

บทที่ 4

ผลการทดลอง สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

ส่วนที่ 1 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน และสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ

การทดลองที่ 1 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารละลายคลอรีนในรูปแคลเซียมไฮโปคลอไรท์ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่

1. ผลของใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ต่อเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อไก่

จุ่มเนื้อไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน (แคลเซียมไฮโปคลอไรท์) ความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.56, 0.74, 0.71, 1.01 และ 1.09 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นและยังพบว่าสามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ เมื่อเก็บไว้ 3 วัน โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.52, 0.19, 0.46, 0.94 และ 1.01 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of microbial count (log CFU/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	5.12 ± 0.35	5.98 ± 0.45	Increase	5.97 ± 0.91	Increase
Tap water	5.94 ± 0.78	5.38 ± 0.50	0.56	5.42 ± 0.59	0.52
Cl 50 ppm	6.26 ± 0.57	5.52 ± 0.70	0.74	6.07 ± 0.25	0.19
Cl 100 ppm	6.00 ± 0.62	5.29 ± 0.43	0.71	5.54 ± 0.59	0.46
Cl 150 ppm	6.36 ± 0.93	5.35 ± 0.41	1.01	5.42 ± 0.54	0.94
Cl 200 ppm	5.95 ± 0.17	4.86 ± 0.26	1.09	4.94 ± 0.41	1.01

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

2. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้อมากไก่

การจุ่มเนื้อมากไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.14, 0.63, 0.32, 0.45 และ 0.98 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อมากไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้นและเมื่อเก็บไว้ 3 วัน กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm มีค่าลดลง 0.18 log CFU/g ในขณะที่กลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและสารละลายคลอรีน 50, 100, 150 มีจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับกลุ่มควบคุม ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 200 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 2

ตารางที่ 2 จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้อมากไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Psychrotropic bacteria (log CFU/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	6.32 ± 0.72	6.10 ± 0.29	Increase	7.32 ± 0.09	Increase
Tap water	5.89 ± 0.28	5.75 ± 1.22	0.14	6.90 ± 0.20	Increase
Cl 50 ppm	6.32 ± 0.32	5.69 ± 0.59	0.63	6.98 ± 0.03	Increase
Cl 100 ppm	5.65 ± 0.05	5.33 ± 0.33	0.32	6.75 ± 0.28	Increase
Cl 150 ppm	5.62 ± 0.34	5.17 ± 0.26	0.45	6.79 ± 0.26	Increase
Cl 200 ppm	6.73 ± 0.91	5.75 ± 0.35	0.98	6.55 ± 0.32	0.18

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

3. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อมากไก่

การจุ่มเนื้อมากไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ โดยจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 50 และ 150 ppm มีค่าลดลง 0.18 และ 0.16 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้อมากไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม

ซึ่งมีจำนวนจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดเพิ่มขึ้นและเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้งจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Total coliforms (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.69±0.49	4.07±0.30	Increase	4.69±0.54	Increase
Tap water	3.39±0.07	3.51±0.84	Increase	4.36±0.74	Increase
Cl 50 ppm	3.56±0.86	3.38±0.83	0.18	4.20±0.14	Increase
Cl 100 ppm	2.97±0.34	4.07±0.30	Increase	4.49±0.63	Increase
Cl 150 ppm	4.14±0.39	3.98±0.38	0.16	4.36±0.74	Increase
Cl 200 ppm	3.04±0.96	3.07±0.30	Increase	4.03±0.20	Increase

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

4. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งเชื้อฟิโคลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100, 150 และ 200 ppm สามารถลดจำนวนฟิโคลโคลิฟอร์ม ได้ โดยจำนวนฟิโคลโคลิฟอร์ม ในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 100, 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.14, 0.18 และ 0.45 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มเนื้ออกไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้ง Fecal coliform ดังแสดงในตารางที่ 4

ตารางที่ 4 จำนวนฟิโคลโคลิฟอร์ม บนเนื้อไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of Fecal Coliform (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.61±0.19	3.52±0.75	0.09	4.60±0.57	Increase
Tap water	3.23±0.43	3.44±0.74	Increase	4.11±0.40	Increase
Cl 50 ppm	3.60±0.31	3.65±0.36	Increase	3.89±0.34	Increase
Cl 100 ppm	3.24±0.42	3.10±0.33	0.14	4.36±0.73	Increase
Cl 150 ppm	3.39±0.67	3.21±0.17	0.18	4.02±0.29	Increase
Cl 200 ppm	3.81±0.42	3.36±0.56	0.45	3.81±0.30	0

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

5. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆในการยับยั้งเชื้อ *E. coli* บนเนื้อไก่

การจุ่มเนื้อไก่ในน้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm สามารถลด *E. coli* ได้ โดย *E. coli* ในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีน 150 และ 200 ppm มีค่าลดลง 0.52 และ 0.65 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังจากการจุ่มเนื้อไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และเมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่าทุกกลุ่มไม่มีผลในการยับยั้ง *E. coli* ดังแสดงในตารางที่ 5

ตารางที่ 5 จำนวน *E. coli* บนเนื้อไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of <i>E. coli</i> (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.59±0.21	3.47±0.91	0.12	4.60±0.57	Increase
Tap water	3.00±0.37	2.97±0.41	0.03	4.11±0.40	Increase
Cl 50 ppm	3.70±0.34	3.78±0.40	Increase	3.89±0.35	Increase
Cl 100 ppm	3.24±0.42	3.34±0.02	Increase	4.36±0.74	Increase
Cl 150 ppm	3.85±0.19	3.33±0.03	0.52	4.02±0.29	Increase
Cl 200 ppm	4.02±0.36	3.37±0.01	0.65	3.80±0.52	Increase

หมายเหตุ : Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

: Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม 10 นาที และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

6. ผลการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ โดยการทดสอบชิมจากกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึก โดยทำการทดสอบทั้งหมด 6 กลุ่มดังนี้

1. Control คือ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่มสารใดๆ)
2. Tap water คือ กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา
3. Cl 50 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 50 ppm
4. Cl 100 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 100 ppm
5. Cl 150 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 150 ppm
6. Cl 200 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm

การทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทดสอบทั้งหมด 4 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านสี กลิ่น เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ตั้งแต่ 1 - 5 ดังนี้ 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก, 2 หมายถึง ไม่ชอบ, 3 หมายถึง เฉยๆ, 4 หมายถึง ชอบ, 5 หมายถึง ชอบมาก

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 50 คน อาชีพอาจารย์ นักศึกษา บุคลากรและบุคคลทั่วไป สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ทดสอบแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และเพศหญิงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20 – 25 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 72 อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 28

จากผลการประเมินคุณภาพทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านสีของกลุ่มที่จุ่มสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม น้ำประปา สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่สารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 และ 200 ppm ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านกลิ่นและด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติและในด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด และสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 100 ppm น้อยที่สุด มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) จากการประเมินทั้งหมดพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ผลการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Sensory attributes			
	Color	Odour	Texture	Overall acceptability
Control	3.24 ^a	3.38	2.76	3.34 ^{bc}
Tap water	3.40 ^a	3.30	2.76	3.38 ^{bc}
Cl 50 ppm	2.88 ^b	3.02	2.54	3.02 ^c
Cl 100 ppm	2.86 ^b	3.02	2.68	2.98 ^c
Cl 150 ppm	3.41 ^a	3.04	2.62	3.18 ^{bc}
Cl 200 ppm	3.55 ^a	3.28	2.78	3.54 ^a

หมายเหตุ : ตัวอักษร a – c ที่แตกต่างกันในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05),

Cl หมายถึง คลอรีน (Calcium hypochlorite)

วิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อไก่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) มีค่าเริ่มต้น 5.12 log CFU/g ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700 - 2548 ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน 5×10^5 CFU/g

เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ จากผลการทดลอง พบว่า การใช้น้ำประปาและสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50, 100, 150 และ 200 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ 0.56, 0.74, 0.71, 1.01 และ 1.09 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่ง Kirk and Mitchell (1980) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า จุดประสงค์หลักของการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เนื่องจากคลอรีนและสารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติที่ดีในการทำลายและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และ Wei *et al* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพค่อนข้างน้อยเพียงใดขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรก ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูงและสัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น

จากการศึกษาของ Sinhamahapatra *et al.* (2004) อ้างโดย Loretz *et al.* (2010) ใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ในการจุ่มซากไก่ เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดเชื้อลงได้ $0.9 \log \text{CFU/cm}^2$ ในขณะที่ Wei *et al.* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า ถ้ามีปริมาณเชื้อเริ่มต้น 3.06 และ 4.16 $\log \text{CFU/ml}$ ทำปฏิกิริยากับสารละลายคลอรีน 50 ppm สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลา 30 วินาที สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ได้ทั้งหมด

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้ออกไก่ พบว่า จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด มีค่าเริ่มต้น $3.69 \log \text{CFU/g}$ บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้ออกไก่มีสุขลักษณะการผลิตที่ไม่ดี เนื่องจากมีจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดไม่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกช. 6700 - 2548 ซึ่งกำหนดไว้ว่า จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน $5 \times 10^3 \text{CFU/g}$ เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่ จากการศึกษานี้ของ Sinhamahapatra *et al.* (2004) อ้างโดย Loretz *et al.* (2010) ใช้สารละลายคลอรีนเข้มข้น 50 ppm ในการจุ่มซากไก่ เป็นเวลา 5 นาที สามารถลดเชื้อโคลิฟอร์มลงได้ $0.7 \log \text{CFU/cm}^2$

จากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า คลอรีนความเข้มข้น 200 ppm จี๊ดพ่นบนซากสัตว์ มีประสิทธิภาพในการลด aerobic plate count ได้ $1.64 \log \text{CFU/cm}^2$ และขึ้นเนื้อสีกุ้งในคลอรีนไดออกไซด์ สามารถลด aerobic mesophilic bacteria ได้ $1 \log \text{CFU/cm}^2$

2. ผลของสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการประเมินทางด้านประสาทสัมผัสของเนื้ออกไก่ เมื่อจุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ทดสอบที่มีต่อด้านสีของเนื้ออกไก่ ทุกกลุ่ม ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุดซึ่งไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มน้ำประปา และกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 150 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ซึ่งผู้ทดสอบมีความแตกต่างกันทางด้านเพศ ช่วงอายุ ซึ่งอาจจะทำให้มีความพึงพอใจที่แตกต่างกัน

การทดลองที่ 2 การศึกษาความเข้มข้นที่เหมาะสมของสารน้ำไอโซน ในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้ออกไก่

1. ผลของการใช้น้ำไอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่

จากการทดลองการจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและน้ำไอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ โดยจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total microbial count) ของกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและน้ำไอโซน 5 ppm และ 10 ppm มีค่าลดลง 0.56, 2.00 และ 1.60 $\log \text{CFU/g}$ ตามลำดับ

โดยในกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ไว้ 3 วัน ที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มในน้ำประปาและโอโซน 5 ppm และ 10 ppm มีค่าลดลง 0.52, 0.56 และ 0.89 log CFU/g ตามลำดับ ซึ่งจากผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า กลุ่มที่จุ่มในน้ำโอโซน 5 และ 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ดีกว่าการล้างด้วยน้ำประปา ดังแสดงในตารางที่ 7

ตารางที่ 7 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนที่ความเข้มข้นต่างๆ

Treatments	Number of microbial count (log cfu/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	5.12 ± 0.35	5.98 ± 0.45	Increase	5.97 ± 0.91	Increase
Tap water	5.94 ± 0.78	5.38 ± 0.50	0.56	5.42 ± 0.59	0.52
Ozone 5 ppm	7.07 ± 1.08	5.07 ± 1.59	2.00	5.51 ± 1.32	1.56
Ozone 10 ppm	6.31 ± 0.65	5.34 ± 0.23	1.60	5.42 ± 0.54	0.89

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

2. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่

ในทำนองเดียวกัน การจุ่มเนื้อไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญที่อุณหภูมิต่ำบนเนื้ออกไก่ได้ โดยเนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ดีที่สุด คือ 1.05 log CFU/g และเมื่อจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปา และน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm สามารถลดเชื้อได้ 0.14 และ 0.03 log CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุม เชื้อมีปริมาณเพิ่มขึ้น ภายหลังการเก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง 10 นาที เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิที่ 0 – 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วันพบว่า เนื้ออกไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อที่เจริญในอุณหภูมิต่ำได้ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนเนื้อไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Psychotropic bacteria (log cfu/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	6.32 ± 0.79	6.10 ± 0.29	Increase	7.32 ± 0.09	Increase
Tap water	5.89 ± 0.28	5.75 ± 1.22	0.14	6.90 ± 0.20	Increase
Ozone 5 ppm	6.37 ± 1.60	6.34 ± 2.00	0.03	6.82 ± 2.02	Increase
Ozone 10 ppm	6.97 ± 0.90	5.92 ± 0.49	1.05	6.67 ± 0.33	0.30

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

3. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อไก่

จากการทดลองการจุ่มเนื้อไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm พบว่าการจุ่มด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 และ 10 ppm สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ เมื่อเก็บเนื้อไก่ที่อุณหภูมิ 0 -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จุ่มด้วยน้ำประปา และน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm ไม่มีกลุ่มใดที่สามารถยับยั้งการเจริญของโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ แต่กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำโอโซน 10 ppm พบการเพิ่มขึ้นของเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดค่าที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่นๆ โดยเมื่อเก็บรักษาเนื้อไก่ไว้ 3 วัน เชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อไก่ในกลุ่มควบคุม กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำประปา และน้ำโอโซน 5 ppm มีเชื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 1 log MPN/g ในขณะที่กลุ่มที่ล้างด้วยน้ำโอโซน ความเข้มข้น 10 ppm เชื้อเพิ่มขึ้นเพียง 0.17 log MPN/g ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 จำนวนเชื้อโคลิฟอร์มทั้งหมดบนเนื้อไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Total coliforms bacteria (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.69 ± 0.49	4.07 ± 0.30	Increase	4.69 ± 0.54	Increase
Tap water	3.39 ± 0.07	3.51 ± 0.84	Increase	4.36 ± 0.74	Increase
Ozone 5 ppm	3.50 ± 0.47	3.47 ± 0.55	0.03	4.54 ± 0.96	Increase
Ozone 10 ppm	3.89 ± 0.83	3.93 ± 1.11	Increase	4.06 ± 1.13	Increase

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

4. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้งเชื้อฟิโคลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่

การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ พบว่า กลุ่มควบคุม กลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำประปา กลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm และ 10 ppm ไม่สามารถลดจำนวนฟิโคลโคลิฟอร์มได้ อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บเนื้ออกไก่ที่อุณหภูมิ 0 -4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่า จุ่มด้วยโอโซนความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งเชื้อฟิโคลโคลิฟอร์มได้ ในขณะที่กลุ่มอื่นๆไม่สามารถยับยั้งได้ ดังแสดงในตารางที่ 10

ตารางที่ 10 จำนวนเชื้อฟิโคลโคลิฟอร์มบนเนื้ออกไก่เมื่อจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	Number of Fecal coliforms (log MPN/g)				
			Log reduction		
	Before	After	Before - After	3 day	Before - 3 day
Control	3.61 ± 0.19	3.52 ± 0.75	0.09	4.60 ± 0.57	Increase
Tap water	3.23 ± 0.07	3.44 ± 0.74	Increase	4.11 ± 0.40	Increase
Ozone 5 ppm	3.60 ± 0.91	3.68 ± 0.98	Increase	4.57 ± 0.99	Increase
Ozone 10 ppm	3.52 ± 0.80	3.91 ± 1.12	Increase	3.52 ± 0.52	0

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

5. ผลของการใช้น้ำโอโซนในการยับยั้ง *E. coli* บนเนื้ออกไก่

จากการทดลอง การจุ่มเนื้ออกไก่ในน้ำประปาและน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 ppm สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ 0.03 และ 0.51 ตามลำดับ โดยปกติแล้วน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 10 ppm สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ดีกว่าน้ำโอโซนที่ความเข้มข้น 5 ppm แต่จากผลการทดลองพบว่า กลุ่มที่จุ่มในน้ำโอโซน 10 ppm ไม่สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *E. coli* ได้ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดในการสุ่มตัวอย่าง เมื่อเก็บเนื้ออกไก่ไว้ที่อุณหภูมิ 0 - 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำโอโซน 10 ppm สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้มากที่สุดเท่ากับ 0.48 log CFU/g ดังแสดงในตารางที่ 11 ในขณะที่กลุ่มอื่นกลับพบการเพิ่มขึ้นของเชื้อ *E. coli*

ตารางที่ 11 จำนวนเชื้อ *E.coli* บนเนื้อไก่ก่อนและหลังจุ่มในน้ำโอโซนความเข้มข้นต่างๆ

Treatment	<i>E. coli</i> (log MPN/g)				
			Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before – After	3 day	Before - 3 day
Control	3.59 ± 0.21	3.47 ± 0.91	0.12	4.60 ± 0.57	Increase
Tap water	3.00 ± 0.07	2.97 ± 0.41	0.03	4.11 ± 0.40	Increase
Ozone 5 ppm	4.21 ± 1.29	3.70 ± 1.01	0.51	4.57 ± 0.99	Increase
Ozone 10 ppm	4.00 ± 1.08	4.04 ± 0	Increase	3.52 ± 0.52	0.48

หมายเหตุ : Before, After, 3 day หมายถึง ก่อนจุ่ม หลังจุ่ม และเก็บไว้ 3 วัน ตามลำดับ

6. การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ที่จุ่มในโอโซน

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อไก่ โดยการทดสอบชิมจากกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึก ทั้งหมดจำนวน 50 คน โดยทำการทดสอบทั้งหมด 4 กลุ่มดังนี้

1. Control คือ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม)
2. Tap water คือ กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา
3. Ozone 5 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มลงในโอโซนที่ความเข้มข้น 5 ppm
4. Ozone 10 ppm คือ กลุ่มที่จุ่มลงในโอโซนที่ความเข้มข้น 10 ppm

ทำการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสทั้งหมด 4 ลักษณะ ได้แก่ ความชอบด้านสี ความชอบด้านกลิ่น ความชอบด้านเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวม โดยใช้คะแนนความพึงพอใจ 5 ระดับ ดังนี้

- 1 หมายถึง ไม่ชอบมาก
- 2 หมายถึง ไม่ชอบ
- 3 หมายถึง เฉยๆ
- 4 หมายถึง ชอบ
- 5 หมายถึง ชอบมาก

จำนวนผู้ทำการทดสอบทั้งหมด 50 คน โดยประกอบด้วย อาจารย์ นักศึกษา บุคลากร และบุคคลทั่วไป บริเวณรอบๆสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้ทดสอบแบ่งเป็นเพศชายจำนวน 5 คน คิดเป็นร้อยละ 10 และ เพศหญิงจำนวน 45 คน คิดเป็นร้อยละ 90 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20 – 25 ปี จำนวน 36 คน คิดเป็นร้อยละ 72 อายุต่ำกว่า 20 ปี คิดเป็นร้อยละ 28

จากการทดสอบการยอมรับของผู้บริโภค พบว่าทุกกลุ่มผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมใกล้เคียงกัน โดยเนื้อมากไก่ที่ล้างด้วยคลอรีน 200 ppm ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคใกล้เคียงกับกลุ่มควบคุม ดังนั้นจากการพิจารณาผลทางด้านจุลินทรีย์ร่วมกับการประเมินผลทางด้านประสาทสัมผัส สามารถสรุปได้ว่าระดับความเข้มข้นของสารละลายคลอรีนที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ได้ดีที่สุดและได้รับการยอมรับทางด้านประสาทสัมผัส คือสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้น 200 ppm

เมื่อทดสอบความพึงพอใจของผู้บริโภคพบว่า เนื้อมากไก่ที่ล้างด้วยน้ำโอโซนความเข้มข้น 5 และ 10 ppm ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคทั้งด้านสี กลิ่น และเนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่ากลุ่มควบคุม และกลุ่มที่ล้างด้วยน้ำประปา

จากการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อมากไก่ที่จุ่มในโอโซน แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนในด้านสีของกลุ่มโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่ม ควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm ในด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบ ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเนื้อสัมผัสผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) และในด้านความชอบโดยรวมผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มโอโซน 10 ppm น้อยกว่ากลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) กลุ่มจุ่มในน้ำประปา และจุ่มในโอโซน 5 ppm แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) แต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับกลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm ดังนั้นจากการประเมินทั้งหมดพบว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบในกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มากที่สุด และในกลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm น้อยที่สุด โดยสามารถเรียงลำดับความชอบจากมากไปหาน้อยได้ดังนี้ กลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) > กลุ่มจุ่มในน้ำประปา > กลุ่มจุ่มในโอโซน 5 ppm > กลุ่มจุ่มในโอโซน 10 ppm ดังแสดงในตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อมากไก่ที่จุ่มในน้ำโอโซน

ตัวอย่าง	ลักษณะที่ทดสอบ			
	สี	กลิ่น	เนื้อสัมผัส	การยอมรับโดยรวม
Control	3.24 ^a	2.76	3.38 ^a	3.34 ^{ab}
Tap water	3.40 ^a	2.76	3.30 ^{ab}	3.38 ^b
Ozone 5 ppm	2.72 ^b	2.74	3.12 ^{ab}	3.00 ^a
Ozone 10 ppm	2.66 ^b	2.58	3.00 ^b	2.98 ^a

หมายเหตุ ตัวอักษร a - b ในแนวดิ่งแสดงความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$)

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าน้ำไอโซนสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ แต่ไม่มีในการลดเชื้อโคลิฟอร์ม ฟีคอลลีฟอร์ม และ *E. coli* เพียงแต่สามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวไม่ให้เพิ่มจำนวน เมื่อเปรียบเทียบกับจำนวนเชื้อก่อนล้างด้วยน้ำไอโซน ผลดังกล่าว Guzel-Seydim *et al.* (2004) กล่าวว่าไอโซนสามารถเข้าไปทำลายบริเวณเนื้อเยื่อผนังเซลล์ทำให้มีผลต่อกระบวนการเมตาโบลิซึมของจุลินทรีย์ทำให้จุลินทรีย์ตาย สอดคล้องกับการรายงานของ Bolder (1997) ได้ทำการศึกษาเรื่องการใช้ไอโซนในการควบคุมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์อุณหภูมิต่ำบนซากไก่แช่เย็น ผลการศึกษาพบว่า การใช้ไอโซนสามารถลดการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์บนซากไก่แช่เย็นได้ นอกจากนี้ยังเพิ่มการเก็บรักษาให้ยาวนานยิ่งขึ้น แต่การลดเชื้อจุลินทรีย์ลดได้น้อยกว่า 1 log ทั้งจำนวนของจุลินทรีย์ทั้งหมดและเชื้อที่ทนได้ในสภาวะที่เย็น

ซึ่ง Loretz *et al.* (2010) รายงานว่ากระทรวงเกษตรของประเทศสหรัฐอเมริกา (United States Department of Agriculture หรือ USDA) ได้อนุมัติให้ใช้น้ำไอโซนในกระบวนการลดอุณหภูมิซากไก่ การศึกษาครั้งนี้สอดคล้องกับผลการทดลองของ Fabrizio *et al.* (2002) ซึ่งทำการศึกษาเดิมเชื้อ Aerobic bacteria โคลิฟอร์ม *E. coli* และ *S. Typhimurium* บนซากไก่ จากนั้นฉีดพ่นน้ำไอโซนบนซากไก่เป็นเวลา 0.3 นาทีและตามด้วยการจุ่มซากไก่ในถังน้ำไอโซนเป็นเวลา 45 นาที พบว่า สามารถลดเชื้อดังกล่าวข้างต้นเป็นจำนวน 0.4-0.6 และ 0.7-0.9 log cfu/g ตามลำดับ อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งนี้พบว่าภายหลังการจุ่มเนื้อไก่ในน้ำไอโซน พบว่าทำให้สีของเนื้อไก่ซีดลง ส่งผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ลดต่ำลง ซึ่ง Jaksch *et al.* (2004) รายงานว่าการใช้น้ำไอโซนมีผลในการลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อโค แต่ส่งผลเพียงเล็กน้อยต่อค่าสี และกลิ่นที่พบในเนื้อ

จากการทดลองพบว่า ผู้บริโภคชอบเนื้อไก่ที่จุ่มในสารละลายคลอรีน ความเข้มข้น 50 และ 100 ppm ต่ำสุด ผลดังกล่าวอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของผู้ทดสอบที่ต่างประเทศต่างวัยอาจทำให้มีความพึงพอใจที่แตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Guzel-Seydim *et al.* (2004) กล่าวว่า ไอโซนมีผลกระทบต่อเชื้อจุลินทรีย์ โดยการเข้าไปทำลายบริเวณเนื้อเยื่อที่เป็นไกลโคโปรตีนหรือไกลโคลิปิด โดยมีประสิทธิภาพทำให้แบคทีเรียตายและสามารถลดจำนวนของแบคทีเรียในอาหารได้

จากการศึกษาของ Lu and Wu (2012) พบว่า การจุ่มเนื้อไก่ในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีผลต่อสีของเนื้อไก่

จากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า การทดสอบทางด้านสัมผัสของเนือบดที่มีการใช้คลอรีนไดออกไซด์ ทำให้เนื้อมีสีม่วงแดงสดใสน้อยกว่ากลุ่มควบคุม ซึ่งอาจจะมีสาเหตุมาจากการ oxidation ของ myoglobin ทำเนื้อมีสีแดงจางลงในการวางจำหน่าย

สำหรับความพึงพอใจด้านกลิ่นผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจที่มีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันในทางสถิติ แต่มีแนวโน้มว่าผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด เนื่องจากคลอรีนเป็นสารที่มีกลิ่นเพียงเล็กน้อยและสามารถสลายตัวได้อย่างรวดเร็วในธรรมชาติ (กองสุขาภิบาลอาหารและน้ำ, 2549) อย่างไรก็ตามผู้ทดสอบให้ความพึงพอใจด้านเนื้อสัมผัสเฉลี่ยกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) มากที่สุด ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ผลของการใช้สารละลายคลอรีนความเข้มข้นต่างๆ มีผลต่อคุณภาพด้านเนื้อสัมผัสของเนื้ออกไก่หลังจากการจุ่ม และความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจในกลุ่มที่จุ่มในสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm มากที่สุด ซึ่งเมื่อเทียบกับกลุ่มอื่นที่ผู้ทดสอบให้คะแนนความพึงพอใจไม่แตกต่างกัน ซึ่งจากการศึกษาของ Stivarius *et al.* (2002) พบว่า การใช้คลอรีนไดออกไซด์ ในกระบวนการผลิตเนือบด มีผลในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคได้ และมีผลกระทบเพียงเล็กน้อยต่อลักษณะของสีและกลิ่นรส ของเนือบด

สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาพบว่าสารละลายคลอรีนที่ความเข้มข้นต่างๆ สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จุลินทรีย์ที่เจริญที่อุณหภูมิต่ำ ฟิคอลโคลิฟอร์ม และ *E. coli* ภายหลังการล้างเนื้อไก่ โดยความเข้มข้น 200 ppm มีประสิทธิภาพในการลดจำนวนเชื้อสูงสุด โดยสามารถยับยั้งเชื้อดังกล่าวเมื่อเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 วัน อย่างไรก็ตามภายหลังการล้างเนื้อไก่ด้วยสารละลายคลอรีนพบว่าไม่สามารถลดเชื้อฟิคอลโคลิฟอร์ม แต่สามารถยับยั้งเชื้อจนถึงวันที่ 3 ของการเก็บ ที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

ส่วนที่ 2 การยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา น้ำโอโซน สารละลายกรดแลกติก และ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง

การทดลองที่ 1 การล้างเนื้อน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก ต่อจำนวนจุลินทรีย์ และ คุณภาพเนื้อน่องไก่

ทำการศึกษาประสิทธิภาพของการล้างเนื้อน่องไก่ติดหนังด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ในการลดเชื้อจุลินทรีย์ เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ไม่ล้างด้วยสาร

ภายหลังการล้างด้วยสารละลายต่างๆ ทำการบรรจุช่องไถ่ลงบนถาดโฟม ปิดด้วยฟิล์มพลาสติก เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3 และ 5 วัน โดยวิเคราะห์หาจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ จำนวนโคลิฟอร์ม และ จำนวน *E. coli* จากตารางที่ 13 เป็นการศึกษาจำนวนจุลินทรีย์รวม พบว่าจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นในทุกกลุ่มมีค่าไม่แตกต่างกันในทุกกลุ่ม ($P < 0.05$) แต่ภายหลังการล้างช่องไถ่ด้วยสารละลายต่างๆ พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อช่องไถ่ที่ล้างด้วยสารละลายคลอรีน น้ำไอโซนและสารละลายกรดแลกติก มีจำนวนลดลง 0.31, 0.14 และ 2.16 log CFU/g ตามลำดับ ในขณะที่กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้น้ำปะปา มีจำนวนจุลินทรีย์รวมเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บรักษานช่องไถ่เป็นระยะเวลา 3 วัน ผลการทดลองเป็นไปในแนวเดียวกันกับผลข้างต้นที่กล่าวมาแล้ว คือ พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อช่องไถ่ที่ล้างด้วยสารละลายคลอรีน น้ำไอโซนและสารละลายกรดแลกติก โดยมีจำนวนที่ลดลง 0.02, 0.19 และ 2.13 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเก็บรักษานช่องไถ่เป็นระยะเวลา 5 วัน กลับพบว่ามีเพียงสารละลายกรดแลกติกเท่านั้นที่สามารถลดและยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดในเนื้อช่องไถ่ได้ โดยลดลงจำนวน 1.81 log CFU/g อย่างไรก็ตามทั้งสามระยะเวลาการเก็บพบว่า มีเพียงสารละลายกรดแลกติกเท่านั้นที่จำนวนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อช่องไถ่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กลุ่มที่เหลือพบจำนวนเชื้อแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 13

ตารางที่ 13 จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดบนเนื้อช่องไถ่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Number of Microbial count (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	5.53 ^{a,x}	5.71 ^{b,x}	Increase	5.92 ^{b,x}	Increase	6.05 ^{b,x}	Increase
Tap water	5.25 ^{a,x}	5.42 ^{b,x}	Increase	5.35 ^{b,x}	Increase	4.89 ^{ab,x}	0.36
Chlorine	5.44 ^{a,x}	5.13 ^{b,x}	0.31	5.42 ^{b,x}	0.02	5.71 ^{b,x}	Increase
Ozone	5.39 ^{a,x}	5.25 ^{b,x}	0.14	5.2 ^{b,x}	0.19	5.79 ^{b,x}	Increase
Lactic Acid	5.44 ^{a,y}	3.28 ^{a,x}	2.16	3.31 ^{a,x}	2.13	3.63 ^{a,x}	1.81

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant ($p < 0.05$)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant ($p < 0.05$)

1. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำ

จากการทดลองการจุ่มเนื้อม่องไก่ในสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำได้ โดยจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำในกลุ่มที่จุ่มสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.02 และ 3.08 log CFU/g ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) น้ำประปา และ น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm ซึ่งมีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บเป็นเวลา 3 วัน กลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% พบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าลดลง 2.17 log CFU/g และเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 5 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าลดลง 1.15 log CFU/g ในขณะที่กลุ่มอื่นๆพบว่าจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มในสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 14

ตารางที่ 14 จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Plate Count (log cfu/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	5.54 ^{a,x}	5.68 ^{b,x}	Increase	6.93 ^{c,y}	Increase	7.49 ^{b,y}	Increase
Tap water	5.38 ^{a,x}	5.53 ^{b,x}	Increase	6.17 ^{b,x}	Increase	7.22 ^{b,y}	Increase
Chlorine	5.39 ^{a,x}	5.38 ^{b,x}	0.01	6.35 ^{bc,y}	Increase	7.31 ^{b,z}	Increase
Ozone	5.42 ^{a,x}	5.45 ^{b,x}	Increase	6.26 ^{bc,y}	Increase	7.29 ^{b,z}	Increase
Lactic Acid	5.55 ^{a,z}	2.48 ^{a,x}	3.07	3.39 ^{a,xy}	2.16	4.41 ^{a,y}	1.14

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xyz} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

2. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมด

การจุ่มน่องไก่ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 100 ppm สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดได้ โดยจำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดในกลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.06, 0.02, 0.09 และ 2.58 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มน่องไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) ซึ่งมีจำนวนโคลิฟอร์มเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้ 3 วัน พบว่ามีเพียงกลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% เท่านั้นที่สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มได้ โดยมีค่าลดลง 2.50 log CFU/g และเมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 5 วัน พบว่ามีเพียงกลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% เท่านั้นที่สามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มได้ โดยมีค่าลดลง 2.09 log CFU/g ซึ่งจากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีผลในการยับยั้งจำนวนโคลิฟอร์มได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Coliform Bacteria (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	5.32 ^{a,xy}	5.47 ^{b,xy}	Increase	4.86 ^{b,x}	0.46	5.69 ^{b,y}	Increase
Tap water	4.88 ^{a,x}	4.82 ^{b,x}	0.06	5.20 ^{b,x}	Increase	5.22 ^{b,x}	Increase
Chlorine	5.03 ^{a,x}	4.83 ^{b,x}	0.2	5.08 ^{b,x}	Increase	5.44 ^{b,x}	Increase
Ozone	5.18 ^{a,x}	5.09 ^{b,x}	0.09	5.22 ^{b,x}	Increase	5.50 ^{b,x}	Increase
Lactic Acid	5.08 ^{a,y}	2.50 ^{a,x}	2.58	2.58 ^{a,x}	2.5	2.99 ^{a,x}	2.09

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xyz} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

3. ผลของการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อจำนวน *E. coli*

การจุ่มน่องไก่ในน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อ *E. coli* ได้ โดย *E. coli* ในกลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีค่าลดลง 0.27, 0.13 และ 3.39 log CFU/g ตามลำดับ ภายหลังการจุ่มน่องไก่ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) และกลุ่มน้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm ที่มีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อเก็บไว้เป็นเวลา 3 วัน พบว่ากลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวน *E. coli* มีค่าลดลง 0.65, 0.12, 0.11 และ 1.06 log CFU/g ตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (ไม่จุ่ม) ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อเก็บไว้ 5 วัน พบว่าทุกกลุ่ม คือกลุ่มควบคุม(ไม่จุ่ม) กลุ่มที่จุ่มน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จำนวน *E. coli* มีค่าลดลง 0.24, 1.20, 0.55, 0.61 และ 3.39 log CFU/g ตามลำดับ จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า กลุ่มที่จุ่มสารละลายกรดแลกติก สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* ได้ดีที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 จำนวนโคลิฟอร์มทั้งหมดบนน่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายต่างๆ

Treatment	Total Coliform Bacteria (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	3.13 ^{a,x}	3.61 ^{b,x}	Increase	3.50 ^{b,x}	Increase	2.89 ^{b,x}	0.24
Tap water	3.92 ^{a,y}	3.65 ^{b,y}	0.27	3.27 ^{b,xy}	0.65	2.72 ^{b,x}	1.2
Chlorine	3.28 ^{a,x}	3.16 ^{b,x}	0.12	3.17 ^{b,x}	0.11	2.74 ^{b,x}	0.54
Ozone	3.28 ^{a,x}	3.42 ^{b,x}	Increase	3.17 ^{b,x}	0.11	2.67 ^{b,x}	0.61
Lactic Acid	3.39 ^{a,z}	0.00 ^{a,x}	3.39	2.33 ^{a,y}	1.06	0.00 ^{a,x}	3.39

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xyz} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

4. ผลของการล้างร่องไถด้วยน้ำปะปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าความนุ่มความเหนียวของเนื้อ

จากการศึกษาพบว่า การใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน ไม่มีผลต่อความนุ่มความเหนียวของเนื้อ โดยค่า Shear force ไม่แตกต่างกันในทางสถิติทุกระยะเวลาการเก็บแต่การใช้สารละลายกรดแลกติกมีผลต่อความนุ่มความเหนียวของเนื้อโดยพบว่าเมื่อเก็บไว้นาน 3 วัน เนื้อมีความนุ่มมากขึ้นซึ่งค่า shear force ลดลง ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ดังแสดงในตารางที่ 17

ตารางที่ 17 ผลของการล้างร่องไถด้วยสารละลายต่างๆ ต่อความนุ่มเหนียว

Treatment	Shear Force (Kg)		
	1 Day	3 Day	5 Day
Control	2.19 ^{a,x}	2.34 ^{a,x}	2.60 ^{a,x}
Tap water	2.56 ^{a,x}	2.55 ^{a,x}	2.16 ^{a,x}
Chlorine	2.19 ^{a,x}	2.51 ^{a,x}	2.57 ^{a,x}
Ozone	2.20 ^{a,x}	2.51 ^{a,x}	2.42 ^{a,x}
Lactic acid	2.23 ^{a,x}	1.89 ^{a,y}	2.53 ^{a,xy}

^{abc} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

5. ผลของการล้างร่องไถด้วย น้ำปะปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าการสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส

เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส การศึกษาครั้งนี้พบว่า สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน ไม่มีผลต่อค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักการเก็บเย็น โดยไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้ น้ำปะปา แต่กลับพบว่าสารละลายกรดแลกติกมีผลทำให้เนื้อสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บเย็นมากกว่ากลุ่มอื่น ๆ ($p<0.05$) (ตารางที่ 9) อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่ใช้กรดแลกติกเมื่อเก็บรักษานองไถนานขึ้นพบว่ามีการเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษามากขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวันแรกโดยในวันที่ 3 และ 5 ($p<0.05$)

ตารางที่ 18 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าการสูญเสียไ้ระหว่างการเก็บรักษา

Treatment	Drip loss (%)		
	1 Day	3 Day	5 Day
Control	1.59 ^{a,x}	2.69 ^{a,y}	3.33 ^{a,y}
Tap water	1.58 ^{a,x}	2.08 ^{a,x}	2.28 ^{a,x}
Chlorine	1.76 ^{a,x}	1.86 ^{a,x}	2.26 ^{a,x}
Ozone	1.83 ^{a,x}	1.96 ^{a,x}	2.21 ^{a,x}
Lactic acid	3.23 ^{b,x}	4.17 ^{b,x}	5.13 ^{b,x}

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

6. ผลของการล้างน่องไก่ด้วย น้ำประปา สารละลายคลอรีนในรูปของโซเดียมไฮโปคลอไรท์ความเข้มข้น 200 ppm น้ำโอโซนความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% ต่อค่าสี (L*; Lightness)

ก่อนการจุ่มน่องไก่ด้วยสารละลายทุกกลุ่มค่าความสว่างไม่แตกต่างกัน แต่เมื่อเก็บน่องไก่ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 และ 5 วัน พบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ โอโซน และ สารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างเพิ่มขึ้น (p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่จุ่มด้วยน้ำประปา โดยพบว่ากลุ่มที่ใช้สารละลายกรดแลกติกมีค่าความสว่างมากที่สุดดังแสดงในตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*)

Treatment	Lightness (L*)			
	Before	After	3 Day	5 Day
Control	67.96 ^{a,x}	66.68 ^{a,x}	68.16 ^{a,x}	68.24 ^{a,x}
Tap water	66.22 ^{a,x}	69.20 ^{a,xy}	69.71 ^{a,y}	68.74 ^{a,xy}
Chlorine	66.76 ^{a,x}	68.66 ^{a,x}	70.99 ^{ab,x}	72.02 ^{a,x}
Ozone	68.51 ^{a,x}	68.79 ^{a,x}	69.89 ^{ab,x}	68.09 ^{a,x}
Lactic acid	69.85 ^{a,y}	65.74 ^{a,x}	73.10 ^{b,y}	73.11 ^{a,y}

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

เมื่อทดสอบผู้บริโภคนาน 50 คน ทำการทดสอบค่าสี กลิ่น และความชอบโดยรวม มีคะแนน 1-5 โดย 1 คือ คะแนนที่มีความชอบน้อยที่สุด และ 5 คือคะแนนที่มีความชอบมากที่สุด จากการทดสอบพบว่า น่องไก่ที่จุ่มด้วยสารละลายกรดแลกติกผู้บริโภคนิยมชอบทั้งในด้านสี กลิ่น และความชอบโดยรวมน้อยที่สุด ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ อย่างไรก็ตามพบว่ากลุ่มที่ใช้ น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ และ โอโซน ผู้บริโภคได้คะแนนความชอบกลิ่น และความชอบโดยรวมไม่แตกต่างกันเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อการประเมินทางประสาทสัมผัส

Treatment	Sensory		
	Colour	Odour	Over all acceptability
Control	3.69 ^{bc}	3.37 ^b	3.66 ^b
Tap water	3.77 ^c	3.34 ^b	3.66 ^b
Chlorine	3.51 ^b	3.28 ^b	3.56 ^b
Ozone	3.93 ^c	3.46 ^b	3.79 ^b
lactic acid	2.25 ^a	2.49 ^a	2.45 ^a

^{abc} mean with different superscript on the same column are significant ($p<0.05$)

การทดลองที่ 2 การยับยั้งเชื้อ *E. coli* และ *S. aureus* บนเนื้อไก่โดยการล้างด้วยโอโซน กรดแลกติก และโซเดียมไฮโปคลอไรท์

เมื่อทำการเติมเชื้อ *S. aureus* เริ่มต้นประมาณ $4.5 - 5 \log \text{ cfu/g}$ ลงในน่องไก่ จากนั้นล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผลการทดลองภายหลังการล้างน่องไก่ด้วยน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ น้ำโอโซน และสารละลายกรดแลกติก พบว่าเชื้อ *S. aureus* ลดลง 0.49, 0.55, 1.32 และ $3.03 \log \text{ CFU/g}$ ในขณะที่ไม่พบการลดลงของเชื้อในกลุ่มควบคุม ($p<0.05$) และยังพบว่าสารละลายดังกล่าวสามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 และ 5 วัน ($p<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับเชื้อเริ่มต้นก่อนล้างด้วยสารละลายต่างๆ นอกจากนี้พบว่า เชื้อ *S. aureus* ลดลงมากที่สุดในกลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติก ตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *S. aureus*

Treatment	<i>Staphylococcus aureus</i> (log CFU/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-After	3 day	Before-After
Control	4.87 ^{a,x}	4.91 ^{c,x}	Increase	4.22 ^{b,x}	0.65	4.69 ^{b,x}	0.18
Tap water	4.91 ^{a,y}	4.42 ^{bc,xy}	0.49	3.75 ^{b,x}	1.16	4.02 ^{b,x}	0.89
Chlorine	4.98 ^{a,y}	4.43 ^{bc,xy}	0.55	3.61 ^{b,x}	1.37	3.84 ^{b,x}	1.14
Ozone	4.95 ^{a,y}	3.63 ^{b,x}	1.32	3.44 ^{ab,x}	1.51	3.93 ^{b,x}	1.02
Lactic Acid	5.00 ^{a,y}	1.97 ^{a,x}	3.03	2.56 ^{a,x}	2.44	2.31 ^{a,x}	2.69

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

จากการศึกษาการเติมเชื้อ *E. coli* ลงบนน่องไก่ จากนั้นล้างด้วยสารละลายต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น ผลการทดลองพบว่า น่องไก่ที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนเชื้อ *E. coli* ภายหลังการล้างได้ถึง 3.15 log CFU/g (p<0.05) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มอื่น ๆ ในขณะที่กลุ่มควบคุมในขณะที่กลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์และโอโซนพบว่าเชื้อมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย แต่ไม่แตกต่างในทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม ดังแสดงในตารางที่ 3 เมื่อเก็บรักษาน่องไก่ไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส นาน 3 – 5 วัน พบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* ลดลงในทุกกลุ่มแต่กลุ่มที่ล้างด้วยสารละลายกรดแลกติกลดลงมากที่สุด (p<0.05) โดยกลุ่มที่เหลือการลดลงของเชื้อไม่แตกต่างกันในทางสถิติ

ตารางที่ 22 ผลของการล้างน่องไก่ด้วยสารละลายต่างๆ ต่อจำนวน *E. coli*

Treatment	Chromocult <i>E. coli</i> (log cfu/g)						
			Log reduction		Log reduction		Log reduction
	Before	After	Before-After	3 day	Before-3 day	5 day	Before-5 day
Control	4.16 ^{a,xy}	4.47 ^{b,y}	Increase	3.63 ^{b,x}	0.53	3.74 ^{b,x}	0.42
Tap water	4.51 ^{a,y}	4.60 ^{b,y}	Increase	3.77 ^{b,xy}	0.74	3.24 ^{b,x}	1.27
Chlorine	4.72 ^{a,y}	4.37 ^{b,y}	0.35	3.35 ^{b,x}	1.37	3.27 ^{b,x}	1.45
Ozone	4.71 ^{a,y}	4.39 ^{b,y}	0.32	3.12 ^{ab,x}	1.59	3.05 ^{b,x}	1.66
Lactic Acid	4.78 ^{a,y}	1.63 ^{a,x}	3.15	2.45 ^{a,x}	2.33	2.28 ^{a,x}	2.5

^{ab} mean with different superscript on the same column are significant (p<0.05)

^{xy} mean with different superscript on the same row are significant (p<0.05)

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

1. ผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อม่องไก่

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อม่องไก่ พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (Total plate count) มีค่าเริ่มต้น 5.53 log CFU/ml ซึ่งถือว่าอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ มกอช. 6700 - 2548 ที่กำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่พบในเนื้อไก่ต้องไม่เกิน 5.69 log CFU/g

เมื่อทำการศึกษาผลของการใช้สารละลายคลอรีนในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อไก่ จากผลการทดลอง พบว่า การใช้น้ำประปา ไม่สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ส่วนสารละลายคลอรีนความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และ สารละลายกรดแลคติก ความเข้มข้น 2 % สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ 0.29, 0.14 และ 2.16 log CFU/ml ตามลำดับ คมแข (2540) กล่าวว่า จุดประสงค์หลักของการใช้คลอรีนในอุตสาหกรรมอาหาร เพื่อทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับอาหาร เนื่องจากคลอรีนและ สารประกอบคลอรีนมีคุณสมบัติที่ดีในการทำลายและยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ และ Wei *et al.* (1995) อ้างโดย คมแข (2540) กล่าวว่า สารละลายคลอรีนมีประสิทธิภาพมากนักน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับสารแขวนลอย และสิ่งสกปรก ความเข้มข้นของสารละลายคลอรีน ระยะเวลาที่สารละลายสัมผัสกับเชื้อ ชนิดและปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ นอกจากนี้ยังพบว่าสารละลายคลอรีนที่ระดับความเข้มข้นสูง และ สัมผัสกับเชื้อเป็นเวลานานขึ้นจะมีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อมากขึ้น การใช้สารละลาย

โซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Loretz *et al.* (2010) พบว่าการใช้สารละลายคลอรีนในการควบคุมเชื้อจุลินทรีย์ สามารถลดเชื้อ aerobic bacteria coliforms และ *E. coli* การใช้น้ำโอโซน ความเข้มข้น 100 ppm สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ได้ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Pilasombut and Thumdee (2013) พบว่า การใช้น้ำโอโซน สามารถยับยั้งจุลินทรีย์และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ และการใช้สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% สามารถลดเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดได้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Woolthuis and Smulders (1985) ที่ว่ากรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยกรดทำให้ค่าความเป็นกรด ต่างลดต่ำลง ที่ลดลงนั้นทำให้ช่วง Lag phase มีระยะเวลานานขึ้น ทำให้อัตราการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ช้าลง ซึ่งผลของการยับยั้งจุลินทรีย์โดยกรดนั้นเกิดจากส่วนที่เป็น lipophilic ของกรดที่ละลายอยู่ในรูปโมเลกุลที่ไม่แตกตัวและซึมผ่านเข้าไป plasma membrane ของแบคทีเรียที่มีค่าความเป็นกรดต่ำกว่าเป็นกลาง (pH 7) ซึ่งสูงกว่าค่าความเป็นกรดของโซโตพลาสมิซึม ดังนั้นกรดอยู่ในรูปที่ไม่แตกตัวเข้าไปก็จะเกิดสถานะแตกตัวในรูปของ protons และ conjugated base และมีผลในการทำลาย oxidative phosphorylation from ของ electron transport system รวมถึงการยับยั้งระบบขนถ่าย substrate molecule เข้าสู่เซลล์ มีผลต่อการทำลายหรือยับยั้งการเจริญเติบโต (Adam and Hall, 1988)

Baird *et al.* (2006) ใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% นิดฟันทูนาโค เพื่อลดการปนเปื้อนของจุลินทรีย์บนซากโค พบว่าสารละลายกรดแลกติกสามารถลดจำนวนโคลิฟอร์มบนผิวซากโคได้ นอกจากนี้ Woolthuis and Smulders (1985) กล่าวว่ากรดแลกติกมีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์โดยกรดทำให้ค่าความเป็นกรดต่างลดต่ำลงส่งผลให้สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ซึ่งค่าความเป็นกรดต่างที่ลดลงนั้นทำให้ช่วง lag phase มีระยะเวลานานขึ้น ทำให้การเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ของเชื้อจุลินทรีย์ช้าลง Pipek *et al.* (2005) รายงานว่าการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% นิดฟันทูนาโคและซากสุกร ทำให้สีของเนื้อสัตว์จางลง เช่นเดียวกับการทดลองของ Pilasombut *et al.* (2007) ศึกษาผลของการใช้สารละลายกรดแลกติกความเข้มข้น 2% จุ่มเนื้อสุกร พบว่าทำให้สีเนื้อสัตว์จางลง Gould (1995) กล่าวว่าการใช้สารละลายกรดจะทำให้ค่าเป็นกรดต่างในเนื้อลดลง ทำให้เส้นใยกล้ามเนื้อหดตัว และมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นได้ นอกจากนี้ พรชัย เหลืองวาริ (2554) รายงานว่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาในเนื้อโคกลุ่มที่ไม่ฉีดพ่นด้วยกรดแลกติกมีค่าต่ำกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นกรดแลกติก

2. ผลของน้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm และสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2 % ที่มีผลต่อความพึงพอใจของผู้บริโภค

จากการทดสอบการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อมู่งไก่ที่จุ่มใน น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm สารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมของผู้ทดสอบให้คะแนน ด้านสีจากมากไปน้อยดังนี้ น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% ตามลำดับโดยมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P < 0.05$) กับ ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% ด้านกลิ่นจะเห็นได้ว่าคะแนนความพึงพอใจของกลุ่มน้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm กลุ่มควบคุม น้ำประปา สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% จากมากไปน้อย โดยน้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกันแต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% ด้านความชอบโดยรวมจะเห็นได้ว่า กลุ่มของน้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm มีความพึงพอใจมากกว่า กลุ่มควบคุม และน้ำประปาซึ่งมีค่าเท่ากัน รองลงมาคือ สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm และความเข้มข้น 200 ppm ละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% มีคะแนนความพึงพอใจด้านความชอบโดยรวมน้อยที่สุด โดยที่น้ำไอโซน ความเข้มข้น 100 ppm น้ำประปา กลุ่มควบคุม สารละลายโซเดียมไฮโปคลอไรท์ ความเข้มข้น 200 ppm ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่อกัน แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับสารละลายกรดแลกติก ความเข้มข้น 2% เนื่องจากสารละลายกรดแลกติก มีผลต่อผลิตภัณฑ์คือทำให้ผิวหนังมีสีซีดเล็กน้อยและ มันแข็งมีสีเทาเล็กน้อยถูกตั้งข้อสังเกตบนซาก (Burfoot and Mulvey, 2011)