 4.1 และพบว่า chicken croquettes ตัวอย่างที่ 1 จะมีสีของเปลือกนอกเข้มกว่า ความชุ่มน้ำและความเค็มสูงกว่าตัวอย่างที่ 2, 3 และค่าอุดมคติ (ideal) ส่วนคุณลักษณะด้านการเกาะติดของชิ้นเนื้อนั้น พบว่า chicken croquettes ทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) แต่จะมีค่าต่ำกว่าค่าอุดมคติ (ideal) และพบว่า chicken croquettes ตัวอย่างที่ 2 มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด รองมาคือ ตัวอย่างที่ 1 และ 3 ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อพิจารณาคะแนนที่ได้จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสข้างต้น จึงเลือก chicken croquettes ตัวอย่างที่ 2 ซึ่งมีคะแนนด้านความชอบโดยรวมสูงที่สุดและมีคะแนนของคุณลักษณะด้านต่างๆ ใกล้เคียงกับค่าอุดมคติ (ideal) มากที่สุดเป็นตัวอย่าง chicken croquettes สูตรต้นแบบเพื่อพัฒนาในขั้นตอนต่อไป

4.3 ศึกษาอัตราส่วนที่เหมาะสมของเนื้อไก่ส่วนนอกกับเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง (MDCM)

จากการศึกษาในขั้นตอน 4.2 จึงเลือกสูตรของ chicken croquettes ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดและมีคะแนนทางประสาทสัมผัสใกล้เคียงกับค่าอุดมคติมากที่สุด มาใช้เพื่อพัฒนาต่อในขั้นนี้ โดยการแทนที่เนื้อไก่ส่วนนอกด้วย MDCM เพื่อลดต้นทุนการผลิตในส่วนของวัตถุดิบ และแปรอัตราส่วนของเนื้อไก่ส่วนนอกกับ MDCM เป็น 6 สูตร คือ 100 : 0, 80 : 20, 60 : 40, 40 : 60, 20 : 80 และ 0 : 100 ตามลำดับ จากนั้นผลิตและใช้ส่วนประกอบดังสูตรที่ได้รับคัดเลือกจากขั้น 4.2 แล้วทดสอบลักษณะทางกายภาพ โดยวัดสีของเปลือกนอกและเนื้อใน ด้วยเครื่อง chroma meter และวัดเนื้อสัมผัส (ค่า hardness) ด้วยเครื่อง texturometer และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ กลิ่นรสผิดปกติ การเกาะติดของชิ้นเนื้อ ความเค็มและทดสอบความชอบโดยรวม ของผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ที่ได้ ผลที่ได้แสดงใน ตารางที่ 4.2 - 4.5

ตารางที่ 4.2 ผลการวัดค่าสี ด้วยเครื่อง chroma meter บริเวณเปลือกนอก
ของ chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอกกับ MDCM ในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนของ เนื้อไก่ส่วนนอก : MDCM	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
100 : 0	56.03 ^a ± 1.52	+2.83 ^f ± 0.07	+26.44 ^a ± 0.46
80 : 20	52.02 ^b ± 1.11	+3.41 ^e ± 0.11	+22.51 ^b ± 0.83
60 : 40	46.95 ^c ± 0.58	+3.65 ^d ± 0.09	+17.89 ^c ± 0.80
40 : 60	43.50 ^d ± 0.97	+4.13 ^c ± 0.08	+16.03 ^d ± 0.10
20 : 80	41.81 ^d ± 1.49	+4.48 ^b ± 0.09	+13.10 ^e ± 0.38
0 : 100	38.79 ^e ± 1.64	+4.73 ^a ± 0.14	+11.58 ^f ± 1.14

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

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดค่าสี ด้วยเครื่อง chroma meter บริเวณเนื้อใน
ของ chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอกกับ MDCM ในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนของ เนื้อไก่ส่วนนอก : MDCM	ค่าเฉลี่ย ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
100 : 0	67.15 ^a ± 0.60	-1.04 ^f ± 0.03	+20.79 ^a ± 0.95
80 : 20	62.25 ^b ± 0.35	+1.36 ^e ± 0.24	+18.57 ^b ± 0.43
60 : 40	57.17 ^c ± 0.43	+3.66 ^d ± 0.35	+16.69 ^c ± 0.41
40 : 60	54.37 ^d ± 0.38	+4.23 ^c ± 0.24	+15.76 ^d ± 0.44
20 : 80	52.48 ^e ± 0.93	+4.68 ^b ± 0.18	+14.68 ^e ± 0.25
0 : 100	48.62 ^f ± 0.81	+6.20 ^a ± 0.18	+13.61 ^f ± 0.24

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

ตารางที่ 4.4 ผลการวัดเนื้อสัมผัส ค่า hardness ด้วยเครื่อง texturometer ของ chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนอกกับ MDCM ในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนของ เนื้อไก่ส่วนอก : MDCM	ค่า hardness เฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัม)
100 : 0	1313.87 ^a \pm 44.58
80 : 20	1049.16 ^b \pm 71.60
60 : 40	913.77 ^c \pm 61.27
40 : 60	783.05 ^d \pm 75.99
20 : 80	697.78 ^d \pm 51.92
0 : 100	586.91 ^e \pm 56.43

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนอกกับ MDCM ในอัตราส่วนต่างกัน

อัตราส่วนของเนื้อไก่ส่วนอก : MDCM	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน									
	สีของเปลือกนอ	สีของเนื้อใน	กลิ่นเครื่องเทศ	กลิ่นรสผิดปกติ	การเกาะติดของชิ้นเนื้อ	ความนุ่มนวล	ความเค็ม	ความกรอบโดยรวม		
100:0	5.95 ^f \pm 0.59	4.94 ^f \pm 0.46	6.41 ^{bc} \pm 0.32	0.49 ^f \pm 0.09	7.07 ^a \pm 0.62	5.26 ^f \pm 0.46	6.25 ^e \pm 0.51	8.84 ^b \pm 0.74		
80:20	6.38 ^b \pm 0.59	5.44 ^a \pm 0.54	6.48 ^{ab} \pm 0.54	0.83 ^a \pm 0.07	6.57 ^b \pm 0.35	5.81 ^e \pm 0.54	6.20 ^e \pm 0.50	8.56 ^c \pm 0.71		
60:40	7.34 ^d \pm 0.71	6.26 ^d \pm 0.53	6.00 ^{cd} \pm 0.58	1.18 ^d \pm 0.11	6.22 ^c \pm 0.47	6.66 ^d \pm 0.46	6.40 ^{bc} \pm 0.51	7.08 ^d \pm 0.62		
40:60	8.00 ^c \pm 0.77	7.00 ^c \pm 0.66	6.21 ^{cd} \pm 0.60	1.81 ^c \pm 0.16	5.40 ^d \pm 0.50	7.51 ^c \pm 0.53	6.37 ^c \pm 0.47	6.08 ^e \pm 0.53		
20:80	8.68 ^b \pm 0.62	7.73 ^b \pm 0.76	6.07 ^{cd} \pm 0.53	2.42 ^b \pm 0.15	4.44 ^e \pm 0.38	8.10 ^b \pm 0.71	6.91 ^a \pm 0.66	4.65 ^f \pm 0.47		
0:100	9.17 ^a \pm 0.65	8.57 ^a \pm 0.79	5.95 ^d \pm 0.43	2.80 ^a \pm 0.16	3.77 ^f \pm 0.41	8.46 ^a \pm 0.61	6.65 ^b \pm 0.59	4.08 ^g \pm 0.40		
Ideal	6.42 ^e \pm 0.00	5.36 ^e \pm 0.00	6.67 ^e \pm 0.00	0.00 ^g \pm 0.00	7.09 ^a \pm 0.00	6.48 ^d \pm 0.00	6.23 ^c \pm 0.00	10.00 ^a \pm 0.00		

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

จากการวัดค่าสีของ chicken croquettes เมื่อวัดค่าสีบริเวณเปลือกนอกและเนื้อใน พบว่า เมื่อใช้ MDCM ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ลดลง ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการวัดเนื้อสัมผัส ค่า hardness ด้วยเครื่อง texturometer พบว่า เมื่อใช้ MDCM ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่า hardness ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes พบว่าเมื่อใช้ MDCM ในอัตราส่วนที่เพิ่มขึ้น มีผลให้สีของเปลือกนอกและสีของเนื้อในเข้มขึ้น มีกลิ่นรสผิดปกติเพิ่มขึ้น การเกาะติดของชิ้นเนื้อลดลง ความชุ่มน้ำเพิ่มขึ้น และคะแนนความชอบโดยรวมลดลงและเมื่อพิจารณาผลคะแนนจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสในตัวอย่าง chicken croquettes ทั้ง 6 สูตร จะเห็นได้ว่าตัวอย่าง chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอก : MDCM ในอัตราส่วน 80 : 20 มีคะแนนด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นเครื่องเทศและความเค็มไม่แตกต่างจากค่าอุดมคติ ส่วนคะแนนด้านการเกาะติดของชิ้นเนื้อ พบว่า ไก่เลี้ยงกับค่าอุดมคติ และมีกลิ่นรสผิดปกติไม่มาก ถึงแม้ว่าจะมีคะแนนความชอบโดยรวมต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอกเพียงอย่างเดียว แต่เมื่อคำนวณต้นทุนในการผลิตจะมีต้นทุนต่ำกว่าตัวอย่างที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอกเพียงอย่างเดียวถึง 13 บาทต่อกิโลกรัม จึงคัดเลือกสูตรนี้ไว้ใช้ในการพัฒนาขั้นต่อไป

4.4 ศึกษาผลของการแปรปริมาณมันเทศที่มีต่อลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์

นำสูตรของ chicken croquettes ที่ใช้เนื้อไก่ส่วนนอกกับ MDCM ในอัตราส่วน 80 : 20 มาแปรปริมาณมันเทศเป็น 3 ระดับ คือ 0, 10 และ 20% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ โดยเมื่อใช้มันเทศเพิ่มขึ้น ปริมาณแป้ง pregelatinized และน้ำที่ใช้จะลดลง ดังสูตรซึ่งแสดงในภาคผนวก ง.2 จากนั้นทดสอบลักษณะทางกายภาพ โดยวัดสีของเปลือกนอกและเนื้อใน ด้วยเครื่อง chroma-meter และวัดเนื้อสัมผัส (ค่า hardness) ด้วยเครื่อง texturometer ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ ความเค็ม และทดสอบความชอบโดยรวม ผลที่ได้แสดงใน ตารางที่ 4.6 - 4.9

ตารางที่ 4.6 ผลการวัดค่าสี ด้วยเครื่อง chroma meter บริเวณเปลือกนอก
ของ chicken croquettes ที่ใช้ปริมาณมันเทศต่างกัน

ปริมาณมันเทศที่ใช้ (% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ค่าความสว่าง (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง ^{ns} (b*)
0	53.33 ^a \pm 0.59	+6.97 ^c \pm 0.18	+21.63 \pm 0.66
10	50.01 ^b \pm 1.21	+9.28 ^b \pm 0.72	+21.07 \pm 1.68
20	46.27 ^c \pm 1.45	+11.70 ^a \pm 0.97	+20.41 \pm 1.50

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.7 ผลการวัดค่าสี ด้วยเครื่อง chroma meter บริเวณเนื้อในของ chicken croquettes
ที่ใช้ปริมาณมันเทศต่างกัน

ปริมาณมันเทศที่ใช้ (% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์)	ค่าเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน		
	ค่าความสว่าง ^{ns} (L*)	ค่าสีแดง (a*)	ค่าสีเหลือง (b*)
0	63.14 \pm 0.65	+1.84 ^c \pm 0.07	+19.84 ^b \pm 0.77
10	63.09 \pm 0.68	+2.40 ^b \pm 0.20	+20.81 ^{ab} \pm 0.71
20	63.38 \pm 0.86	+2.80 ^a \pm 0.23	+21.79 ^a \pm 0.83

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.8 ผลการวัดเนื้อสัมผัส ค่า hardness ด้วยเครื่อง texturometer ของ chicken croquettes ที่ใช้ปริมาณมันเทศต่างกัน

ปริมาณมันเทศที่ใช้ (% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์)	ค่า hardness เฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัม)
0	910.85 ^c \pm 38.93
10	1,414.69 ^b \pm 29.10
20	1,765.66 ^a \pm 42.71

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

a, b, c ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.9 ผลคะแนนจากการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes เมื่อใช้ปริมาณมันเทศต่างกัน

ปริมาณมันเทศที่ใช้ (% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์)	คะแนนเฉลี่ย \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน							
	สีของเปลือกนอก	สีของเนื้อใน	กลิ่นของเครื่องเทศ	การเกาะติดของชิ้นเนื้อ	ความชุ่มน้ำ	ความเค็ม	ความชอบโดยรวม	
0	5.99 ^d \pm 0.49	5.16 ^c \pm 0.42	6.48 ^{ab} \pm 0.41	6.60 ^b \pm 0.43	5.99 ^b \pm 0.57	6.26 ^a \pm 0.41	7.92 ^b \pm 0.68	
10	7.19 ^b \pm 0.63	5.56 ^b \pm 0.47	6.39 ^b \pm 0.54	6.42 ^b \pm 0.48	5.32 ^c \pm 0.52	6.32 ^a \pm 0.50	8.12 ^b \pm 0.51	
20	8.27 ^a \pm 0.65	5.98 ^a \pm 0.57	5.95 ^c \pm 0.51	5.46 ^c \pm 0.42	4.22 ^d \pm 0.35	5.78 ^b \pm 0.50	7.05 ^c \pm 0.65	
Ideal	6.42 ^c \pm 0.00	5.36 ^{bc} \pm 0.00	6.67 ^a \pm 0.00	7.09 ^a \pm 0.00	6.48 ^a \pm 0.00	6.23 ^a \pm 0.00	10.00 ^a \pm 0.00	

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

จากการวัดค่าสีของ chicken croquettes บริเวณเปลือกนอก พบว่าเมื่อใช้มันเทศในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าความสว่าง (L^*) ลดลง ค่าสีแดง (a^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าสีเหลือง (b^*) บริเวณเปลือกนอกอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

จากการวัดค่าสีใน chicken croquettes บริเวณเนื้อใน พบว่า เมื่อใช้มันเทศในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) แต่ไม่พบความแตกต่างของค่าความสว่าง (L^*) บริเวณเนื้อในอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และจากการวัดเนื้อสัมผัส ค่า hardness พบว่า เมื่อใช้มันเทศในปริมาณที่เพิ่มขึ้น มีผลให้ค่า hardness เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ผลจากการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ chicken croquettes ทั้ง 3 ตัวอย่าง แสดงว่าเมื่อใช้มันเทศในปริมาณที่เพิ่มขึ้นมีผลให้สีของเปลือกนอกและสีของเนื้อในเข้มขึ้น มีกลิ่นของเครื่องเทศ การเกาะติดของชิ้นเนื้อ ความชุ่มน้ำและความเค็มลดลง ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวอย่าง chicken croquettes ที่ใช้มันเทศ 10% โดยน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด และมีคะแนนของคุณลักษณะสีของเนื้อใน และคะแนนของคุณลักษณะด้านความเค็มไม่แตกต่างจากค่าอุดมคติ และยังมีคะแนนของคุณลักษณะที่เหลือใกล้เคียงกับค่าอุดมคติ ดังนั้นจึงเลือก chicken croquettes ที่ใช้มันเทศ 10% เป็นส่วนผสม เพื่อศึกษาผลของกระบวนการแช่เยือกแข็งด้วย liquid nitrogen ในขั้นตอนต่อไป

4.5 ศึกษาผลของสภาวะแช่เยือกแข็งต่อคุณภาพของ chicken croquettes ในระหว่างการเก็บ

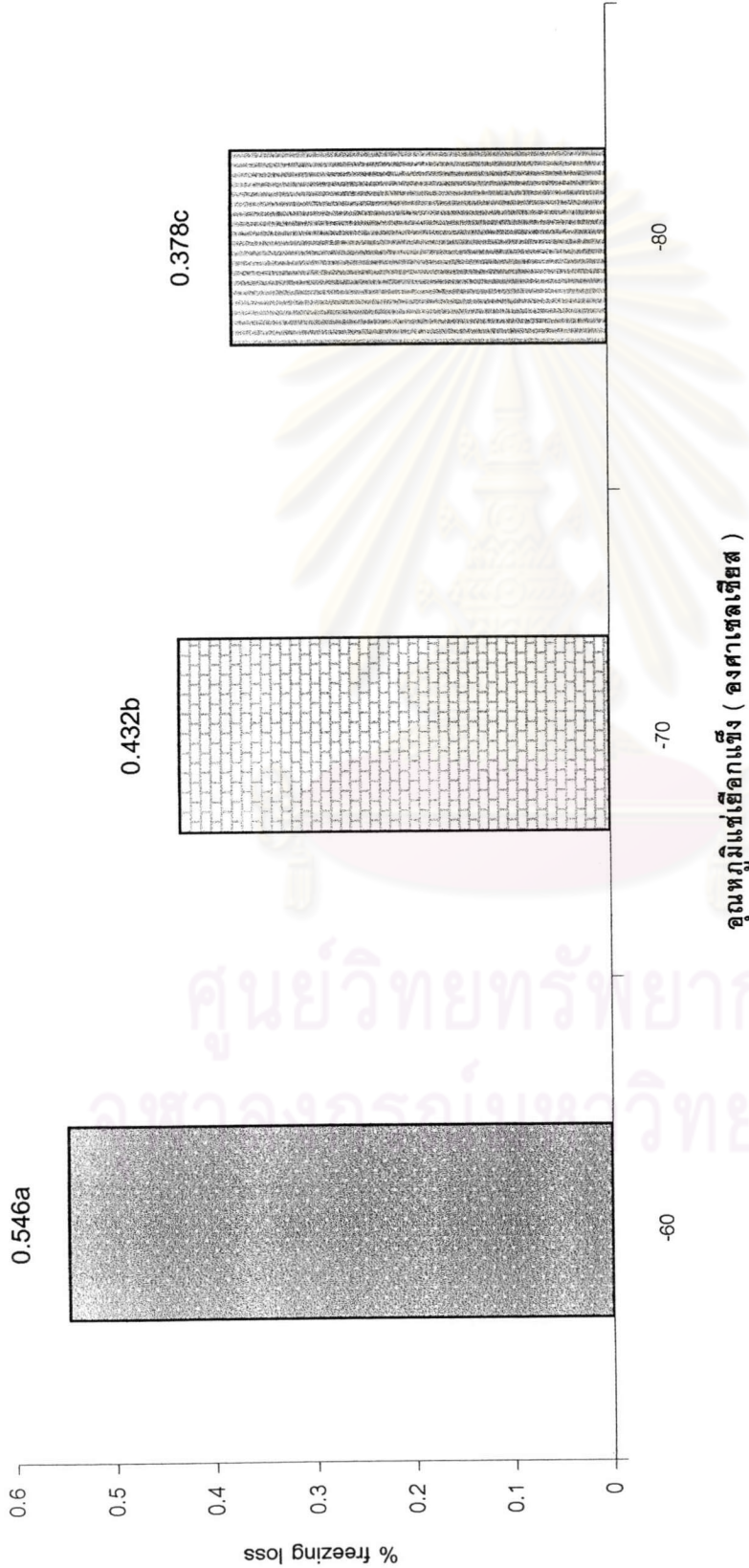
แช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ที่คัดเลือกจากการทดลองขั้นที่ 4.4 ด้วย liquid - nitrogen freezer โดยแปรอุณหภูมิของ chamber เป็น -60 , -70 และ -80°C แช่เยือกแข็งจนอุณหภูมิจุดศูนย์กลางผลิตภัณฑ์เท่ากับ -18°C ซึ่งใช้เวลา 4.12, 2.85 และ 2.15 นาที ตามลำดับ คำนวณ % freezing loss บรรจุและปิดผนึกแบบสุญญากาศ เก็บไว้ในตู้แช่เยือกแข็ง อุณหภูมิ $-20 \pm 2^{\circ}\text{C}$ จากนั้นสุ่มมาทดสอบเป็น 2 ช่วง

ช่วงที่ 1 คำนวณ % weight loss และ % thawing loss ทุก 2 วัน เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์ และวิเคราะห์ค่า TBA และวัดเนื้อสัมผัส, ปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด, ปริมาณ Salmonella และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ กลิ่นหืน การเกาะติดของชิ้นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความเค็มและทดสอบความชอบโดยรวม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติพบอิทธิพลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งที่มีต่อ % freezing loss (รูปที่ 4.1) โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้น % freezing loss จะเพิ่มขึ้น และพบอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับระยะเวลาในการเก็บต่อ % thawing loss และค่า hardness โดยเมื่ออุณหภูมิ แช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น % thawing loss จะเพิ่มขึ้น และค่า hardness จะลดลง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.10 และ 4.11 ตามลำดับ แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อ % weight loss และ TBA ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักทั้งสองที่มีผลต่อค่าดังกล่าว จาก รูปที่ 4.2 พบว่าอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บ (รูปที่ 4.3) มีผลต่อค่า % weight loss โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้น % weight loss จะเพิ่มขึ้น และเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น % weight loss จะเพิ่มขึ้น เช่นกันและพบว่าเฉพาะระยะเวลาในการเก็บที่มีผลต่อค่า TBA โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นค่า TBA จะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.4)



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับ % freezing loss ของ chicken croquettes

ตารางที่ 4.10 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อ % thawing loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (วัน)	% thawing loss ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	0.425 ^g ± 0.00
	2	0.440 ^f ± 0.00
	4	0.455 ^e ± 0.00
	6	0.470 ^d ± 0.00
	8	0.480 ^{cd} ± 0.00
	10	0.485 ^c ± 0.00
	12	0.490 ^{bc} ± 0.00
	14	0.500 ^{ab} ± 0.00
	16	0.505 ^a ± 0.00
	-70	0
2		0.345 ^{kl} ± 0.00
4		0.350 ^{jk} ± 0.00
6		0.360 ^{ji} ± 0.00
8		0.360 ^{ji} ± 0.00
10		0.365 ⁱ ± 0.00
12		0.365 ⁱ ± 0.00
14		0.370 ⁱ ± 0.00
16		0.385 ^h ± 0.00
-80		0
	2	0.290 ^{qr} ± 0.00
	4	0.295 ^{qr} ± 0.00
	6	0.300 ^{pq} ± 0.00
	8	0.310 ^{op} ± 0.00
	10	0.320 ^{no} ± 0.00
	12	0.325 ^{mn} ± 0.00
	14	0.340 ^{kl} ± 0.00
	16	0.345 ^{kl} ± 0.00

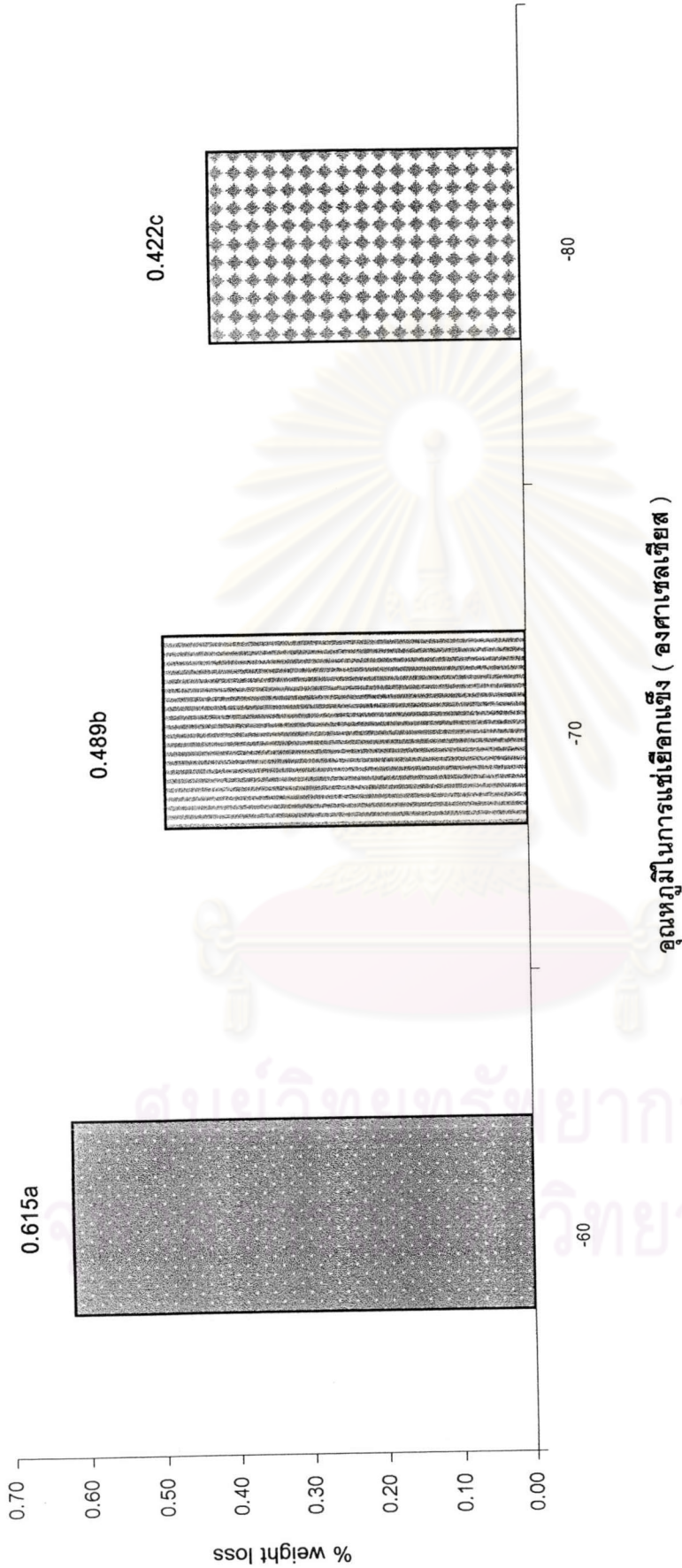
a, b, c... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวแตกต่างกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

ตารางที่ 4.11 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อค่า hardness ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

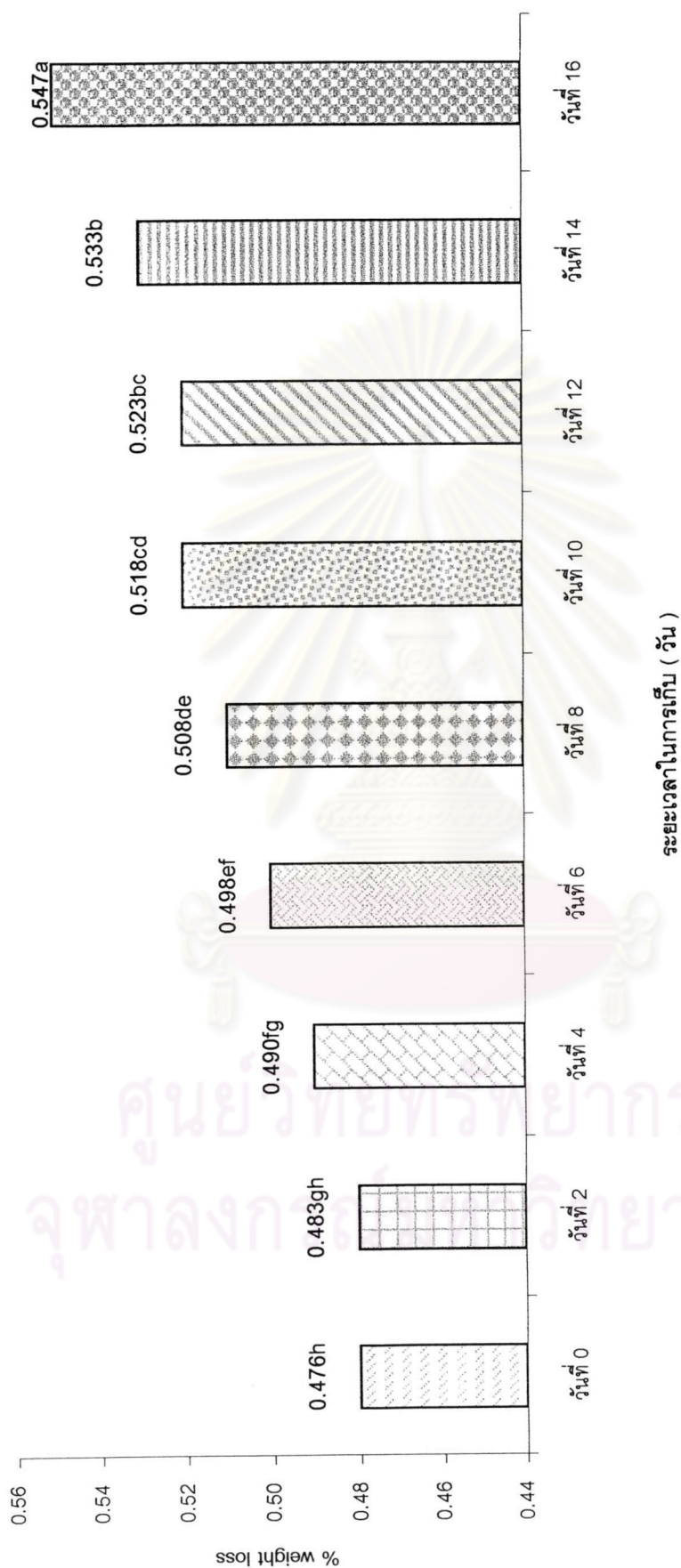
อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	ค่า hardness \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน (กรัม)
-60	0	1,097.29 ^{bcd} \pm 3.27
	1	965.10 ^{ef} \pm 16.24
	2	915.95 ^f \pm 14.28
-70	0	1,161.05 ^b \pm 36.24
	1	1,127.20 ^{bc} \pm 11.19
	2	1,056.30 ^{cd} \pm 75.98
-80	0	1,329.57 ^a \pm 13.40
	1	1,108.93 ^{bcd} \pm 27.45
	2	1,033.19 ^{de} \pm 22.25

a, b, c ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแต่ละแถวเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

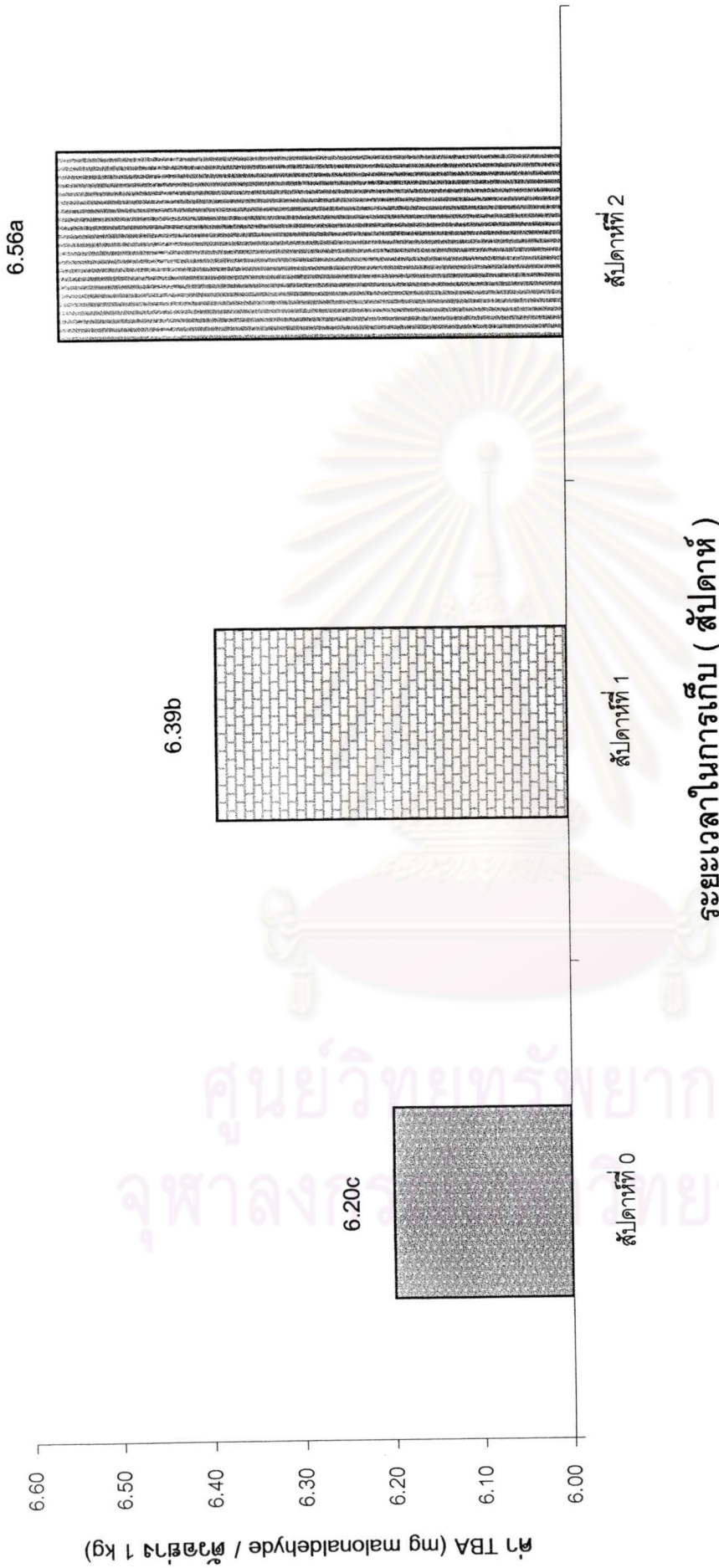
($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับ % weight loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์



รูปที่ 4.3 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับ % weight loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลาประมาณ 2 สัปดาห์



ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)

รูปที่ 4.4 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่า TBA ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

จากการทดสอบปริมาณแบคทีเรีย พบว่าพบแบคทีเรียทั้งหมดน้อยกว่า 30 โคโลนี / กรัม และไม่พบ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง ตลอดระยะเวลา 2 สัปดาห์ จึงมิได้รายงานผลเป็นตารางไว้ในที่นี้

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติสำหรับคะแนนทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่า อุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บไม่มีอิทธิพลร่วมกันต่อคะแนนด้านสีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ การเกาะติดของชิ้นเนื้อ และคะแนนความชอบโดยรวม (ดังตารางที่ 4.12) แต่พบอิทธิพลร่วมของปัจจัยหลักทั้งสองต่อคะแนนด้านสีของเปลือกนอกและความชุ่มน้ำ โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีสีของเปลือกนอกเข้มขึ้น และมีความชุ่มน้ำลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4.13 และ 4.14 และไม่พบอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านกลิ่นหืนและความเค็ม ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดังกล่าว ซึ่งพบว่าอุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีผลต่อคะแนนด้านกลิ่นหืนและความเค็ม โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.5) และความเค็มลดลง (รูปที่ 4.6)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.12 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนทางประสาทสัมผัส chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านสีของเนื้อใน ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน ^{ns}	คะแนนด้านกลิ่นของเครื่องเทศ ^{ns} ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนด้านอาการระคายเคืองที่เนื้อ ^{ns} ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน	คะแนนด้านความชอบโดยรวม ^{ns} ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	5.67 ± 0.53	6.30 ± 0.26	6.75 ± 0.80	7.58 ± 0.72
	1	5.52 ± 0.42	6.23 ± 0.33	6.73 ± 0.45	7.65 ± 0.40
	2	5.72 ± 0.78	5.96 ± 0.50	6.59 ± 1.19	7.74 ± 0.46
-70	0	5.71 ± 0.61	6.17 ± 0.78	6.60 ± 0.66	7.97 ± 0.55
	1	5.94 ± 0.51	6.25 ± 0.27	6.72 ± 0.36	7.86 ± 0.45
	2	5.40 ± 0.88	6.31 ± 0.51	6.65 ± 0.65	7.79 ± 0.70
-80	0	5.73 ± 0.59	6.50 ± 1.35	6.78 ± 0.59	7.78 ± 0.74
	1	5.66 ± 0.57	6.30 ± 0.43	6.72 ± 0.25	7.82 ± 0.53
	2	5.58 ± 0.79	6.45 ± 0.31	6.65 ± 0.65	7.66 ± 0.62

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p > 0.05)

ตารางที่ 4.13 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านสีของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านสีของเปลือกนอก ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	6.74 ^{cd} ± 0.19
	1	6.96 ^b ± 0.47
	2	7.36 ^a ± 0.17
-70	0	6.59 ^{ef} ± 0.21
	1	6.63 ^{de} ± 0.13
	2	6.79 ^c ± 0.24
-80	0	5.94 ^h ± 0.28
	1	6.24 ^g ± 0.27
	2	6.48 ^f ± 0.30

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

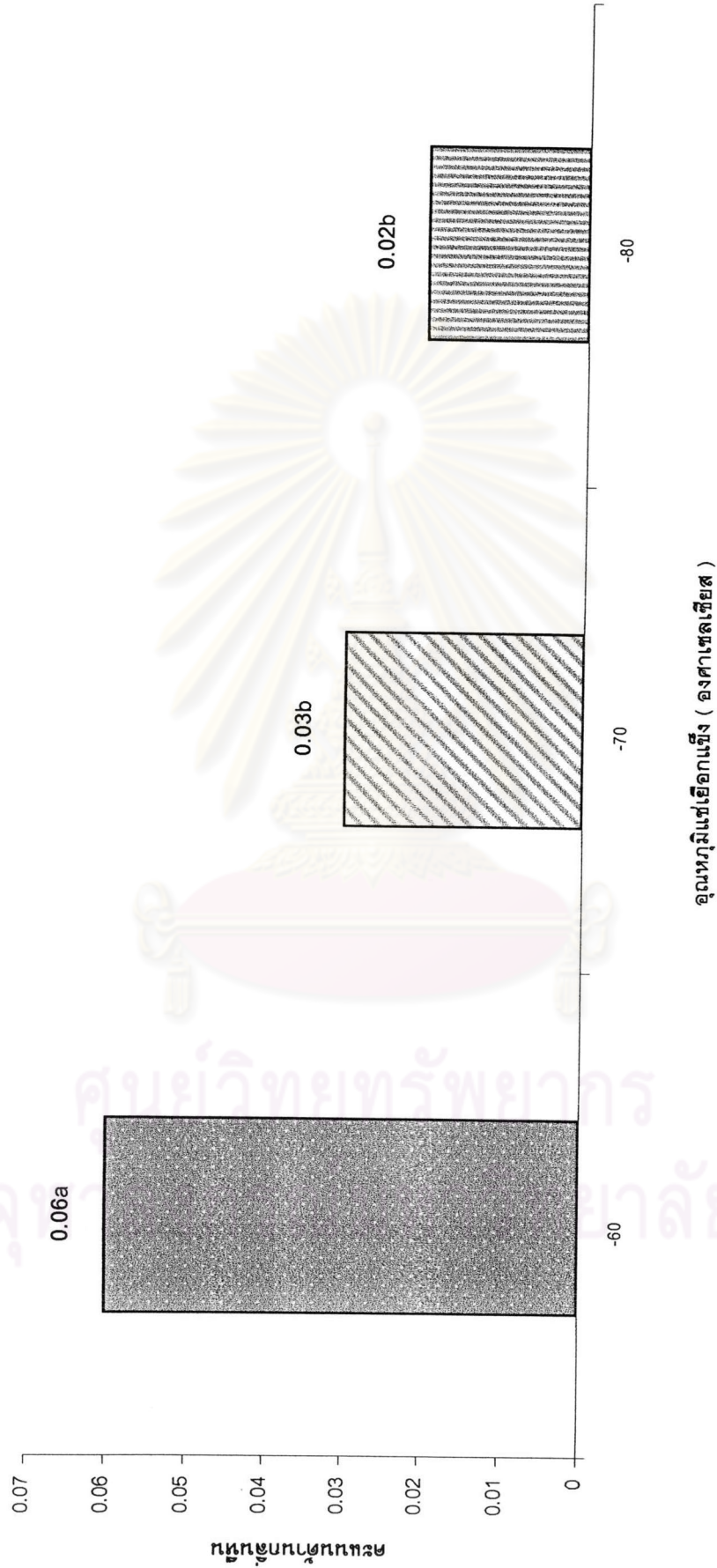
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.14 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านความชุ่มน้ำของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

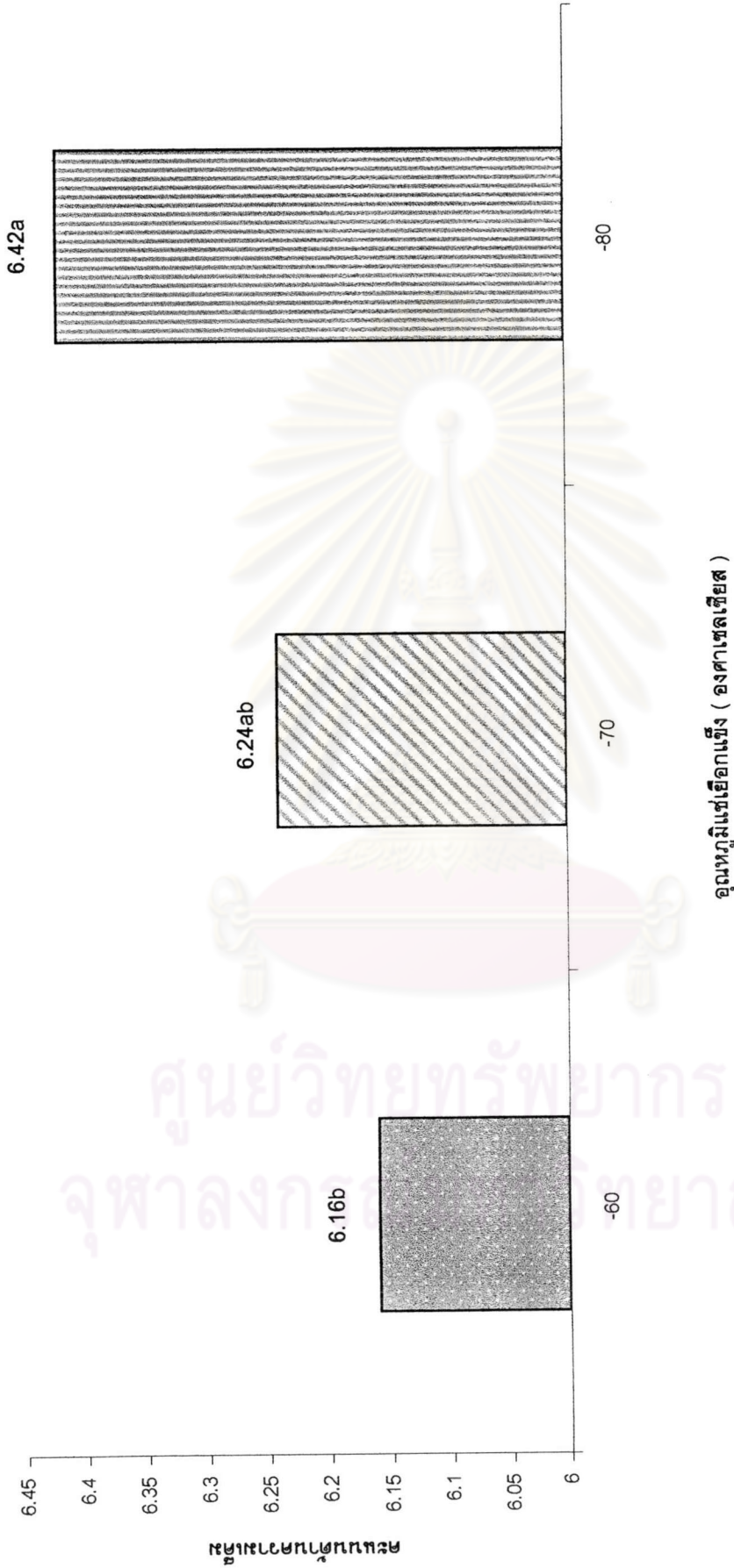
อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านความชุ่มน้ำ ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	6.70 ^b ± 0.27
	1	6.41 ^{cd} ± 0.19
	2	6.31 ^d ± 0.31
-70	0	6.94 ^a ± 0.39
	1	6.52 ^c ± 0.16
	2	6.51 ^c ± 0.21
-80	0	6.96 ^a ± 0.23
	1	6.81 ^b ± 0.14
	2	6.77 ^b ± 0.31

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.5 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านกลิ่นของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์



รูปที่ 4.6 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านความเค็มของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 2 สัปดาห์

ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เมื่อพิจารณาจากผลการทดลองในช่วงที่ 1 พบว่าอุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -80°C เป็นอุณหภูมิในการแช่เยือกแข็งซึ่งทำให้ผลิตภัณฑ์มี % freezing loss, % thawing loss และ % weight loss ต่ำที่สุดและค่า hardness สูงที่สุด และค่าอุณหภูมิที่ส่งผลกระทบต่อค่า TBA พบว่าทั้ง 3 ตัวอย่าง ไม่แตกต่างกัน และพบว่าตัวอย่างที่แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -70°C มีคะแนนด้านสีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ กลิ่นหืน การเกาะติดของชิ้นเนื้อ และความเค็ม ไม่แตกต่างจากตัวอย่างที่แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -80°C และยังมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุดด้วย (ถึงแม้จะไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) แต่การแช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -80°C จะใช้ในโตรเจนเหลวในปริมาณสูงกว่าจึงทำให้ต้องเสียค่าใช้จ่ายด้านพลังงานมากกว่า ดังนั้นจึงคัดเลือกอุณหภูมิแช่เยือกแข็ง -70°C เป็นสภาวะในการแช่เยือกแข็งในการทดลองขั้นต่อไป

ช่วงที่ 2 เนื่องจากสมบัติบางประการของผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงที่ไม่สามารถเห็นได้ชัดเจนในระยะเวลาการเก็บสั้นๆ จึงติดตามทดสอบลักษณะข้างต้นต่อไป โดยทดลองการเก็บ 2 เดือน จะสุ่มตัวอย่างทุกๆ 2 สัปดาห์ มาหาค่า % weight loss, % thawing loss, ค่า TBA, วัตถุประสงค์ และเนื้อสัมผัส, ทดสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด, ทดสอบปริมาณ *Salmonella* และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ กลิ่นหืน การเกาะติดของชิ้นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความเค็มและทดสอบความชอบโดยรวม

จากการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ พบอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิและระยะเวลาในการเก็บต่อ % thawing loss, hardness และค่าสีแดงของเปลือกนอก โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น % thawing loss ค่าสีแดงของเปลือกนอกจะเพิ่มขึ้นและค่า hardness จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังตาราง 4.15-4.17

ศูนย์ถ่ายทอดพยากรณ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.15 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อ % thawing loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	% thawing loss ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	0.425 ^e ± 0.01
	2	0.500 ^d ± 0.01
	4	0.590 ^c ± 0.03
	6	0.715 ^b ± 0.03
	8	0.795 ^a ± 0.02
-70	0	0.335 ^g ± 0.01
	2	0.385 ^f ± 0.01
	4	0.435 ^e ± 0.02
	6	0.520 ^d ± 0.01
	8	0.620 ^c ± 0.01
-80	0	0.285 ^h ± 0.01
	2	0.360 ^g ± 0.01
	4	0.440 ^e ± 0.01
	6	0.540 ^d ± 0.02
	8	0.605 ^c ± 0.01

a, b, c ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรกำกับต่างกันในแถวตั้งเดียวกัน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (p ≤ 0.05)

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.16 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อค่า hardness ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	ค่า hardness (กรัม) ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	1,097.29 ^c ± 3.26
	2	917.45 ^{fg} ± 12.16
	4	864.30 ^{ghi} ± 22.63
	6	748.03 ^j ± 35.28
	8	697.26 ^k ± 2.42
-70	0	1,162.05 ^b ± 34.83
	2	1,006.30 ^{de} ± 5.27
	4	954.73 ^{ef} ± 25.14
	6	874.17 ^{ghi} ± 25.17
	8	829.56 ⁱ ± 42.41
-80	0	1,329.57 ^a ± 13.40
	2	1,033.19 ^d ± 22.25
	4	988.57 ^{de} ± 31.49
	6	851.46 ^{hi} ± 30.46
	8	891.03 ^{gh} ± 16.28

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

ตารางที่ 4.17 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อค่าสีแดง (a^*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง ($^{\circ}\text{C}$)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าสีแดง (a^*) ของเปลือกนอก \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	+9.08 ^{fg} \pm 0.13
	2	+9.14 ^{fg} \pm 0.25
	4	+9.28 ^{ef} \pm 0.36
	6	+10.75 ^{bc} \pm 0.57
	8	+11.83a ^a \pm 0.14
-70	0	+8.52 ^{ji} \pm 0.44
	2	+9.24 ^{ef} \pm 0.09
	4	+9.41 ^{ef} \pm 0.23
	6	+10.45 ^{bc} \pm 0.16
	8	+11.00 ^b \pm 0.30
-80	0	+7.96 ^l \pm 0.28
	2	+8.61 ^{hi} \pm 0.18
	4	+9.82 ^{de} \pm 0.07
	6	+10.23 ^{cd} \pm 0.16
	8	+10.63 ^{bc} \pm 0.01

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

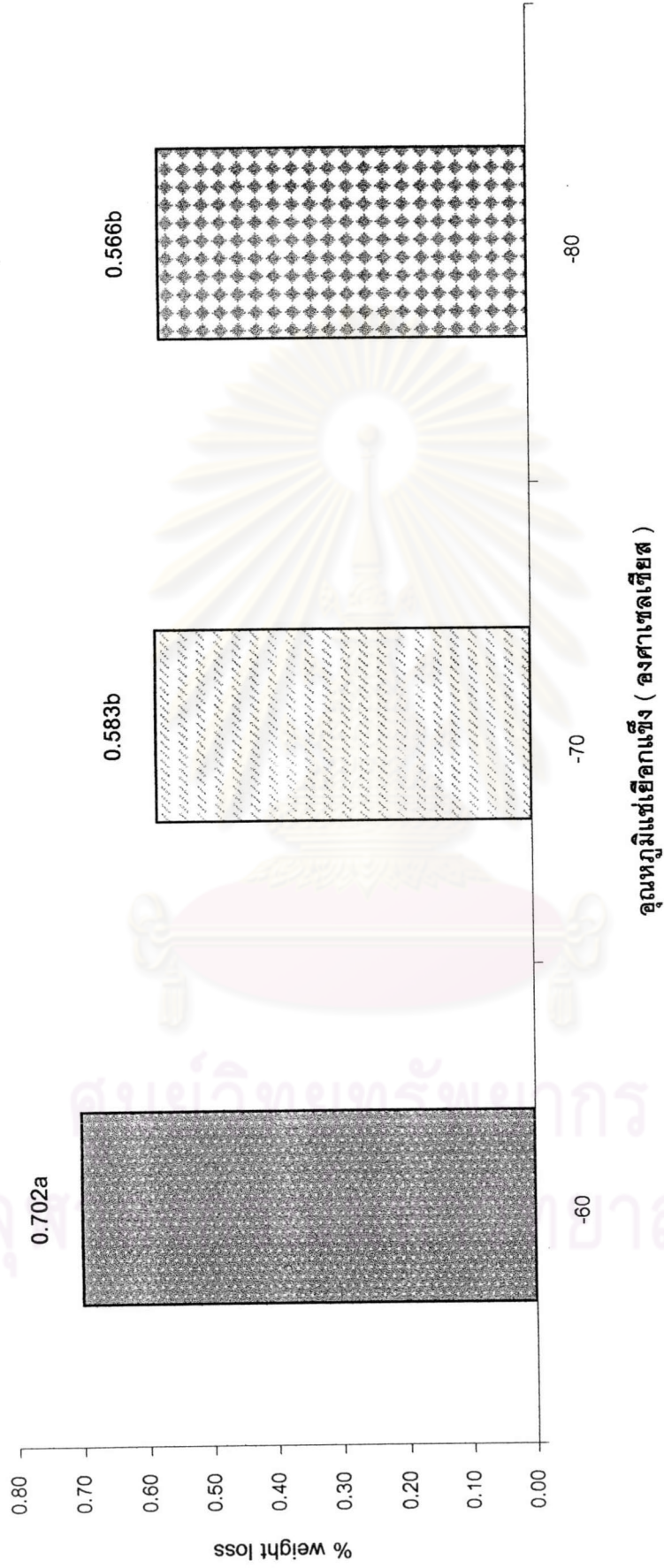
จากการวิเคราะห์ทางสถิติ ไม่พบอิทธิพลร่วมของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อ % weight loss, ค่า TBA, ค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกนอก และค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อใน ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่มีอิทธิพลต่อค่านี้นั้นๆ และพบว่าอุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีอิทธิพลต่อ % weight loss โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้นค่า % weight loss จะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.7) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น % weight loss จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 4.8) และ จากรูปที่

4.9 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บมีอิทธิพลต่อค่า TBA โดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นค่า TBA จะเพิ่มขึ้น และพบว่า ระยะเวลาในการเก็บมีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกนอก (รูปที่ 4.10 และ 4.11) โดยเมื่อระยะเวลาเพิ่มขึ้นค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลง

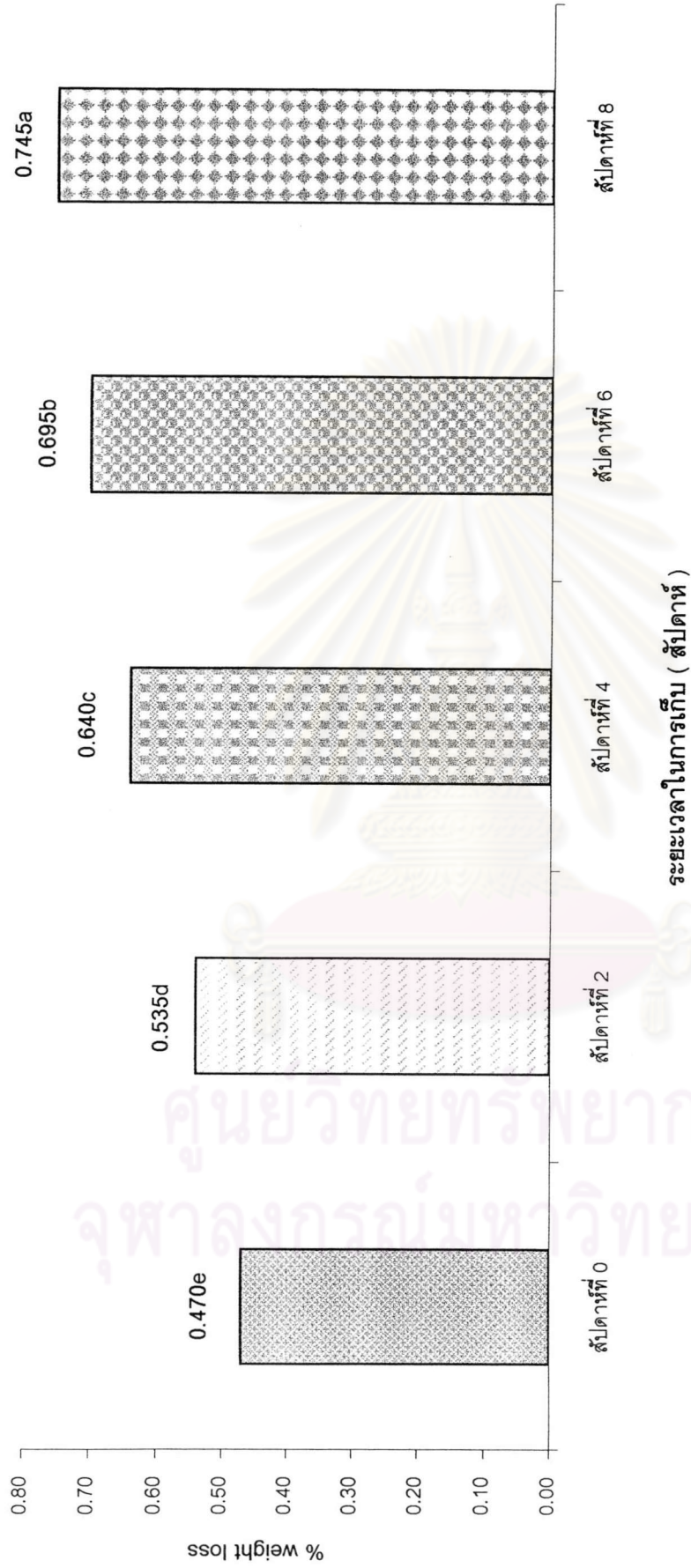
สำหรับสีของเนื้อในนั้น พบว่าระยะเวลาในการเก็บมีอิทธิพลต่อค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อใน โดยเมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้นค่าสีแดง (a^*) จะเพิ่มขึ้นและค่าสีเหลือง (b^*) จะลดลง (รูปที่ 4.12 และ 4.13) และยังพบว่าอุณหภูมิแช่เยือกแข็งมีอิทธิพลต่อค่าสีแดง (a^*) ของเนื้อใน โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งเพิ่มขึ้น ค่าสีแดง (a^*) จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ดังรูปที่ 4.14



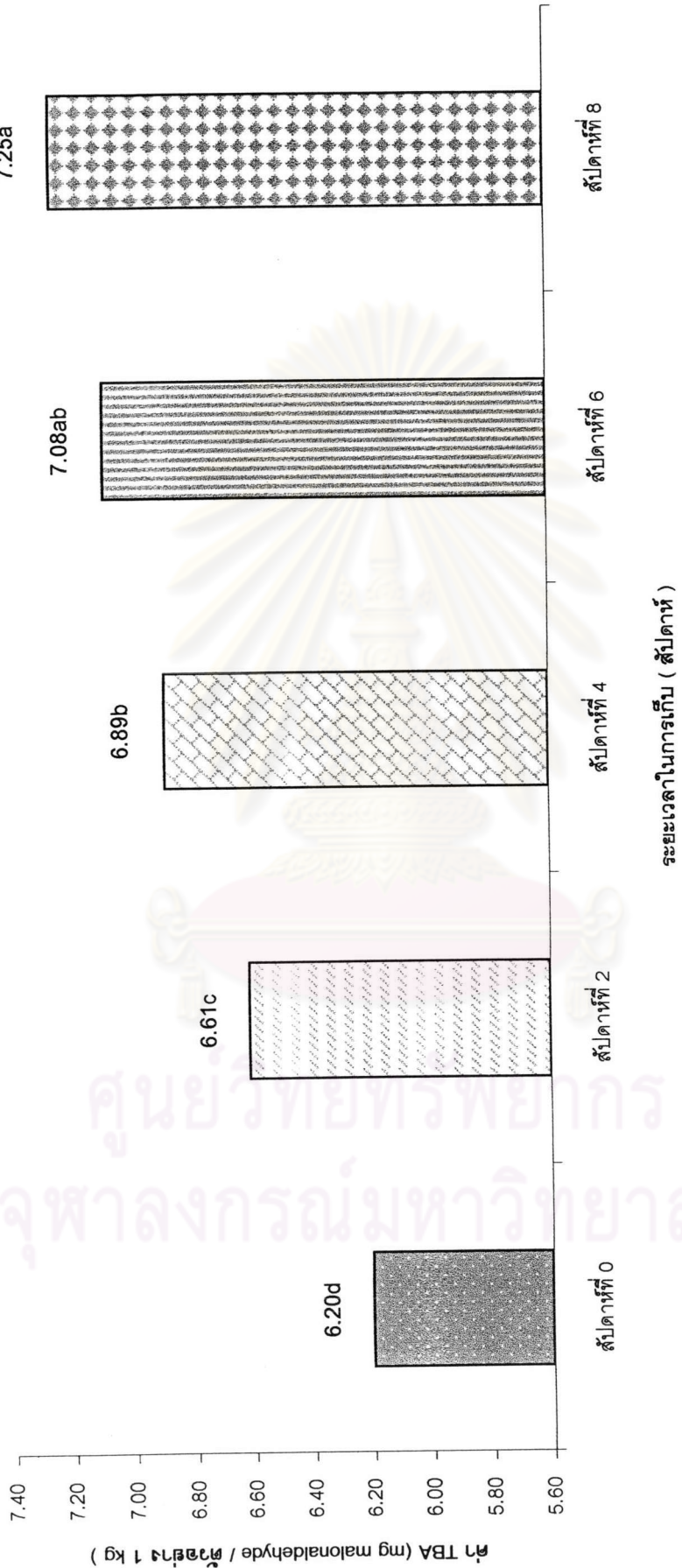
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



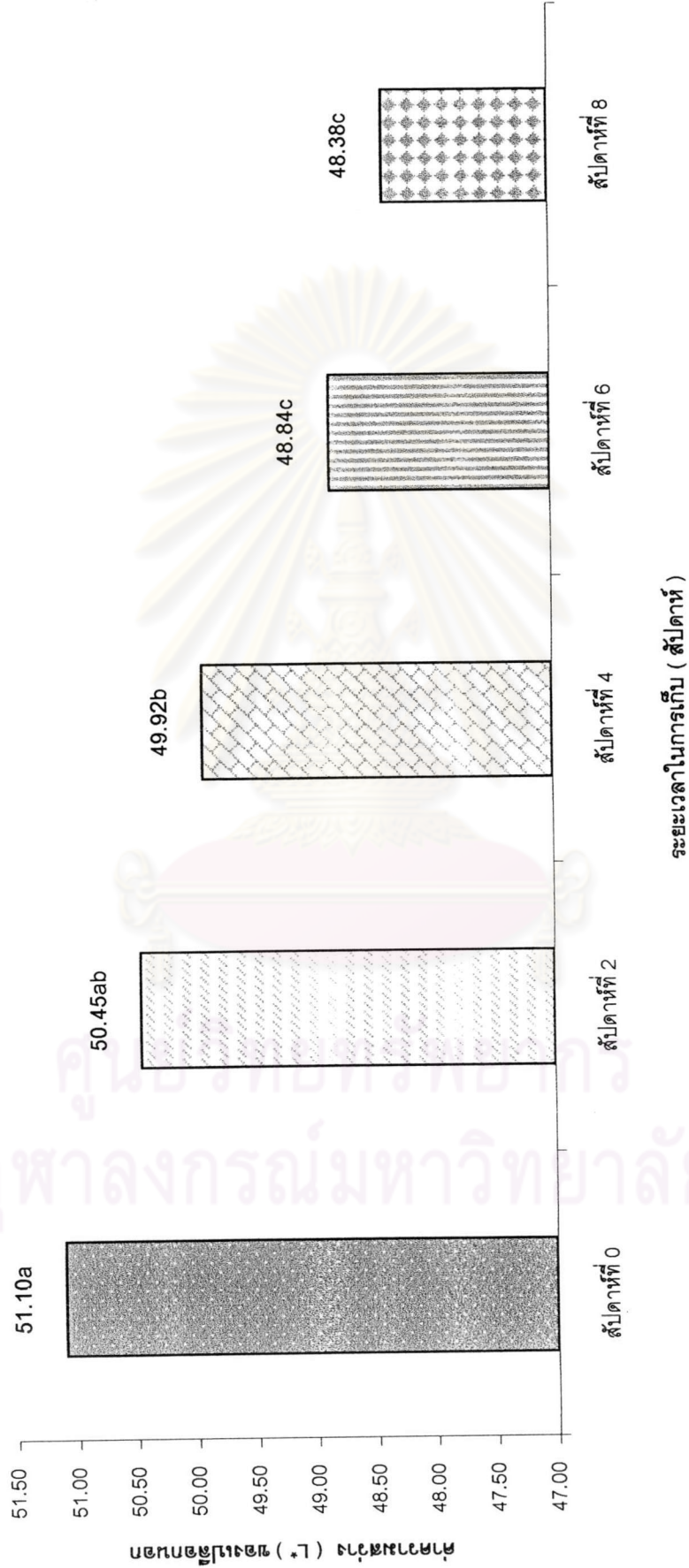
รูปที่ 4.7 ความสัมพันธ์ระหว่างคุณหมูมีแช่เยือกแข็งกับ % weight loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



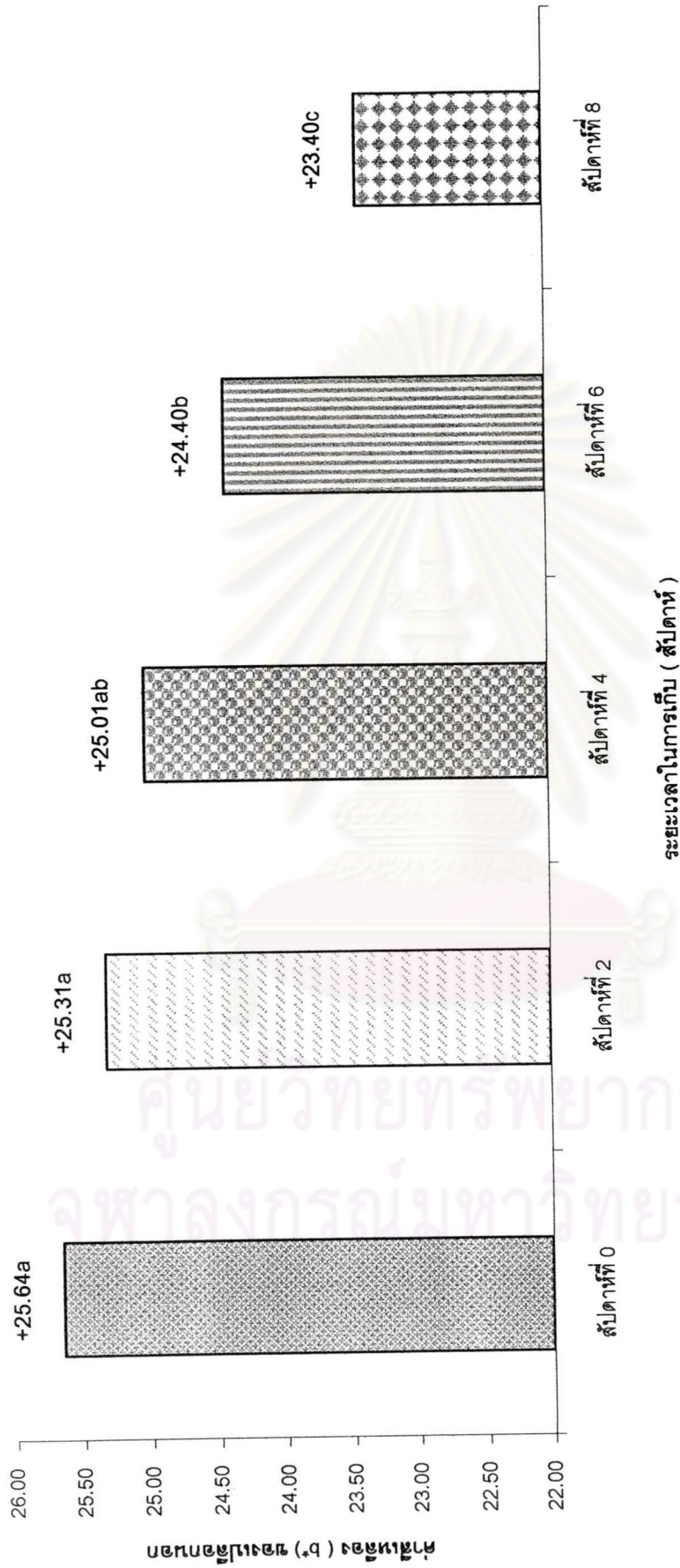
รูปที่ 4.8 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับ % weight loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



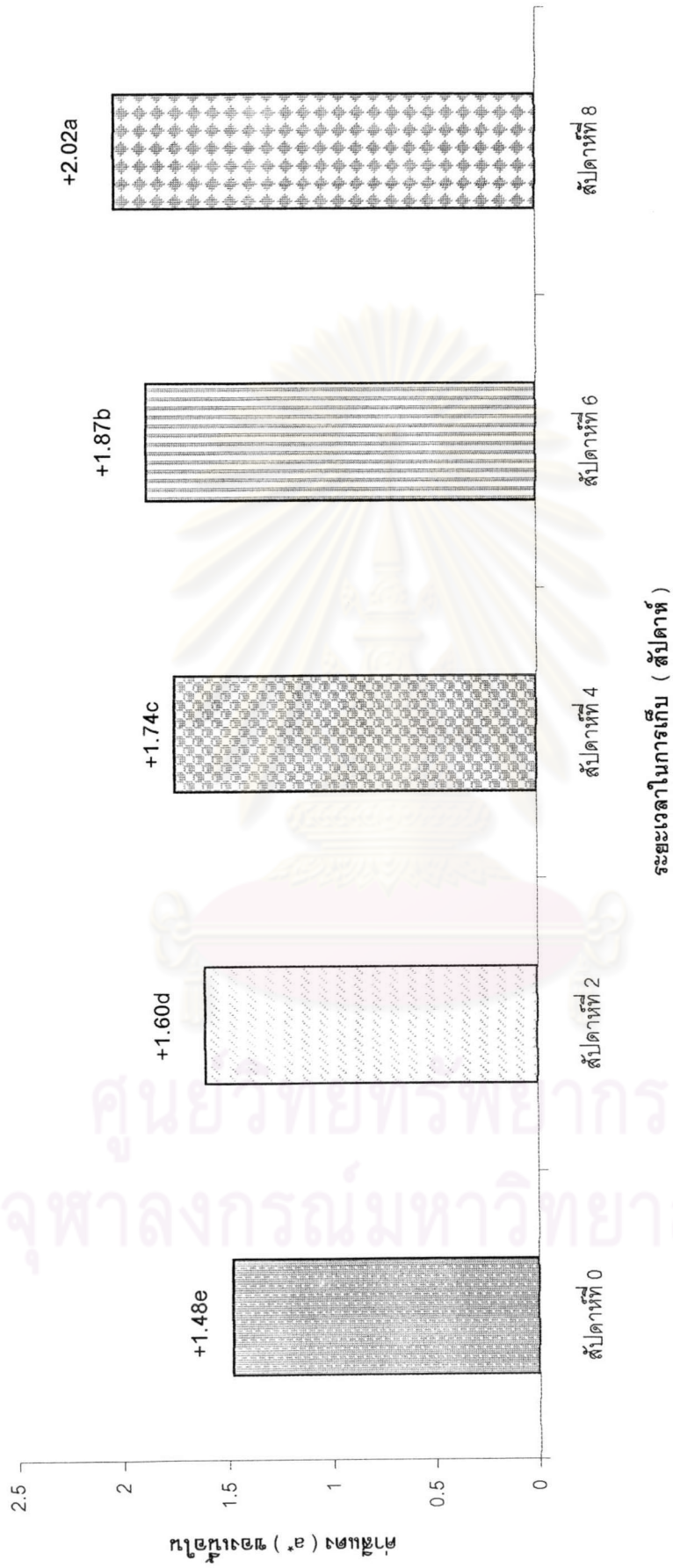
รูปที่ 4.9 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่า TBA ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



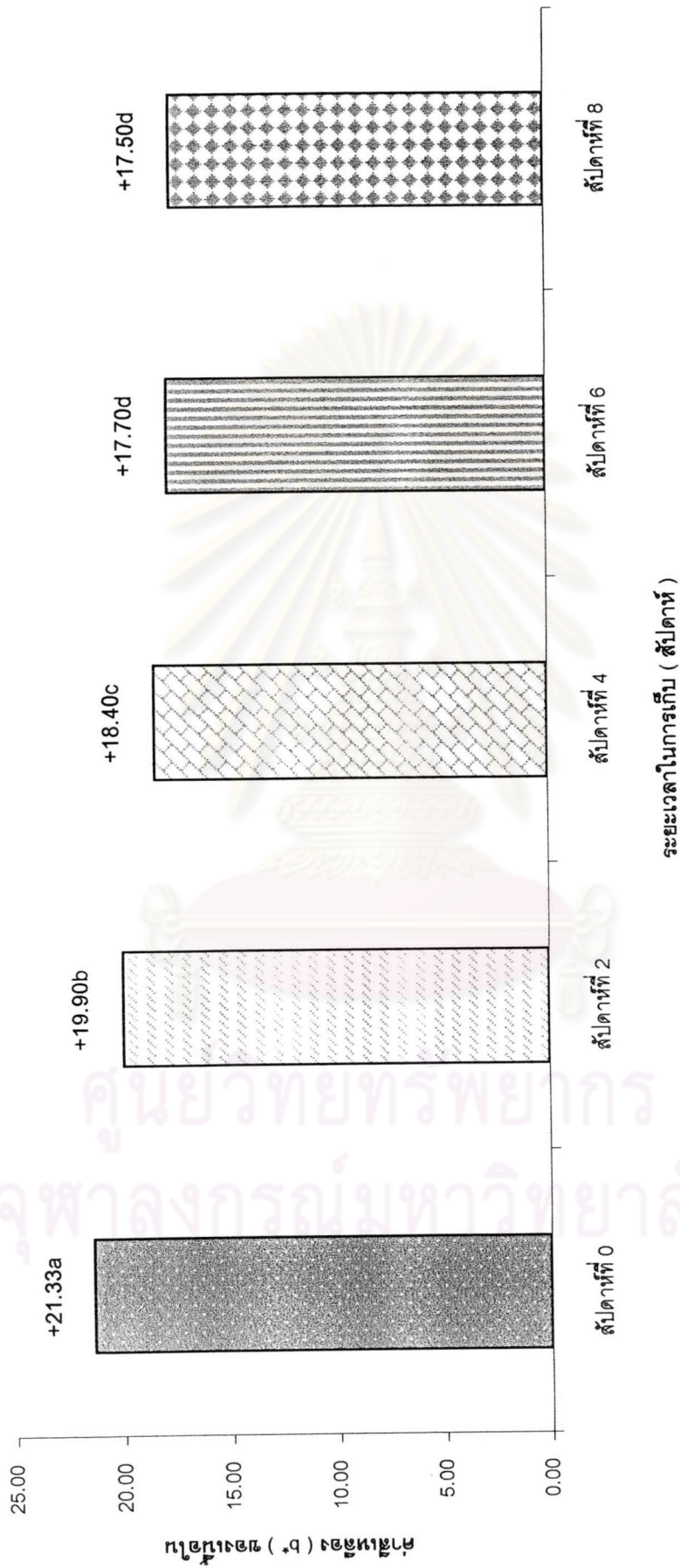
รูปที่ 4.10 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าความสว่าง (L*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



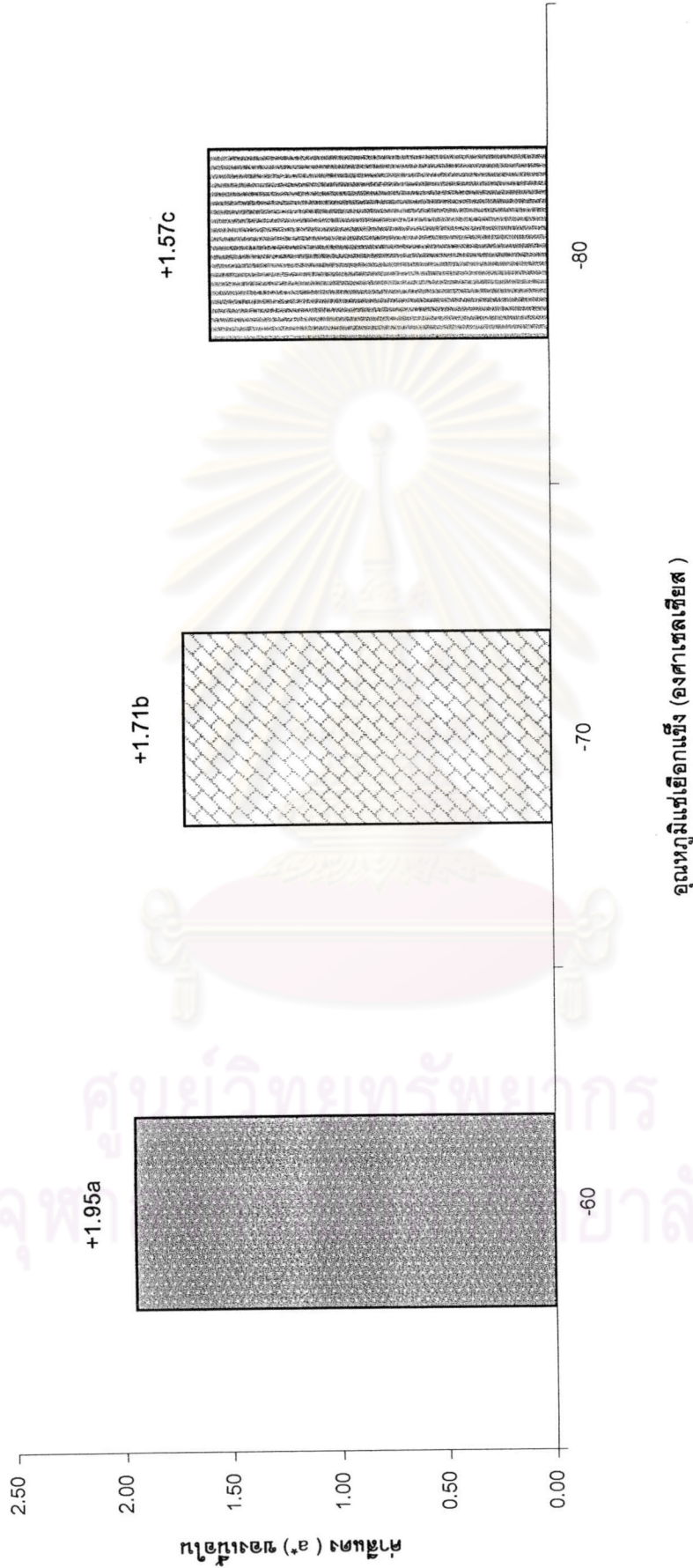
รูปที่ 4.11 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าสีเหลือง (b*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.12 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าสีแดง (a*) ของเนื้อใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.13 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อใน ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิไส้เยือกแข็งกับค่าสีแดง (a*) ของเนื้อใน chicken croquettes เป็นเวลา 8 สัปดาห์

สำหรับผลการทดสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดนั้นพบว่า มีจำนวน < 30 โคโลนี / กรัม ทุกอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและทุกระยะเวลาในการเก็บ และตรวจไม่พบ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ที่แช่เยือกแข็งในทุกอุณหภูมิ ตลอดระยะเวลา 8 สัปดาห์ จึงมิได้รายงานผลเป็นตารางไว้ในที่นี้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่า อุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อในและคะแนนด้านกลิ่นของเครื่องเทศ (ดังตารางที่ 4.18 และ 4.19) แต่ปัจจัยหลักดังกล่าวมีอิทธิพลร่วมต่อคะแนนด้านสีของเปลือกนอก ความเค็ม และความชอบโดยรวม โดยเมื่ออุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนสีของเปลือกนอกเข้มขึ้น ความเค็มลดลง และตัวอย่างที่แช่เยือกแข็งที่อุณหภูมิ -70°C จะมีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด (ดังตารางที่ 4.20-4.22) และไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านสีของเนื้อใน กลิ่นหืน การเกาะติดของชั้นเนื้อ และความชุ่มน้ำ ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดังกล่าว ดังแสดงใน รูปที่ 4.15-4.18 ซึ่งพบว่า เมื่ออุณหภูมิแช่เยือก-แข็งเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีสีของเนื้อใน และกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น การเกาะติดของชั้นและความชุ่มน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$) และ เมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีกลิ่นหืนเพิ่มขึ้น การเกาะติดของชั้นเนื้อและความชุ่มน้ำลดลง (ดังแสดงในรูป 4.19-4.21)

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.18 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง ($^{\circ}\text{C}$)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อใน ^{ns} \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	62.35 ± 0.03
	2	62.24 ± 0.12
	4	61.98 ± 0.46
	6	62.42 ± 0.18
	8	62.33 ± 0.57
-70	0	63.02 ± 0.41
	2	63.31 ± 0.59
	4	62.38 ± 0.76
	6	62.21 ± 0.94
	8	62.05 ± 0.29
-80	0	63.34 ± 0.06
	2	62.94 ± 0.28
	4	62.78 ± 0.64
	6	62.24 ± 0.39
	8	62.10 ± 0.21

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.19 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้าน
กลิ่นเครื่องเทศของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง
เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านกลิ่นเครื่องเทศ ^{ns} ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	6.51 ± 0.47
	2	6.45 ± 0.76
	4	6.13 ± 0.52
	6	6.16 ± 0.65
	8	5.95 ± 0.75
-70	0	6.45 ± 0.73
	2	6.29 ± 0.58
	4	6.35 ± 0.45
	6	6.48 ± 0.39
	8	6.17 ± 0.80
-80	0	6.49 ± 0.45
	2	6.46 ± 0.31
	4	6.36 ± 0.35
	6	6.17 ± 0.82
	8	6.59 ± 0.73

ns ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.20 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านสีของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านสีของเปลือกนอก ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	6.74 ^e ± 0.19
	2	7.36 ^b ± 0.17
	4	7.41 ^b ± 0.19
	6	7.32 ^b ± 0.21
	8	7.79 ^a ± 0.35
-70	0	6.59 ^f ± 0.21
	2	6.79 ^{de} ± 0.24
	4	6.92 ^d ± 0.29
	6	6.90 ^d ± 0.30
	8	7.12 ^c ± 0.27
-80	0	5.94 ^g ± 0.28
	2	6.48 ^f ± 0.31
	4	6.58 ^f ± 0.23
	6	6.84 ^{de} ± 0.31
	8	7.17 ^c ± 0.26

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

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.21 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านความเค็มของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านความเค็ม ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	6.30 ^{cdef} ± 0.26
	2	6.19 ^{ef} ± 0.23
	4	5.95 ^g ± 0.36
	6	6.00 ^g ± 0.28
	8	5.77 ^h ± 0.42
-70	0	6.44 ^{bc} ± 0.36
	2	6.38 ^{bcd} ± 0.26
	4	6.24 ^{def} ± 0.20
	6	6.25 ^{def} ± 0.19
	8	6.15 ^f ± 0.18
-80	0	6.91 ^a ± 0.25
	2	6.45 ^b ± 0.31
	4	6.31 ^{bcd} ± 0.19
	6	6.18 ^{ef} ± 0.16
	8	6.15 ^f ± 0.19

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

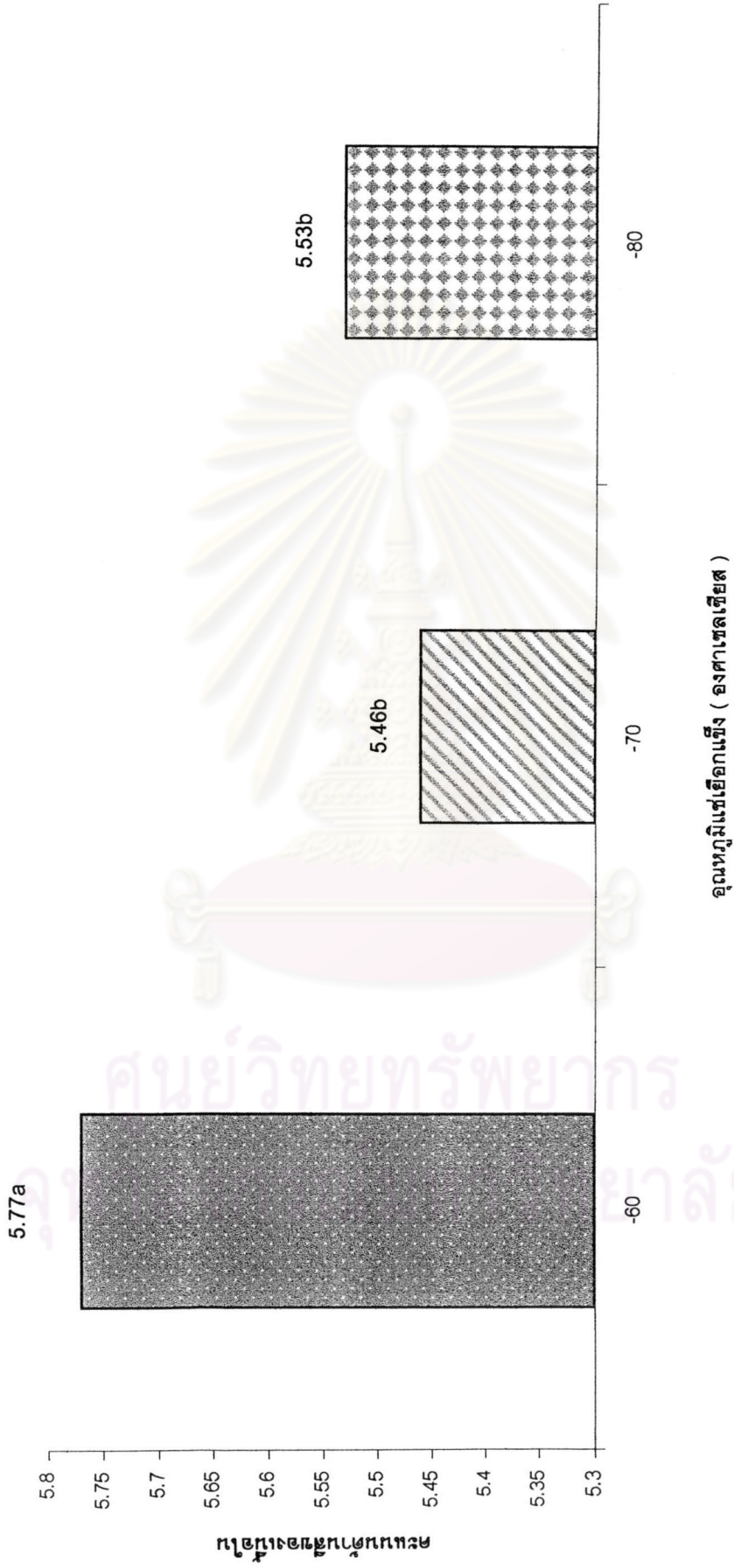
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 4.22 ผลของอุณหภูมิแช่เยือกแข็งและระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านความชอบโดยรวมของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

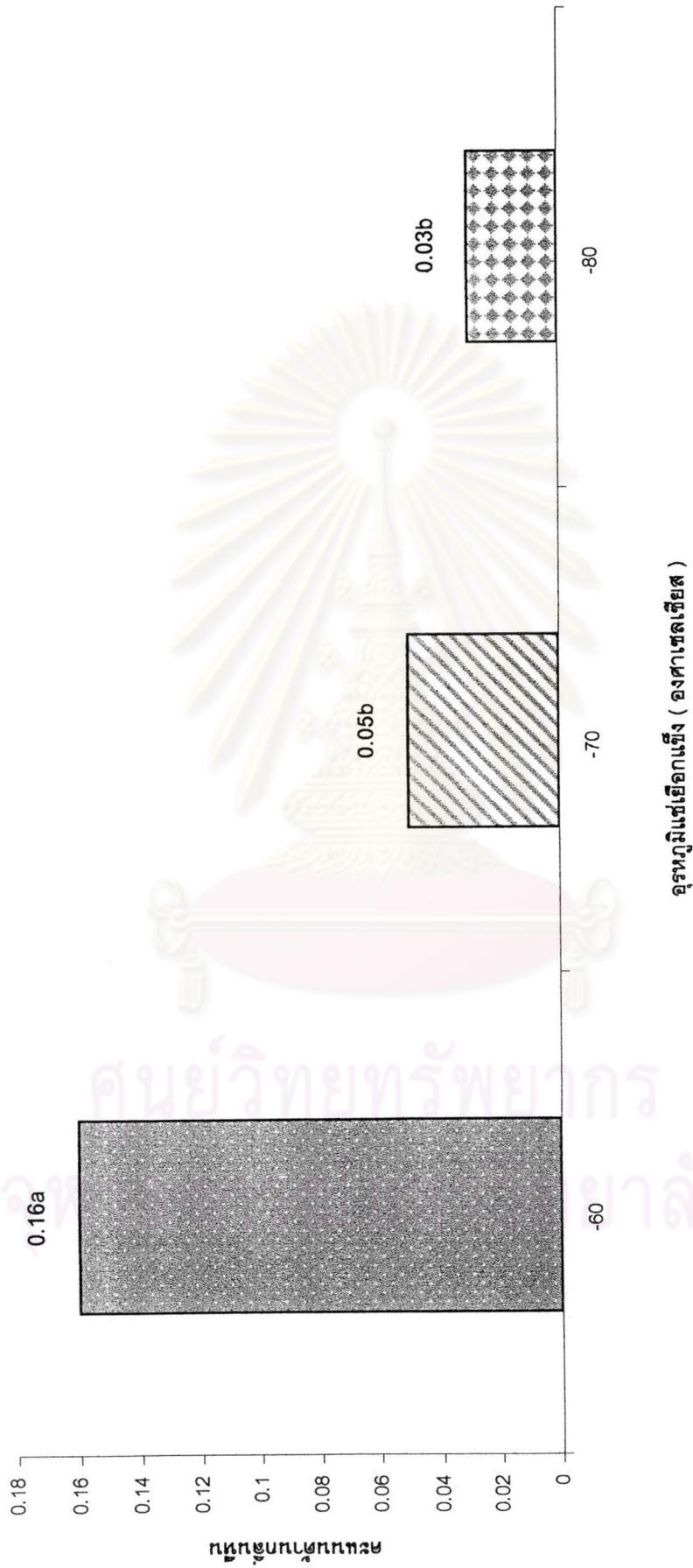
อุณหภูมิแช่เยือกแข็ง (°C)	ระยะเวลาในการเก็บ (สัปดาห์)	คะแนนด้านความชอบโดยรวม ± เบี่ยงเบนมาตรฐาน
-60	0	7.58 ^{cd} ± 0.72
	2	7.74 ^{bc} ± 0.46
	4	7.97 ^{ab} ± 0.32
	6	7.31 ^{de} ± 0.50
	8	7.28 ^e ± 0.29
-70	0	7.97 ^{ab} ± 0.55
	2	7.79 ^{bc} ± 0.70
	4	7.83 ^{abc} ± 0.46
	6	7.81 ^{bc} ± 0.44
	8	8.14 ^a ± 0.88
-80	0	7.78 ^{bc} ± 0.74
	2	7.66 ^{bc} ± 0.62
	4	7.90 ^{abc} ± 0.36
	6	7.87 ^{abc} ± 0.46
	8	7.85 ^{abc} ± 0.46

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

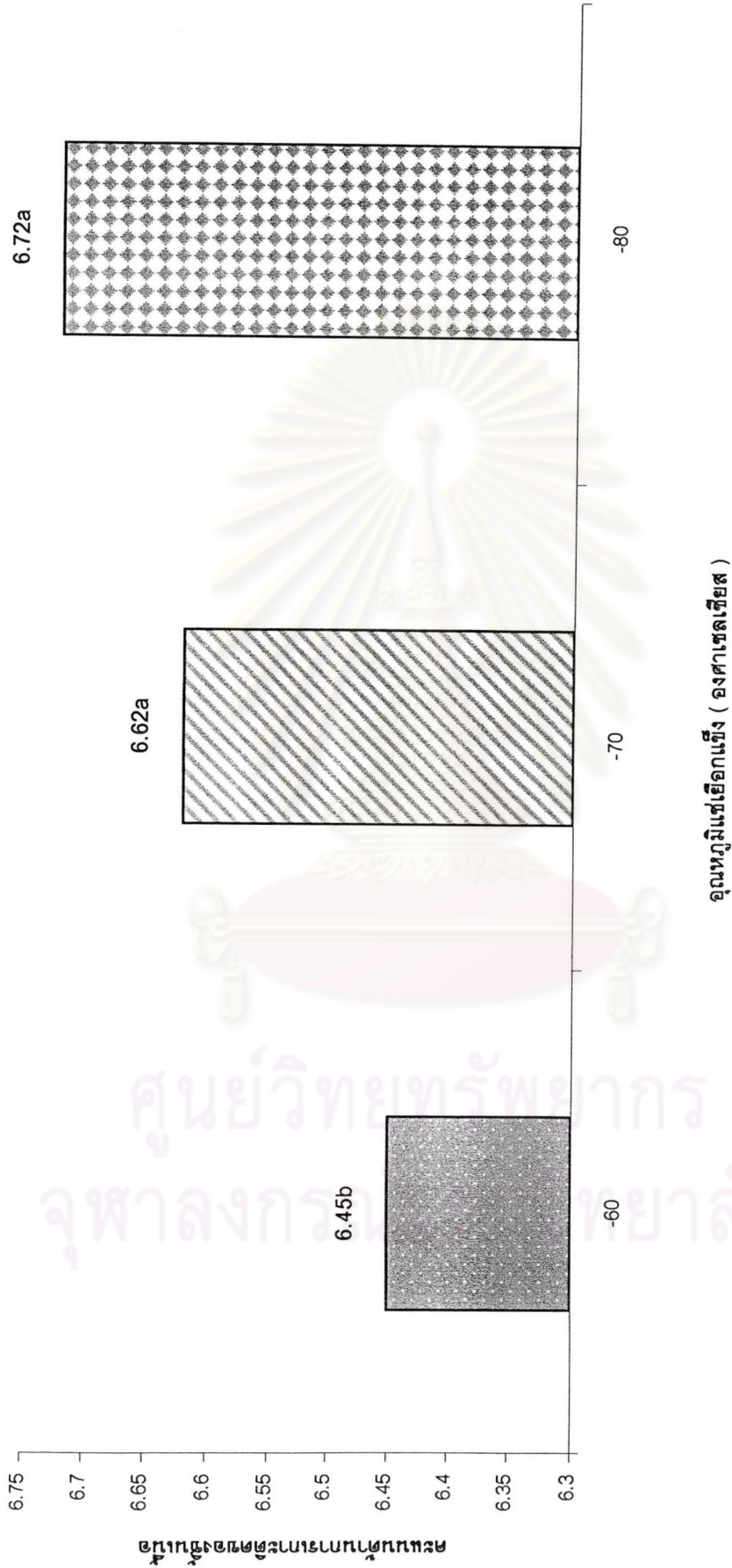
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านสีของเนื้อใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

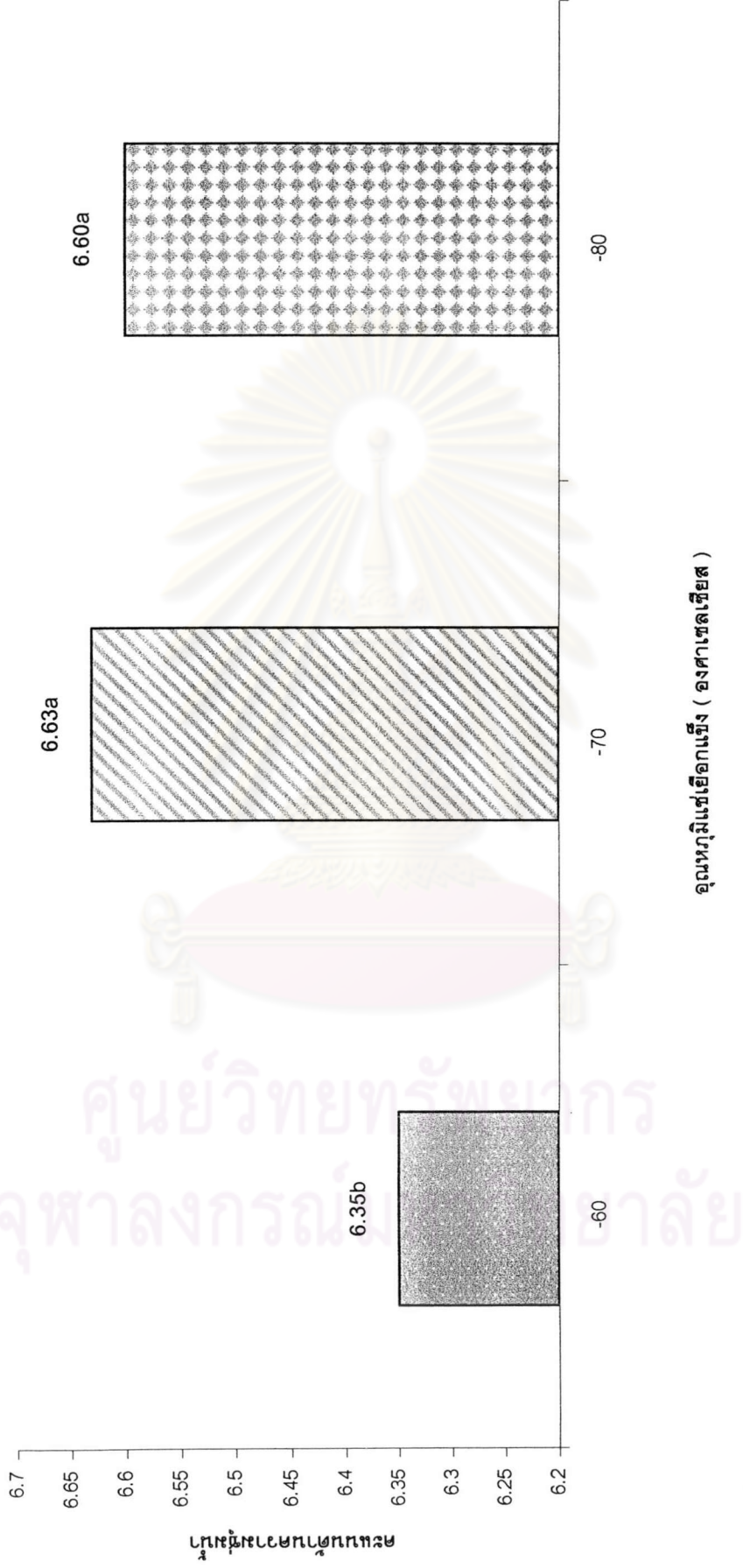


รูปที่ 4.16 แสดงความสัมพัทธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านกลิ่นหืนของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

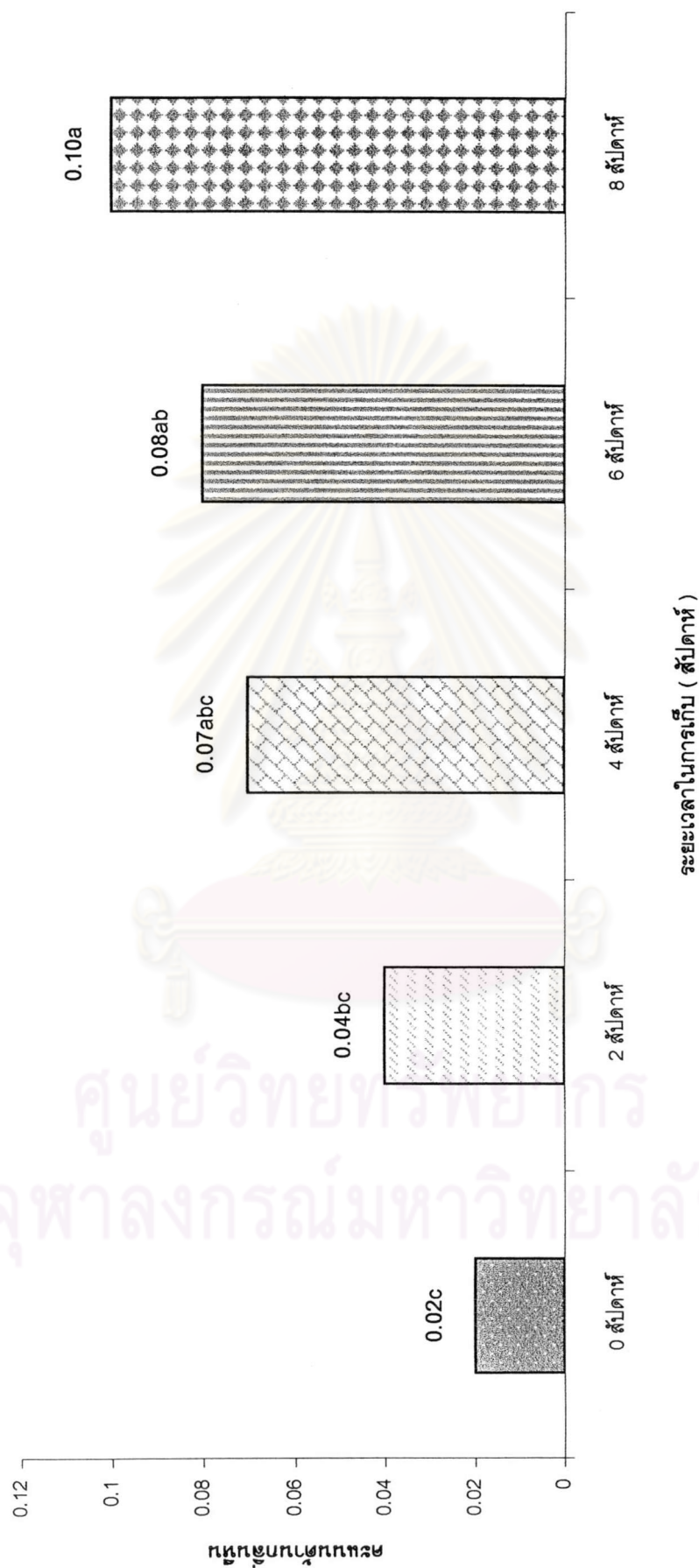


รูปที่ 4.17 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านการเกาะติดของชิ้นเนื้อของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

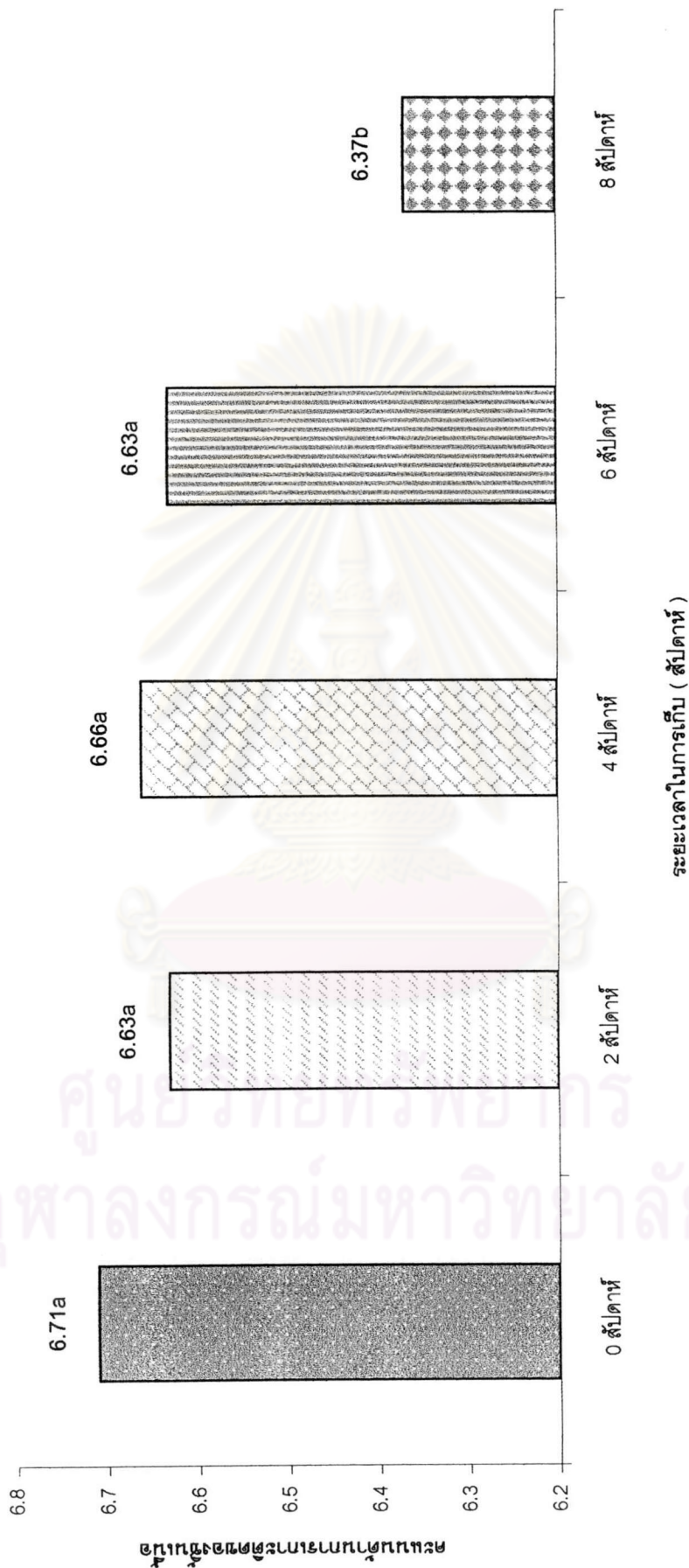
ศูนย์วิทยพัชวิทยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



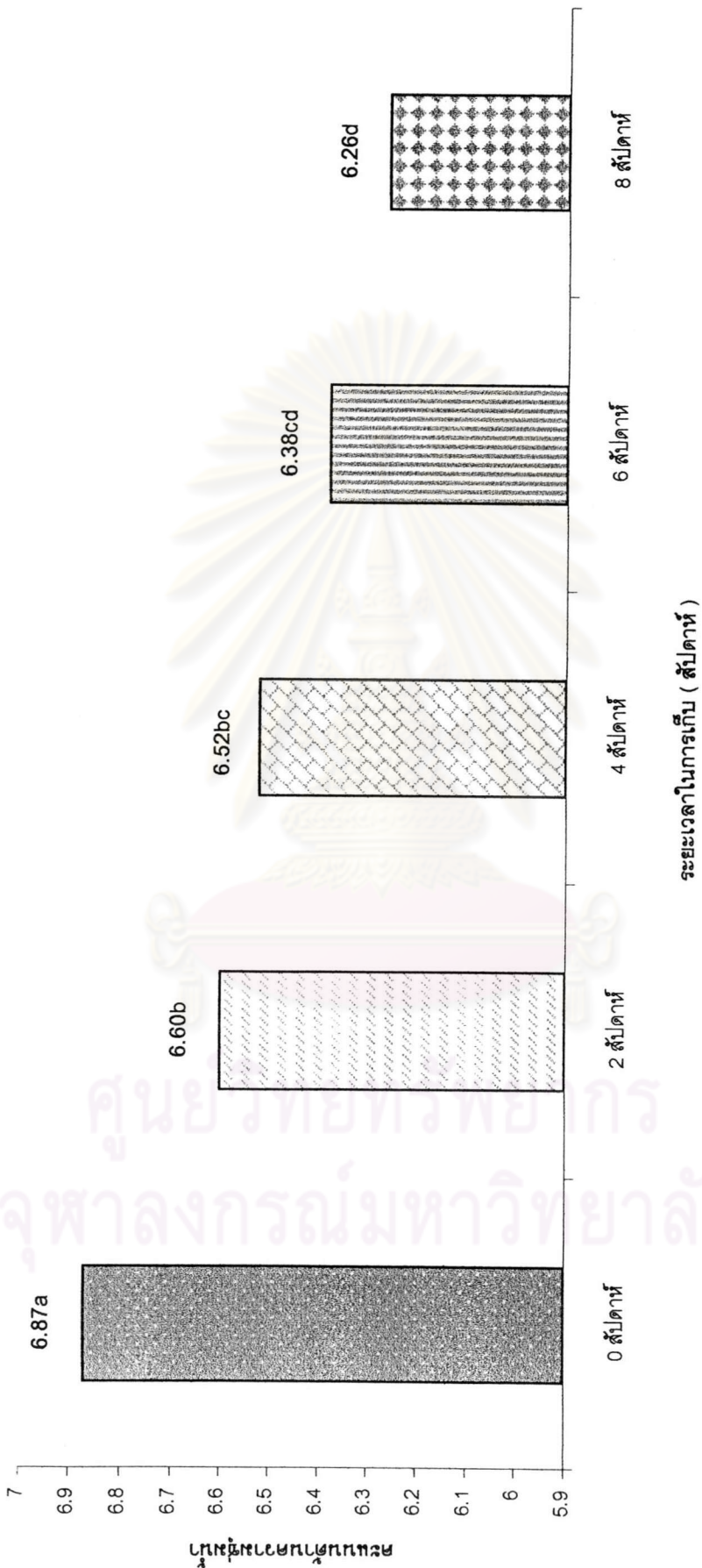
รูปที่ 4.18 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิแช่เยือกแข็งกับคะแนนด้านความชุ่มน้ำของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.19 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับคะแนนด้านกลิ่นหืนของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



รูปที่ 4.20 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บเก็บคะแนนด้านการเกาะติดของชิ้นเนื้อของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์



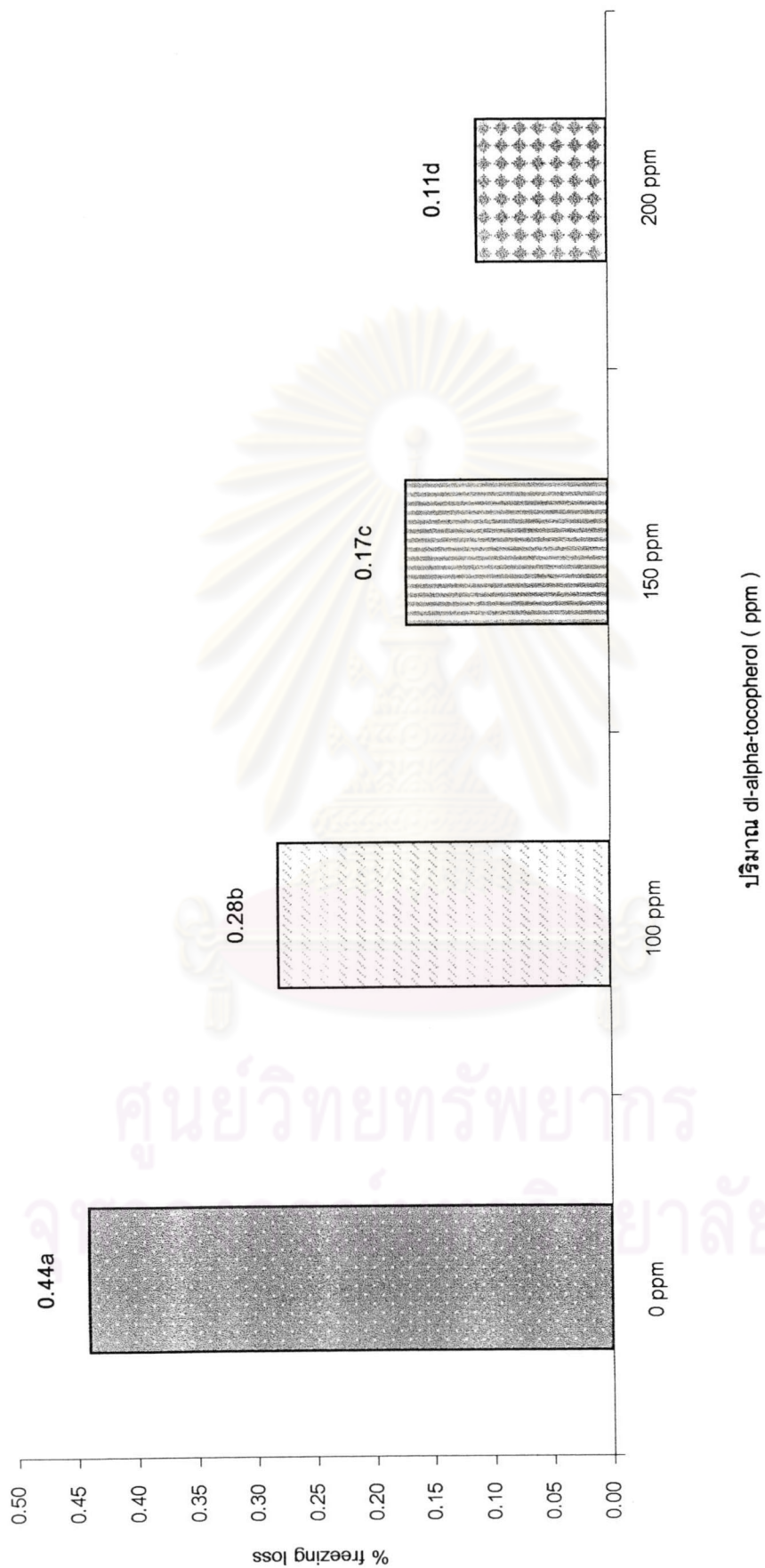
รูปที่ 4.21 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับคะแนนด้านความชุ่มน้ำของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 8 สัปดาห์

4.6 ศึกษาผลการเติม dl- α -tocopherol ต่อคุณภาพของ chicken croquettes

เติม dl- α -tocopherol 3 ระดับคือ 0, 100, 150 และ 200 ppm โดยน้ำหนักผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์และแช่เยือกแข็งผลิตภัณฑ์ตามสภาวะที่เลือกได้จากการทดลองขั้นที่ 4.5 คำนวณ % freezing loss บรรจุและปิดผนึกแบบสุญญากาศและสุ่มตัวอย่างมาทดสอบทุกเดือนเป็นเวลา 4 เดือน โดยหาค่า % weight loss, % thawing loss, ค่า TBA, วัตสีและเนื้อสัมผัส ทดสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมดและ *Salmonella* ประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสีของเปลือกนอก สีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ กลิ่นหืน การเกาะติดของชั้นเนื้อ ความชุ่มน้ำ ความเค็ม และทดสอบความชอบโดยรวม และได้ผลทดลองดังต่อไปนี้

ปริมาณ dl- α -tocopherol มีอิทธิพลต่อ % freezing loss โดยเมื่อใช้ปริมาณเพิ่มขึ้น % freezing loss จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังรูปที่ 4.22

จากตารางที่ 4.23-4.26 พบอิทธิพลร่วมระหว่างปริมาณ dl- α -tocopherol กับระยะเวลาในการเก็บต่อ ค่า TBA, % weight loss, % thawing loss และค่าสีแดง (a^*) ของเนื้อใน โดยพบว่าเมื่อปริมาณ dl- α -tocopherol ลดลงและเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ค่าดังกล่าวจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)



รูปที่ 4.22 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ di-alpha-tocopherol กับ % freezing loss

ตารางที่ 4.23 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อค่า TBA ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α -tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	ค่า TBA \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน (mg malonaldehyde / ตัวอย่าง 1 kg)
0	0	6.80 ^g \pm 0.07
	1	7.20 ^e \pm 0.03
	2	7.51 ^{cd} \pm 0.07
	3	7.64 ^{bc} \pm 0.06
	4	7.87 ^a \pm 0.08
100	0	6.31 ^{ij} \pm 0.08
	1	6.50 ^h \pm 0.06
	2	7.10 ^e \pm 0.00
	3	7.41 ^d \pm 0.08
	4	7.70 ^b \pm 0.09
150	0	6.31 ^{ij} \pm 0.01
	1	6.46 ^{hi} \pm 0.11
	2	7.03 ^{ef} \pm 0.08
	3	7.38 ^d \pm 0.13
	4	7.67 ^{bc} \pm 0.13
200	0	6.08 ^k \pm 0.04
	1	6.19 ^k \pm 0.04
	2	6.59 ^h \pm 0.04
	3	6.60 ^h \pm 0.09
	4	6.88 ^{fg} \pm 0.07

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

ตารางที่ 4.24 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อ % weight loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α - tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	% weight loss \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	0.420 ^g \pm 0.03
	1	0.585 ^e \pm 0.01
	2	0.680 ^{cd} \pm 0.01
	3	0.825 ^b \pm 0.02
	4	0.920 ^a \pm 0.01
100	0	0.260 ^h \pm 0.01
	1	0.390 ^{gh} \pm 0.04
	2	0.520 ^f \pm 0.04
	3	0.640 ^d \pm 0.01
	4	0.715 ^c \pm 0.01
150	0	0.150 ^l \pm 0.01
	1	0.295 ⁱ \pm 0.01
	2	0.390 ^{gh} \pm 0.03
	3	0.535 ^f \pm 0.02
	4	0.590 ^e \pm 0.00
200	0	0.100 ^m \pm 0.01
	1	0.200 ^k \pm 0.01
	2	0.240 ^{jk} \pm 0.00
	3	0.285 ^{ij} \pm 0.03
	4	0.350 ^h \pm 0.01

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

ตารางที่ 4.25 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อ % thawing loss ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α - tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	% thawing loss \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	0.300 ^g \pm 0.03
	1	0.515 ^{de} \pm 0.04
	2	0.665 ^c \pm 0.02
	3	0.770 ^b \pm 0.08
	4	0.890 ^a \pm 0.03
100	0	0.235 ^{gh} \pm 0.01
	1	0.340 ^f \pm 0.03
	2	0.450 ^e \pm 0.04
	3	0.550 ^d \pm 0.03
	4	0.675 ^c \pm 0.06
150	0	0.165 ^{hi} \pm 0.01
	1	0.230 ^{gh} \pm 0.01
	2	0.355 ^f \pm 0.05
	3	0.480 ^{de} \pm 0.01
	4	0.555 ^d \pm 0.01
200	0	0.120 ⁱ \pm 0.01
	1	0.180 ^{hi} \pm 0.01
	2	0.240 ^{gh} \pm 0.01
	3	0.320 ^f \pm 0.01
	4	0.440 ^e \pm 0.02

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

ตารางที่ 4.26 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้อใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α - tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	ค่าสีแดง (a*) ของเนื้อใน \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	+1.51 ^{gh} \pm 0.11
	1	+1.71 ^e \pm 0.07
	2	+1.90 ^{cd} \pm 0.01
	3	+2.09 ^b \pm 0.07
	4	+2.38 ^a \pm 0.04
100	0	+1.52 ^{gh} \pm 0.12
	1	+1.69 ^e \pm 0.0
	2	+1.78 ^{de} \pm 0.04
	3	+1.88 ^{cd} \pm 0.04
	4	+1.95 ^c \pm 0.01
150	0	+1.41 ^{hi} \pm 0.00
	1	+1.66 ^{ef} \pm 0.01
	2	+1.72 ^e \pm 0.08
	3	+1.89 ^{cd} \pm 0.04
	4	+1.34 ⁱ \pm 0.04
200	0	+1.47 ^{gh} \pm 0.02
	1	+1.53 ^{gh} \pm .03
	2	+1.54 ^{fg} \pm 0.03
	3	+1.66 ^{ef} \pm 0.05
	4	+1.73 ^e \pm 0.03

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

อิทธิพลร่วมของปริมาณ dl- α -tocopherol กับระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อค่า hardness ค่าความสว่าง (L^*) ค่าสีแดง (a^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกนอก และค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีเหลือง (b^*) ของเนื้อใน ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะอิทธิพลของปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดังกล่าว ซึ่งพบว่า เมื่อปริมาณ dl- α -tocopherol เพิ่มขึ้น ค่า hardness จะเพิ่มขึ้น (รูปที่ 4.23) และเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ค่า hardness จะลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) (รูปที่ 4.24)

จากรูปที่ 4.25-4.26 พบว่าปริมาณ dl- α -tocopherol มีอิทธิพลต่อค่าความสว่าง (L^*) และค่าสีแดง (a^*) ของเปลือกนอก โดยเมื่อปริมาณ dl- α -tocopherol เพิ่มขึ้น ค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้น และค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

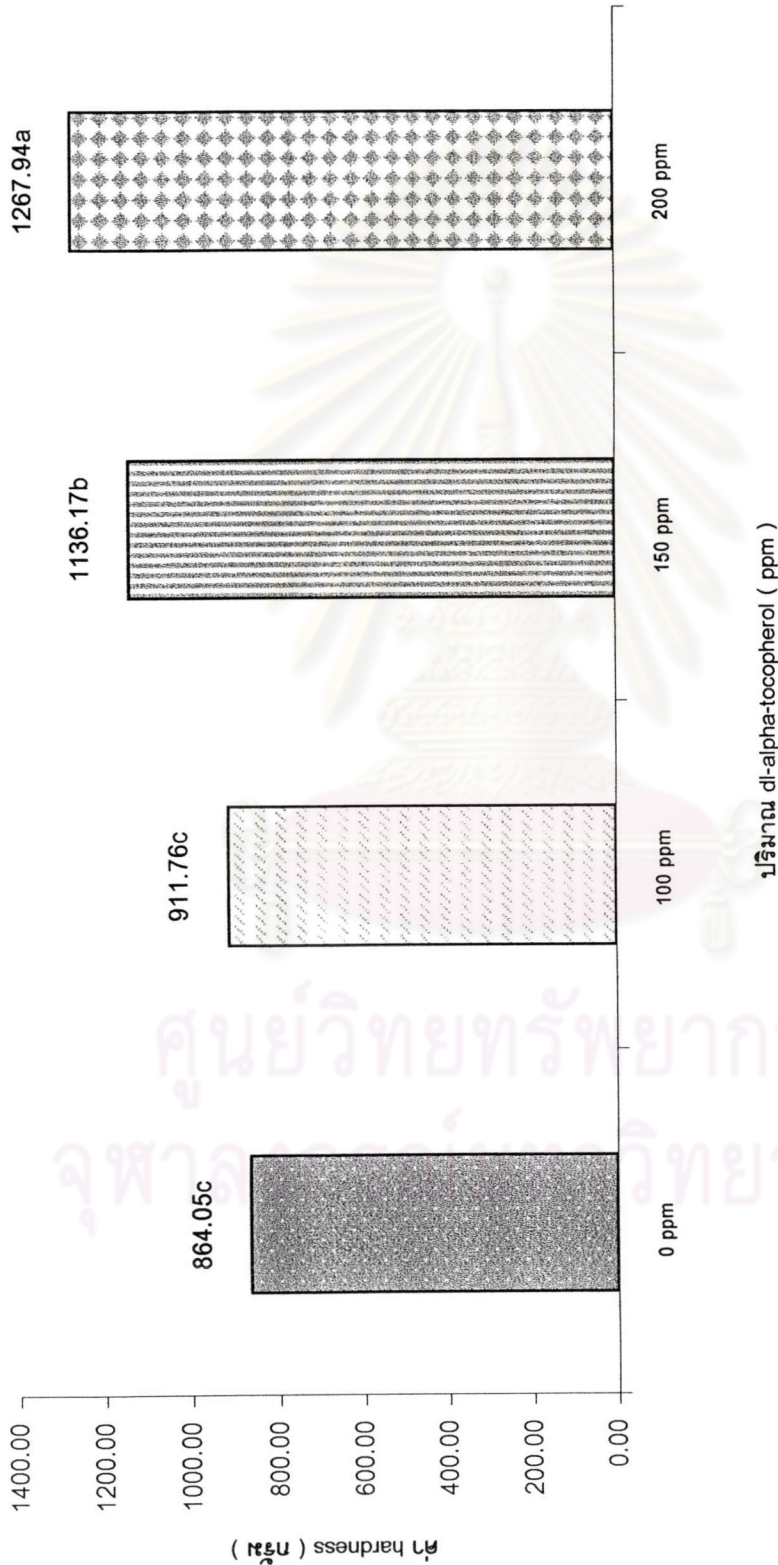
จากรูปที่ 4.27-4.31 พบว่า ระยะเวลาในการเก็บมีอิทธิพลต่อค่าสีแดง (a^*) ของเปลือกนอก ค่าความสว่าง (L^*) ของเปลือกนอกและเนื้อในและค่าสีเหลือง (b^*) ของเปลือกนอกและเนื้อใน โดย เมื่อเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ค่าสีแดงของเปลือกนอกจะเพิ่มขึ้น ในขณะที่ ค่าความสว่างและค่าสีเหลืองของทั้งเปลือกนอกและเนื้อในลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$)

จากการทดสอบปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด และ *Salmonella* พบว่ามีแบคทีเรียทั้งหมด < 30 โคโลนี / กรัม และไม่พบ *Salmonella* ในผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็งตลอดระยะเวลา 4 เดือน จึงมิได้รายงานผลเป็นตารางไว้ในที่นี้

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าปริมาณ dl- α -tocopherol กับระยะเวลาในการเก็บไม่มีอิทธิพลร่วมต่อคะแนนความชอบโดยรวม (ตารางที่ 4.27) แต่พบอิทธิพลร่วมระหว่างปัจจัยทั้งสองต่อคะแนนด้านสีของเนื้อใน กลิ่นของเครื่องเทศ และความเค็ม โดยเมื่อปริมาณ tocopherol ลดลงและระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีสีของเนื้อในเข้มขึ้น กลิ่นเครื่องเทศและความเค็มลดลง ดังแสดงในตารางที่ 4.28-4.30

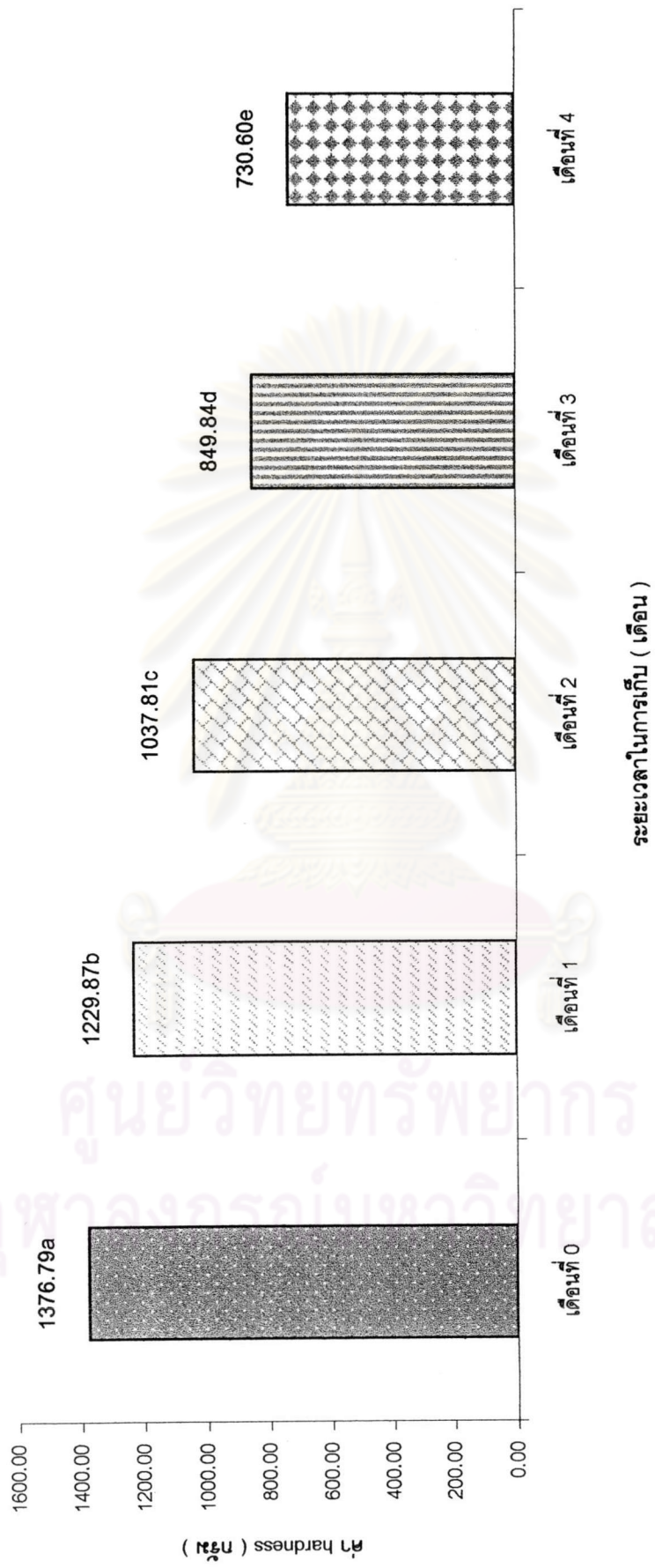
อิทธิพลร่วมของปริมาณ dl- α -tocopherol กับระยะเวลาในการเก็บไม่มีผลต่อคะแนนด้านสีของเปลือกนอก กลิ่นหืน การเกาะติดของชั้นเนื้อ และความชุ่มน้ำ ดังนั้นจึงแยกพิจารณาเฉพาะปัจจัยหลักที่มีผลต่อค่าดังกล่าว

จากรูปที่ 4.32-4.34 พบว่า เมื่อปริมาณ dl- α -tocopherol เพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนสีของเปลือกนอกที่เข้มน้อยลง กลิ่นหืนลดลง และมีความชุ่มน้ำมากขึ้น และพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บเพิ่มขึ้น ผลิตภัณฑ์จะมีคะแนนสีของเปลือกนอกเข้มขึ้น มีกลิ่นหืนเพิ่มมากขึ้น และมีการเกาะติดของชั้นเนื้อน้อยลง (ดังแสดงในรูป 4.35-4.37)

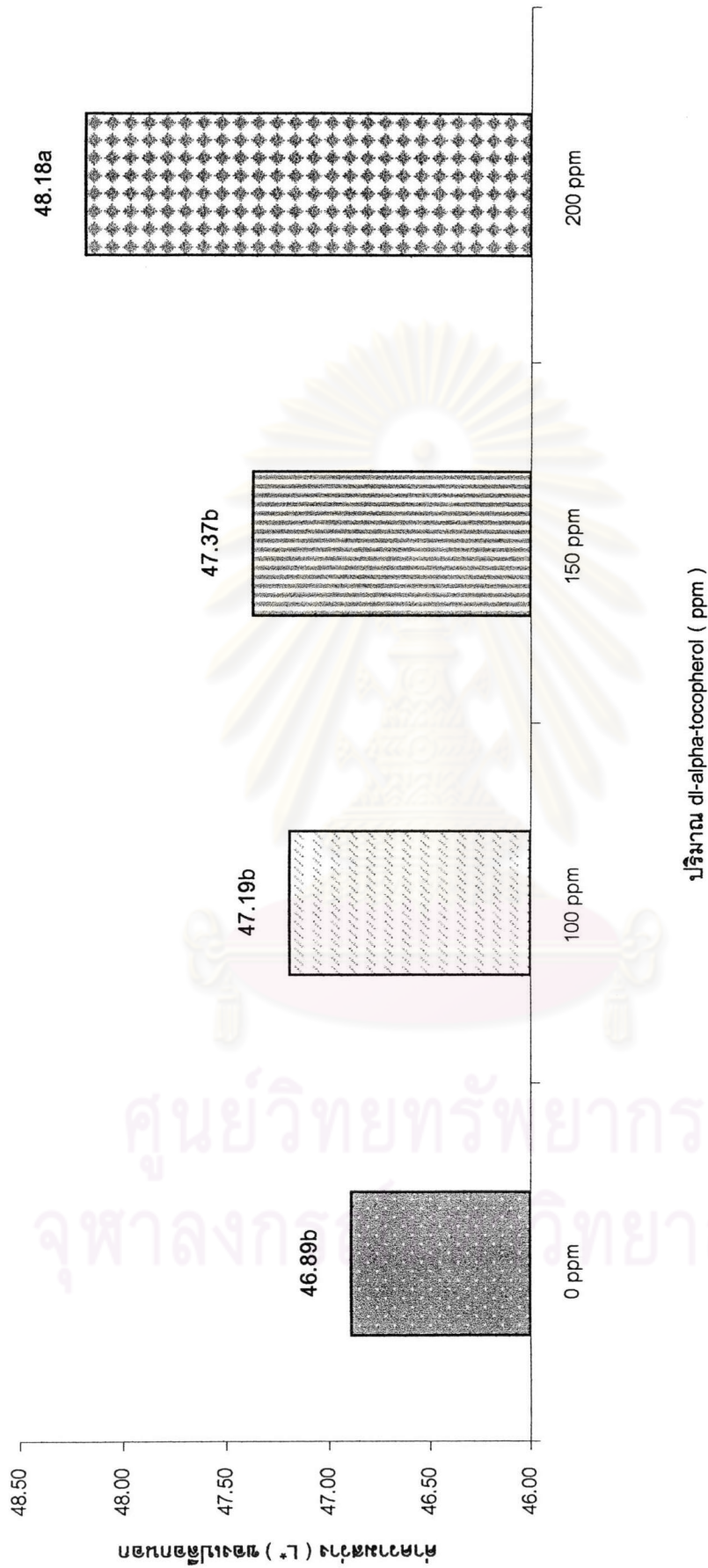


รูปที่ 4.23 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ di-alpha-tocopherol กับ ค่า hardness ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

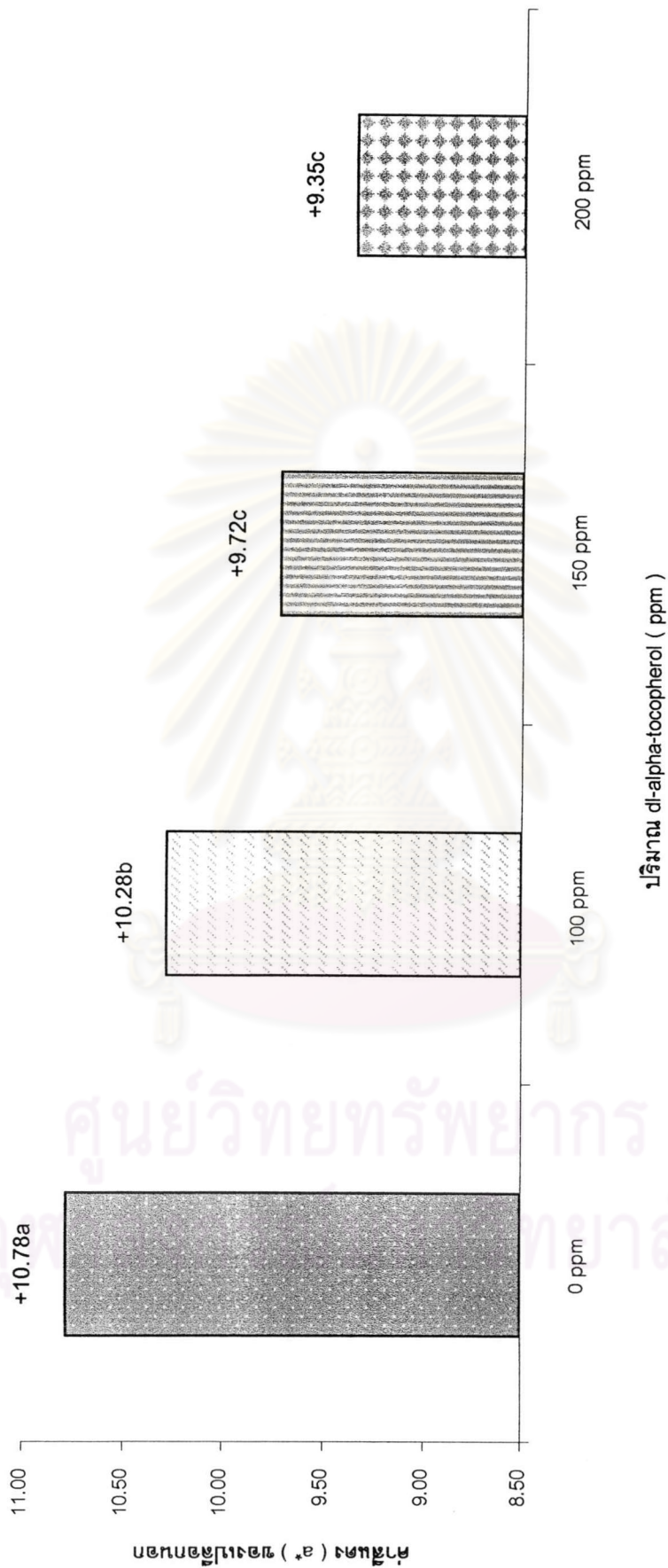
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.24 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่า hardness ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

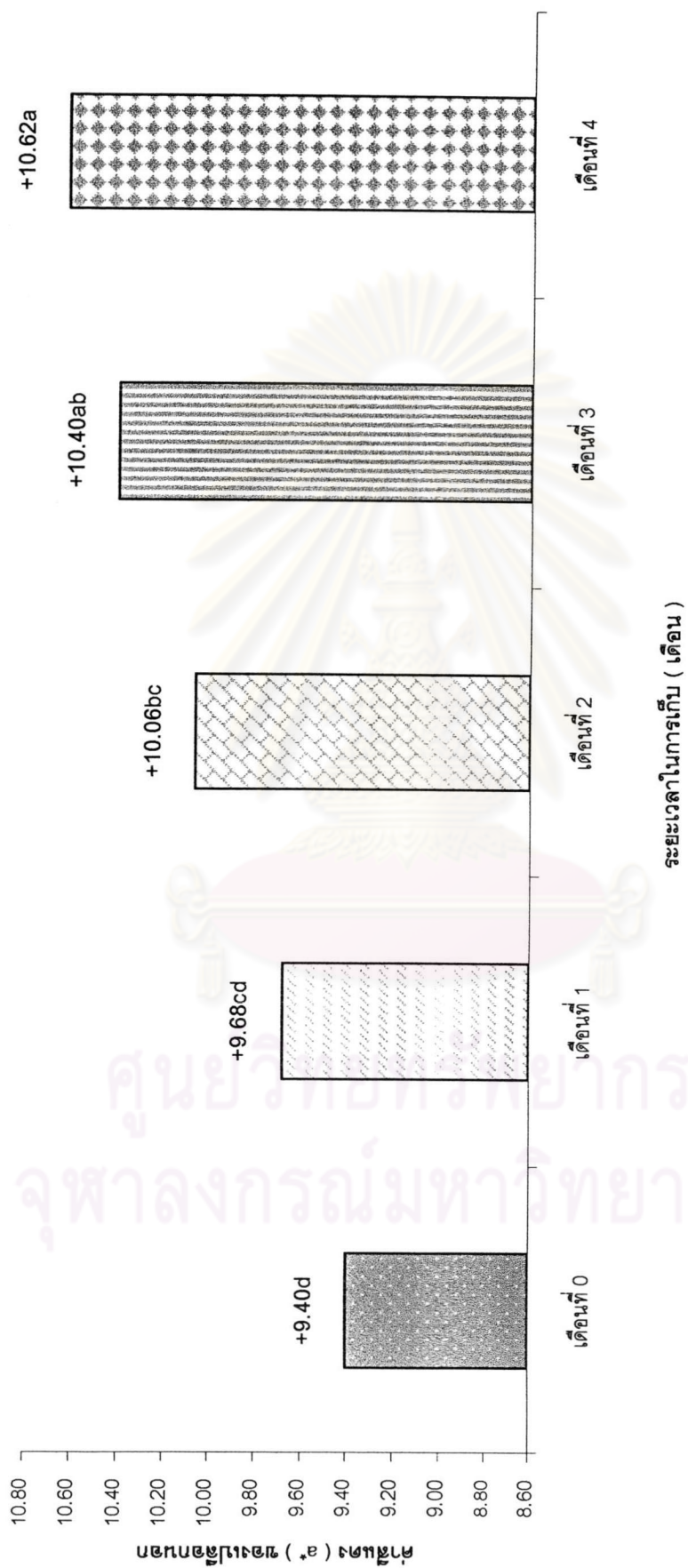


รูปที่ 4.25 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ dl-alpha-tocopherol กับค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

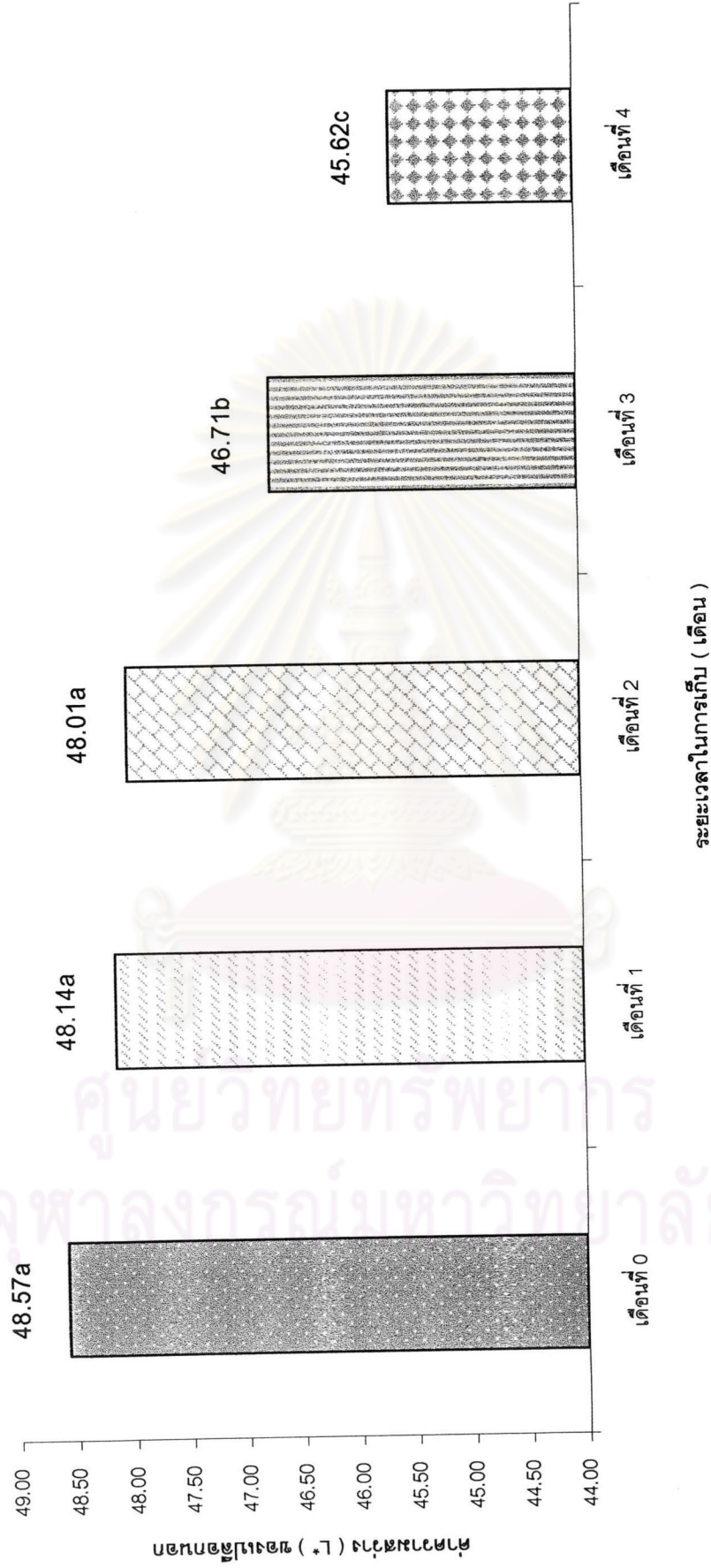


ปริมาณ dl-alpha-tocopherol (ppm)

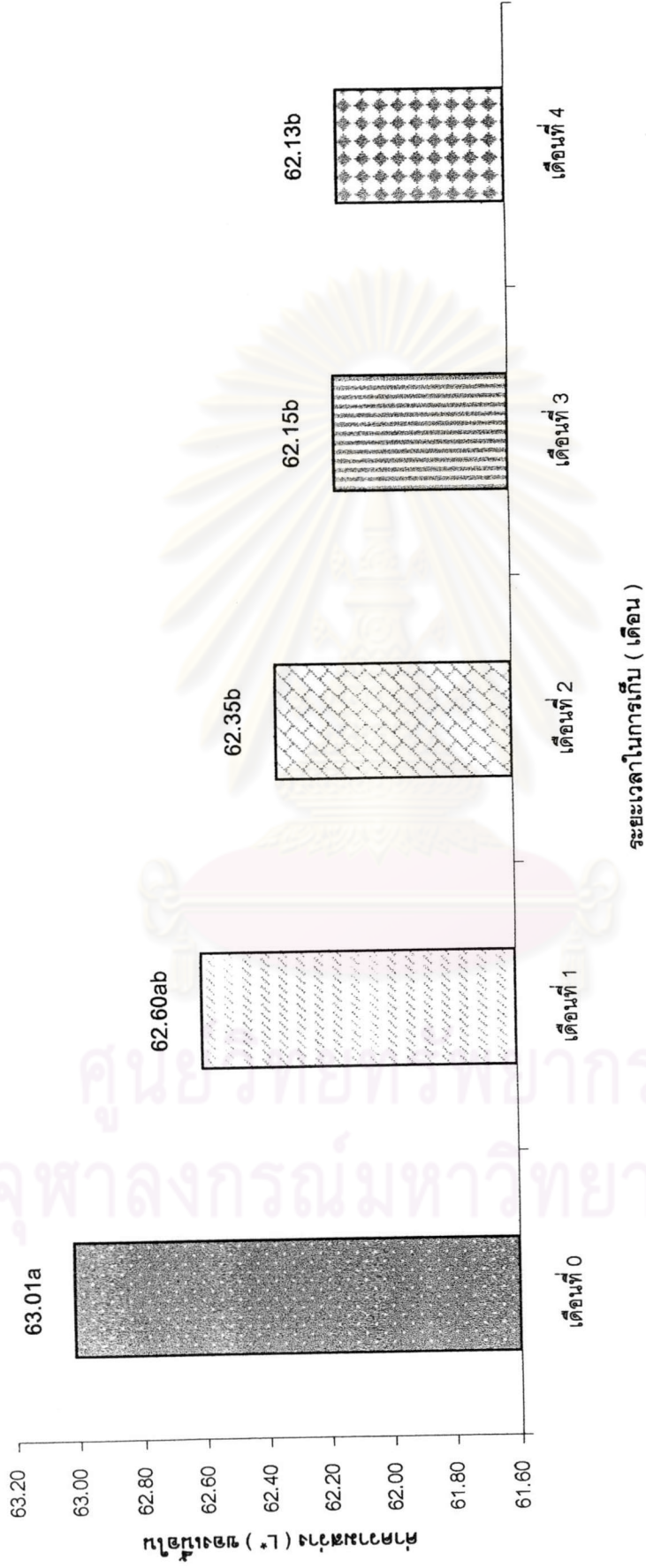
รูปที่ 4.26 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ dl-alpha-tocopherol กับค่าสีแดง (a*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



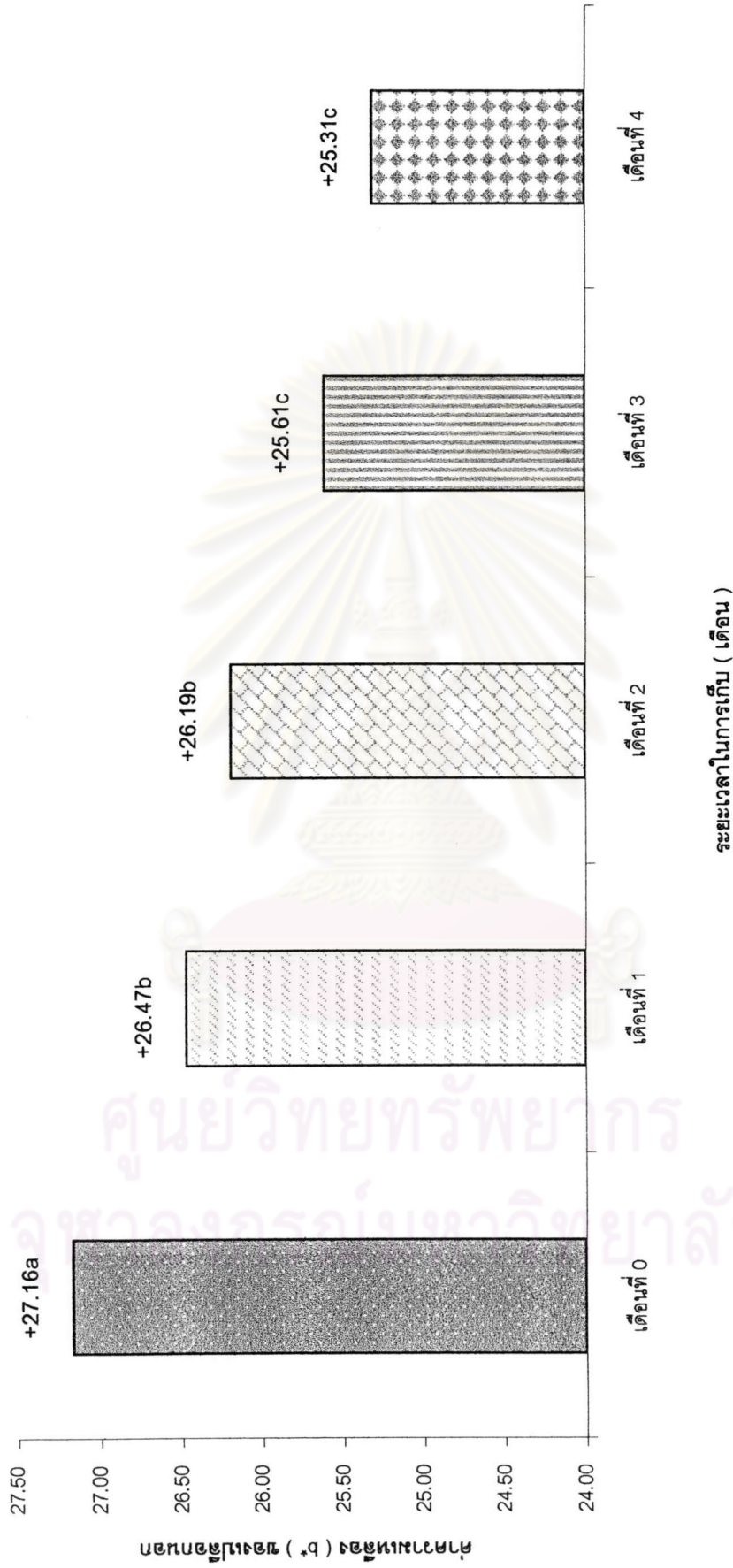
รูปที่ 4.27 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าสีแดง (a*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



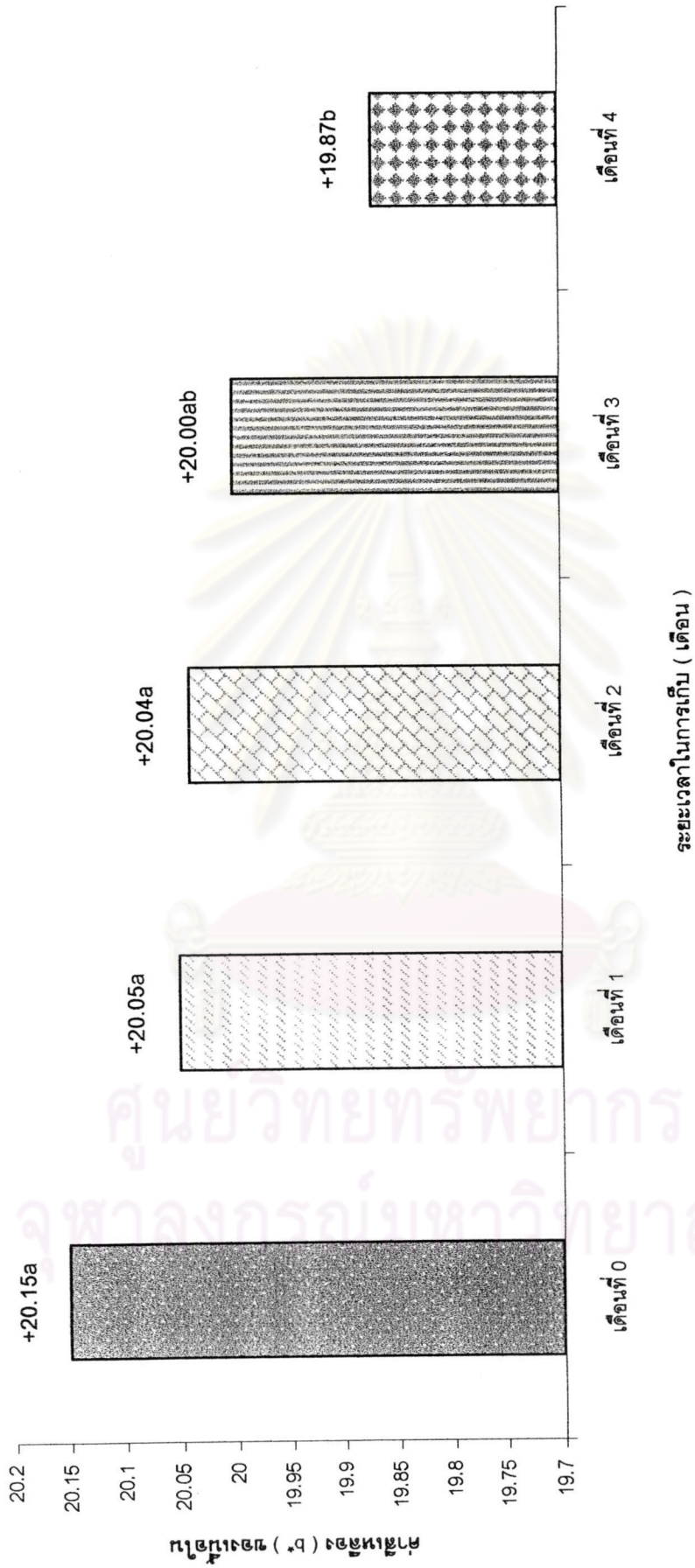
รูปที่ 4.28 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าความสว่าง (L*) ของผลิตภัณฑ์ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



รูปที่ 4.29 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อไก่ใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



รูปที่ 4.30 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าสีเหลือง (b*) ของเปลือกนอก chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



รูปที่ 4.31 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับค่าเฉลี่ยของ (b*) ของเนื้อใน chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ตารางที่ 4.27 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนความชอบโดยรวมของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็งเป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α -tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	คะแนนความชอบโดยรวม ^{ns} \pm เบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	8.04 \pm 1.08
	1	7.51 \pm 0.89
	2	7.70 \pm 0.84
	3	7.39 \pm 0.84
	4	7.02 \pm 0.51
100	0	7.79 \pm 1.42
	1	7.61 \pm 1.18
	2	7.54 \pm 1.82
	3	7.64 \pm 0.53
	4	7.41 \pm 0.41
150	0	7.85 \pm 0.79
	1	7.76 \pm 1.38
	2	7.85 \pm 1.25
	3	7.17 \pm 0.97
	4	7.52 \pm 0.35
200	0	8.47 \pm 0.67
	1	8.28 \pm 0.65
	2	8.25 \pm 0.78
	3	8.03 \pm 0.57
	4	7.79 \pm 0.66

ns ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$)

ตารางที่ 4.28 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านสีของเนื้อในของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ปริมาณ dl- α -tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	คะแนนด้านสีของเนื้อใน \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	5.60 ^{efghij} \pm 0.33
	1	5.78 ^{def} \pm 0.34
	2	5.84 ^{de} \pm 0.48
	3	5.91 ^d \pm 0.48
	4	7.32 ^a \pm 0.30
100	0	5.42 ^{jk} \pm 0.23
	1	5.61 ^{efghij} \pm 0.38
	2	5.68 ^{defghi} \pm 0.38
	3	5.82 ^{def} \pm 0.38
	4	6.46 ^b \pm 0.26
150	0	5.34 ^k \pm 0.51
	1	5.47 ^{hijk} \pm 0.39
	2	5.52 ^{ghijk} \pm 0.28
	3	5.76 ^{defg} \pm 0.82
	4	6.48 ^b \pm 0.34
200	0	5.40 ^{jk} \pm 0.35
	1	5.58 ^{fghijk} \pm 0.26
	2	5.44 ^{ijk} \pm 0.52
	3	5.70 ^{defgh} \pm 0.60
	4	6.21 ^c \pm 0.47

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

ตารางที่ 4.29 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้านกลิ่น เครื่องเทศของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

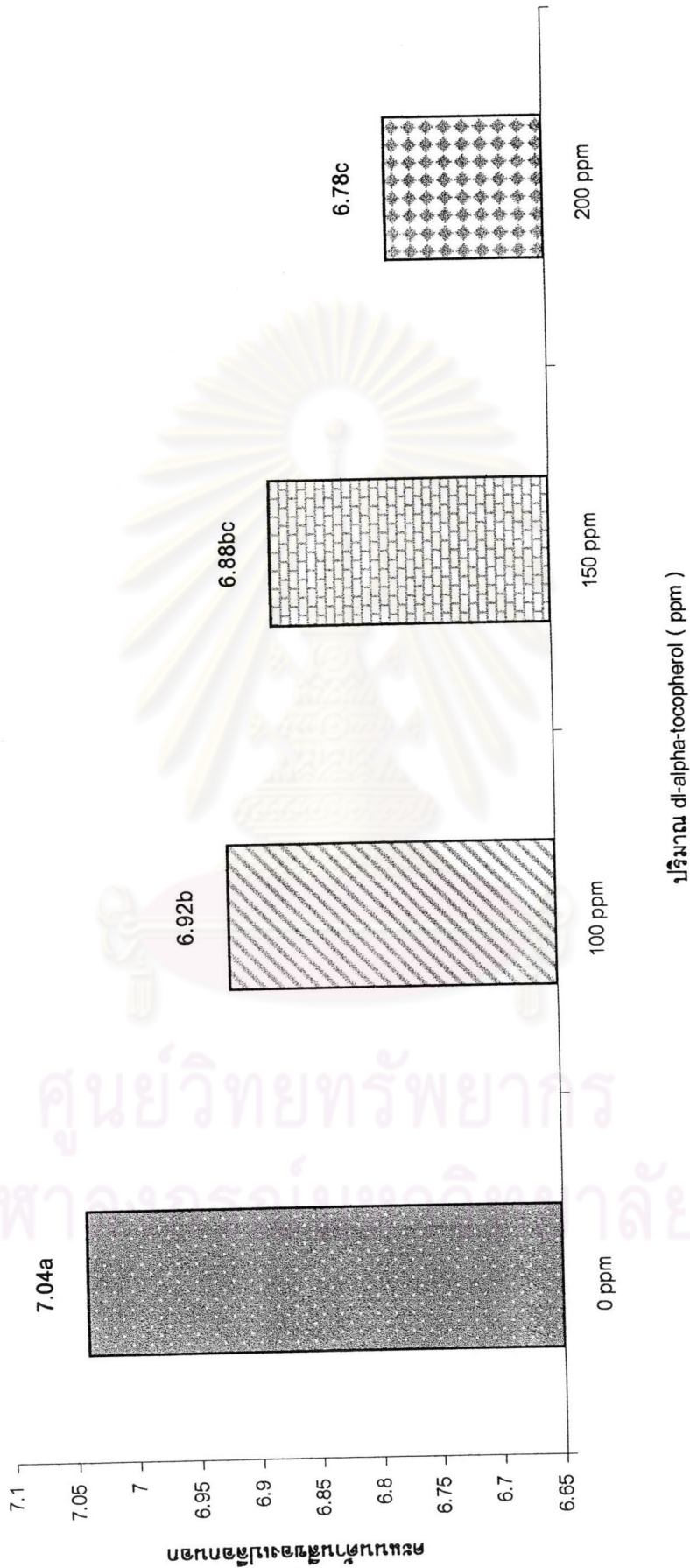
ปริมาณ dl- α -tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	คะแนนด้านกลิ่นเครื่องเทศ ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	6.52 ^a ± 0.39
	1	6.17 ^{cd} ± 0.43
	2	5.91 ^{de} ± 0.92
	3	5.93 ^{de} ± 0.61
	4	5.59 ^{fg} ± 0.70
100	0	6.54 ^a ± 0.33
	1	6.21 ^{bcd} ± 0.37
	2	6.07 ^{cde} ± 0.43
	3	6.01 ^{de} ± 0.56
	4	5.76 ^{ef} ± 0.68
150	0	6.50 ^{ab} ± 0.46
	1	6.09 ^{cd} ± 0.39
	2	6.06 ^{cde} ± 0.61
	3	5.95 ^{de} ± 0.77
	4	5.44 ^{gh} ± 0.28
200	0	6.63 ^a ± 0.37
	1	6.35 ^{abc} ± 0.47
	2	6.03 ^{cde} ± 0.62
	3	5.96 ^{de} ± 0.77
	4	5.17 ^h ± 0.38

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

ตารางที่ 4.30 ผลของปริมาณ dl- α -tocopherol และระยะเวลาในการเก็บต่อคะแนนด้าน
ความเค็มของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

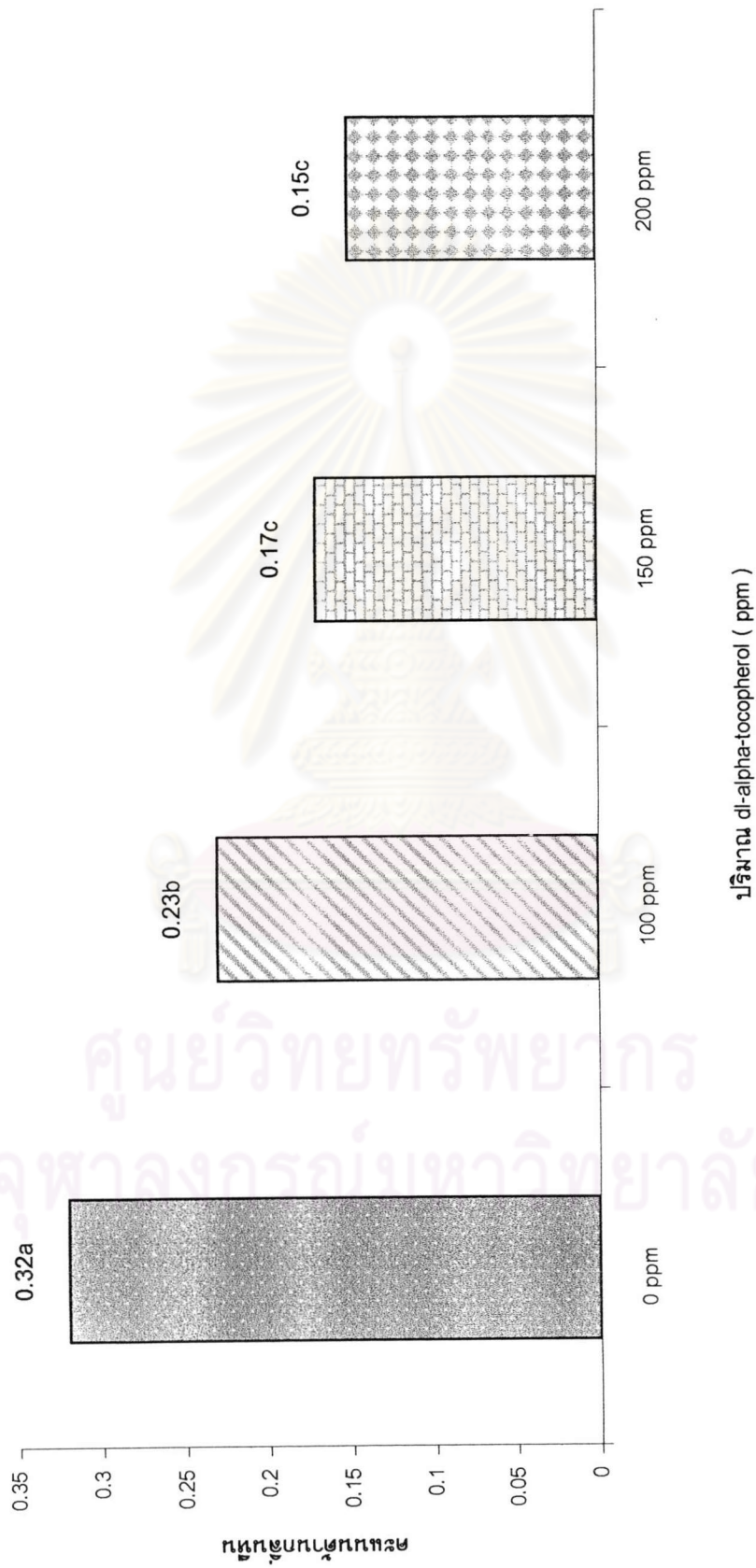
ปริมาณ dl- α -tocopherol (ppm)	ระยะเวลาในการเก็บ (เดือน)	คะแนนด้านความเค็ม \pm ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน
0	0	6.31 ^{abcd} \pm 0.35
	1	6.14 ^{cd} \pm 0.70
	2	6.18 ^{bcd} \pm 0.49
	3	5.82 ^e \pm 0.53
	4	5.50 ^f \pm 0.39
100	0	6.47 ^a \pm 0.32
	1	6.40 ^{abc} \pm 0.71
	2	6.38 ^{abcd} \pm 0.28
	3	6.28 ^{abcd} \pm 0.20
	4	6.22 ^{bcd} \pm 0.51
150	0	6.35 ^{abcd} \pm 0.21
	1	6.33 ^{abcd} \pm 0.34
	2	6.25 ^{abcd} \pm 0.23
	3	6.23 ^{abcd} \pm 0.54
	4	6.14 ^d \pm 0.49
200	0	6.42 ^{ab} \pm 0.20
	1	6.43 ^{ab} \pm 0.35
	2	6.27 ^{abcd} \pm 0.32
	3	6.24 ^{abcd} \pm 0.32
	4	6.17 ^{cd} \pm 0.27

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

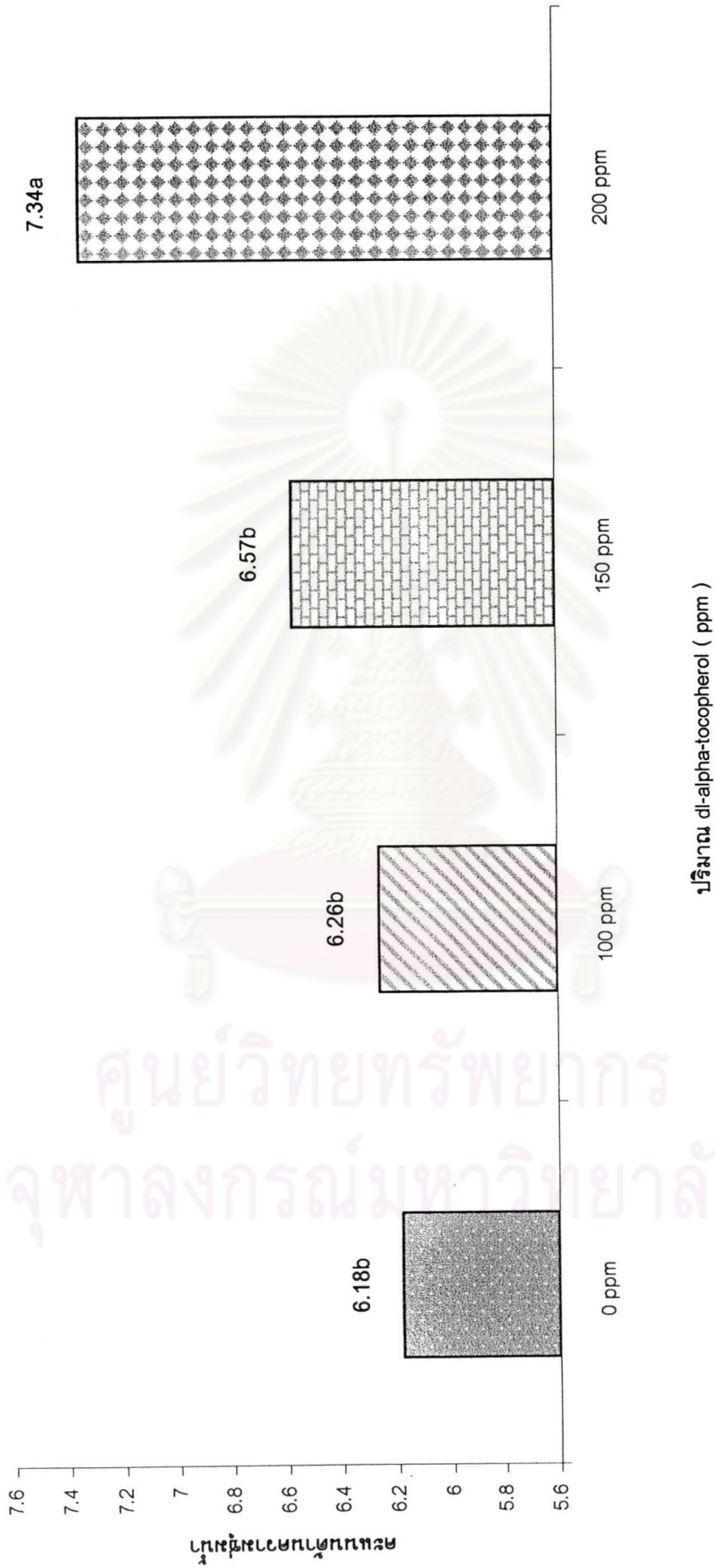


รูปที่ 4.32 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ dl-alpha-tocopherol กับคะแนนด้านสีของเปลือกนอกของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

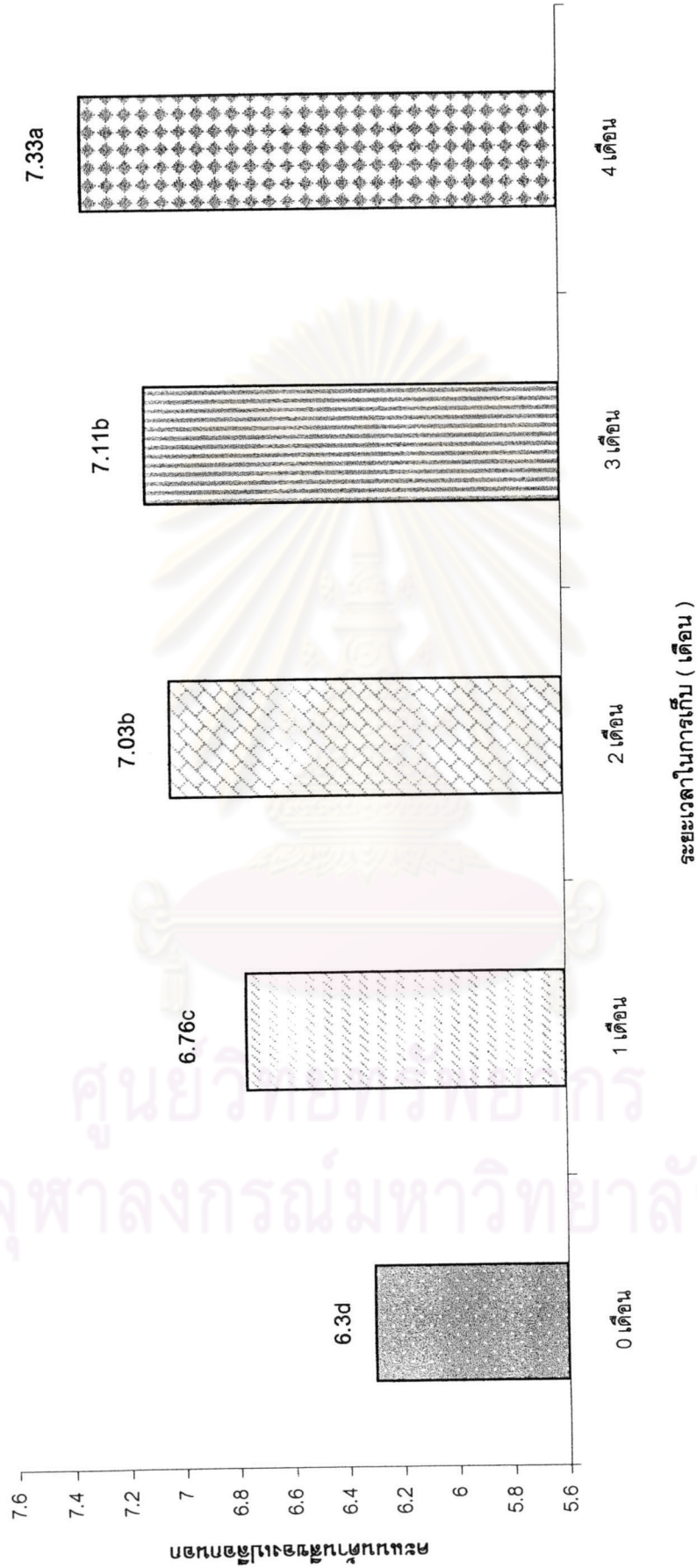


รูปที่ 4.33 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ di-alpha-tocopherol กับคะแนนด้านกลิ่นของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน



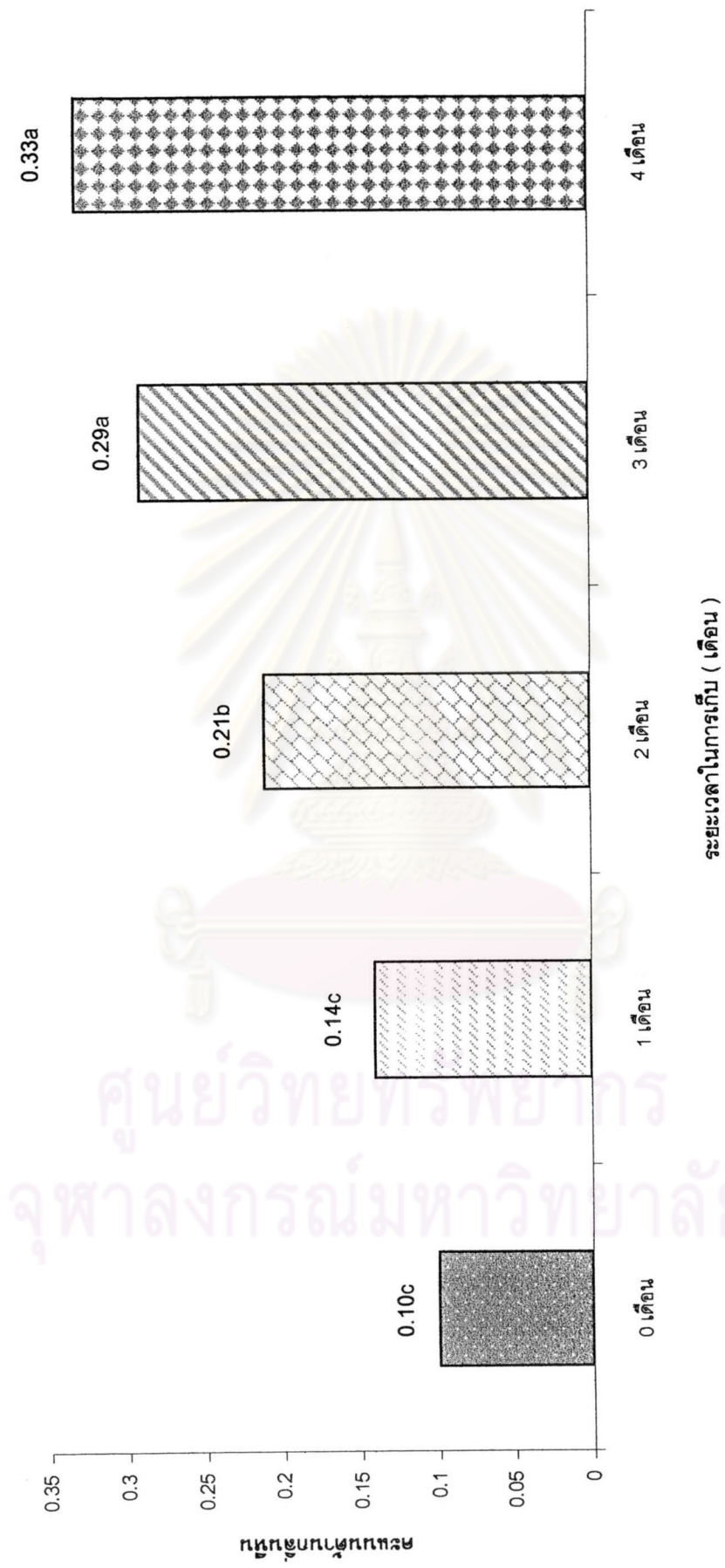
รูปที่ 4.34 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ dl-alpha-tocopherol กับคะแนนด้านความชุ่มน้ำของ chchiken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



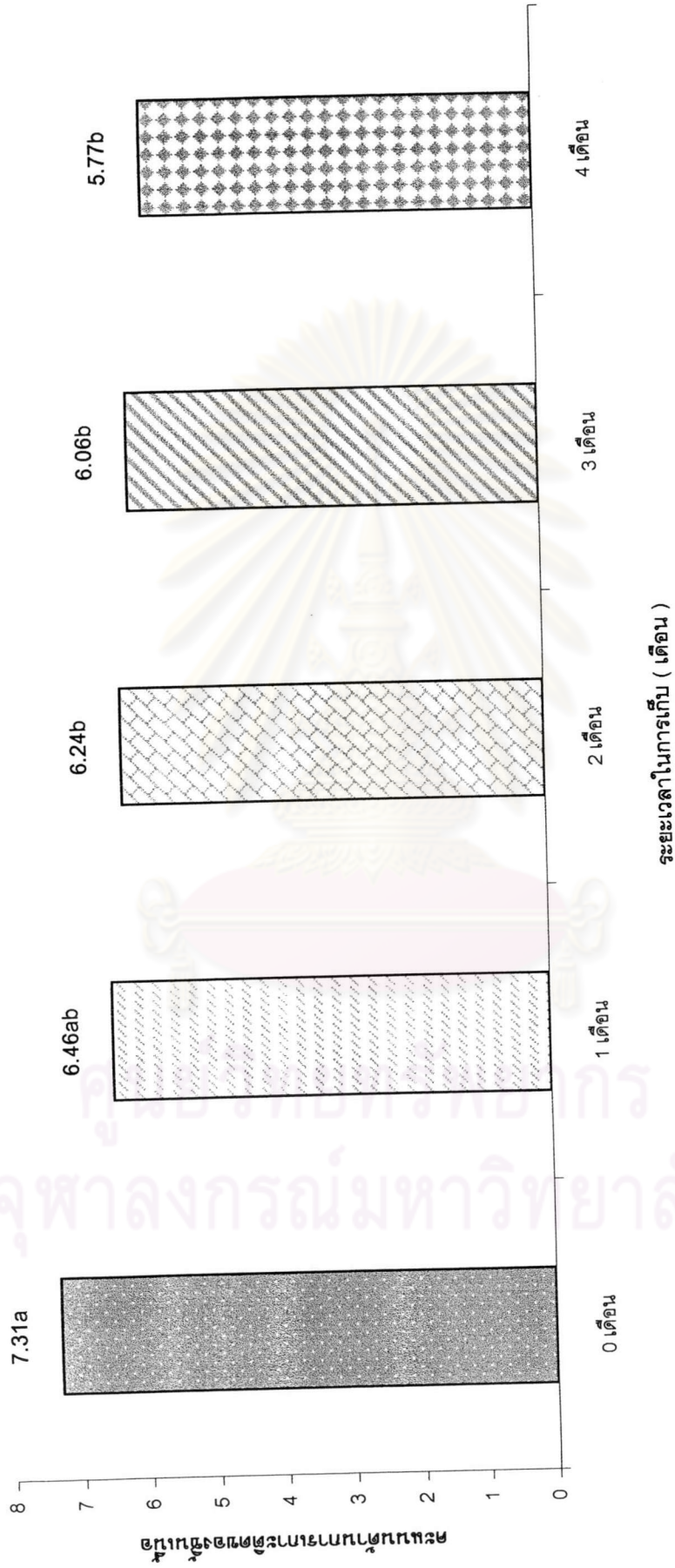
รูปที่ 4.35 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับคะแนนด้านสีของเปลือกนอกของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.36 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับคะแนนต้นกึ่งหนึ่งของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 4.37 ความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการเก็บกับคะแนนด้านการเกาะติดของชิ้นเนื้อ ของ chicken croquettes ที่เก็บโดยแช่เยือกแข็ง เป็นเวลา 4 เดือน

จากผลการทดลองข้างต้น จะเห็นได้ว่า การใช้ dl- α -tocopherol 200 ppm มีผลให้ % freezing loss, % weight loss % thawing loss และ ค่า TBA ลดลง ค่า hardness เพิ่มขึ้น เพิ่มเสถียรภาพของสีและกลิ่นรส และทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคะแนนความชอบโดยรวมสูงที่สุด (แม้จะไม่มี ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ) ดังนั้นปริมาณการใช้สาร antioxidant ตัวนี้ที่ระดับ 200 ppm จึงเป็นปริมาณที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ chicken croquettes และพบว่าสามารถเก็บผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นได้ที่อุณหภูมิ -20 ± 2 °C ได้นานมากกว่า 4 เดือน โดยยังตรวจไม่พบ *Salmonella* และปริมาณแบคทีเรียทั้งหมด < 30 โคโลนี / กรัม จึงมิได้รายงานผลเป็นตารางไว้ในที่นี้



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย