สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

155

ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

EFFECTS OF GREEN TEA EXTRACT ON QUALITY OF MEAT AND MEAT PRODUCT

T119673

ณัฐนันท์ มณีนิล

NATTANUN MANEENIN

TP
ณ331ท
2554

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119673
วัน,เดือน,ปี 4 ส.ค. 2555

b. 12372119
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาสัตวศาสตร์

คณะเทคโนโลยีการเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2554

KMITL-2011-AG-M-031-089

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EFFECTS OF GREEN TEA EXTRACT ON QUALITY OF MEAT AND MEAT PRODUCT

NATTANUN MANEENIN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN ANIMAL SCIENCE

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2011

KMITL-2011-AG-M-031-089

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2011

FACULTY OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์
นักศึกษา	ณัฐนันท์ มณีนิล
รหัสประจำตัว	51065402
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	สัตวศาสตร์
พ.ศ.	2554
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของสารสกัดชาเขียว (*Camellia sinensis*) ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และคุณภาพของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 การทดลอง ได้แก่ (1) การศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และคุณภาพของเนื้อ โดยแบ่งเป็น 4 กลุ่ม ดังนี้ เนื้อสุกรบดแช่เย็น เนื้อสุกรบดแช่แข็ง เนื้อโคแช่เย็นและเนื้อโคแช่แข็ง และการทดลองที่ (2) ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้

การทดลองที่ 1 ทำการศึกษาผลสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อคุณภาพในเนื้อสุกรบดแช่เย็น เนื้อสุกรบดแช่แข็ง เนื้อโคแช่เย็นและเนื้อโคแช่แข็ง โดยการเติมสารสกัดชาเขียวระดับความเข้มข้น 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของสำหรับเนื้อสุกร และระดับความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสำหรับเนื้อโค บรรจุใส่ถาดโฟมปิดทับด้วยพลาสติกฟิล์มและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสสำหรับเนื้อแช่เย็นและ – 20 องศาเซลเซียสสำหรับเนื้อแช่แข็ง ทำการศึกษาด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนจุลินทรีย์รวม ด้านคุณภาพเนื้อจะทำการศึกษาในคุณภาพด้าน สีของเนื้อ (L*, a* และ b*), ค่าความเป็นกรดด่าง และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ โดยวิธี thiobarbituric acid reactive substances; (TBARS) ในเนื้อสุกรที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นจะตรวจที่ระยะเวลาหลังการผสมสารสกัดชาเขียว 10 นาที, วันที่ 1, 3 และ 5 ของการเก็บรักษา และระยะเวลาหลังการผสมสารสกัดชาเขียว 10 นาที, สัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 สำหรับเนื้อโคแช่เย็น ด้านเนื้อสุกรและเนื้อโคแช่แข็งจะทำการตรวจที่ระยะเวลาหลังการผสมสารสกัดชาเขียว 10 นาที สัปดาห์ที่ 2, 4, 6 และ 8 การสุ่มตรวจตัวอย่างในด้านจุลินทรีย์วางแผนการทดลองแบบบล็อกสมบรูณ์ ส่วนการศึกษาด้านคุณภาพเนื้อจัดกลุ่มการทดลองแบบแฟคทอเรียลในแผนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองแบบบล็อกสมบรูณ์ โดยศึกษาอิทธิพลของสองปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยแรกคือระดับความเข้มข้นของสารสกัด ปัจจัยที่สองคือ ระยะเวลาในการเก็บรักษา

ผลของสารสกัดจากชาเขียวต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสุกรแบบแช่เย็นและเนื้อสุกรแบบแช่แข็ง พบว่ามีความแตกต่างจำนวนจุลินทรีย์รวมระหว่างกลุ่มที่ไม่มีและมีสารสกัดชาเขียว อย่างไรก็ตาม จำนวนจุลินทรีย์รวมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น สารสกัดชาเขียวมีผลทำให้เนื้อสีเข้มขึ้น ระดับความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้นทำให้ค่าความสว่าง (L*) และค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนค่าสีแดง (a*) ของเนื้อนั้นไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มการทดลอง ($P>0.05$) ในทำนองเดียวกันก็ไม่พบความแตกต่างในค่าความเป็นกรดด่าง ($P<0.05$) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว

ผลของสารสกัดจากชาเขียวต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อโคแบบแช่เย็นและเนื้อโคแบบแช่แข็ง พบว่าสารสกัดชาเขียวในระดับความเข้มข้นที่สูงสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์รวมได้ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม นอกจากนี้พบว่า ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว

การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ และคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้ เติมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ ผลการศึกษาพบว่าสารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวม เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อยังมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว ด้านการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าผู้บริโภคยอมรับผลิตภัณฑ์ที่เติมสารสกัดชาเขียว การศึกษาในครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าสารสกัดชาเขียวมีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระช่วยเพิ่มคุณภาพของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis	Effects of Green Tea Extract on Quality of Meat and Meat Product
Student	Miss Nattanun Maneenin
Student ID.	51065402
Degree	Master of Science
Programe	Animal Science
Year	2011
Thesis Advisor	Assist. Dr. Khomkhae Pilasombut
Thesis Co-advisor	Assoc. Prof. Dr. Jutarat Sethakul

ABSTRACT

The research aimed to evaluate effects of green tea (*Camellia sinensis*) extract on antimicrobial activities, lipid oxidation and qualities of meat and meat product. The trial was divided into 2 experiments as following : (I) Effects of green tea extract on microbial reduction, lipid oxidation and meat quality in 4 types of meat product : refrigerated ground pork, frozen ground pork, refrigerated beef and frozen beef, and (II) the effect of green tea extract on qualities of beef jerky.

The first experiment was to determine the effect of green tea extract on quality of refrigerated ground pork, frozen ground pork, refrigerated beef and frozen beef by adding ground pork or beef steak with different concentration of green tea extract at 0, 50, 100, 200, 300 and 400 mg/kg for pork sample and 0, 200, 400 and 600 mg/kg for beef samples. They were wrapped with oxygen-permeable cling film and keeping under 4 °C and -20 °C. Total microbial count was evaluated by sampling after 10 mins, 1, 3 and 5 days for ground pork and 10 mins, 1, 2 and 3 weeks for beef steak. Sampling times for frozen meat were after 10 min, 2, 4, 6 and 8 weeks. For meat quality, the surface color (L*, a* and b*), pH and lipid oxidation expressed as thiobarbituric acid reactive substances; (TBARS) were measured in triplicates on each assigned day of storage. Total microbial count was analyzed as Randomize Complete Block Design (RCBD). For meat quality was analyzed according to a factorial arrangements of two factor (green tea concentration and storage time) in randomized complete block design (RCBD).

The effect of green tea extract powder on microbial reduction in refrigerated and frozen ground pork showed that there were significant difference of total microbial count found in the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ground pork among various concentrations of green tea extract ($P>0.05$). However, the number of total microbial count increased with longer storage. The results demonstrated that green tea extract effectively helped to retard discoloration. The higher concentrations of green tea extract was statistically significant in reduction in lightness (L*) and yellowness (b*) ($P<0.05$). However, there were no significant difference in redness (a*) values among treatments ($P>0.05$). Similarly, there were no significant difference in pH values among treatments ($P>0.05$). In addition, the sample TBARS values decreased ($P<0.05$) as higher concentrations of green tea extract were added.

The effect of green tea extract powder on microbial organisms in refrigerated beef steak and frozen beef steak showed that the higher concentration of green tea extract, the more reduction in total microbial count ($P<0.05$) when compared to the control group. In addition, the sample TBARS values decreased ($P<0.05$) as higher concentrations of green tea extract were added.

The second experiment was to investgate the effect of green tea extract on antimicrobial activities, lipid oxidation and qualities of beef jerky. Green tea extract at concentration of 0.1, 0.2 and 0.3% per kg were added to beef jerky. The results showed that green tea extract had no effect on total microbial count. However, TBARS values decreased ($P<0.05$) as higher concentration of green tea extract. In addition, the panel test showed consumer acceptance on the products with added green tea. Therefore, this study indicated that green tea extract having a natural antioxidant which could effectively enhance products quality, shelf-life extension and rancidity inhibition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดีนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. คมแข พิลาสมบัติ และรศ.ดร. จุฑารัตน์ เศรษฐกุล ที่ได้กรุณาแนะนำแนวทาง ช่วยชี้แนะให้คำปรึกษา และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทำวิทยานิพนธ์ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถดำเนินงานได้อย่างถูกต้อง และแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้สำเร็จลุล่วงตามเป้าหมายที่วางไว้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร. รณชัย สิทธิไกรพงษ์ รศ.สพ.ญ.ดร. ประภาพร ขอไพบูลย์ และรศ.วิชัย ศุภลักษณ์ กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบพระคุณ ดร. จตุพร บัณฑิต ที่ช่วยเหลือและให้คำแนะนำในการวิเคราะห์ทางเคมี

ขอขอบคุณกองทุนสนับสนุนจากศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) และสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนโอกาสในการศึกษาวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณพี่ เพื่อนนักศึกษาปริญญาโท น้องๆ นักศึกษาปริญญาตรี สาขาสัตวศาสตร์ทุกคน และบุคคลต่างๆที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ช่วยเหลือในการปฏิบัติงาน คอยอำนวยความสะดวกในทุกๆเรื่อง และให้กำลังใจเสมอ ซึ่งทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์

ส่วนดีของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอมอบให้นายผิน มณีนิล และนางสิรารมย์ สกุลศรีเดชาที่ให้ชีวิต ครูอาจารย์ทุกท่านที่ถ่ายทอดวิชาความรู้ และช่วยเหลือให้คำแนะนำตลอดระยะการศึกษา

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ทุกท่านที่สามารถนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้ต่อไป

นางสาวณัฐนันท์ มณีนิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....III

กิตติกรรมประกาศ.....V

สารบัญ.....VI

สารบัญตาราง.....X

สารบัญภาพ.....XII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญและที่มา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....2

1.3 สถานที่ดำเนินการ.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....3

1.5 ระยะเวลาของการศึกษา.....3

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 คุณลักษณะที่กำหนดคุณภาพเนื้อ.....4

2.2 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....7

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์.....9

2.2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์.....10

2.2.3 แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์.....13

2.2.4 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อสัตว์.....14

2.2.5 วิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์.....15

2.3 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น.....15

2.3.1 ลิปิดในเนื้อสัตว์.....16

2.3.2 กลไกการเกิดออกซิเดชันในน้ำมันและไขมัน.....17

2.3.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดออกซิเดชัน.....18

2.3.4 การชะลอปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน.....20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.5 การตรวจสอบการเกิดออกซิเดชันในไขมัน....20
2.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชา....21
2.4.1 ประเภทของชา....22
2.4.2 ชาเขียว....22
2.4.3 กลไกการต้านเชื้อแบคทีเรีย....23
2.4.4 สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ได้จากชาเขียว....24
2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ....26
2.5.1 แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ....27
2.5.2 กลไกของสารต้านอนุมูลอิสระ....28
2.5.3 สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากชาเขียว....28
2.6 ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์....31
2.6.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้....33

บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย....34
3.1 สารทดสอบ....34
3.2 ตัวอย่างเนื้อทดลอง....34
3.3 อุปกรณ์และเครื่องมือ....34
3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี....35
3.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย....36
3.5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อสุกรบด....36
3.5.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อโค....37
3.5.2 การทดลองที่ 3 ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้....37
3.6 ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล....38
3.6.1 การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์....38
3.6.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ....39
3.6.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อเจอร์กี้....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ....40

บทที่ 4 ผลการทดลอง....46

4.1 อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบด....46

4.1.1 จำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกร....46

4.1.2 คุณภาพเนื้อของเนื้อสุกร....48

4.2 อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อของเนื้อโค....58

4.2.1 จำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโค....58

4.2.2 คุณภาพเนื้อของเนื้อโค....62

4.3 อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์และคุณภาพเนื้อของเจอร์กี้....76

4.2.1 จำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้....76

4.2.2 ค่า Water activity ของเนื้อเจอร์กี้โค....77

4.2.3 ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้....78

4.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้....81

บทที่ 5 วิจารณ์ผลการทดลอง....83

5.1 จำนวนจุลินทรีย์รวม....83

5.1.1 จำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อสุกร....83

5.1.2 จำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อโค....85

5.1.3 จำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อเจอร์กี้....86

5.2 คุณภาพเนื้อ....86

5.2.1 ค่าสีของเนื้อ....86

5.2.1 ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ....88

5.2.3 ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ....89

5.2.3 ค่า Water activity ของเนื้อเจอร์กี้....91

5.2.3 ผลการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้....92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ....93
6.1 สรุปผลการทดลอง....93
6.2 ข้อเสนอแนะ....94

บรรณานุกรม....95

ภาคผนวก....105
ภาคผนวก ก....106
ภาคผนวก ข....109
ภาคผนวก ค....111
ภาคผนวก ง....117

ประวัติผู้เขียน....140

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงข้อดีและข้อเสียของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ 28

4.1 แสดงผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น 47

4.2 แสดงผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง 47

4.3 แสดงอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น 51

4.4 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อสุกร 52

4.5 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสุกร 52

4.6 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อสุกร (mg MDA/kg ของเนื้อ) 53

4.7 แสดงอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง 56

4.8 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อสุกร (mg MDA/kg ของเนื้อ) 57

4.9 แสดงผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น 60

4.10 แสดงผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง 60

4.11 แสดงอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น 64

4.12 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก 65

4.13 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก....66

4.15 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโค (mg MDA/kg ของเนื้อ)....66

4.16 แสดงอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง....70

4.17 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก....71

4.18 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก....71

4.19 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน....72

4.20 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก....72

4.21 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโค (mg MDA/kg ของเนื้อ)....73

4.22 แสดงผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้....75

4.23 แสดงอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อเจอร์กี้....75

4.24 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่า Water Activity ของเนื้อเจอร์กี้....76

4.25 แสดงอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ (mg MDA/kg ของเนื้อ)....76

4.26 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ (Jerky)....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงโครงสร้างของคาเทชินทั้ง 8 อนุพันธุ์ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มา

เนื้อสัตว์เป็นอาหารประเภทโปรตีนที่สำคัญสำหรับมนุษย์ โดยเนื้อสัตว์ที่นำมาบริโภคควรปราศจากเชื้อจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์จัดเป็นอันตรายทางชีวภาพที่สำคัญที่มีการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ เนื่องจากเนื้อสัตว์เป็นอาหารที่มีโปรตีนสูง และมีค่าความชื้น (Water activity) เหมาะสมกับการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เป็นปัญหาสำคัญและมีบทบาทอย่างยิ่งต่อชีวิตมนุษย์ เชื้อจุลินทรีย์แปลกปลอมที่ปนเปื้อนเข้ามาในเนื้อสัตว์นั้นเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา เพราะการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์เป็นสาเหตุที่สำคัญที่ทำให้เกิดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ และยังทำให้ผู้บริโภคเกิดการเจ็บป่วยจากโรคอาหารเป็นพิษ (Peason and Dutson. 1986) ซึ่งพบว่าโรคอาหารเป็นพิษร้อยละ 70 เกิดจากเชื้อจุลินทรีย์ โดยเฉพาะแบคทีเรียนั้นเป็นต้นเหตุสำคัญ (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545) การปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายประการ โดยการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์สามารถเกิดขึ้นได้ในทุกขั้นตอนของการผลิตสัตว์และผลิตเนื้อสัตว์ ตั้งแต่อยู่ในฟาร์ม การขนส่ง และขบวนการฆ่าในโรงฆ่าสัตว์ (Smulders and VanLaack. 1992) ซึ่งการปนเปื้อนในขบวนการฆ่าอาจมาจากเครื่องมืออุปกรณ์หรือภาชนะ การสัมผัสของผู้ปฏิบัติงาน และการสัมผัสระหว่างผิวซาก (Huffman. 2002; Pipek *et al.* 2005; Pipek *et al.* 2006) กระทั่งสภาพแวดล้อมภายของโรงฆ่าสัตว์ก็มีส่วนในการปนเปื้อน (Pipek *et al.* 2005; Pipek *et al.* 2006) ทำให้เนื้อสัตว์มีการปนเปื้อนเป็นสาเหตุให้เกิดการเสื่อมคุณภาพและเกิดการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ อายุการเก็บรักษาก็จะสั้นลง ซึ่งการปนเปื้อนขณะผลิตสัตว์อาจส่งผลให้เกิดการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อสัตว์เป็นองค์ประกอบ ซึ่งขบวนการผลิตและแปรรูปไม่สามารถทำลายเชื้อจุลินทรีย์ให้หมดไปได้ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ที่มีคุณภาพต่ำ นอกจากนี้ลักษณะการวางจำหน่ายเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ก็มีส่วนทำให้เกิดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ได้เช่นกัน เนื่องจากเนื้อสัตว์เป็นแหล่งอาหารที่เหมาะสมต่อการเจริญและการเพิ่มจำนวนของจุลินทรีย์ (García-López *et al.*1998)

การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์มักมีสาเหตุเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ แต่การเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา นั่นคือการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันที่จัดเป็นสาเหตุทำให้เกิดการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ทำให้มีสีที่เปลี่ยนไป สูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางอาหาร ทำให้เกิดการหืน และมีอายุการเก็บรักษาสั้นลง ซึ่งทำให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาหารที่นำมาบริโภคมีผลต่อสุขภาพของผู้บริโภคโดยตรง ผู้บริโภคไม่ต้องการอาหารที่มีสารเคมีเป็นส่วนประกอบแต่ให้ความสนใจในเรื่องการใช้สารที่ได้มาจากธรรมชาติซึ่งมีความปลอดภัยมากกว่าสารเคมี เนื่องจากผู้บริโภคส่วนใหญ่หันมาให้ความสนใจในสุขภาพของตนเองมากยิ่งขึ้น จึงมีความจำเป็นในการเลือกซื้ออาหารที่มีคุณภาพ ปลอดภัยปราศจากสารเคมีรวมไปถึงการปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์

ชาเขียวคือชารสอ่อนที่ไม่ผ่านการหมักโดยหลังจากเก็บใบชาแล้วนำมาผึ่งในที่ร่ม แล้วจึงนำไปอบด้วยไอน้ำก่อนนำไปตากแดดให้แห้งและคั่ว จากนั้นนำใบชาที่ผ่านการคั่วสุกแล้วเข้าเครื่องบีบเพื่อให้น้ำในใบชาออกมาเคลือบบริเวณผิวใบ และนำไปตากแห้งก่อนบรรจุ ในชาเขียวนั้นมีสารคาเทชินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งมีคุณสมบัติหลายประการอาทิเช่น สารคาเทชินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (antimicrobial) หลายชนิด (Cowan. 1999) และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Higdon and Frei. 2003) ป้องกันการเกิดมะเร็ง (Mukhtar and Ahmad. 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจ (Riemersma *et al.* 2001) เป็นต้น

การศึกษาครั้งนี้จึงมีแนวคิดในการนำสารสกัดจากชาเขียวเข้ามาช่วยในการยับยั้งการเจริญและทำลายเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ เพื่อรักษาคุณภาพ ลดการเหม็นหืนของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ยืดอายุในการเก็บรักษา และเพื่อความปลอดภัยของผู้บริโภคจากการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคได้รับประโยชน์อย่างเต็มที่จากการบริโภคเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์ที่ปราศจากปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ และมีความต้องการในการบริโภคสินค้าเหล่านี้เพิ่มมากขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์

2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ

1.3 สถานที่ดำเนินการ

1. ห้องปฏิบัติการจุลินทรีย์เนื้อสัตว์ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ ศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ห้องปฏิบัติการโภชนศาสตร์สัตว์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อสุกรบดแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง

2. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อโคแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง

3. ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้

1.5 ระยะเวลาการศึกษา

ใช้ระยะเวลาในการศึกษาทั้งสิ้น 1 ปี เริ่มทำการศึกษาตั้งแต่เดือนตุลาคม พ.ศ. 2552 เสร็จสิ้นการศึกษาเดือนตุลาคม พ.ศ. 2553

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำความรู้การใช้ประโยชน์จากชาเขียวมาใช้เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสุกร เนื้อโคและผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าการผลิตและเพิ่มความปลอดภัยในการบริโภค สามารถขยายตลาดเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

2. ลดการใช้สารเคมีชนิดอื่นที่ใช้เป็นสารยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นการลดการนำเข้าสารเคมีจากต่างประเทศ

3. เป็นการช่วยเหลือผู้ประกอบการที่ผลิตชาเขียว โดยสามารถขยายตลาดการนำชาเขียวมาใช้ประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 คุณลักษณะที่กำหนดคุณภาพเนื้อ

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2542) กล่าวว่าในการกำหนดคุณภาพเนื้อ (Meat Quality) ต้องคำนึงถึงองค์ประกอบหลัก 3 ประการคือ คุณลักษณะคุณภาพเนื้อ คุณภาพของการผลิต และความพึงพอใจของผู้บริโภค ซึ่งคุณลักษณะสำคัญที่กำหนดคุณภาพเนื้อมีดังนี้

1. คุณลักษณะทางโภชนะ (Nutritional factor)

คุณลักษณะทางโภชนะของเนื้อขึ้นอยู่กับปริมาณโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต ไวตามิน และเกลือแร่ นอกจากนี้แล้วยังคำนึงถึงความเป็นประโยชน์ต่อร่างกายได้มากน้อยเพียงใด โดยจะเกี่ยวกับส่วนประกอบและสัดส่วนของกรดอะมิโนในโปรตีนของเนื้อสัตว์หรือปริมาณสัดส่วนโปรตีนต่อไขมันที่มีอยู่ในเนื้อสัตว์

2. คุณลักษณะทางการบริโภค (Sensory factor)

คุณภาพเนื้อทางด้านนี้เกี่ยวข้องโดยตรงกับคุณสมบัติที่ใช้ตัดสินความน่ากินของเนื้อสัตว์ ได้แก่

2.1 สีของเนื้อ (color)

สีของเนื้อขึ้นอยู่กับชนิดของสัตว์ เพศ อายุ ลักษณะการทำงานของกล้ามเนื้อ ปริมาณเม็ดสีในกล้ามเนื้อ (myoglobin) ปริมาณเม็ดสีในเลือด (haemolobin) หรือการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีภายในกล้ามเนื้อภายหลังจากการฆ่าสัตว์ เป็นต้น สัญชัย จตุรสิทธา (2543) กล่าวว่า ไมโอโกลบินเป็นไมโครโปรตีนที่มีฮีมเป็นองค์ประกอบคล้ายกับฮีโมโกลบิน ไมโอโกลบินทำหน้าที่ในการขนส่งออกซิเจนในเซลล์กล้ามเนื้อ สีของเนื้อขึ้นอยู่กับไมโอโกลบินถึง 90 เปอร์เซ็นต์ และขึ้นอยู่กับฮีโมโกลบินอีก 10 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนี้ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่าปริมาณไมโอโกลบินในกล้ามเนื้อสัตว์นั้นจะมีมากหรือน้อยขึ้นอยู่กลับชนิดของสัตว์ด้วย โดยเนื้อโคจะมีปริมาณไมโอโกลบินสูงกว่าเนื้อสุกรและเนื้อไก่ตามลำดับ ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับอายุสัตว์ เพศ อาหาร และชนิดของกล้ามเนื้ออีกด้วย

2.2 กลิ่นและรสชาติ (Flavor)

เนื้อสัตว์แต่ละชนิดจะมีกลิ่นและรสชาติที่เป็นลักษณะพิเศษเฉพาะตัว ขึ้นอยู่กับสัดส่วนของสารประกอบที่ทำให้เกิดกลิ่น นอกจากนี้ยังอาจมีกลิ่นผิดปกติ (off-odours) ซึ่งจะอาจเกิดขึ้นในเนื้อสัตว์ เนื่องมาจากกลิ่นเพศของสุกรเพศผู้ที่ไม่ได้ตอน กลิ่นจากอาหารที่ใช้เลี้ยงสัตว์ เป็นต้น นอกจากนี้ จุฑารัตน์ เศรษฐกุล (2539) กล่าวว่า ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับกลิ่นรสของเนื้อแบ่งได้ 2 ประเภทคือ ปัจจัยภายนอกและปัจจัยภายใน ซึ่งปัจจัยภายในได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกลิ่นรสของเนื้อจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อค่า ultimate pH ต่ำ สำหรับช่วงระยะการบ่มเนื้อ กลิ่นรสของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการบ่มเพิ่มขึ้น สำหรับอายุสัตว์ถ้าสัตว์ที่มีอายุมากขึ้นจะพบว่ากลิ่นรสจะเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากร่างกายมีการสะสมไขมันมากขึ้นนั่นเอง สัตว์ที่มีอายุมากขึ้นจะมีกลิ่นรสมากขึ้นเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสารตั้งต้นของการสร้างสารระเหย สารตั้งต้นที่สำคัญคือไขมัน

3. คุณลักษณะทางสุขศาสตร์ (Hygienic factors)

คุณภาพเนื้อสัตว์ที่เกี่ยวข้องในด้านนี้หมายความรวมถึงเนื้อสัตว์ที่สะอาด ไม่มีปนเปื้อนในเรื่องต่อไปนี้คือ

3.1 การปนเปื้อนจากเชื้อจุลินทรีย์ (Microbial contamination)

เชื้อจุลินทรีย์นี้อาจติดมากับสภาพแวดล้อมภายในคอกโรงเรือน และอาหารสัตว์ โดยเฉพาะวัตถุดิบที่กรรมวิธีการผลิตไม่ผ่านขั้นตอนการฆ่าเชื้อ (sterilization) และถ้าโรงฆ่าสัตว์นั้นไม่ได้มาตรฐาน ก็ยิ่งทำให้เชื้อมีโอกาสปนเปื้อนติดไปกับเนื้อสัตว์ มีผลทำให้มีเชื้อจุลินทรีย์ปนเปื้อนอยู่ในเนื้อสัตว์เกินกว่าที่มาตรฐานจะยอมได้

เกณฑ์มาตรฐานของจุลินทรีย์ทางด้านเนื้อโคในประเทศไทยตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6001). (2547ก)

1) จำนวนจุลินทรีย์รวมต้องไม่เกิน $5x10^5$ โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม Association of Analytical Communities (AOAC, 2000) ข้อ 966.23C หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

2) โคลิฟอร์ม (Coliform organisms) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ตัวอย่าง 1 กรัมต้องไม่เกิน $5x10^3$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

3) ซาลโมเนลล่า (*Salmonella spp.)* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

4) สตาฟิโลคอคคัส ออเรียส (*S. aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ตัวอย่าง 1 กรัมต้องไม่เกิน $1x10^2$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55C หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

เกณฑ์มาตรฐานของจุลินทรีย์ทางด้านเนื้อสุกรในประเทศไทยตามมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช.6001). (2547ข)

1) จำนวนจุลินทรีย์รวมต้องไม่เกิน $5x10^5$ โคโลนี ต่อตัวอย่าง 1 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม Association of Analytical Communities (AOAC, 2000) ข้อ 966.23C หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) โคลิฟอร์ม (Coliform organisms) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ตัวอย่าง 1 กรัมต้องไม่เกิน $5x10^3$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 966.24 หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

3) ซาลโมเนลล่า (*Salmonella spp.)* ต้องไม่พบในตัวอย่าง 25 กรัม วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 967.26 หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

4) สตาฟิโลคอคคัส ออเรียส (*S. aureus*) กำหนดค่า Most Probable Number (MPN) ตัวอย่าง 1 กรัมต้องไม่เกิน $1x10^2$ โคโลนี วิธีทดสอบให้ปฏิบัติตาม AOAC (2000) ข้อ 975.55C หรือวิธีทดสอบที่เทียบเท่า

3.2 การปนเปื้อนจากปาราสิต

3.3 การปนเปื้อนจากมลพิษสิ่งแวดล้อม

1) สารโลหะหนัก

2) ยาฆ่าวัชพืช ยาฆ่าเชื้อรา ยาฆ่าแมลง

3) การปนเปื้อนจากสารในกลุ่ม polychlorinated biphenyls

3.4 สารตกค้าง

1) ยาปฏิชีวนะและยารักษาโรค

2) ฮอร์โมนและฮอร์โมนสังเคราะห์

3) สารเร่งการเจริญเติบโต

4. คุณค่าทางด้านที่เกี่ยวข้องกับการแปรรูปเนื้อสัตว์ (Technological value)

ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ ความสามารถในการอุ้มน้ำของโปรตีนในเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา และการสูญเสียน้ำระหว่างการปรุงสุก เนื้อที่มีคุณภาพดีเหมาะสมที่จะนำไปแปรรูปทำผลิตภัณฑ์ คือเนื้อที่มีคุณสมบัติในด้านการอุ้มน้ำของเนื้อสูง ซึ่งมีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับความเป็นกรดด่างในเนื้อสัตว์ เนื้อที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำจะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำต่ำ และในทางกลับกันเนื้อที่มีค่าความเป็นกรดด่างต่ำจะมีค่าความสามารถในการอุ้มน้ำสูง เนื้อที่มีไขมัน พังผืดปริมาณมากก็ยิ่งทำให้ความสามารถในการรวมตัวกันระหว่างน้ำและโปรตีนในน้ำลดลง นอกจากนี้เม็ดสีของเนื้อยังเป็นส่วนสำคัญทางด้านการนำไปแปรรูป ซึ่งเกี่ยวข้องกับสีของผลิตภัณฑ์ที่จะมีสีเข้มหรือสีจางขึ้นกับเม็ดสีในเนื้อ

5. คุณภาพที่เกี่ยวข้องทางด้านมโนธรรมและจิตใจ (Ethical value)

การผลิตเนื้อที่มีคุณภาพนั้นจะต้องมาจากการเลี้ยงที่ไม่ทำลายสภาพแวดล้อม มีระบบจัดการของเสีย การเลี้ยงสัตว์จะต้องไม่ทรมานสัตว์โดยวิธีใดๆ การใช้สารเร่งเนื้อแดง ฮอร์โมน จัดว่าเป็นการเลี้ยงแบบไม่ธรรมชาติถือว่าเป็นการทรมานสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กที่มองไม่เห็นด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยกล้องจุลทรรรศน์ช่วยขยายให้เห็นรูปร่าง จุลินทรีย์จำแนกออกได้ 6 ชนิด คือ แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว สาหร่าย และไวรัส ยากที่จะหลีกเลี่ยงจากจุลินทรีย์ แม้กระทั่งในร่างกายมนุษย์และสัตว์ก็ยังมีจุลินทรีย์อาศัยอยู่ในระบบทางเดินอาหาร โดยมีทั้งชนิดที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ สำหรับการมีจุลินทรีย์แปลกปลอมปนเปื้อนเข้ามาในอาหารถือว่าเป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนา จุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ สามารถแบ่งได้เป็นประเภทต่างๆตามความสำคัญได้ดังนี้

1. จุลินทรีย์ก่อให้เกิดโรค (Pathogenic microorganisms) ประมาณ 1 ใน 3 ของโรคที่เกิดขึ้นมาจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีการปนเปื้อนของจุลินทรีย์อยู่ ได้แก่ โรคที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่ป่วยเป็นโรคติดต่อซึ่งสามารถถ่ายทอดถึงคนได้ (zoonosis) เช่น โรค Brucellosis, Tuberculosis และ Bovine encepha เป็นต้น โรคอาหารเป็นพิษ (food poisoning) ที่เกิดจากการบริโภคเนื้อสัตว์ที่มีเชื้อแบคทีเรียเข้าไป ซึ่งเชื้อจะไปเจริญในทางเดินอาหารและเป็นสาเหตุทำให้เกิดอาหารเป็นพิษ ได้แก่ *Salmonella* spp., *Yersinia* spp., *Clostridium* spp. และ *Campylobacter* spp. และโรคอาหารเป็นพิษที่เกิดจากการได้รับสารพิษที่แบคทีเรียสร้างขึ้น ได้แก่ *Clostridium* spp., *Staphylococcus* spp. และ *Bacillus* spp. ซึ่ง *S. aureus* เป็นแบคทีเรียสร้างสารพิษประเภทเอนเทอโรทอกซิน (enterotoxin) ที่มีผลต่อระบบทางเดินอาหารของผู้บริโภค *C. botulinum* เป็นแบคทีเรียสร้างสารพิษประเภทนิวโรทอกซิน (neurotoxin) ที่มีผลต่อระบบประสาท (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542) จุลินทรีย์ในอาหารไม่เพียงทำให้อาหารเน่าเสียหรือเสื่อมคุณภาพลงเท่านั้น จุลินทรีย์หลายชนิดทำให้เกิดโรคกับมนุษย์ โดยเฉพาะแบคทีเรีย จากบันทึกหรือรายงานการระบาดของโรคอาหารเป็นพิษ ปรากฏว่าแบคทีเรียเป็นตัวการสำคัญและเป็นความเสี่ยงสูงสุดที่ผู้ผลิตอาหารจะต้องกำจัดออกไปจากห่วงโซ่อาหารเป็นอันดับแรก (สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545)

2. จุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage microorganisms) เนื้อสัตว์จัดได้ว่าเป็นอาหารที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ทำให้เกิดการเน่าเสีย (Spoilage microorganisms) เนื้อสัตว์จัดได้ว่าเป็นอาหารที่ดีที่สุดต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ เชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนซากสัตว์ภายหลังการฆ่ามีจุดเริ่มต้นจากผิวหนังสัตว์ สำไส้ และสภาพแวดล้อมภายในโรงฆ่าสัตว์ เช่น อากาศ น้ำ อุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงจากผู้ปฏิบัติงานเอง ดังนั้น จึงสามารถพบเชื้อจุลินทรีย์ได้หลายชนิด เช่น แบคทีเรียแกรมบวก แบคทีเรียแกรมลบ ยีสต์ และรา ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้สามารถกลายเป็นเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรคหรือเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสีย เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบการปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ระหว่างการเก็บรักษา ได้แก่ *Micrococcus, Pseudomonas, Moraxella Acinetobater, Lactobacillus, Flavobacterium,* coryneforms, yeasts, Enterobacteriaceae, *Staphylococcus, Kurthia, Bacillus* และ *Brochothrix thermosphacta* (Dainty *et al.* 1983) จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ที่พบปนเปื้อนบนซากสัตว์แต่ละบริเวณจะมีจำนวนการปนเปื้อนเชื้อที่แตกต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างบริเวณที่พบว่ามีการปนเปื้อนสูง คือ หน้าอก สะโพกและคอ แต่โดยทั่วไปแล้วจะมีค่าน้อยกว่า 10^4 cfu/cm^2 (Mackey and Roberts. 1993) ซากของสัตว์ปีกมักพบการปนเปื้อนที่ค่อนข้างสูงกว่าซากโค เนื่องจากสัตว์ปีกไม่ได้เอาหนังออก (Daud *et al.* 1979)

3. จุลินทรีย์ที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้ (Indicator microorganisms) จะบ่งบอกถึงสุขลักษณะของกระบวนการผลิต รวมทั้งเป็นการตรวจสอบความถูกต้อง (validation) และการทวนสอบ (verification) ในระบบ Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) ได้แก่ เชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด Coliforms และ *E. coli* โดยการตรวจวิเคราะห์ปริมาณเชื้อดังกล่าวบนพื้นผิวของอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิต และจากการสุ่มตัวอย่างเนื้อมาตรวจสอบด้วย ซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มนี้จะถูกหาและใช้เป็นเกณฑ์ในการกำหนดปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์ว่าต้องมีปริมาณไม่เกินเท่าใด แบ่งเป็น 3 ประเภท

3.1 จำนวนจุลินทรีย์รวม

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวม จะใช้เป็นเกณฑ์พิจารณาถึงสภาพทางจุลินทรีย์วิทยาของเนื้อสัตว์ ซึ่งสามารถบ่งชี้ถึงสุขลักษณะในกระบวนการผลิต เช่น สุขศาสตร์ของโรงฆ่าสัตว์ กระบวนการชำแหละ การตัดแต่ง และสุขศาสตร์ของผู้ปฏิบัติงาน (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542) จำนวนจุลินทรีย์รวม จากการ swab บนผิวซากโค ภายหลังการตัดแต่งพบว่า มีจำนวนเฉลี่ยประมาณ 2 log cfu/ cm^2 (Gill and Jones. 2000) โรงฆ่าสัตว์โดยทั่วๆไป มักพบว่ามีจำนวนจุลิน ทรีย์รวม ในเนื้อแดงเกินกว่าระดับที่กำหนดคือ 10^5 cfu/g (Jay. 2000)

3.2 Coliforms

เป็นจุลินทรีย์บ่งชี้ถึงการปนเปื้อนของสิ่งสกปรกจากสภาพแวดล้อมในกระบวนการผลิต (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542) เชื้อชนิดนี้เป็นแบคทีเรียติดสีแกรมลบ เซลล์เป็นลักษณะเป็นรูปไข่สั้น ไม่สร้างสปอร์เจริญในที่อากาศเพียงเล็กน้อย และใช้น้ำตาลแลคโตสในการหมักภายใน 48 ชั่วโมง ทำให้เกิดโคโลนีสีคล้ำ มีประกายของโลหะขึ้นบนวุ้นอาหารเอนโดการ์ การตรวจพบจุลินทรีย์กลุ่มนี้ในอาหาร เป็นดรรชนีบ่งชี้ความเป็นไปได้ที่จะมีเชื้อจุลินทรีย์กลุ่มที่ก่อให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหาร (enteropathogenic) หรืออาจมีสารพิษที่เกิดจากจุลินทรีย์ (toxigenic) (ปรีดารา ปริสุทธกุล. 2549)

3.3 *Escherichia coli*

E. coli เป็นจุลินทรีย์ในกลุ่มโคลิฟอร์ม พบได้ทั่วไปในระบบทางเดินอาหารของสัตว์เลือดอุ่นและคน มักพบในอุจจาระของคนและสัตว์ ซึ่งเป็นจุลินทรีย์ที่จะบ่งชี้ว่าอาหารมีการสุขาภิบาลที่ดีเพียงพอหรือไม่ *E. coli* เป็นสมาชิกในตระกูล *Enterobacteriaceae* มีลักษณะรูปร่างท่อนสั้น ติดสีแกรมลบ เคลื่อนที่ได้ เจริญได้ดีทั้งในสภาวะที่มีและไม่มีออกซิเจน (Facultative anaerobe) ในการจำแนกเชื้อนี้ ส่วนใหญ่ใช้ปฏิกิริยา IMViC คือ

I = indole production ความสามารถในการผลิตสารอินโดลจากกรดอะมิโน Trytophane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M = methyl red test ผลของปฏิกิริยาสลายน้ำตาลเกิดกรดก๊าซ

V = Voges-Proskauer test ความสามารถในการผลิตสาร acetoin ในสภาพที่เป็นด่าง

C = citrate utilization ความสามารถในการใช้สารประกอบอนินทรีย์ซิเตรทเป็นอาหารพลังงาน

Typical *E. coli* จะให้ผลบวกของ indole และ methyl red ส่วนปฏิกิริยา Voges-Proskauer test และ citrate utilization จะให้ผลลบ เชื้อ *E. coli* จัดเป็นจุลินทรีย์จำพวก Mesophilic bacteria สามารถเจริญได้ที่ในอุณหภูมิ 7-50 องศาเซลเซียส อุณหภูมิที่พอเหมาะต่อการเจริญเติบโตคือ 37 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นกรดด่างที่เหมาะสมต่อการเจริญอยู่ระหว่าง 7 – 7.5 และค่าความเป็นกรดด่างต่ำสุดที่สามารถเจริญได้เท่ากับ 4.4 ค่า A_w ต่ำสุดที่สามารถเจริญได้คือ 0.93 สายพันธ์ของเชื้อ *E. coli* ที่ทำให้เกิดโรคในระบบทางเดินอาหารหรือ diarrhea *E. coli* (ปรีดารา ปริสุทธกุล. 2549)

2.2.1 ปัจจัยที่มีผลต่อการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์

1. ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนมากับเนื้อ ตัวอย่างเช่น เนื้อที่เก็บแบแช่เย็น (chilling) จะมีการเสียเร็วขึ้นถ้าหากมีแบคทีเรีย เช่น *Pseudomonas* หรือ *Achromobacter* ปนเปื้อน

2. คุณสมบัติทางเคมีและฟิสิกส์ของเนื้อและผลิตภัณฑ์เนื้อ เนื้อจะเป็นผลิตภัณฑ์อาหารที่ดีของจุลินทรีย์ เนื่องจากมีคุณค่าทางอาหารต่างๆ ครบถ้วน ความชื้นในอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดและปริมาณของจุลินทรีย์ด้วย เช่น ปริมาณผิวด้านนอกชิ้นเนื้อที่ค่อนข้างแห้ง อาจพบเชื้อราเจริญเติบโต ส่วนเนื้อที่อยู่ลึกเข้าไปภายในชิ้นเนื้อจะมีความชื้นมากขึ้น จึงพบแบคทีเรียเติบโต ดังนั้น การควบคุมความชื้นในห้องที่เก็บเนื้อจึงมีความสำคัญมาก ความเป็นกรดด่างของเนื้อสดจะแตกต่างกันไปตั้งแต่ 5.7-7.2 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณของไกลโคเจนที่มีอยู่ โดยแบคทีเรียจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเนื้อที่มีช่วงของค่าความเป็นกรดด่างเป็นกลาง

3. ปริมาณออกซิเจน จุลินทรีย์ประเภทยีสต์ เชื้อรา และแบคทีเรียที่ต้องการอากาศในการดำรงชีวิตจะสามารถเจริญเติบโตได้ดีในเนื้อสัตว์บริเวณพื้นผิว และหากพื้นที่ผิวเพิ่มขึ้นจะพบจุลินทรีย์บริเวณนั้นเพิ่มขึ้นด้วย ตัวอย่างเช่น บริเวณพื้นที่ผิวของเนื้อบดจะพบจุลินทรีย์ในปริมาณสูงกว่าบริเวณพื้นผิวของชิ้นเนื้อทั้งก้อน

4. อุณหภูมิ อุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บเนื้อไม่ควรจะเป็นอุณหภูมิที่สูงกว่าจุดเยือกแข็งมากนัก เพราะจะทำให้จุลินทรีย์ที่เติบโตได้ดีในอุณหภูมิต่ำเติบโตได้ โดยปกติแล้วอุณหภูมิมีส่วนสำคัญในการกำหนดชนิดของจุลินทรีย์ที่พบในเนื้อ เช่น การเก็บเนื้อไว้ที่อุณหภูมิใช้สำหรับการแช่เย็น จะพบจุลินทรีย์พวกไซโครฟายล์เจริญเติบโตได้ดีจึงทำให้เกิดการเสียแบบเน่าเหม็นได้ ส่วนการเก็บเนื้อในที่อุณหภูมิห้องนั้นจะพบการเจริญของเชื้อมีโซฟายล์ ซึ่งสามารถสร้างแก๊สได้ เช่น โคลิฟอร์ม Bacillus และ Clostridium เป็นต้น (บุษกร อุตรภิชาติ. 2547)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเน่าเสียของเนื้อสัตว์

เนื้อสัตว์จะเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่ขั้นตอนแรกของการฆ่าสัตว์ การเปลี่ยนแปลงนี้อาจมีสาเหตุมาจากสารย่อยของเนื้อเยื่อกล้ามเนื้อเอง หรืออาจมาจากปฏิกิริยาอันเนื่องมาจากสารย่อยของจุลินทรีย์ และแม้แต่การเกิด oxidation ของไขมันก็เป็นสาเหตุได้เช่นกัน ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นโดยสารย่อยในขบวนการย่อยตัวเอง (autolysis) นั้นอาจรวมทั้งการเกิดการย่อยโปรตีน (proteolysis) ของกล้ามเนื้อและเนื้อเยื่อเกี่ยวพันด้วยก็ได้ถ้าหากเกิดการย่อยตัวเองมากๆ แล้วก็อาจมีผลลัพธ์ที่ทราบได้ง่าย คือ เนื้อเหม็นเปรี้ยวขึ้นมาได้ และการเหม็นเปรี้ยวนี้ก็คือการเหม็นเปรี้ยวอันเนื่องมาจากการเกิดการย่อยตัวเองของจุลินทรีย์นั่นเองเป็นหลัก เนื้อสัตว์ที่ได้มาจากซากสัตว์ที่ถูกฆ่าตายใหม่ๆ นั้น จะมีแบคทีเรียภายในกล้ามเนื้อเป็นจำนวนน้อยมาก และส่วนใหญ่ก็จะพบที่ต่อมน้ำเหลือง และประเภทของแบคทีเรียเหล่านี้ก็จะเป็นพวกที่มาจากอวัยวะภายในเสียเป็นส่วนใหญ่ อย่างไรก็ตามที่บริเวณผิวนอกของก้อนเนื้อซึ่งสัมผัสกับเครื่องมือ มีด และมือ แขนของผู้ฆ่าสัตว์มากนั้น ก็จะมีการปนเปื้อนในระดับมากน้อยแตกต่างกันไป การเข้มงวดในเรื่องความสะอาดจะสามารถลดการปนเปื้อนในขั้นนี้ลงได้มาก และการปนเปื้อนในที่นี้อาจนำไปสู่การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ที่ก่อโรคเป็นอันตราย (pathogenic) ก็ได้ การเน่าเสียของเนื้อสัตว์นั้น เราอาจกล่าวได้โดยทั่วๆ ไปว่ามีขอบเขตอยู่ที่ว่า เนื้อขณะนั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาเป็นอาหารของมนุษย์ได้อีกต่อไปแล้ว และการเน่าเสียในที่นี้จึงมีความหมายลึกลงไปอีกว่า เป็นเนื้อที่เกิดการ decomposition และ putrefaction อันมีจุลินทรีย์เป็นต้นเหตุ แต่อย่างไรก็ตาม การเน่าเสียนี้อาจหมายความรวมทั้งการเน่าเสียที่มีสาเหตุมาจากปัจจัยอื่นด้วยก็ได้ เช่น แมลง สารย่อยของเนื้อสัตว์เอง และปฏิกิริยา oxidative ดังได้กล่าวมาแล้วข้างต้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

เนื้อสัตว์ที่เน่าเสีย หมายถึง เนื้อสัตว์ที่มีกลิ่น สี และรสชาติที่ผิดปกติไป เนื่องจากจุลินทรีย์สร้างสารประกอบบางชนิดขึ้นมาระหว่างเจริญบนเนื้อสัตว์ (Russo *et al.* 2006) จำนวนเชื้อที่มักพบในเนื้อสดมีค่าประมาณ $10^2 - 10^5$ cfu/cm^2 แต่มีเพียงประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ที่สามารถเจริญเติบโตต่อไป โดยเชื้อเหล่านี้จะปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ เช่น การแช่เย็น (Nychas *et al.* 1998) ซึ่งเมื่อจำนวนเชื้อเพิ่มถึง 10^7 cell/cm^2 พบว่าเนื้อเริ่มมีกลิ่นเน่าเหม็น และเมื่อจำนวนเชื้อเพิ่มถึง 10^8 cell/cm^2 จะพบเมือกบริเวณผิวหน้าของเนื้อ (García-López *et al.* 1998) โดยเฉพาะที่บริเวณผิวหน้าของเนื้อสัตว์จะเน่าเสียก่อนส่วนอื่นๆ (จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542)

ชัยณรงค์ คันธพนิต (2529) กล่าวว่าการเน่าเสียของเนื้อสัตว์แบ่งการเปลี่ยนแปลงออกได้ 2 แบบ คือการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การเปลี่ยนแปลงทางเคมี

การเกิด degradation ของโปรตีน ไขมัน คาร์โบไฮเดรต และโมเลกุลอื่นๆ ไปเป็นโมเลกุลที่เล็กย่อยหรือส่วนประกอบอย่างย่อยลงไปนั้น อาจเป็นผลมาจากปฏิกิริยาของสารย่อยที่มีอยู่ภายในเนื้อสัตว์เอง หรือจากสารย่อยที่ผลิตขึ้นมาโดยจุลินทรีย์ในเนื้อก็ได้ ในระยะแรกๆ ของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนแปลงนี้อาจกล่าวได้ว่า สารย่อยภายในเนื้อสัตว์เองที่เป็นสาเหตุของการเกิด degradation แต่ในเวลาต่อมาเมื่อจำนวนจุลินทรีย์เหล่านี้มีมากขึ้น จึงทำให้มีกิจกรรมและสร้างสารย่อยออกมามากขึ้นตามไปด้วย และการเกิด degradation ต่อจากนี้ไปจึงมีสาเหตุมาจากจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่

สารย่อยจากจุลินทรีย์เหล่านี้จะไฮโดรไลซ์โมเลกุลขนาดใหญ่และมีโครงสร้างที่ยุ่งยากของเนื้อสัตว์ ไปเป็นโมเลกุลย่อยๆ และมีโครงสร้างแบบง่ายๆ ธรรมดาๆ ได้ ซึ่งต่อมาก็จะกลายเป็นแหล่งโภชนะของจุลินทรีย์ต่อไป ทำให้จุลินทรีย์มีการเจริญเติบโตและเพิ่มกิจกรรมมากขึ้นไปเรื่อยๆ ได้ และถ้าหากสภาวะแวดล้อมมีออกซิเจนพอเพียงแล้ว สิ่งผลิตสุดท้ายของจุลินทรีย์ที่ได้ก็จะเป็นพวกเปปไตด์ และกรดอะมิโน แต่ถ้าหากสภาวะแวดล้อมไม่มีออกซิเจนแล้วโปรตีนก็จะถูก degrade ไปเป็นสารประกอบจำพวกกำมะถันหลายหลากชนิด ซึ่งสารประกอบเหล่านี้เองที่มีกลิ่นเหม็นรุนแรงของเนื้อเน่าเสีย ส่วนผลิตสุดท้ายของสารที่เป็นไนโตรเจนที่มิใช่โปรตีนนั้นส่วนมากจะได้เป็นแอมโมเนียออกมา

สารย่อยที่จุลินทรีย์ผลิตออกมาส่วนใหญ่จะเป็นพวกไลเปส (lipases) ซึ่งสามารถไฮโดรไลซ์พวกไขมัน และฟอสฟอลิปิดไปเป็นกลีเซอรอล และกรดไขมัน หรือในกรณีของฟอสฟอลิปิดก็จะได้ nitrogenous bases และฟอสฟอรัส การย่อยดังกล่าวเรียกว่าไลโปลิซิส (lypolysis) นี้ ถ้าเกิดขึ้นมากๆ ก็จะช่วยให้การเกิดออกซิเดชันของไขมันเป็นไปในอัตราเร็วขึ้นตามไปด้วย ดังนั้น จึงทำให้เหม็นหืนได้

ในเนื้อสัตว์นั้นจะมีคาร์โบไฮเดรตในระดับต่ำมาก และเป็นที่ทราบกันดีว่าตามปกติจุลินทรีย์จะใช้คาร์โบไฮเดรตเพื่อเป็นแหล่งอาหารพลังงานมากกว่าอย่างอื่น ดังนั้น ถ้ามีคาร์โบไฮเดรตในเนื้อก็จะถูกใช้หมดไปอย่างรวดเร็ว และผลิตผลสุดท้ายที่ติดตามมาจากการนี้ก็จะเป็นพวกแอลกอฮอล์และกรดอินทรีย์ต่างๆ ซึ่งในไส้กรอกหรือผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น แหนม จุลินทรีย์จะหมักบูดน้ำตาลหรือแหล่งคาร์โบไฮเดรตอื่นๆ ที่เติมเข้าไป แล้วจึงผลิตกรดอินทรีย์ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นกรดแลคติกออกมาจึงทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีรสเปรี้ยวขึ้นมาได้

2. การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ

คมแข พิลาสมบัติ (2550ก) กล่าวถึงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นเนื่องจากจุลินทรีย์เป็นสาเหตุนั้น ตามปกติแล้วจะมองเห็นได้ง่ายและปรากฏชัดเจนกว่าการเปลี่ยนแปลงทางเคมี การเปลี่ยนแปลงในที่นี้ได้แก่รูปร่างสี กลิ่น รส และความนุ่มเหนียว เนื้อที่เน่าเสียนั้นส่วนมากจะถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ แอโรบิก (aerobic) และแอนาโรบิก (anaerobic) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อมขณะนั้นและกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีเป็นส่วนใหญ่อยู่ในขณะนั้นว่าจะเป็น แบคทีเรีย รา หรือยีสต์

การเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดเนื่องมาจากจุลินทรีย์เป็นสาเหตุนั้น มีการเปลี่ยนแปลงรูปร่าง สี กลิ่น รสชาติและความนุ่มเหนียว ลักษณะการเน่าเสียของเนื้อสัตว์ทางกายภาพสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การเน่าเสียในสภาพที่มีอากาศ ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงบริเวณผิวนอกของเนื้อสัตว์ในลักษณะดังนี้

1.1 การเกิดเมือกบริเวณผิวหน้า (surface slime) การเน่าเสียแบบนี้มักพบในเนื้อสัตว์แช่เย็นที่มีความชื้นสูง เกิดจากแบคทีเรียพวก *Pseudomonas, Achromobacter, Streptococcus, Leuconotoc, Bacillus, Micrococcus* และ *Lactobacillus* ส่วนการเสียของเนื้อสัตว์ที่แช่เย็นที่มีความชื้นต่ำจะพบเชื้อ *Micrococcus* และยีสต์เติบโตมาก และหากมีความชื้นต่ำมากจะพบการเสียของเนื้อสัตว์โดยเชื้อรา สำหรับเนื้อที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้องจะพบเชื้อในกลุ่ม มีโซฟายล์เป็นจำนวนมาก (บุษกร อุตรภิชาติ. 2547)

1.2 การเปลี่ยนสี เกิดจากแบคทีเรียพวก *Lactobacillus* spp. และ *Leuconotoc* spp. จะสร้างสารพวกเปอร์ออกไซด์ ซึ่งจะทำให้ผิวของเนื้อสัตว์มีสีเขียว สีน้ำตาล หรือซีด การเกิดสีต่างๆบนผิวหน้าของชิ้นเนื้อและผลิตภัณฑ์ เนื่องจากแบคทีเรียที่ปนเปื้อนอยู่สามารถสร้างรงควัตถุที่มีสีเกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโต ทำให้มองเป็นจุดสีต่างๆ เช่น *Serratia marcescens* ทำให้เกิดจุดสีแดง (red spot) หรือจุดสีน้ำเงินแกมเขียว กับน้ำตาลแกมดำ เกิดจากแบคทีเรียพวก *Chromobacterium lividum*

1.3 เกิดการเรืองสี (phosphorescence) เกิดจากเชื้อ Photobacterium เจริญเติบโตบริเวณผิวเนื้อ และเกิดการเรืองสี การเสียแบบนี้จะพบได้น้อยกว่าการเสียของเนื้อแบบอื่นๆ

1.4 การมีกลิ่นรสผิดปกติ เนื้อหรือผลิตภัณฑ์จากเนื้อที่มีกลิ่นผิดปกติ เนื่องจากมีแบคทีเรียเติบโตที่ผิวหน้าและ มักเกิดขึ้นก่อนที่จะมีรสเปรี้ยวเกิดขึ้น (souring) เนื่องจากแบคทีเรียเติบโตบนเนื้อ และสร้างกรดต่างๆออกมา เช่น กรดฟอร์มิก (formic acid) กรดแอซีติก (acetic acid) กรดบิวทีริก (butyric acid) และกรดโพรพิโอนิก (propionic acid) เป็นต้น

1.5 การเหม็นหืน (rancidity) การเหม็นหืนเกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาของเอนไซม์จากแบคทีเรีย และปฏิกิริยาของการออกซิไดซ์ของกรดไขมันอิ่มตัว เอนไซม์จากแบคทีเรียที่เป็นสาเหตุให้เกิดการเหม็นหืนได้แก่ เอนไซม์ไลเปส (lipase) จะไฮโดรไลซีส (Hydrolysis) โมเลกุลของไขมันแตกออกเป็นกรดไขมันอิสระ และเอนไซม์ออกซิเดส (Oxidase) จะเข้าทำปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (Oxidation) กับไขมันในองค์ประกอบที่เป็นไขมันในเนื้อสัตว์ ทำให้เกิดสารที่มีกลิ่นและรสชาติที่ผิดปกติไป จุลินทรีย์เป็นสาเหตุใหญ่ประการหนึ่งที่ทำให้เกิดการเหม็นหืน แต่ไม่ค่อยสำคัญมากนักในเนื้อ เพราะกรดไขมันอิสระที่ถูกปล่อยออกมาโดย hydrolytic cleavage ของไขมันจะยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์หลายๆชนิด โดยเฉพาะสารพวกเปอร์ออกไซด์ (peroxide) ที่เกิดขึ้นระหว่างการออกซิเดชั่นของกรดไขมันจะเป็นพิษอย่างยิ่งกับจุลินทรีย์ แต่การเหม็นที่เกิดขึ้นในเนื้อสัตว์ส่วนใหญ่จะมีผลมาจากปฏิกิริยาการออกซิเดชั่นของไขมันที่มีผลเนื่องจากการที่ออกซิเจนทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัว ซึ่งมีสาเหตุมาจากภาชนะที่บรรจุ อุณหภูมิระหว่างการเก็บรักษา แสงสว่างและสารแคทตาไลท์ (pro oxidant catalyst) ซึ่งได้แก่ เกลือ ก๊าซโอโซน สาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ และสารพวก Strong oxidizing agent ต่างๆ แบคทีเรียที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของไขมันเป็นแบคทีเรียพวก *Pseudomonas* และ *Achromobacter* (บุษกร อุตรถิชาติ. 2547)

2. การเน่าเสียในสภาพไม่มีอากาศ มักจะเป็นแบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative bacteria) หรืออาจเกิดจากแบคทีเรียชนิดที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) ทำให้เกิดการเน่าเสียได้หลายลักษณะดังนี้

2.1 การมีรสเปรี้ยว (souring) เกิดจากการย่อยสลายสารพวกคาร์โบไฮเดรตในเนื้อของแบคทีเรียประเภทที่ไม่ต้องการอากาศ (anaerobic bacteria) หรือแบคทีเรียชนิดที่เจริญได้ทั้งที่มีอากาศและไม่มีอากาศ (facultative bacteria) ทำให้เกิดกรดอินทรีย์ต่างๆเกิดขึ้น เช่น lactic acid, acetic acid และ propionic acid ทำให้เนื้อมีค่าความเป็นกรดด่างลดลง และเกิดแก๊สขึ้นในเวลาเดียวกัน เนื้อสัตว์ที่บรรจุแบบสุญญากาศมักมีการเน่าเสียในลักษณะนี้มาก (บุษกร อุตรถิชาติ. 2547)

2.2 กลิ่นเหม็นเน่าของโปรตีน (putrification) การมีกลิ่นเหม็นเน่าเกิดขึ้นเนื่องจากแบคทีเรียพวก Proteus และ *C. perfrigens* ขึ้น และย่อยสลายโมเลกุลของโปรตีน สายเปปไทด์หรือกรดอะมิโนอิสระได้ สิ่งที่เกิดขึ้นจากการย่อยสารประกอบพวกโปรตีน ทำให้เกิดสารที่ทำให้เนื้อมีกลิ่นเหม็นเน่าขึ้นได้แก่ hydrogen sulphide, mercaptans, indole, ammonia, amine และอื่นๆ (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2536)

2.2.3 แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

แหล่งการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เกิดโรคจากการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เกิดจากแหล่งที่สำคัญ 2 แหล่งคือ สัตว์ที่มีชีวิตและมนุษย์ โดยสัตว์ที่มีชีวิตอาจเป็นตัวนำพาเชื้อจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรคได้ และมนุษย์ก็อาจเป็นแหล่งที่สำคัญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรคขึ้นได้ โดยพบว่าเกิดจากการปนเปื้อนทางอ้อม เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคจากสัตว์อาจเกิดขึ้นในระหว่างการฆ่า แล้วปนเปื้อนบนซากสัตว์และแพร่กระจายไปยังเนื้อสัตว์ การจำกัดขอบเขตของการปนเปื้อนและทำให้เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคมีการเจริญเติบโตช้าลง อาจช่วยทำให้เนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ปลอดภัยมากขึ้น (Borch and Arinder. 2002)

นอกจากนี้จากการสำรวจในยุโรปโดย WHO (1995) แสดงให้เห็นว่าการเกิดโรคอาหารเป็นพิษจากเนื้อสัตว์ พบการกลับมาปนเปื้อนใหม่ถึงร้อยละ 25 ปัจจัยสำคัญที่พบในกระบวนการแปรรูปอาหาร คือ สุขลักษณะที่ไม่ดี ร้อยละ 1.6 การปนเปื้อนข้าม ร้อยละ 3.6 การจัดการห้องสำหรับแปรรูปและการเก็บรักษาไม่ดีพอ ร้อยละ 4.25 การปนเปื้อนจากอุปกรณ์และเครื่องมือร้อยละ 5.7 การปนเปื้อนจากพนักงาน ร้อยละ 9.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Legg *et al.* (1999) กล่าวว่าหนึ่งในความเสี่ยงของการปนเปื้อนของเนื้อสัตว์คือพื้นที่ในกระบวนการฆ่าซึ่งมีผลโดยตรงต่อการปนเปื้อนจากการสัมผัสกับมีด และมือของผู้ปฏิบัติงาน ซึ่งกระบวนการพื้นฐานที่ต้องทำคือการล้างมือและอุปกรณ์ให้สะอาดก่อนปฏิบัติงาน การปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* sp. จากตัวสัตว์ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งอาจมีระดับการปนเปื้อนเชื้อนี้มากถึง 20 เปอร์เซ็นต์ และอาจตรวจพบได้ในเนื้อโค เนื้อโคบด และผลิตภัณฑ์จากเนื้อโค ซึ่งสามารถก่อให้เกิดโรคอาหารเป็นพิษได้ (Álvarez-Ordóñez *et al.* 2009) ส่วน Nissen *et al.* (2001) กล่าวถึงเชื้อก่อโรคอีกชนิดที่มักพบในเนื้อโคคือ *E. coli* O157:H7 ในระหว่างกระบวนการผลิต ซึ่งเป็นสาเหตุของการป่วยและเสียชีวิตจากโรคอาหารเป็นพิษ โดย Gun *et al.* (2003) รายงานว่าสามารถตรวจพบเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้จากมีด มือ และผ้ากันเปื้อนของผู้ปฏิบัติงานในโรงฆ่า ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีการปนเปื้อนของเชื้อเกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการผลิต นอกจากนี้ Delazari *et al.* (1998) กล่าวว่าการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์มีความสัมพันธ์กับสถานที่ในกระบวนการฆ่า การปนเปื้อนจะมีจำนวนมากในพื้นที่ก่อนการฆ่าและเอาไส้ออก ซึ่งกระบวนการฆ่าควรมีแบ่งพื้นที่เป็น 2 ส่วน คือ พื้นที่สกปรก และพื้นที่สะอาดเพื่อป้องกันการปนเปื้อนข้าม และลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์

2.2.4 ชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อสัตว์ (ดมแข พิลาสมบัติ. 2550ก)

1. เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อสุกร

เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อสุกรได้แก่ *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E. coli*, *Yersinia* sp. และ *Listeria* sp. โดยทั่วไปแล้ว *Listeria* sp. มักพบในสภาพแวดล้อมทั่วไป ซึ่งอาจปนเปื้อนมากับตัวสัตว์ที่มีชีวิต และแพร่กระจายมายังโรงฆ่าสัตว์ ทำให้เกิดการปนเปื้อนในเนื้อสุกร ส่วน *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E. coli* และ *Yersinia* sp. พบในระบบทางเดินอาหารและอุจจาระของสัตว์ จึงสามารถแพร่กระจายมายังบริเวณผิวหนังของสุกร นอกจากนี้ยังสามารถพบ *Campylobacter* sp. บริเวณลิ้นและต่อมทอนซิลอีกด้วย โดยผลดังกล่าวทำให้เกิดการปนเปื้อนข้ามอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2. เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อโค

เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อโคได้แก่ *Salmonella* sp., *Campylobacter* sp., *E.coli*, *Listeria* sp. และ *E. coli* O157:H7 นอกจากนี้เชื้อที่เป็นสาเหตุสำคัญทำให้เนื้อเน่าเสียที่มักพบในเนื้อโคได้แก่ แบคทีเรียกรดแลกติก, *Pseudomonas* sp., *Acinetobacter* sp. และ *Moraxella* sp. ซึ่งเชื้อจุลินทรีย์ดังกล่าวสามารถปนเปื้อนในเนื้อโคได้ในระหว่างขบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เชื้อจุลินทรีย์ที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อไก่

เชื้อจุลินทรีย์ก่อโรคที่มักพบปนเปื้อนในเนื้อไก่ได้แก่ *Salmonella* sp. และ *Campylobacter* sp. โดยเนื้อไก่เป็นแหล่งการปนเปื้อนที่สำคัญของเชื้อ *Campylobacter* sp. และสายพันธุ์ที่พบเป็นส่วนใหญ่ในฝูงสัตว์ปีก คือ *C. jejuni* นอกจากนี้ยังพบเชื้อ *Listeria monocytogenes*

2.2.5 วิธีการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์

สำหรับการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์ แม้ว่าอุตสาหกรรมอาหารต่างๆ ได้มีความพยายามควบคุมขบวนการผลิตให้มีความปลอดภัยโดยมีการนำระบบประกันคุณภาพด้านความปลอดภัยของอาหาร เช่น GMP และ HACCP มาใช้ แต่ก็ยังพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคและจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเน่าเสียในอาหาร ดังนั้นการหาวิธีการลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์เป็นสิ่งที่จำเป็นที่ต้องนำมาปฏิบัติ การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนเนื้อสัตว์มีหลายวิธี (คมแข พิลาสมบัติ. 2550ข) เช่น

1. การฉีดพ่นด้วยน้ำแรงดันสูง (water spray) โดยน้ำที่ใช้ฉีดพ่นมีอุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส นอกจากนี้ยังมีวิธีการฉีดพ่นด้วยไอน้ำ (steam spray)

2. สำหรับวิธีทางกายภาพได้แก่ การใช้แสงอุลตราไวโอเลต (ultraviolet light) การฉายรังสี (ionizing radiation)

3. สำหรับวิธีทางเคมี เป็นวิธีการฉีดพ่นซากด้วยสารเคมี หรือจุ่มซากด้วยสารเคมี

ปัจจุบันผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจในการใช้สารที่ได้จากธรรมชาติในการถนอมอาหารมากขึ้น โดยคำนึงถึงอันตรายที่เกิดจากการใช้สารเคมี จึงได้มีการนำสารที่ไม่มีผลต่อร่างกายของผู้บริโภคมาใช้ในการลดการปนเปื้อน

2.3 การเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชั่น

ปัจจัยหลักของการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์มักมีสาเหตุเนื่องมาจากเชื้อจุลินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ซึ่งจะเป็นการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพ แต่การเปลี่ยนแปลงทางเคมีก็เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่มีความสำคัญมาก เพราะสามารถเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันจัดเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์

ปฏิกิริยาออกซิเดชัน (oxidation reaction) เป็นปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างออกซิเจน กับกรดไขมันไม่อิ่มตัวอิสระ ซึ่งจะพบได้มากในอาหารที่มีไขมัน หรือน้ำมันเป็นองค์ประกอบอยู่สูง เช่น เนื้อสัตว์ ผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ เป็นต้น ปฏิกิริยาออกซิเดชันในอาหารเกิดขึ้นเนื่องจากการเกิดออโตออกซิเดชัน (autoxidation) โฟโตออกซิเดชัน (photoxidation) และ ไฮโดรไลซิสออกซิเดชัน (hydrolysis oxidation) ซึ่งทำให้เกิดอนุมูลอิสระ (free radical) จำนวนมาก จนทำให้มีสีที่เปลี่ยนไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูญเสียกลิ่นรส คุณค่าทางอาหาร ทำให้เกิดการหืน และมีอายุการเก็บสั้นลง ซึ่งทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

เนื้อสดและผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เมื่อเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันแล้ว การเปลี่ยนแปลงสีก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญที่มีผลต่อการยอมรับของผู้บริโภค นอกเหนือจากกลิ่นหืนที่เกิดขึ้นแล้ว โดยปกติสีของเนื้อสัตว์จะประกอบด้วยรงควัตถุไมโอโกลบินและฮีโมโกลบิน เมื่อรงควัตถุไมโอโกลบินเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันอย่างช้าๆและต่อเนื่องได้เป็นเมทไมโอโกลบิน ทำให้สีของเนื้อเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลมากขึ้น (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2546)

ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์รวมถึงผลิตภัณฑ์จากหมู วัว ไก่ เป็นต้น ทั้งในรูปที่ยังไม่ได้มีการทำให้สุกหรือสุกแล้วมักจะมีการเสื่อมเสียจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน เนื่องจากพบว่านอกจากจะเป็นผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์แล้ว ยังมีปัจจัยที่เร่งให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเร็วขึ้นคือ รงควัตถุในเนื้อ เกลือ กรรมวิธีการแปรรูป และภาชนะในการบรรจุ เป็นต้น (สุรีย์ นานาสมบัติ. 2551)

2.3.1 ลิปิดในเนื้อสัตว์

ณรงค์ นิยมวิทย์ (2538) กล่าวว่าลิปิดในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดต่างกันมาก ทั้งชนิดและปริมาณ ซึ่งจะมีผลอย่างมากในการประกอบอาหารและคุณภาพ โดยเฉพาะในเรื่องกลิ่นรส ลักษณะเนื้อ ความชุ่มฉ่ำ ความคงตัวของโปรตีน อายุการเก็บรักษา และลักษณะของอิมัลชั่น ลิปิดของเนื้อสัตว์มีกลิ่นหืนได้ง่าย ทำให้เป็นจุดอ่อนที่ไม่สามารถเก็บได้นาน ฟอสโฟลิปิดและโคเลสเตอรอลมีความสำคัญต่อโครงสร้างและการทำงานของเซลล์ และอนุภาคที่อยู่ภายในเซลล์น้ำมันหรือไขมันจะเป็นแหล่งของกรดไขมันเพื่อให้เกิดพลังงานภายในเซลล์กล้ามเนื้อ นอกจากนี้ยังเป็นตัวกำหนดลักษณะของกล้ามเนื้อด้วย โดยจะปรากฏเป็นหยดเล็กๆภายในเซลล์กล้ามเนื้อหรือภายในเซลล์ไขมัน เมื่อเซลล์ไขมันมีจำนวนมากขึ้นจะมองเห็นเป็นเนื้อไขมันแทรกอยู่ในกล้ามเนื้อ (marbling) กล้ามเนื้อสัตว์จากส่วนต่างๆของร่างกายจะมีเซลล์และองค์ประกอบแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับหน้าที่ของกล้ามเนื้อ กรดไขมันในเนื้อสัตว์แต่ละชนิดก็แตกต่างกันมาก ทำให้คุณภาพอาหาร คุณภาพการรับประทาน และคุณภาพการเก็บแตกต่างกันไป สัตว์ชนิดต่างๆที่ไม่ได้เคี้ยวเอื้องกรดไขมันในอาหารจะเป็นตัวกำหนดชนิดของกรดไขมันในเนื้อเยื่อ ส่วนสัตว์เคี้ยวเอื้องสามารถให้นมหรือให้เนื้อที่มีกรดไขมันชนิดพันธะคู่มากๆ (polyunsaturated fatty acids) ได้ ถ้าได้กินอาหารที่มีเมล็ดพืชน้ำมันเป็นส่วนผสม กรดไขมันในเนื้อสัตว์เคี้ยวเอื้องส่วนใหญ่อิ่มตัว เนื่องจากเกิดการเติมไฮโดเจนโดยจุลินทรีย์ที่อยู่ในลำไส้ ฟอสโฟลิปิดในเนื้อโคและเนื้อแกะมีกรดไขมันไม่อิ่มตัวมากๆสูงกว่าเนื้อหมู แต่ยังน้อยกว่าเนื้อไก่ การเกิดกลิ่นผิดปกติมักเกิดขึ้นกับกรดไขมันของฟอสโฟลิปิด (Pomeranz. 1991) บทบาทของลิปิดในเนื้อสัตว์ มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1) ทำให้เกิดสี

ลิปิดในเนื้อสัตว์มักอยู่ร่วมกับโปรตีน เมื่อลิปิดเกิดการเติมออกซิเจนจะมีผลให้เหล็กเฟอรัสในไมโอโกลบินเกิดการเติมออกซิเจนเร็วขึ้น และเปลี่ยนไปเป็นเมทไมโอโกลบิน (metmyoglobin) เนื้อสัตว์จะเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Pomeranz. 1991) ซึ่งจะทำให้ผู้บริโภคไม่ค่อยยอมรับเหล็กจากฮีโมโกลบิน และจากสารประกอบอื่นๆที่ไม่ใช่จากฮีมจะช่วยเร่งให้เกิดการเปลี่ยนแปลงดัง กล่าวเกิดเร็วขึ้น

2) ทำให้อาหารมีกลิ่นผิดปกติ

กลิ่นที่เกิดจากลิปิดในอาหารมีสาเหตุมาจาก 3 ประการคือ ประการแรกเป็นกลิ่นที่เกิดจากสารที่มีอยู่แล้วในลิปิด ประการที่สองเป็นกลิ่นของสารที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงทางเคมี และประการที่สามเป็นกลิ่นที่มาจากสารที่เกิดขึ้นในกระบวนการทำให้น้ำมันบริสุทธิ์ สารฟอสโฟลิปิดจะทำให้อาหารจากเนื้อสัตว์มีกลิ่นผิดปกติได้ถึงแม้เนื้อสัตว์นั้นจะมีไขมันต่ำมาก สารฟอสโฟลิปิด เช่น ฟอสฟาติดิลซีรีน ฟอสฟาติดิลเอทานอลามีนในเนื้อโคและเนื้อสุกรจะทำให้เนื้อสัตว์เหล่านั้นมีกลิ่นเฉพาะเมื่อเกิดการเติมออกซิเจน

3) ทำให้อาหารเปลี่ยนแปลงลักษณะเนื้อ

เมื่อเก็บเนื้อสัตว์ไว้นานปริมาณกรดไขมันอิสระจะเพิ่มมากขึ้น มีผลทำให้โปรตีนเปลี่ยนสภาพไป ลักษณะเนื้อและความสามารถในการอุ้มน้ำจะเสียไป การเพิ่มปริมาณกรดไขมันอิสระเป็นผลมาจากการทำงานของเอ็นไซม์ฟอสโฟไลเปส เอ (phospholipase A) และเอ็นไซม์ไลโซโซมัลไลเปส (lisosomal lopase) การแตกตัวของกรดไขมันจะเกิดเร็วขึ้นมากในกล้ามเนื้อสีเข้มเมื่อได้รับความร้อนจะเปลี่ยนเป็นน้ำมันและไหลออกมา ขณะเดียวกันกรดไขมันที่ให้กลิ่นก็ระเหยออกไป (ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538)

2.3.2 กลไกการเกิดออกซิเดชันในน้ำมัน และไขมัน

ปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน และไขมัน เป็นปฏิกิริยาที่สามารถเกิดขึ้นได้เอง หรือออโตออกซิเดชัน โดยปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นที่พันธะคู่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัว ยิ่งถ้ามีพันธะคู่มากปฏิกิริยาออกซิเดชันก็จะยิ่งเกิดเร็วมากขึ้นด้วย ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นเป็นปฏิกิริยาแบบลูกโซ่ของกรดไขมันไม่อิ่มตัวกับออกซิเจน และอนุมูลอิสระ (free radical) เกิดเป็นสารไฮโดรเปอร์ออกไซด์ (hydroper-oxide) สารเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้ จะสลายตัวเป็นสารที่มีโมเลกุลเล็ก ๆ ที่ทำให้มีกลิ่นหืน และเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่เริ่มต้นของปฏิกิริยาลูกโซ่ต่อไปได้อีก โดยกลไกการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันของน้ำมัน และไขมันในอาหาร สามารถแบ่งเป็นขั้นต่าง ๆ ได้ 3 ขั้นตอน

1. ขั้นเริ่มต้น (initiation)

เป็นขั้นตอนการเกิดอนุมูลอิสระ เป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างกรดไขมันไม่อิ่มตัวและออกซิเจน โดยมีความร้อน แสง รังสี อิออนของโลหะ หรือฮีม (heam) เป็นตัวเร่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

119673

ปฏิกิริยาขั้นเริ่มต้นที่กล่าว อาจเกิดขึ้นโดยไม่ต้องอาศัยออกซิเจน เพียงแค่มีตัวเร่งปฏิกิริยา เช่น แสง อุณหภูมิและอนุมูลโลหะ เป็นต้น ก็เพียงพอที่จะทำให้ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้

2. ขั้นต่อเนื่อง (propagation)

เป็นปฏิกิริยาต่อเนื่องของอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นในปฏิกิริยาขั้นต้น ทำปฏิกิริยากับออกซิเจน เกิดเป็นอนุมูลเปอร์ออกไซด์ (peroxide radical) และอนุมูลเปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้ จะทำปฏิกิริยากับกรดไขมันไม่อิ่มตัว ทำให้เกิดสารเปอร์ออกไซด์ และอนุมูลอิสระขึ้น ซึ่งสารไฮโดร-เปอร์ออกไซด์ที่เกิดขึ้นนี้ สามารถเกิดปฏิกิริยาต่อไปได้ ถ้าหากมีแสง หรือความร้อน หรือโลหะเป็นตัวเร่ง และอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นก็จะไปทำปฏิกิริยากับออกซิเจนใหม่เกิดอนุมูลเปอร์ออกไซด์ขึ้นอีก และปฏิกิริยานี้จะเกิดต่อเนื่องแบบเดิมไปเรื่อย ๆ แบบลูกโซ่

3. ขั้นสุดท้าย (termination)

เป็นปฏิกิริยาสุดท้ายที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เกิดขึ้นไม่ได้เป็นอนุมูลอิสระ (non-radical products) โดยเป็นขั้นที่อนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น เกิดการรวมตัวกันในรูปต่าง ๆ ทำให้เกิดสารที่มีความคงตัว และทำให้ปฏิกิริยาสิ้นสุดลงไม่เกิดปฏิกิริยาต่อไป (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547)

2.3.3 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่ออัตราการเกิดออกซิเดชัน

เนื่องจากไขมันที่อยู่ในอาหารมีองค์ประกอบเป็นกรดไขมันชนิดต่าง ๆ มากมาย ซึ่งมีความแตกต่างกันทั้งสมบัติทางกายภาพ และทางเคมี รวมทั้งความไวต่อการเกิดออกซิเดชัน นอกจากนั้นส่วนประกอบอื่น ๆ ในอาหารอาจทำหน้าที่ร่วมออกซิไดส์ (coxidized) หรือทำปฏิกิริยากับไขมันที่ถูกออกซิไดส์แล้ว หรือผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกซิเดชัน ดังนั้นปฏิกิริยาการเกิดออกซิเดชันของไขมัน จึงเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และค่อนข้างสลับซับซ้อน นิธิยา รัตนปนนท์. (2545) กล่าวถึงปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อการเกิดออกซิเดชัน มีดังนี้

1) ชนิดของกรดไขมันที่เป็นองค์ประกอบ

เนื่องจากชนิดของกรดไขมันในโมเลกุลของไขมัน และน้ำมันมีผลกระทบต่ออัตราเร็วของปฏิกิริยาออกซิเดชัน กรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้นที่จะเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และอัตราเร็วของการเกิดจะแตกต่างกัน กรดไขมันที่มีพันธะคู่มากจะเกิดได้เร็วกว่า กรดไขมันที่อยู่ในรูป ซิสไอโซเมอร์ (cis-isomer) เกิดออกซิไดส์ได้เร็วกว่า ทรานส์-ไอโซเมอร์ (trans-isomer) และตำแหน่งที่เป็นพันธะคู่ (conjugated double bond) จะเกิดได้ไวกว่าตำแหน่งที่ไม่เป็นพันธะคู่ การเก็บรักษาอาหารที่อุณหภูมิห้อง กรดไขมันชนิดอิ่มตัวจะไม่เกิดออโตออกซิเดชัน จะเกิดเฉพาะกับกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัวเท่านั้น แต่ที่อุณหภูมิสูงกรดไขมันชนิดอิ่มตัวก็อาจเกิดออโตออกซิเดชันได้บ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) กรดไขมันอิสระ

กรดไขมันที่อยู่ในรูปอิสระจะถูกออกซิไดส์ได้ง่ายกว่าที่อยู่ในรูปเอสเทอร์ (ester) กับกลีเซอรอล (glycerol)

3) ความเข้มข้นของออกซิเจน

ในภาวะที่มีออกซิเจนมาก อัตราการเกิดออกซิเดชันจะไม่ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน แต่ในภาวะที่มีออกซิเจนน้อยอัตราการเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของออกซิเจน โดยถ้ามีความเข้มข้นของออกซิเจนในระดับที่สูงจะเพิ่มอัตราการเกิดออกซิเดชันในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (Lund *et al.* 2007) อย่างไรก็ดีผลของออกซิเจน ยังขึ้นอยู่กับปัจจัยอื่นด้วย เช่น อุณหภูมิ และพื้นที่ผิวที่สัมผัสกับออกซิเจน

4) อุณหภูมิ

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และอุณหภูมิยังมีอิทธิพลต่อความดันย่อยของออกซิเจนด้วย เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นการเปลี่ยนความดันย่อยของออกซิเจนจะมีอิทธิพลเพียงเล็กน้อยต่ออัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชัน เพราะการละลายของออกซิเจนในไขมันและน้ำจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

5) พื้นที่ผิว

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นเป็นสัดส่วนโดยตรงต่อพื้นที่ผิวของไขมันที่สัมผัสกับอากาศ ดังนั้น หากอัตราส่วนของพื้นที่ผิวต่อปริมาตรเพิ่มขึ้นการเกิดออกซิเดชันจะเร็วขึ้นสำหรับอาหารที่เป็นอิมัลชัน (emulsion) ชนิดน้ำมันในน้ำ (oil in water) การเกิดออกซิเดชันจะขึ้นอยู่กับอัตราการแพร่กระจายของออกซิเจนเข้าไปยังส่วนที่เป็นน้ำมัน

6) ความชื้น

อัตราเร็วของการเกิดออกซิเดชันขึ้นอยู่กับค่า A_w อาหารแห้งที่มีความชื้นต่ำมาก (A_wน้อยประมาณ 0.1) ปฏิกิริยาออกซิเดชันจะเกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว เมื่อค่า A_w เพิ่มขึ้นถึงประมาณ 0.3 จะยับยั้งการเกิดออกซิเดชันของไขมันให้เกิดน้อยที่สุด อย่างไรก็ตามเมื่อค่า A_w เพิ่มมากขึ้นอยู่ในช่วง 0.55-0.85 อัตราการเกิดออกซิเดชันจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหนึ่ง เนื่องจากมีปริมาณน้ำมากพอที่จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของคะตะลิสต์ (catalyst) และออกซิเจน

7) โปรออกซิแดนท์ (Pro-oxidant)

แร่ธาตุหรือโลหะบางชนิด เช่น โคบอลต์ ทองแดง เหล็ก แมงกานีส และนิกเกิล มีสมบัติเป็นโปรออกซิแดนท์ได้ ที่ความเข้มข้นต่ำเพียง 0.1 ส่วนในล้านส่วน ซึ่งจะเร่งอัตราการเกิดออกซิเดชันได้ แร่ธาตุหรือโลหะเหล่านี้ได้มาจากดินที่ปลูกพืช และปนเปื้อนอยู่ในน้ำมันพืชหรือมาจากสัตว์ และอุปกรณ์โลหะที่ใช้ในกระบวนการแปรรูป และเก็บรักษา

8) Radiant energy

แสง และรังสีต่าง ๆ เช่น visible light แสงอัลตราไวโอเลต และแกมมา-เรดิเอชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(γ-radiation) มีผลช่วยเร่งให้เกิดออกซิเดชันได้เร็วขึ้น

9) สารต้านออกซิเดชัน หรือสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านออกซิเดชันจะช่วยยับยั้งหรือชะลอการเกิดออกซิเดชันได้ซึ่งมีทั้งสารต้านออก ซิเดชันในธรรมชาติ เช่น วิตามินอีในน้ำมันพืช และสารต้านออกซิเดชันที่เป็นสารสังเคราะห์และอนุญาตให้เติมลงในอาหารได้ เช่น โพรพิลแกลเลต (propyl gallate) บิวทิเลเตตไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA) และ บิวทิเลเตตไฮดรอกซีโทลูอีน (butylatedhydroxytoluene, BHT) เป็นต้น

2.3.4 การชะลอปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน

ปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (autoxidation) เป็นปฏิกิริยาแบบผันกลับได้ เราไม่สามารถจะป้องกันไม่ให้เกิดได้ แต่สามารถชะลอให้เกิดช้าลงได้ ซึ่งทำได้โดย

1. ลดปริมาณความร้อน และแสงลง โดยการเก็บผลิตภัณฑ์ไว้ในที่เย็น และมืด

2. อย่าให้มีการปนเปื้อนของโลหะหนักต่าง ๆ เนื่องจากหากการมีโลหะหนักปนเปื้อนมา แม้ในปริมาณที่ต่ำมาก เพียงแค่ 0.1-1 ส่วนในล้านส่วน ก็สามารถเร่งให้มีการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันให้เร็วขึ้น

3. ป้องกันมิให้สัมผัสออกซิเจน โดยการเก็บในภาชนะที่ปิดสนิท

4. การใช้สารต้านอนุมูลอิสระ ทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระ เพื่อหยุดปฏิกิริยาออกซิเดชันที่จะเกิดขึ้นแบบลูกโซ่ (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545)

2.3.5 การตรวจสอบการเกิดออกซิเดชันในไขมัน

การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันเป็นปฏิกิริยาทางเคมีที่ซับซ้อน และมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งทางกายภาพ และทางเคมีของไขมัน การตรวจสอบเพื่อวัดการเกิดออกซิเดชันของไขมันทำได้หลายวิธี (นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545) ดังนี้

1. การหาค่าเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value, PV)

เปอร์ออกไซด์เป็นผลิตภัณฑ์ตัวแรกของการเกิดออโตออกซิเดชัน ซึ่งวัดปริมาณที่เกิดขึ้นได้โดยใช้ความสามารถของเปอร์ออกไซด์ที่จะทำปฏิกิริยากับโพแทสเซียมไอโอไดด์ ได้เป็นไอโอดีนแล้วหาปริมาณไอโอดีนที่เกิดขึ้นโดยการไตเตรชัน (titration) หรือไอโอดิเมตรี (iodimetry) หรือออกซิไดส์เฟอร์รัสไอออนให้เป็นเฟอร์ริกไอออน โดยวิธีไทโอไซยาเนต

ค่าเปอร์ออกไซด์ หมายถึง มิลลิสมมูลของเปอร์ออกไซด์ออกซิเจนต่อกิโลกรัมของไขมันหรือน้ำมัน ระหว่างการเกิดออกซิเดชันค่าเปอร์ออกไซด์จะเพิ่มขึ้นจนถึงจุดสูงสุด และลดต่ำลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การทดสอบกรดไทโอบาร์บิทูริก (Thiobarbituric acid, TBA)

ผลิตภัณฑ์จากปฏิกิริยาออกซิเดชันของกรดไขมันชนิดไม่อิ่มตัว จะทำปฏิกิริยากับกรดไทโอบาร์บิทูริกทำให้เกิดสี ซึ่งเชื่อว่าเกิดจากปฏิกิริยาควบแน่น (condensation) ของมาโลนอลดีไฮด์ (malonal-dehyde) กับกรดไทโอบาร์บิทูริก 2 โมเลกุล อย่างไรก็ตาม การเกิดออกซิเดชันอาจไม่จำเป็นต้องเกิดมาโลนาลดีไฮด์เสมอไป เพราะสารประกอบพวกแอลคานาล (alkanals) แอลคีนาล (alkenals) และ 2,4-ไดอีนาล (dienals) กับกรดไทโอบาร์บิทูริก จะให้สีเหลือง และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 450 นาโนเมตร มีเพียงไดอีนาลเท่านั้นที่ให้สีแดง และดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 530 นาโนเมตร

2.4 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับชา

ยูถิกา สร้อยระย้า (2551) กล่าวถึงลักษณะทางพฤกษศาสตร์ของชาไว้ว่า ชาเป็นพืชยืนต้น ใบเลี้ยงคู่อยู่ใน Order Guttiferales วงศ์ Theaceae หรือ Ternstoremiaaceae พืชวงศ์นี้มีประมาณ 20 สกุล ประกอบด้วยพืชชนิดต่าง ๆ ถึง 200 ชนิด ลักษณะเป็นใบเขียว ใบเรียงตัวสลับกัน 1 ข้อ มีใบ1 ใบ แผ่นใบหนา มีสีเขียวสด เส้นใบเป็นแบบ Pinntely-nerved ไม่มีหูใบ ดอกออกเป็นดอกเดี่ยว ตำแหน่งของดอกเกิดบริเวณซอกใบเป็นดอกสมบูรณ์เพศ พืชในวงศ์นี้ มีสกุล (genus) ที่สำคัญคือ พืชในสกุล Camellia เป็นพืชไม่ผลัดใบ มีลักษณะต้นเป็นไม้พุ่มและเป็นต้น และพืชในสกุล Camellia มีอยู่ 12 หมวด 45 ชนิด กระจายอยู่ในเขตร้อนและเขตอบอุ่นของทวีปเอเชีย ชาชนิดที่ปลูกเป็นการค้ามีชื่อสามัญว่า tea ชื่อทางวิทยาศาสตร์ คือ *Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze ชาแบ่งได้เป็น 3 กลุ่มพันธุ์ คือ

1. ชาจีน (Chinese tea) ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* Var. sinensis เป็นกลุ่มพันธุ์ชากลุ่มแรกที่พบ และมีการใช้ประโยชน์มานานในแถบตะวันตกของมณฑลยูนานประเทศจีน เป็นชาที่มีขนาดต้นและใบเล็ก ขอบใบเป็นลักษณะเหมือนฟันเลื่อย ใบจะมีสีเขียวทนทานต่อความหนาวเย็น เจริญเติบโตในเขตที่มีความชื้นสูงตลอดปี ปลูกมากในไต้หวัน

2. ชาอัสสัม (Assamese tea) ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* Var. assamica (Mast.) เป็นกลุ่มพันธุ์ที่มีการกระจายตัวลงมาในเขตที่อบอุ่นกว่ากลุ่มแรก พบอยู่ในรัฐอัสสัมของอินเดีย ในประเทศเมียนมาร์ ประเทศไทย และประเทศในคาบสมุทรอินโดจีน รวมทั้งทางตอนใต้ของจีน เป็นชาที่เติบโตเร็ว ขอบใบเป็นฟันเลื่อยหยาบๆ ปรับตัวเข้ากับอากาศได้ดี

3. ชาเขมร (Cambodia tea) ชื่อทางวิทยาศาสตร์คือ *Camellia sinensis* Var. indochina เป็นกลุ่มที่มีการกระจายตัวในเขตที่อบอุ่นกว่าชาในกลุ่มชาจีน ส่วนมากมีการเจริญเติบโตและกระจายตัวในบริเวณเดียวกับชาในกลุ่มพันธุ์ชาอัสสัม แต่จะมีการกระจายตัวได้ดีในเขตคาบสมุทรอินโดจีน เช่น กัมพูชาและเวียดนาม ส่วนใหญ่ชาในกลุ่มนี้ไม่นิยมนำยอดมาแปรรูปเป็นชาชนิดต่าง ๆ แต่นิยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปลูกเพื่อใช้เป็นคู่ผสมสำหรับชาในกลุ่มพันธุ์ชาจีนและกลุ่มพันธุ์ชาอัสสัมเพื่อประโยชน์ในการปรับปรุงพันธุ์เท่านั้น ใบมีสีแดง ลำต้นเดี่ยว มีความสูงประมาณ 16 ฟุต ใบเป็นฟันเลื่อยเล็กน้อย

2.4.1 ประเภทของชา

ชามีอยู่ด้วยกันสามประเภทใหญ่ คือชาเขียว ชาอู่หลง และชาดำ ซึ่งแต่ละชนิดจะแตกต่างในกระบวนการผลิตชา อาจแบ่งประเภทของชาได้ดังนี้ (ยูถิกา สร้อยระย้า. 2551)

1. ชาเขียวหรือชาไม่หมัก เป็นชาที่ไม่มีขั้นตอนการหมักใบชาสดระหว่างกระบวนการผลิต การยับยั้งเอนไซม์ในใบชาสดทำโดยการคั่วด้วยกระทะร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 300-350 องศาเซลเซียส หรือนึ่งชาด้วยไอน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เพื่อป้องกันการเกิด enzymaticoxidation ของ catechins แล้วนำไปนวดอบไอร้อนเพื่อลดปริมาณความชื้นในใบลง ต่อจากนั้นนำมานวดในอุณหภูมิห้องปกติเพื่อทำให้เซลล์แตก และหรือนวดด้วยความร้อนอีกครั้งเพื่อทำให้ใบชาม้วนตัวสวยงาม แล้วนำไปอบแห้งให้ความชื้นในใบชาลดเหลือ 4 เปอร์เซ็นต์ สีของน้ำชาประเภทนี้จะมีสีเขียวถึงเขียวอมเหลืองเนื่องจากยังมีคลอโรฟิลล์อยู่

2. ชาอู่หลง หรือ ชากึ่งหมัก เป็นชาที่มีการหมักชาสดในระหว่างกระบวนการผลิตเพียงบางส่วน โดยนำยอดชามาผึ่งแดด 20-40 นาที ทำให้อุณหภูมิในยอดชาสูงขึ้น เกิดกลิ่นหอม แล้วนำเข้าไปผึ่งในร่มอีกครั้ง พร้อมเขย่ากระตุ้นยอดชาให้ตื่นตัวเร่งการหมัก ความแก่อ่อนของการหมักขึ้นกับระยะเวลาการผึ่งและเขย่ากระตุ้น ทั่วไปหมักที่ 10-80 เปอร์เซ็นต์ ชาอู่หลงที่ผ่านการหมักไม่เกิน 20 เปอร์เซ็นต์ จะถือว่ามีสารสำคัญที่เป็นประโยชน์เทียบเคียงชาเขียว ชาประเภทนี้รสชาติน้ำชาเข้มขึ้นและมีกลิ่นหอม น้ำชามีสีเหลืองอมเขียว น้ำตาลอมเขียว น้ำตาลอมเหลือง น้ำตาลส้ม ขึ้นอยู่กับวิธีการผลิต

3. ชาดำ หรือชาแดง หรือชาหมัก ชาหมักหรือชาดำ เป็นชาที่เกิดกระบวนการหมักอย่างเต็มที่ (full fermented tea) โดยปล่อยให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่น (oxidation) ของโพลีฟีนอล (polyphenol) โดยเอนไซม์ polyphenol oxidase เกิดเป็นสารอนุพันธ์ quinine เช่น theaflavins และ thearubigens ซึ่งแสดงลักษณะรสชาติ กลิ่น และสีที่เฉพาะของชาดำ ชาชนิดนี้จะให้สีและรสชาติชาเข้มข้นที่สุด น้ำชาเป็นสีส้มหรือน้ำตาลแดง

2.4.2 ชาเขียว

ในชาเขียวจะมีสารพอลิฟีนอล (polyphenol) ซึ่งเป็นสารประกอบเชิงเคมีธรรมชาติที่สามารถพบได้ในใบชาทุกชนิดและพบได้ในผลไม้ ผักบางชนิด ชาเขียวเป็นชาที่มีสารพอลิฟีนอลมากกว่าชาชนิดอื่นๆ ที่มีปฏิกิริยาการหมักเกิดขึ้นมากมาย เนื่องจากชาเขียวไม่ผ่านกระบวนการหมักจึงทำให้เกิดการสูญเสียสารพอลิฟีนอลน้อยกว่าชาชนิดอื่นที่ผ่านกระบวนการหมัก สารพอลีฟีนอลหลักที่พบในชาเขียวคือ คาเทชิน (catechins) ซึ่งเป็นฟลาโวนอยด์ (flavonoid) ชนิดพิเศษที่พบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชาโดยเฉพาะในชาเขียว คาเทชินเหล่านี้สามารถพบได้ทุกส่วนในต้นชา แต่จะพบในปริมาณมากตรงส่วนยอดของใบชารวมไปถึงใบที่สองและที่สามถัดมาจากยอด ใบชาเขียวมีปริมาณคาเทชินประมาณ 30-40 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักใบชาสดแห้ง (Karakaya and Kavas. 1999; Wheeler and Wheeler. 2004; Nihal *et al.* 2005) สารคาเทชินก็พบได้ในใบแปะก๊วย เปลือกของต้นสน และมีมากที่สุดในใบชาสด คาเทชินที่พบในใบชามีด้วยกัน 8 อนุพันธ์ ดังแสดงในภาพที่ 1 ได้แก่

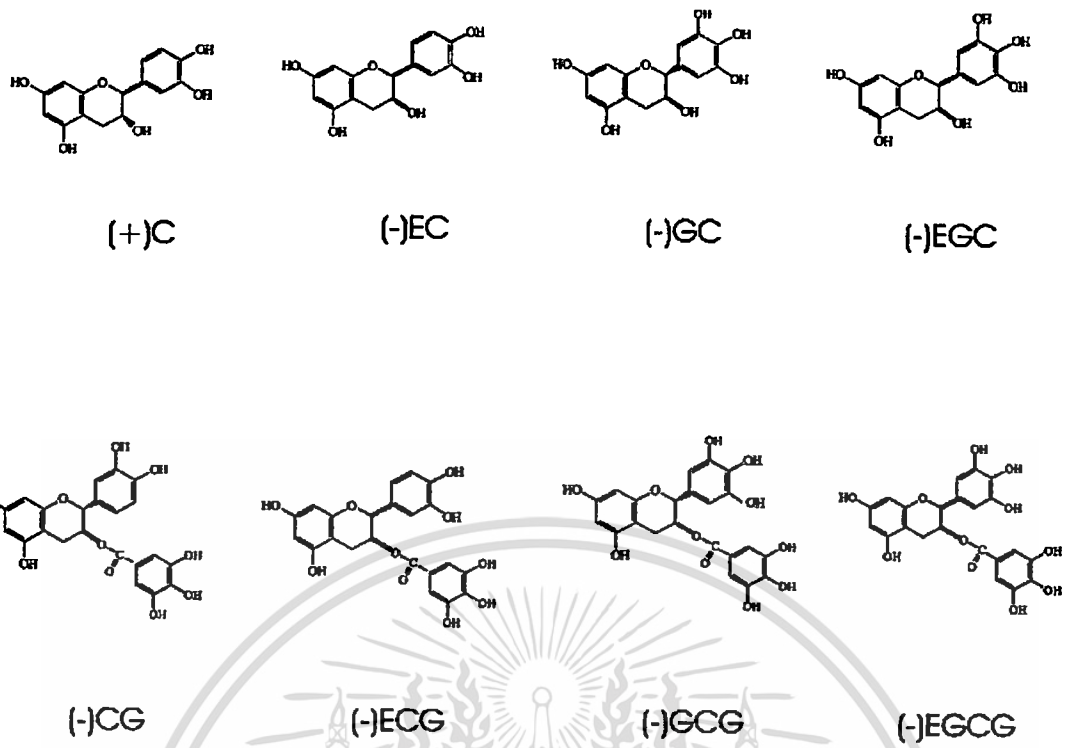
1) คาเทชิน (catechin, C)
2) อิพิคาเทชิน (epicatechins,EC)
3) แกลโลคาเทชิน (gallocatechin, GC)
4) อิพิแกลโลคาเทชิน (epigallocatechin,EGC)
5) คาเทชินแกลเลต (catechin gallate, CG)
6) แกลโลคาเทชินแกลเลต (gallocatechin gallate,GCG)
7) อิพิคาเทชินแกลเลต (epicatechin gallate, ECG)
8) อิพิแกลโลคาเทชินแกลเลต (epigallocatechin gallate, EGCG) (Dalluge and Nelson. 2000)

สารคาเทชินที่พบในชาเขียวนั้นมีคุณสมบัติหลายประการอาทิเช่น สารคาเทชินสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ (antimicrobial) หลายชนิด (Cowan. 1999) และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Higdon and Frei. 2003) ป้องกันการเกิดมะเร็ง (Mukhtar and Ahmad. 1999) นอกจากนี้ยังมีรายงานว่าสามารถป้องกันการเกิดโรคหัวใจ (Riemersma *et al.* 2001) เป็นต้น

2.4.3 กลไกการต้านเชื้อแบคทีเรีย

Ikigai *et al.* (1993) ได้ทำการศึกษากลไกของการต้านเชื้อแบคทีเรียของสารสกัดชาเขียว (-)-epigallocatechin gallate (EGCG) และ (-)-epicatechin (EC) พบว่า EGCG ซึ่งมีผลฆ่าเชื้อที่แรง มีผลทำให้เกิดการรั่วไหลของ 5,6–carboxyfluorescein ออกจาก phosphatidylcholine liposomes (PC) แต่ EC ซึ่งมีผลฆ่าเชื้อที่อ่อน มีผลทำลายเมมเบรนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น นอกจากนี้ยังพบว่าเมื่อเติม phosphatidylserine และ diacetyl phosphate ลงไปในเมมเบรนของ liposome กับ PC สามารถป้องกันเมมเบรนจากการถูกทำลายโดย EGCG ได้ สำหรับ EGCG ยังมีผลให้ PC-liposomes เกาะกลุ่มแน่น และเกิด NPN – fluorescence quenching (ไม่พบใน EC) พบว่า หากมีไขมันซึ่งมีประจุลบอยู่ด้วย ผลเหล่านี้จะลดลงอย่างมาก โดยสรุปคือ catechins แสดงผลฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ โดยมีผลทำลายเมมเบรนของเชื้อแบคทีเรีย และการที่เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบดื้อต่อคาเทชิน มากกว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก เนื่องจากมี lipopolysaccharide ชนิดประจุลบอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของคาเทชินทั้ง 8 อนุพันธุ์

ที่มา: Dalluge and Nelson (2000)

2.4.4 สารยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ที่ได้จากชาเขียว

คาเทชิน (catechins) ซึ่งเป็นสารพอลิฟีนอลที่สกัดได้จากชาเขียวมีความสามารถในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในชาที่ไม่ผ่านการหมักจะสูงกว่าชาที่ผ่านการหมักบางส่วนหรือชาที่ผ่านการหมัก และประสิทธิภาพในการยับยั้งยังขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ด้วย (Almajano *et al.* 2008) ความต้านทานต่อสารพอลิฟีนอลของแบคทีเรียแกรมลบนั้นมีมากกว่าแบคทีเรียแกรมบวก อาจเนื่องมาจากการมีผนังเซลล์ที่ต่างกัน (Negi *et al.* 2003) ซึ่งคล้ายคลึงกับการวิจัยของ Ikigai *et al.* (1993) ว่าการที่เชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมลบมีความต้านทานต่อคาเทชินมากกว่าเชื้อแบคทีเรียชนิดแกรมบวก เนื่องจากมี lipopolysaccharide ชนิดประจุลบอยู่ด้วย และการที่คาเทชินแสดงผลฆ่าเชื้อแบคทีเรียได้ โดยมีผลทำลายเมมเบรนของเชื้อแบคทีเรียนั้นเอง

ปัจจุบันมีงานวิจัยจำนวนมากที่แสดงให้เห็นว่าคาเทชินซึ่งเป็นสารพอลิฟีนอลที่พบในชาเขียวมีความสามารถในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ อาทิเช่น

Yoda *et al.* (2004) ได้ทำการศึกษาถึงฤทธิ์ของอิพิกอลโลคาเทชินกอลเกต (epigallocatechingallate, EGCG) ในการยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus spp.* และแบคทีเรียแกรมลบประกอบด้วย *E. coli*, *Klebsiella pneumoniae* และ *S.* Typhimurium พบว่าระดับความเข้มข้น 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Staphylococcus spp.* ได้ และระดับความเข้มข้นที่มากกว่า 800 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จะสามารถยับยั้งแบคทีเรียแกรมลบได้ สารสกัดจากชาเขียว ได้แก่ proanthocyanidins (catechin), epigallocatechin epicatechin, และ epigallocatechingallate ของมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* K 12 (Amarowicz *et. al.* 2000) เช่นเดียวกับ Hara-Kudo *et al.* (2001) กล่าวว่าการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับ 250 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถต้านเชื้อแบคทีเรีย *E. coli* ได้

Mbata *et al.* (2008) ศึกษาความสามารถของสารสกัดจากชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำและสกัดด้วยเมทานอลในการยับยั้งเชื้อ *L. monocytogenes* และพบว่า สารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อมากกว่าสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำ โดยความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยเมทานอล คือ 0.26 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร และสารสกัดชาเขียวที่สกัดด้วยน้ำ 0.68 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน (2547) ทำการศึกษาความสามารถของคาเทชินที่สกัดได้จากชาเขียวของไทยในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ โดยวิธีแพร่ผ่านกระดาษกลมที่ระดับความเข้มข้น 100, 200, 300, 400 และ 500 ไมโครกรัมต่อแผ่น พบว่าคาเทชินที่สกัดได้นั้นมีความสามารถการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์ ซึ่งทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเชื้อจุลินทรีย์และประสิทธิภาพในการยับยั้งขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของคาเทชินที่ใช้ และเมื่อเพิ่มความเข้มข้นประสิทธิภาพในการยับยั้งก็เพิ่มมากขึ้นด้วย โดยสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Bacillus subtilis* มากกว่า*Salmonella typhi* มากกว่า *Pseudomonas fluorescens* มากกว่า *Staphylococcus aureus* มากกว่า *Streptococcus faecalis* แต่ไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *Escherichia coli* ได้

การศึกษาอิทธิพลของคาเทชินต่อระบบทางเดินอาหาร พบว่าคาเทชินสามารถยับยั้งการทำงานของแอลฟา-อะไมเลส (α-amylase) ในลำไส้เล็ก และยังพบว่าคาเทชินมีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในระบบทางเดินอาหาร แต่ไม่ยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียกรดแลกติก (lactic acid bacteria) แต่อย่างใด (Hara. 1997) นอกจากนี้ Ishihara *et al.* (2001) ศึกษาถึงผลของการเสริมสารสกัดชาเขียวในอาหารสัตว์ต่อปริมาณแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในลำไส้ใหญ่ (microflora) พบว่าสารสกัดชาเขียวเมื่อผสมในอาหารสัตว์ (โค) มีผลให้ปริมาณแบคทีเรียที่ดีคือ *Bifidobacterium* spp. และ *Lactobacillus* spp. เพิ่มปริมาณขึ้น เช่นเดียวกับการศึกษาในสุกร เมื่อเลี้ยงด้วยอาหารซึ่งเสริมด้วย สารพอลิฟีนอลจากชา 0.2 เปอร์เซ็นต์ จะทำให้ปริมาณ *Lactobacilli* เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในวันที่ 7 และ 14 (Hara *et al.* 1995) ในส่วนของแบคทีเรียที่ไม่ดีพบว่าปริมาณ *C. perfringens* จะลดลง (Hara *et al.* 1995; Ishihara *et al.* 2001)

Matsumoto *et al.* (1999) พบว่าสารสกัดอัลกอฮอล์ : น้ำ (1:1) ของใบชาอูลองความเข้มข้น 1 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลยับยั้ง *S. mutans* ใน cell culture และสารสกัดเอทานอล 50 เปอร์เซ็นต์ ของชายับยั้งการเกาะติดเซลล์และยับยั้งการสร้างกรดของเชื้อ *Streptococcus* ที่ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้มข้น 1.0 และ 0.50 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ เช่นเดียวกับการศึกษาของ Caceres *et al.* (1987) พบว่า สารสกัดเอทานอลของใบชาแห้ง (1:10) ในความเข้มข้น 30 ไมโครลิตร มีผลต้านเชื้อแบคทีเรีย *Staphylococcus aureus*

Chou *et al.* (1999) ศึกษาถึงกระบวนการหมัก และฤดูกาลผลิตชาที่ส่งผลต่อคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ โดยศึกษาในจุลินทรีย์ 6 ชนิด ได้แก่ *Bacillus subtilis, Escherichia coli, Proteus vulgaris, Pseudomonas fluorescens*, *Salmonella* sp. และ *Staphylococcus aureus* พบว่า ชาที่ไม่ผ่านกระบวนการหมัก (Tea flush และ green tea) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์สูงกว่าชาที่ผ่านกระบวนการหมัก และยังพบอีกว่า การผลิตชาในฤดูร้อนให้ประสิทธิภาพในการยับยั้งที่สูงกว่าชาที่ผลิตในฤดูกาลอื่น ๆ อีกด้วย

Yam *et al.* (1997) นำสารสกัดจากชา (Tea extract) มาศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค จากการศึกษาพบว่า สารสกัดจากชาสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของ *Staphylococcus aureus* และ *Yersinia enterocolitica* ที่ความเข้มข้นปกติในการชงชา และเมื่อนำสารสกัดจากชามาทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีพาร์ติชัน โครมาโทกราฟี (partition chromatography) ทำให้ทราบว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปริมาณของ EGC, EGCG และ ECG ที่มีอยู่ในชา

Tzung *et al.* (2008) ได้ศึกษาผลของชาเขียวต่อการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ พบว่า ชาเขียวความเข้มข้น 4 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *streptococous sanguinis* ได้

การศึกษาของ Kumudavally *et al.* (2008) ที่ทำการศึกษาผลของชาเขียวต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อแกะสดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวในปริมาณ 1 กิโลกรัมของเนื้อต่อสารสกัด 100 มิลลิลิตร พบว่า เนื้อแกะที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียวมีจำนวนจุลินทรีย์ที่น้อยกว่าเนื้อแกะที่ไม่ได้ฉีดพ่นตลอดระยะเวลาการศึกษา และสามารถใช้ยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อแกะสดได้ถึงนานถึงสี่วัน

ในการศึกษาของ Pilasombut *et al.* (2010) รายงานว่าสารสกัดจากชาเขียวความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria innocua* ATCC 33090^{T}, *Brochothrix campestris* NBRC 11547^{T}, *Staphylococcus aureus* TISTR 118 และ *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321

2.5 สารต้านอนุมูลอิสระ

อนุมูลอิสระ หมายถึง ไอออนหรือโมเลกุลที่ไม่เสถียร และไวต่อการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันกับโมเลกุลอื่น สารต้านอนุมูลอิสระจะช่วยยับยั้งหรือชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ ซึ่งมีทั้งสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติ เช่น วิตามินอี คาเทชินจากชาเขียว เป็นต้น ส่วนสารต้าน

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ เช่น บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (butylated hydroxyanisole, BHA) และ บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT) เป็นต้น

กระบวนการออกซิเดชั่นทำให้เกิดการเสื่อมของ ไขมัน และโปรตีน(รวมถึงรงควัตถุในเนื้อ) และเป็นสาเหตุอันดับแรกของการเสื่อมของคุณภาพในเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ ซึ่งเป็นสาเหตุให้เกิดความสูญเสียของกลิ่นรส, สี และ คุณค่าทางโภชนาการ และจำกัดอายุในการเก็บรักษาของเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์จากเนื้อสัตว์ (Kanner. 1994) การศึกษาจำนวนมากมายได้ชี้ให้เห็นว่าการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสัตว์สามารถที่ถูกควบคุมอย่างมีประสิทธิภาพ โดยเสริมสารต้านอนุมูลอิสระ (Djenane *et al.* 2004) เนื่องจากความเกี่ยวเนื่องถึงความปลอดภัยจากพิษของสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ เช่น บิวทิเลเตดไฮดรอกซีอะนิโซล (BHA) และ บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (BHT) การใช้สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติจึงเป็นที่ยอมรับโดยผู้บริโภคเพราะดีกว่า และปลอดภัยกว่ากว่าสารสังเคราะห์ (Mitsumoto *et al.* 2005; Yen *et al.* 2002)

นิธิยา รัตนาปนนท์ (2545) กล่าวว่าสารต้านอนุมูลอิสระ คือสารที่มีสมบัติป้องกันหรือช่วยทำให้ไขมันหรือน้ำมันเกิดการหืนได้ช้าลง จึงเป็นสารที่เติมลงในไขมัน น้ำมันและผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันหรือน้ำมัน เพื่อยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้ไขมัน น้ำมันและผลิตภัณฑ์อาหารที่มีไขมันหรือน้ำมันมีความคงตัว รักษาคุณลักษณะ กลิ่นและรสชาติไว้ได้นานขึ้นคุณสมบัติของสารต้านอนุมูลอิสระที่ดี ได้แก่ ต้องไม่มีโทษต่อร่างกาย ไม่ทำให้ไขมัน น้ำมัน หรืออาหารที่เติมสารต้านออกซิเดชันมีสี กลิ่น และรสชาติเปลี่ยนไป ให้ผลในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ความเข้มข้นต่ำ ละลายได้ดีในไขมันและน้ำมัน ทนต่อกระบวนการแปรรูปอาหาร นอกจากนี้ยังต้องหาซื้อได้ทั่วไปและมีราคาถูก

2.5.1 แหล่งของสารต้านอนุมูลอิสระ

1) สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ (Synthetic antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ส่วนใหญ่จะเป็นสารกลุ่มฟีนอลิก ซึ่งรวมทั้ง BHA, BHT, TBHQ, propyl, octyl และ dodecyl gallates โดยทั่วไปสารต้านออกซิเดชันจะถูกกำหนดให้ใช้ในระดับ 100-200 พีพีเอ็มสำหรับ BHA, BHT หรือ TBHQ หรือในระดับ 200-500 พีพีเอ็มสำหรับ gallates ซึ่งในระดับความเข้มข้นเหล่านี้จะทำให้เกิดความคงตัวของไขมันและน้ำมัน (Madhavi *et al.* 1996)

2) สารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติ (Natural antioxidant)

สารต้านอนุมูลอิสระในอาหาร (food antioxidation) เป็นสารประกอบที่ช่วยในการยับยั้งหรือขัดขวางการเกิดปฏิกิริยาออโตออกซิเดชัน (free-radical autooxidation reaction) ซึ่งทำให้อนุมูลอิสระ ความสามารถในการต้านออกซิเดชันเกิดขึ้นจากโครงสร้างของสารประกอบฟี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอลิก ดังนั้นสารต้านการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันหลักในอาหาร คือสารประกอบฟีนอลิก (phenolic compound) และโดยทั่วไปแล้วสารประกอบฟีนอลิกก็คือ phenolic antioxidant (Sherwin. 1990)

ตารางที่ 2.1 ข้อดีและข้อเสียของสารต้านอนุมูลอิสระจากธรรมชาติเมื่อเปรียบเทียบกับสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคเนื่องจากพิจารณาและว่ามีความปลอดภัยไม่ใช้สารเคมี	1. สารที่บริสุทธิ์จะมีราคาแพงมากและถ้าสารไม่มีความบริสุทธิ์จะทำให้มีประสิทธิภาพลดน้อยลง
2. ไม่ต้องทดสอบเรื่องความปลอดภัยตามกฎหมายถ้าเป็นสารที่ถูกพิจารณาแล้วว่าปลอดภัย (Generally Recognize as Safe; GRAS)	2. คุณสมบัติในการเตรียมสารจะแตกต่างกันถ้าสารไม่บริสุทธิ์ 3. บางทีอาจมีสี รสชาติ หรือกลิ่นรสที่เปลี่ยนไปเกิดขึ้นในอาหาร

ที่มา : ดัดแปลงจาก Madhavi *et al.* (1996)

2.5.2 กลไกของสารต้านอนุมูลอิสระ

สารต้านอนุมูลอิสระที่เติมลงไปนั้นจะทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้น ทำให้ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นแบบลูกโซ่หยุดชะงักไป เมื่อสารต้านอนุมูลอิสระที่เติมลงไปทำปฏิกิริยากับอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นเนื่องจากปฏิกิริยาออกซิเดชัน จะเหลืออนุมูลของสารต้านอนุมูลอิสระ ซึ่งเกิดปฏิกิริยาได้ช้ากว่าอนุมูลอิสระมาก และจะเปลี่ยนเป็นสารประกอบที่คงตัว จึงสามารถช่วยป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชันที่เกิดขึ้นในน้ำมันหรือไขมัน หรืออาหารที่มีน้ำมันและไขมันเป็นส่วนประกอบได้ (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547)

2.5.3 สารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากชาเขียว

คาเทชิน (catechins) เป็นสารพอลิฟีนอลที่สกัดได้จากชาเขียวมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ ในเนื้อสัตว์ที่มีปริมาณไขมันสูงมักพบการเกิดออกซิไดซ์ของไขมัน โดยปริมาณไขมันของเนื้อสัตว์ขึ้นอยู่กับอิทธิพลหลายประการ เช่น ชนิดของสัตว์ เพศและอายุสัตว์ ปัจจุบันมีการศึกษาถึงฤทธิ์การต้านอนุมูลอิสระของคาเทชินในเนื้อสัตว์ เช่นเนื้อโค เนื้อสุกร และเนื้อปลา รวมถึงในน้ำมันและผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อเป็นส่วนประกอบ ตัวอย่างการวิจัยที่แสดงให้เห็นว่าคาเทชินมีความสามารถในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติ (antioxidant) (Higdon and Frei. 2003) อาทิเช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

He and Shahidi. (1997) รายงานว่าสามารถใช้คาเทชินเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในการยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อปลาและน้ำมันตับปลาได้ และให้ผลดีกว่าสารต้านอนุมูลอิสระสังเคราะห์ เช่น วิตามินอี (α -tocopherol) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yanishlieva and Marinova. (2001) ที่รายงานว่า คุณสมบัติของสารสกัดชาเขียวในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาตินั้นมีประสิทธิภาพมากกว่าสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์

Tang *et al.* (2001) เปรียบเทียบประสิทธิภาพการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระในเนื้อสัตว์ ระหว่างกลุ่มที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมเนื้อ กลุ่มที่เติมคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่เติมโซเดียมคลอไรด์ความเข้มข้น 1 เปอร์เซ็นต์กับคาเทชิน 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) นาน 10 วัน ซึ่งจากการศึกษาพบว่าการเติมคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อโค เนื้อสุกร เนื้อไก่ เนื้อเป็ด และเนื้อนกกระจอกเทศได้ แต่ถ้านำไปใช้ในเนื้อปลาจะต้องเพิ่มความเข้มข้นของคาเทชินให้มากกว่า 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม เนื่องจากว่าเนื้อปลามีกรดไขมันประเภทไม่อิ่มตัวสูง

Tang *et al.* (2002) ศึกษาถึงประสิทธิภาพการยับยั้งการออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อไก่ส่วนอกและน่องไก่ที่เก็บไว้ที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง (-20 องศาเซลเซียส) นาน 12 เดือน ระหว่างกลุ่มที่เสริมคาเทชินความเข้มข้น 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และกลุ่มที่เสริมวิตามินอี 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมลงในอาหารสัตว์ พบว่าการเสริมคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมอาหารสามารถการยับยั้งการออกซิไดซ์ของไขมันได้ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มที่ไม่ได้รับคาเทชิน

Tang *et al.* (2006) ศึกษาความสามารถของคาเทชินในการยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อโคบด โดยทำการผสมสารคาเทชินลงในเนื้อสันนอกโคที่ผ่านการบดแล้วที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 400, 600, 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ จากนั้นเก็บรักษาเนื้อโคบดแบบแช่เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส โดยการบรรจุแบบมีอากาศและแบบสุญญากาศ พบว่าการเติมคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อโคได้ โดยมีค่าทีบีเอ = 0.5 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตลอดระยะการเก็บรักษาทั้งการบรรจุแบบมีอากาศและแบบสุญญากาศซึ่งมีค่าน้อยกว่าเนื้อโคที่ไม่เติมคาเทชิน โดยในวันที่ 0 จะมีค่าทีบีเอ = มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม และในวันที่ 7 จะมีค่าทีบีเอ = 5 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติของค่าทีบีเอที่ระดับ 200, 400, 600, 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในการบรรจุแบบมีอากาศและแบบสุญญากาศ

Mitsumoto *et al.* (2005) ศึกษาผลของการเสริมคาเทชินและวิตามินซีต่อความคงตัวของไขมันในเนื้อโคดิบ และเนื้อโคสุกในระหว่างการเก็บรักษาแบบแช่เย็น (4 องศาเซลเซียส) ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเสริมคาเทชินและวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อคลุกผสมลงในเนื้อที่ผ่านการบด จากนั้นวิเคราะห์ค่าทีบีเอที่เกิดขึ้นจากการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันของเนื้อดิบและ เนื้อปรุงสุกด้วยวิธี The 2 – thiobarbituric acid (TBA) distillation method ซึ่งจากการทดลองในเนื้อดิบพบว่า คาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสามารถยับยั้งการออกซิไดซ์ของไขมัน ($P < 0.01$) โดยมีค่าทีบีเอ 0.46 และ 0.18 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่า 1.90 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมและในกลุ่มที่เสริมวิตามินซี ที่ระดับ 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่า 1.44 และ 1.09 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ และพบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางนัยสำคัญทางสถิติ ($P > 0.05$) ระหว่างกลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมวิตามินซีที่ระดับ 200 และ 400 มิลลิกรัม คาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 200 และ 400 ส่วนในล้านส่วนสามารถยับยั้งการออกซิไดซ์ของไขมันได้ดีกว่าวิตามินซีที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน ส่วนการเสริมคาเทชินและวิตามินซีสามารถลดการเกิดการออกซิไดส์ของไขมันในเนื้อปรุงสุกได้ ($P< 0.001$) โดยค่าทีบีเอของการเสริมคาเทชินและวิตามินซีที่ระดับ 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม โดยในกลุ่มที่เสริมคาเทชินมีค่าเท่ากับ 0.23 และ 0.19 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ และกลุ่มที่เสริมวิตามินซี มีค่าเท่ากับ 0.36 และ 0.25 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่มีค่าทีบีเอเท่ากับ 0.72 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม

Chongcharoen and Pinrungrot. (2007) ศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดจากชาเขียวจีนในการยับยั้งกลิ่นหืนในน้ำมันหมู โดยใส่สารกันหืนสังเคราะห์บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (BHT) ที่ระดับความเข้มข้น 0.02 เปอร์เซ็นต์ (w/v) ซึ่งเป็นปริมาณที่อนุญาตให้ใส่ในไขมันสัตว์เปรียบเทียบกับสารคาเทชินบริสุทธิ์ และสารคาเทชินที่สกัดได้จากชาเขียวจีนที่ระดับความเข้มข้นเดียวกัน พบว่าสารบิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีนที่เติมลงในน้ำมันหมูสามารถยับยั้งการเกิดกลิ่นหืนได้ดีที่สุดในวันที่ 8 ของการทดลอง รองลงมาคือสารสกัดจากชาเขียวจีนและสารคาเทชินบริสุทธิ์ อย่างไรก็ตาม เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของสารคาเทชินที่สกัดได้จากชาเขียวจีน (0.1, 0.2 และ 1.0 เปอร์เซ็นต์(w/v)) ในน้ำมันหมูสามารถยับยั้งการเกิดเปอร์ออกไซด์ได้เพิ่มขึ้น

Bozkurt. (2006) ทำการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ (บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT)) และสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติ (สารสกัดจากชาเขียว และน้ำมันของ *Thymbra spicata*) ใน Turkish dry-fermented sausage ซึ่งใส่สารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันคือ 300 ส่วนในล้านส่วน พบว่าสารสกัดจากชาเขียวสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันของ *Thymbra spicata* และ BHT ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการศึกษาของนิพัฒน์ ลิ้มสงวน (2547) เกี่ยวกับความสามารถของคาเทชินที่สกัดได้จากชาเขียวของไทยในการต้านอนุมูลอิสระ และการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในเนื้อไก่แยกกระดูกด้วยเครื่อง โดยใช้คาเทชินที่มีระดับความเข้มข้นที่แตกต่างกัน 4 ระดับ ได้แก่ 100, 200, 400 และ 800 ส่วนในล้านส่วน พบว่าคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 200 ส่วนในล้านส่วน มีประสิทธิภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ และสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพในการเก็บ โดยการเก็บแบบแช่แข็งให้ประสิทธิภาพดีกว่าการเก็บแบบแช่เย็น ระยะเวลาในการเก็บที่มากขึ้นทำให้ประสิทธิภาพทั้งสองด้านลดลง และระดับความเข้มข้นของคาเทชินที่เพิ่มขึ้นส่งเสริมประสิทธิภาพของคุณ สมบัติทั้งสองด้านให้เพิ่มขึ้น

Atoui *et al.* (2004) ซึ่งทำการเทียบความสามารถในด้านการต้านออกซิเดชันของชาและสมุนไพรบางชนิดกับวิตามินอีมาตรฐานพบว่า ชา และสมุนไพรที่นำมาศึกษามีประสิทธิภาพในการต้านออกซิเดชันดังนี้ ชาเขียว > ชาดำ > ยูคาลิปตัส (eucalyptus) > เสจ (sage) > มิ้นท์ (mint) > คาโมไมล์ (chamomile)

2.6 ผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อสัตว์

สัญชัย จตุรสิทธา (2543) กล่าวว่า การแปรรูปเนื้อสัตว์ หมายถึงการกระทำใดๆก็ตามที่ทำให้สภาพเนื้อสดแปรเปลี่ยนไปจากเดิมซึ่งได้แก่ขั้นตอนหลายๆขั้นตอนกระทำร่วมกัน อาทิเช่น การหมัก การรมควัน การอัดลงกระป๋อง การทำให้สุก การแช่แข็ง การไล่น้ำออก และการใช้วัสดุเจือปนในอาหาร (food additive) เพื่อเปลี่ยนเนื้อให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่พร้อมจะรับประทานได้ การแปรรูปเนื้อสัตว์นั้น มีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาและเพื่อเพิ่มมูลค่าของเนื้อสัตว์

ในการผลิตผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นั้น วัตถุดิบหลักที่สำคัญคือเนื้อสัตว์จะถูกนำมาปรุงแต่งและผ่านกระบวนการต่างๆจนได้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติ และคุณลักษณะต่างๆ ตามความต้องการของผู้บริโภค ดังนั้นสารเคมีและสารปรุงแต่งบางชนิดจะถูกนำมาใช้ในขบวนการผลิต โดยมีวัตถุประสงค์คือ ให้รสชาติและกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์ ปรับปรุงคุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ อาทิเช่น สีเนื้อสัมผัส เป็นต้น นอกจากนี้ ยังช่วยในด้านการถนอมอาหารหรือช่วยยืดอายุการเก็บรักษา คุณสมบัติของสารเคมีและสารปรุงแต่งที่ใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ มีดังนี้

1. เกลือแกง เกลือแกงเป็นสารปรุงแต่งที่นิยมใช้กันมากในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มีคุณสมบัติในการให้รสเค็มแก่ผลิตภัณฑ์ช่วยทำให้เนื้อนุ่มและอุ้มน้ำไว้ นอกจากนี้เกลือสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ซึ่งป้องกันการเน่าเสียได้ โดยเกลือจะไปลดน้ำในผลิตภัณฑ์ทำให้แรงดันออสโมซิสของผลิตภัณฑ์และค่าวอเตอร์เอคทิวิตี้ลดลง ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถเจริญเติบโตได้ การใส่เกลือเพื่อให้รสเค็มจะใช้ในปริมาณ 1.5-3 เปอร์เซ็นต์ ถ้าต้องการใส่เกลือเพื่อช่วยยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์จะใช้ 5-7 เปอร์เซ็นต์ Hegenbart. (1999) กล่าวว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณเกลือที่เหมาะสมมีผลต่อรสชาติ ปกติระดับเกลือที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่ประมาณ 6 เปอร์เซ็นต์ของเนื้อที่ผ่านการทำแห้งแล้ว

2. เกลือไนเตรท เกลือไนไตรท์ สารประกอบไนไตรท์และไนไตรทเป็นวัตถุกันเสียที่มีการใช้มากที่สุดในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ นิยมใช้ในรูปแบบของเกลือโซเดียมไนไตรทหรือโปแตสเซียมไนเตรท เมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์นอกจากจะช่วยยืดอายุการเก็บรักษาโดยสามารถยับยั้งการเจริญเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ทำให้เก็บอาหารได้นานขึ้น และยังยับยั้งการหืนของไขมันในเนื้อโดยการไปยับยั้งปฏิกิริยาการเติมออกซิเจนในไขมัน แล้วยังมีส่วนช่วยให้สีของผลิตภัณฑ์สวยขึ้น แล้วยังช่วยเพิ่มรสชาติและกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ทำให้มีกลิ่นเฉพาะตัว (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ. 2536) โดยตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 48 ได้อนุญาตให้ใช้สารประกอบไนไตรท์ในผลิตภัณฑ์เนื้อได้ไม่เกิน 200 ส่วนในล้านส่วน

3. สารประกอบฟอสเฟต สารประกอบฟอสเฟตที่ใช้ในผลิตภัณฑ์นั้นมีคุณสมบัติดังนี้ คือ ช่วยให้ผลิตภัณฑ์เนื้อมีการอุ้มน้ำและจับตัวกันได้ดีขึ้น ช่วยให้กลิ่นและสีของผลิตภัณฑ์มีความคงตัว เพิ่มความนุ่มของเนื้อ ป้องกันการเกิดเหม็นหืน (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

4. อิริโทรเบต อิริโทรเบตที่นิยมใช้คือ เกลือโซเดียมอิริโทรเบตซึ่งมีผลต่อผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ คือ ช่วยเร่งอัตราการหมักและการเกิดสีแดงในเนื้อสัตว์ให้เร็วขึ้น ช่วยลดการเกิดสารไนโตรซามีนซึ่งเป็นสารก่อมะเร็ง (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529) ช่วยป้องกันการหืนของไขมัน และช่วยป้องกันไม่ให้ผลิตภัณฑ์มีสีซีดจางอย่างรวดเร็วขณะรอจำหน่าย

5. น้ำตาล น้ำตาลใส่ลงในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์เพื่อเพิ่มรสชาติความหวาน ช่วยลดความเค็มที่มีผลมาจากทำให้ผลิตภัณฑ์มีรสชาติกลมกล่อมขึ้น ช่วยทำให้ผิวหน้าของผลิตภัณฑ์มีสีน้ำตาลทองเนื่องจากการเกิดคาราเมลเมื่อน้ำตาลโดนความร้อน ช่วยเร่งการสลายตัวของเกลือไนเตรทให้เป็นไนตริกออกไซด์ น้ำตาลที่ใช้กันมากได้แก่ น้ำตาลซูโครส (เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ. 2536)

6. ผงชูรส เป็นสารที่ช่วยดับกลิ่นคาวของอาหารและช่วยเพิ่มรสชาติของอาหารให้กลมกล่อมขึ้น ปริมาณที่พอเหมาะและปลอดภัย โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 0.2-0.8 เปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักอาหาร (กฤษณา ชุติมา. 2541)

7. วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรส วัตถุปรุงแต่งกลิ่นรสนอกจากจะช่วยปรุงแต่งกลิ่นรสให้น่าบริโภคแล้วยังทำหน้าที่ให้กลิ่นรสเฉพาะตัวของผลิตภัณฑ์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการจำแนกชนิดของผลิตภัณฑ์ด้วย ตัวอย่างของเครื่องเทศที่นำมาใช้ เช่น กระเทียม ยี่หร่า อบเชย เป็นต้น (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

8. วัตถุกันเสียชนิดต่างๆ การเสียของผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์มี 2 ประเภทคือ การเสียเนื่องจากจุลินทรีย์ และการเสียเนื่องจากปฏิกิริยาเคมี วัตถุกันเสียที่นิยมใช้มีอยู่ด้วยกัน 3 ประเภท คือ ประเภทที่หนึ่งคือสารกันหืนซึ่งเป็นสารป้องกันปฏิกิริยาออกซิเดชั่น ประเภทที่สองคือสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสริมฤทธิ์สารกันหืน และประเภทสุดท้ายคือวัตถุกันเสียหรือสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์

2.6.1 ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้

เจอร์กี้ (Jerky) เป็นผลิตภัณฑ์เนื้ออบแห้งชนิดหนึ่ง ในสหรัฐอเมริกานิยมนำมาเป็นอาหารว่าง ซึ่งผลิตมาขายตามซุปเปอร์มาเก็ตขนาดใหญ่ ปั๊มน้ำมัน หรือร้านขายอุปกรณ์ล่าสัตว์เป็นต้น ซึ่งไม่เพียงแต่การค้าเท่านั้น การนำเจอร์กี้มาเป็นอาหารว่างภายในบ้าน ยังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา โดยเจอร์กี้แบ่งออกเป็นสองประเภทคือ เนื้อที่แล่เป็นแผ่นและเนื้อที่ผ่านการแปรรูปหรือบด การทำเจอร์กี้ต้องมีรสชาติและเนื้อที่เคี้ยวแล้วต้องให้ความรู้สึกหนึบๆ ซึ่งเป็นลักษณะของเนื้อแห้งที่ดี เนื้อเจอร์กี้ที่น่ารับประทานต้องมีระดับความชื้นระดับหนึ่งไม่เปราะหักง่ายเมื่อกัดครั้งแรกและมีความชื้นในระดับที่ไม่ทำให้เชื้อจุลินทรีย์เจริญเติบโตได้ง่าย

การเลือกเนื้อที่จะนำมาทำผลิตภัณฑ์นั้นโดยทั่วไปจะเลือกชิ้นเนื้อโคที่ไม่มีไขมันและเอ็น เพราะ จะทำให้เจอร์กี้อาจเกิดการเหม็นหืน ส่วนถ้าในผลิตภัณฑ์ถ้ามีเอ็นอยู่ในปริมาณมากเวลารับประทานจะเหนียว ซึ่งเป็นที่ไม่พึงประสงค์ของผู้บริโภค คุณสมบัติที่สำคัญอีกประการคือลักษณะการยึดเกาะรวมกัน เมื่อปริมาณโปรตีนไม่เพียงพอ ชิ้นเนื้อจะไม่จับกันอย่างที่ต้องการ ด้วยเหตุนี้จึงเลือกเนื้อส่วนที่ไม่มีไขมันและเอ็นแทรกอยู่ในก้อนเนื้อ เพราะถ้าใช้เนื้อที่ไม่มีไขมันก็จะมีปริมาณโปรตีนที่จำเป็นสูงกว่า (Hegenbart. 1999)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. หม้อนึ่งฆ่าเชื้อ (Auto clave, Hirayama, Japan)
4. ตู้อบเครื่องแก้ว (Hot air oven, Memmert model CM 500, Germany)
5. เครื่องชั่งชนิดละเอียด (Sartorius, Basic, Germany)
6. เครื่องชั่งชนิดหยาบ (Tanita model 1144, Tanita Corporation, Japan)
7. เครื่องผสมสารละลายในหลอดทดลอง (Vortex Mixer KMC-1300V, Korea)
8. ไมโครปิเปต ขนาด 20, 200 และ 1000 ไมโครลิตร (Eppendrof, USA)
9. ไมโครเวฟ
10. เครื่องแก้วพร้อมอุปกรณ์อื่นๆ ที่จำเป็น
11. อ่างน้ำร้อนควบคุมอุณหภูมิ (Water Bath, Memmert, Germany)
12. เครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (Mettler Toledo model SG-2, Switzerland)
13. เครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300, Japan)
14. เครื่องบรรจุสุญญากาศ (Ramon, Germany)
15. เครื่องกลั่นโปรตีน (Gerhardt model Vapodest 30, Germany)
16. เครื่องวัดค่าการดูดกลืนแสง (Shimadzu model UV-1601, Japan)
17. เครื่อง Homogenizer (Ultra tarrax, Germany)
18. ถุงสุญญากาศชนิด (K-Nylon/LLDPE)

3.4 อาหารเลี้ยงเชื้อและสารเคมี

1. Agar (Criterion, U.S.A.)
2. Peptone (Merck, Germany)
3. Plate Count Agar (Merck, Germany)
4. แอลกอฮอล์ 95 เปอร์เซ็นต์
5. 2 - Thiobarbituric acid (TBA)(Sigma, Germany)
6. 1,1,3,3 – Tetraethoxypropane (Sigma, Germany)
7. Butylated Hydroxytoluene (Fluka, Japan)
8. Hydrochloric acid (Merck, Germany)
9. di-Potassium Dihydrogen Orthophosphate, K_2HPO_4 (Univer, New Zealand)
10. Potassium Dihydrogen Orthophosphate, KH_2PO_4 (Univer, New Zealand)
11. 1- octanal ความเข้มข้น 99 % (Panreac, Spain)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 วิธีการดำเนินงานวิจัย ในการศึกษาครั้งนี้แบ่งออกเป็น 3 การทดลองคือ

3.5.1 การทดลองที่ 1 ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อสุกรบด

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ใช้กล้ามเนื้อส่วนสะโพก (Ham) ของสุกรบดผสมรวมกับมันแข็ง (Back fat) ในอัตราส่วนเนื้อสะโพกต่อมันแข็งเท่ากับ 70 : 30 นำเนื้อสะโพกของสุกรที่บดแล้วมาทำการสุ่มเก็บตัวอย่างเนื้อบดทั้งหมด เพื่อตรวจหาเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นของเนื้อ แบ่งออกเป็น 2 การทดลอง ดังนี้

การทดลองที่ 1.1 เนื้อสุกรบดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส

แบ่งเนื้อสุกรบดออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม (ไม่ใส่สารสกัดชาเขียว) และ กลุ่มที่ 2 - 6 ทดสอบด้วยสารสกัดจากชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อตามลำดับ โดยนำสารสกัดจากชาเขียวแต่ละระดับความเข้มข้นคลุกผสมลงบนเนื้อสุกรบดแล้วคลุกผสมให้เข้ากัน นำเนื้อสุกรบดแต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุถาดโฟม 4 ถาด ถาดละ 150 กรัม ใช้ฟิล์มพลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์รวม และด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

การทดลองที่ 1.2 เนื้อสุกรบดเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส

แบ่งเนื้อสุกรบดออกเป็น 6 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุม (ไม่ใส่สารสกัดชาเขียว) และกลุ่มที่ 2 - 6 ทดสอบด้วยสารสกัดจากชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อตามลำดับ โดยนำสารสกัดจากชาเขียวแต่ละระดับความเข้มข้นคลุกผสมลงบนเนื้อสุกรบดแล้วคลุกผสมให้เข้ากัน นำเนื้อสุกรบดแต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุถาดโฟม 4 ถาด ถาดละ 150 กรัม ใช้ฟิล์มพลาสติกปิดทับและเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์รวมและด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การทดลองที่ 2 ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อโค

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

ใช้กล้ามเนื้อหมอนโคเนื้อกำแพงแสนทั้งหมด 5 ก้อน น้ำหนักก้อนละ 2 กิโลกรัม ทำการสุ่มเก็บตัวอย่างจากเนื้อหมอน ทุกก้อนเพื่อหาจำนวนเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้น แล้วทำการตัดแบ่งเนื้อหมอนแต่ละก้อนออกเป็น 9 ชิ้นเท่าๆกัน น้ำหนักชิ้นละประมาณ 200 กรัม

วิธีการเตรียมสารละลายชาเขียว

ทำการละลายสารสกัดชาเขียวในรูปผงตามระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากชาเขียว ได้แก่ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ด้วยน้ำกลั่นที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว

การทดลองที่ 2.1 เนื้อหมอนโคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส

ชิ้นเนื้อแต่ละชิ้นจะถูกฉีดพ่นสารละลายชาเขียวตามระดับของความเข้มข้น จากนั้นนำชิ้นเนื้อบรรจุในถุงสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 – 4 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 1, 2 และ 3 สัปดาห์ เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์รวม และด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

การทดลองที่ 2.2 เนื้อหมอนโคเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส

ชิ้นเนื้อแต่ละชิ้นจะถูกฉีดพ่นสารละลายชาเขียวตามระดับของความเข้มข้น จากนั้นนำชิ้นเนื้อบรรจุในถุงสุญญากาศ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ – 20 องศาเซลเซียส ที่ระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เพื่อเก็บตัวอย่างไว้ศึกษาด้านจุลินทรีย์รวม และด้านคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าสีของเนื้อ ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

กล้ามเนื้อหมอนแต่ละชิ้นของแต่ละระดับความเข้มข้นจะฉีดพ่นสารละลายชาเขียวให้ทั่ว โดยฉีดพ่นสารละลายชาเขียวลงบนชิ้นเนื้อระยะห่างประมาณ 1 ฟุต แต่ละชิ้นใช้สารละลายชาเขียวประมาณ 4 มิลลิลิตร

3.5.3 การทดลองที่ 3 ศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้

วิธีการเตรียมตัวอย่าง

เตรียมเนื้อโคพื้นเมืองส่วนเสือร้องไห้ (Brisket) ผสมกับเศษเนื้อแดงอย่างดี อัตราส่วน 1 : 1 นำมาบดหยาบ จากนั้นแบ่งออกเป็น 5 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็นกลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว กลุ่มสองไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและไม่ใส่โซเดียมอิริธอร์เบท 3.0 กรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ และกลุ่มที่ 3 - 5 ทดสอบด้วยสารสกัดจากชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 1, 2 และ 3 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อกิโลกรัมของเนื้อตามลำดับ โดยนำสารสกัดจากชาเขียวแต่ละระดับความเข้มข้นผสมลงในน้ำหมักเนื้อ โดยเตรียมน้ำหมักต่อเนื้อบด 1 กิโลกรัมจากส่วนประกอบดังนี้

1. เกลือ 15.0 กรัม
2. ไนไตรท์ (0.7%) 15.0 กรัม
3. ผงชูรส 2.0 กรัม
4. ซอสปรุงรส 28.0 กรัม
5. พริกไทยป่น 10.0 กรัม
6. น้ำตาลปี๊บ 34.0 กรัม
7. น้ำดื่ม 160.0 กรัม
8. เม็ดผักชีบดหยาบ 10.0 กรัม
9. โซเดียมอิริธอร์เบท 3.0 กรัม

นำน้ำหมักเนื้อคลุกเคล้ากับเนื้อบดให้เข้ากัน เพื่อให้เนื้อดูดซึมน้ำหมักไว้ จากนั้นแบ่งเนื้อหมักบรรจุใส่ถุงโพลีโพรไพลีน 100 เปอร์เซ็นต์ ขนาด 6x9 เซนติเมตร ถุงละ 100 กรัม นำมารีดให้เป็นแผ่นเพื่อขึ้นรูป แล้วหมักเนื้อไว้ที่อุณหภูมิแช่แข็งที่ - 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 17 ชั่วโมง

นำเนื้อหมักแช่แข็งมาตัดเป็นแท่งบาง ขนาด 2x4 เซนติเมตร แล้วนำไปอบโดยเครื่องอบแห้งโดยใช้ความร้อนที่ระดับอุณหภูมิประมาณ 75 องศาเซลเซียส ประมาณ 5 ชั่วโมง จนแห้งดีแล้ว จากนั้นนำเนื้อเจอร์กี้ แต่ละกลุ่มแบ่งบรรจุในถุง และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ เพื่อศึกษาด้านจุลินทรีย์รวม และด้านคุณภาพเนื้อเจอร์กี้ ได้แก่ ค่า Water Activity การทดสอบทางประสาทสัมผัส และค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

3.6 ขั้นตอนการศึกษาและการเก็บข้อมูล

3.6.1 การศึกษาทางด้านจุลินทรีย์รวม

สุ่มตัวอย่างชิ้นเนื้อที่บ่มในระยะเวลาต่างๆที่กำหนดมาประมาณตัวอย่างละ 25 กรัม ในสารละลาย Peptone ปริมาตร 225 มิลลิลิตร จะได้สารละลาย Peptone ที่มีความเข้มข้น 1:10 ทำจนได้ระดับความเจือจางที่เหมาะสมในแต่ละช่วงเวลาการบ่มเนื้อ จากนั้นดูดสารละลาย Peptone ที่ 3 ระดับความเจือจางสุดท้ายความเจือจางละ 1 มิลลิลิตร และถ่ายลงในจานเพาะเชื้อ เทอาหาร Plate Count Agar ลงจานเพาะเชื้อปริมาตรจานละ 15 – 20 มิลลิลิตรที่ระดับความเจือจางละ 2 ซ้ำ รอจนอาหารแข็งแล้วคว่ำจานเพาะเชื้อ นำจานเพาะเชื้อทั้งหมดไปบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นำมานับจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวม และรายงานผลเฉพาะจานเพาะเชื้อที่มีจำนวนระหว่าง 30-300 โคโลนี (AOAC. 2006)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การศึกษาคุณภาพเนื้อ ได้แก่ ค่าอุณหภูมิในชิ้นเนื้อ ค่าความเป็นกรด-ด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ เปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา และการหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ

1. วัดค่าความเป็นกรด-ด่าง

โดยใช้ probe แทงลงในชิ้นกล้ามเนื้อ ด้วยเครื่องมือวัดค่าความเป็นกรด-ด่างในเนื้อ (Mettler Toledo, model SG-2)

2. วัดค่าสีของเนื้อ

ตัดผิวสัมผัสหน้าตัดของเนื้อที่แบ่งไว้แต่ละชิ้นและปล่อยให้สัมผัสกับอากาศประมาณ 30-45 นาที ก่อนทำการวัดสีด้วยเครื่องมือวัดสีของเนื้อ (Minolta Chromameter CR-300) เก็บข้อมูลบันทึกค่า L*, a* และ b*

3. การหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ

การหาการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิธี 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) โดยค่า TBARS value เป็นค่าที่บ่งชี้ถึงการเกิดกลิ่นของเนื้อสัตว์ โดยชั่งเนื้อ 10.00 กรัมใส่บีกเกอร์ เติม 50 mM potassium phosphate buffer 9 มิลลิลิตร ตามด้วย BHT 1 มิลลิลิตร และน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตร ปั่นด้วยเครื่อง homogenizer (13,000 rev./min) นาน 30-40 วินาที จากนั้นเทตัวอย่างทั้งหมดในบีกเกอร์ลงในหลอดกลั่น ก่อนกลั่นเติม HCL 4 N 1.25 มิลลิลิตร และ antiform 6 หยดลงในตัวอย่าง โดยใช้เวลาในการกลั่น 190 วินาที จากนั้นดูดสารละลายที่ได้จากการกลั่นมา 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดทดลอง จากนั้นเติม 0.069 M Thiobarbituric acid (TBA) 5 มิลลิลิตร แล้วผสมให้เข้ากัน จากนั้นนำไปต้มในน้ำเดือด 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 35 นาที เขย่าทุกๆ 5 นาที เมื่อครบเวลาทำให้เย็นในทันที แล้วจึงนำออกมาวางไว้ในที่อุณหภูมิห้อง เพื่อวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร จากนั้นนำค่าที่ได้ไปคำนวณหาค่า TBARS value ซึ่งมีหน่วยเป็นมิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม (ดัดแปลงจาก Castellini *et al.* 2002)

3.6.3 การศึกษาคุณภาพเนื้อเจอร์กี้

1. การทดสอบคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อเจอร์กี้

การประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เจอร์กี้ ซึ่งทำการผลิตทั้งหมด 5 สูตร ดังนี้

สูตรที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control)

สูตรที่ 2 คือ กลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS)

สูตรที่ 3 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.1% (0.1%)

สูตรที่ 4 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.2% (0.2%)

สูตรที่ 5 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.3% (0.3%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยทำการทดสอบความชอบทางด้านสี ด้านกลิ่น ด้านรสชาติ ด้านความชอบโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ดังแบบทดสอบในภาคผนวก ค โดยใช้ผู้ทดสอบชิม ซึ่งเป็นกลุ่มนักศึกษา อาจารย์ และผู้บริโภคทั่วไป ทั้งนี้ผู้ทดสอบชิมจะต้องกลั้วปากด้วยน้ำเปล่าก่อนและระหว่างการชิมแต่ละตัวอย่าง มีช่วงการให้คะแนน จากช่วงคะแนน 1 (ไม่ชอบมาก) ถึง 5 (ชอบมาก) ซึ่งผู้ทดสอบชิมสามารถวิจารณ์หรือเสนอแนะความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ได้

2. การหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ

การหาการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิธี 2-Thiobarbituric Acid Reactive Substance (TBARS) เช่นเดียวกับการศึกษาในคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรและเนื้อโค

3. การหาค่า Water Activity

นำตัวอย่างเนื้อเจอร์กี้มาบด แล้ววัดค่า Water Activity ด้วยเครื่องวัดค่า Water Activity (Novasina, Swisszerland)

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

3.7.1 การศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อสุกรบด

3.7.1.1 เนื้อสุกรบดแบบแช่เย็น

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวม โดยวิเคราะห์ของมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ส่วนค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และการหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดกลุ่มทดลองแบบ 6 x 5 factorial arrangement in RCBD (Randomized Completely Block Design) โดยใช้จำนวนครั้งที่ทำการทดลองซ้ำเป็น Block ซึ่งกำหนดให้

ปัจจัย A คือ ระดับของสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา Before, After, 1, 3 และ 5 วัน

Before คือ ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว ; After คือ หลังผสมสารสกัดชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + A_j B_k + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของบล็อก คือ จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง (3 ซ้ำ)

A_i = อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j (j = 1, 2,..., 6 โดย 1 คือ 0 mg/kg, 2 คือ 50 mg/kg, 3 คือ 100 mg/kg, 4 คือ 200 mg/kg, 5 คือ 300 mg/kg และ 6 คือ 400 mg/kg)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k (k = 1, 2,...., 5 โดยเก็บรักษาที่ระยะเวลา Before, After, 1, 3 และ 5 วัน ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

3.7.1.2 เนื้อสุกรบดแบบแช่แข็ง

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวม โดยวิเคราะห์ของมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ส่วนค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และการหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดกลุ่มทดลองแบบ 6 x 6 factorial arrangement in RCBD (Randomized Completely Block Design) โดยใช้จำนวนครั้งที่ทำการทดลองซ้ำเป็น Block ซึ่งกำหนดให้

ปัจจัย A คือ ระดับของสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา Before, After, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

Before คือ ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว ; After คือ หลังผสมสารสกัดชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + A_j B_k + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของบล็อก คือ จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง (3 ซ้ำ)

A_i = อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j (j = 1, 2,..., 6 โดย 1 คือ 0 mg/kg, 2 คือ 50 mg/kg, 3 คือ 100 mg/kg, 4 คือ 200 mg/kg, 5 คือ 300 mg/kg และ 6 คือ 400 mg/kg)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k (k = 1, 2,..., 6 เก็บรักษาที่ระยะเวลา Before, After, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

3.7.2 การศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อโค

3.7.2.1 เนื้อโคแบบแช่เย็น

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวม โดยวิเคราะห์ของมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ส่วนค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และการหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดกลุ่มทดลองแบบ 4 x 5 factorial arrangement in RCBD (Randomized Completely Block Design) โดยใช้จำนวนครั้งที่ทำการทดลองซ้ำเป็น Block ซึ่งกำหนดให้

ปัจจัย A คือ ระดับของสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0-4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา Before, After, 1, 2 และ 3 สัปดาห์

Before คือ ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ; After คือ หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + A_j B_k + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของบล็อก คือ จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง (3 ซ้ำ)

A_i = อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j (j = 1, 2,..., 4 โดย 1 คือ 0 mg/kg, 2 คือ 200 mg/kg, 3 คือ 400 mg/kg และ 4 คือ 600 mg/kg)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k (k = 1, 2,...., 5 โดยเก็บรักษาที่ระยะเวลา Before, After, 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

3.7.2.2 เนื้อโคแบบแช่แข็ง

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวม โดยวิเคราะห์ของมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ส่วนค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ค่าสีของเนื้อ และการหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดกลุ่มทดลองแบบ 6 x 6 factorial arrangement in RCBD (Randomized Completely Block Design โดยใช้จำนวนครั้งที่ทำการทดลองซ้ำเป็น Block ซึ่งกำหนดให้

ปัจจัย A คือ ระดับของสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียสเป็นเวลา Before, After, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

Before คือ ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ; After คือ หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + A_j B_k + E_{ijk}$$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของบล็อก คือ จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง (3 ซ้ำ)

A_i = อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j (j = 1, 2,..., 4 โดย 1 คือ 0 mg/kg, 2 คือ 200 mg/kg, 3 คือ 400 mg/kg และ 4 คือ 600 mg/kg)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k (k = 1, 2,..., 6 เก็บรักษาที่ระยะเวลา Before, After, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

3.7.3 การศึกษาผลของสารสกัดจากชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมและคุณภาพของเนื้อเจอร์กี้

ปริมาณจำนวนจุลินทรีย์รวมที่ตรวจนับได้จะถูกนำมาแปลงข้อมูลให้อยู่ในค่าลอการิธึม (y=log x) นำข้อมูลจำนวนจุลินทรีย์รวม โดยวิเคราะห์ของมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ Analysis of Variance (ANOVA) วิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's New Multiple Range Test (DMRT) โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป

ส่วนค่า Water Activity และ การหาค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยวิเคราะห์ข้อมูลตามการจัดกลุ่มทดลองแบบ 5 x 5 factorial arrangement in RCBD (Randomized Completely Block Design) ยกเว้นคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสของเนื้อเจอร์กี้ มีการวิเคราะห์ข้อมูลตามแผนการทดลองแบบ RCBD (Randomized Completely Block Design) ซึ่งกำหนดให้

ปัจจัย A คือ สูตรของเนื้อเจอร์กี้ทั้ง 5 สูตรดังนี้

สูตรที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control)

สูตรที่ 2 คือ กลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS)

สูตรที่ 3 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.1% (0.1%)

สูตรที่ 4 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.2% (0.2%)

สูตรที่ 5 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.3% (0.3%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจัย B คือ ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยวิธี General Linear Models (GLM) เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยใช้ Least Square Means ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โดยมีแบบหุ่นทางสถิติที่ใช้ในการศึกษาอิทธิพลของแต่ละปัจจัยดังนี้

$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + B_k + A_j B_k + E_{ijk}$

เมื่อ Y_{ijk} = ค่าสังเกตของลักษณะที่ศึกษา

μ = ค่าเฉลี่ยทั้งหมดของค่าสังเกตที่ศึกษา

T_i = อิทธิพลของบล็อก คือ จำนวนซ้ำที่ทำการทดลอง (3 ซ้ำ)

A_i = อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j (j = 1, 2,..., 5 โดย 1 คือ Control, 2 คือ CNS, 3 คือ 0.1%, 4 คือ 0.2%, และ 5 คือ 0.3%)

B_j = อิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k (k = 1, 2,..., 5 เก็บรักษาที่ระยะเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ตามลำดับ)

$A_i B_j$ = อิทธิพลร่วมของระดับสารสกัดชาเขียวที่ j กับระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่ k

E_{ijk} = ค่าความคลาดเคลื่อนทั้งหมดของการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 อิทธิพลของระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมและคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบด

4.1.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อสุกร

4.1.1.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรบดแช่เย็น

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรบดก่อนการคลุกผสมสารสกัดชาเขียว พบว่า จำนวนจุลินทรีย์รวมมีค่าเริ่มต้น 5.23 log cfu/g ในทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวแต่ละระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อเป็นเวลา 10 นาที พบว่าจำนวนจุลินทรีย์รวมมีค่าเท่ากับ 5.27, 5.22, 5.25, 5.18, 5.18 และ 5.17 log cfu/g ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในวันที่ 1 และ 3 ของระยะเวลาในการเก็บพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เช่นเดียวกัน แต่ระยะการเก็บรักษาที่ 5 วัน กลับพบความแตกต่างระหว่างระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยพบว่า กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 50, 100, 200, และ300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติกับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งแต่ละระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 5.27, 5.31, 5.29, 5.29, 5.28 และ 5.11 log cfu/g ดังแสดงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกร

Concentration	Total plate count (log cfu/g)				
	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	5.23±0.56	5.27±0.57	4.97±0.19	5.23±0.57	5.27±0.78[a]
50 mg/kg	5.23±0.56	5.22±0.62	4.98±0.18	5.11±0.30	5.31±0.77[a]
100 mg/kg	5.23±0.56	5.25±0.53	5.05±0.26	5.08±0.36	5.29±0.84[a]
200 mg/kg	5.23±0.56	5.18±0.59	5.07±0.29	5.08±0.36	5.29±0.74[a]
300 mg/kg	5.23±0.56	5.18±0.56	4.98±0.21	5.05±0.37	5.28±0.69[a]
400 mg/kg	5.23±0.56	5.17±0.53	5.00±0.29	5.02±0.39	5.11±0.58[b]

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

[a-b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.1.1.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรบดแช่แข็ง

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรบดก่อนการคลุกผสมสารสกัดชาเขียว พบว่า จำนวนจุลินทรีย์รวมมีค่าเริ่มต้น 5.21 log cfu/g ในทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวแต่ละระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อเป็นเวลา 10 นาที พบว่ากลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 5.29 log cfu/g ซึ่งมีค่าสูงที่สุดแต่ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อซึ่งมีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 5.20 และ 5.03 log cfu/g แต่ในกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ก็ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 200 , 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.95, 4.96 และ 4.84 log cfu/g ตามลำดับโดยในกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมต่ำที่สุด

ในสัปดาห์ที่ 2 ของระยะเวลาในการเก็บมีจำนวนจุลินทรีย์รวมในทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ส่วนในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของระยะเวลาในการเก็บพบว่าทุกระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีจำนวนจุลินทรีย์รวมแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) เช่นเดียวกัน โดยสัปดาห์ที่ 4 สารสกัดชาเขียวที่ระดับ 200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีจำนวนจุลินทรีย์รวมสูงที่สุด (4.92 log cfu/g) ซึ่งแตกต่างกับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 50, 100, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ในสัปดาห์ที่ 6 และ 8 ของการเก็บรักษาไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างกลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียวกับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเชียว 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกร

Concentration	Total plate count (log cfu/g)					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	5.23±0.58	5.29±0.55^{a}	4.73±0.82	4.67±0.49^{c}	4.36±0.67^{h}	4.67±0.52^{ij}
50 mg/kg	5.23±0.58	5.20±0.52^{ab}	4.67±0.72	4.76±0.53^{e}	4.40±0.57^{gh}	4.68±0.51^{ij}
100 mg/kg	5.23±0.58	5.03±0.28^{a-c}	4.66±0.64	4.76±0.43^{e}	4.29±0.60^{h}	4.75±0.56^{i}
200 mg/kg	5.23±0.58	4.95±0.27^{bc}	4.61±0.67	4.92±0.34^{d}	4.51±0.45^{fg}	4.78±0.50^{i}
300 mg/kg	5.23±0.58	4.96±0.23^{bc}	4.64±0.59	4.70±0.50^{e}	4.55±0.61^{f}	4.59±0.45^{j}
400 mg/kg	5.23±0.58	4.84±027^{c}	4.55±0.71	4.71±0.47^{e}	4.33±0.61^{h}	4.74±0.49^{i}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{a-j}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

4.1.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกร

4.1.2.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดแช่เย็น

1) ค่าสีของเนื้อ

ค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อสุกรบดได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียวกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าความสว่างไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าความสว่างของเนื้อสุกรในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 63.82, 63.31, 62.51, 62.62, 61.55 และ 61.44 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าความสว่างของเนื้อมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียว

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่างของเนื้อ พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสว่างลดลง ค่าความสว่างของเนื้อก่อนผสมสารสกัดชาเขียวมีค่าเท่ากับ 64.00 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ($P<0.05$) กับกลุ่มระยะเวลาภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที และที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 3 และ 5 วัน ที่มีค่าความสว่างของเนื้อเท่ากับ 62.49, 62.48, 61.57 และ 61.87 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าความสว่างของเนื้อ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้น มีผลทำให้เนื้อสุกรบดมีค่าความสว่างลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.4 ซึ่งกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวและกลุ่มที่เสริสสารสกัดชาเขียว 50 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม จะมีค่าความสว่างของเนื้อที่สูงที่สุดที่ระยะเวลาภายหลังการคลุกผสมสารสกัด 10 นาที และจะมีค่าลดลงเล็กน้อยตลอดระยะเวลาการเก็บแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ในวันที่ 3 ของการเก็บรักษาจะมีค่าความสว่างของเนื้อต่ำที่สุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 60.35 แต่อย่างไรก็ตามค่าความสว่างของเนื้อไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างกลุ่มระยะเวลาภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที และที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 3 และ 5 วัน

ค่าสีแดง (Redness, a*) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ จากการทดลองพบว่า ค่าสีแดงได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าความสว่างไม่แตกต่างกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว 50, 100, 200 และ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ แต่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม ค่าสีแดงของเนื้อจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 13.24, 13.08, 13.06, 12.99, 13.18 และ 12.89 ตามลำดับ

ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนั้นพบว่ามีอิทธิพลต่อค่าสีแดงของเนื้อสุกรบด พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่าสีแดงลดลง ค่าสีแดงของเนื้อเริ่มต้นมีค่าเท่ากับ 13.59 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กับกลุ่มระยะเวลาภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที ที่มีค่าสีแดงเท่ากับ 13.45 แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มระยะเวลาการเก็บรักษา 1, 3 และ 5 วัน ที่มีค่าสีแดงเท่ากับ 13.06, 13.06 และ 12.20 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.3 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อ โดยเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.5 ซึ่งกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อภายหลังจากการคลุกผสมสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงของเนื้อสูงที่สุด คือ 13.86 แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างทางสถิติกับระยะก่อนคลุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผสมสารสกัดชาเขียว และค่าสีแดงของเนื้อจะค่อยลดลงจนมีค่าต่ำสุดที่ระยะเวลาการเก็บรักษา 5 วันที่มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 11.94

สำหรับค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) คือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ พบว่าการใช้สารสกัดชาเขียวไม่มีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ แต่ค่าสีเหลืองของเนื้อมีแนวโน้มลดลง (P=0.0536) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยเนื้อสุกรบดของกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสีเหลืองเท่ากับ 7.71, 7.50, 7.39, 7,36, 7.32 และ 7.16 ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นแต่ไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) โดยพบว่า ค่าสีเหลืองของเนื้อสุกรก่อนผสมสารสกัดชาเขียว (7.23) มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อภายหลังผสมสารสกัดชาเขียว และเก็บรักษานาน 1, 3 และ 5 วันนั้น มีค่าเท่ากับ 7.33, 7.38, 7.53 และ 7.58 ตามลำดับ ด้านอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีเหลืองนั้น จากการศึกษาพบว่าไม่มีอิทธิพลร่วมกัน (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.3

2) ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

จากตารางที่ 4.3 พบว่าสารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ โดยไม่พบความแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มความเข้มข้นของชาเขียว ยกเว้นกลุ่มที่มีระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีค่าความเป็นกรดด่างต่ำกว่าทุกกลุ่ม ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.68 และเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น พบว่าค่าความเป็นกรดด่างยังคงลดลง โดยก่อนผสมสารสกัดชาเขียวเนื้อสุกรมีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.76 ส่วนภายหลังเก็บรักษานาน 1, 3 และ 5 มีค่าเท่ากับ 5.65, 5.71 และ 5.73 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05) กับเนื้อสุกรก่อนผสมสารสกัดชาเขียว นอกจากนี้ยังไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อในทุกระยะที่ทำการศึกษา

3) ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS)

ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว ทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.156, 0.145, 0.142, 0.139, 0.134 และ 0.133 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อจะเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของวันที่ 1 และ 3 มีค่าเท่ากับ 0.138 และ 0.134 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ (P>0.05) กับค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรทั้งก่อนผสมสารสกัดชาเขียวและหลังผสมสารสกัดชาเขียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.140 และ 0.136 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ แต่ทุกระยะเวลาของการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) กับเนื้อในวันที่ 5 ของการทดลองซึ่งมีค่าการออกซิเดชั่นเท่ากับ 0.159 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ โดยมีค่าสูงที่สุดในวันที่ทำการศึกษา ดังแสดงในตารางที่ 4.3

นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.6 โดยในกลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระยะเวลาการเก็บรักษาวันที่ 5 มีค่าการออกซิเดชั่นที่สูงที่สุดเท่ากับ 0.201 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ส่วนกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะการเก็บรักษาวันที่ 3 มีค่าการออกซิเดชั่นต่ำที่สุดเท่ากับ 0.124 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น

parameter	Concentration of green tea (C) (mg/kg)						Time (T) (days)					Effect		
	0	50	100	200	300	400	Before	After	1	3	5	C	T	CxT
color of meat														
L*	63.82^{A}	63.31^{A}	62.51^{B}	62.62^{B}	61.55^{C}	61.44^{C}	64.00^{W}	62.49^{X}	62.48^{X}	61.57^{Y}	61.87^{Y}	<0.0001	<0.0001	0.0140
a*	13.24	13.08	13.06	12.99	13.18	12.89	13.59^{W}	13.45^{W}	13.06^{X}	13.06^{X}	12.20^{X}	0.2015	<0.0001	0.0080
b*	7.71^{a}	7.50^{ab}	7.39^{bc}	7.36^{bc}	7.32^{bc}	7.16^{c}	7.23	7.33	7.38	7.53	7.58	0.0080	0.0536	0.1004
pH	5.73	5.73	5.72	5.68	5.72	5.73	5.76^{W}	5.74^{WX}	5.65^{Y}	5.71^{X}	5.73^{WX}	0.1558	<0.0001	0.9597
TBARS	0.156^{A}	0.145^{B}	0.142^{B}	0.139^{BC}	0.134^{C}	0.133^{C}	0.140^{X}	0.136^{X}	0.138^{X}	0.134^{X}	0.159^{W}	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{A-C}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.0001$)

$^{a-c}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

$^{W-Y}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.0001$)

ตารางที่ 4.4 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อสุกร

Concentration	Lightness				
	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	64.00±2.89^{m}	64.13±3.10^{m}	64.09±2.67^{m}	63.75±3.82^{mn}	63.15±2.66^{m-o}
50 mg/kg	64.00±2.89^{m}	63.02±4.85^{m-o}	63.75±3.33^{mn}	63.07±2.23^{m-o}	62.72±3.28^{n-p}
100 mg/kg	64.00±2.89^{m}	63.17±2.34^{m-o}	63.32±3.36^{o-r}	61.07±3.95^{r-u}	61.99±4.10^{o-s}
200 mg/kg	64.00±2.89^{m}	62.13±2.58^{o-s}	62.44±3.29^{o-q}	60.96±4.36^{s-u}	61.75±3.40^{p-t}
300 mg/kg	64.00±2.89^{m}	61.29±3.35^{q-u}	61.27±3.56^{q-u}	61.26±3.41^{u}	60.95±3.94^{s-u}
400 mg/kg	64.00±2.89^{m}	61.18±3.20^{r-u}	60.38±3.61^{s-u}	60.35±4.29^{u}	60.69±3.24^{t-u}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-u}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.5 อิทธิพลร่วมของของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสุกร

Concentration	Redness				
	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.20±1.15^{n-r}	13.82±1.59^{mn}	13.19±0.93^{n-s}	12.39±1.25^{u-x}
50 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.64±1.64^{m-o}	12.67±1.20^{q-v}	13.40±1.48^{m-p}	12.12±1.79^{v-x}
100 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.20±1.46^{n-r}	12.92±5.38^{p-u}	13.18±1.38^{o-s}	12.42±1.79^{u-x}
200 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.33±1.46^{m-p}	13.14±0.84^{o-t}	12.59±1.12^{r-w}	12.30±1.61^{u-x}
300 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.50±1.42^{m-p}	13.27±1.03^{m-q}	13.51±0.83^{m-p}	12.02±0.79^{wx}
400 mg/kg	13.59±1.10^{m}	13.86±1.94^{m}	12.56±1.38^{s-x}	12.51±1.73^{t-x}	11.94±1.41^{x}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-x}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อสุกร (mg MDA/kg ของเนื้อ) (LSE±SE)

Concentration	TBARS (mg MDA/kg)				
	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	$0.140\pm0.031^{p-t}$	$0.144\pm0.032^{p-s}$	$0.147\pm0.036^{o-r}$	$0.150\pm0.030^{o-q}$	0.201 ± 0.106^{m}
50 mg/kg	0.140 ± 0.031^{p}	$0.139\pm0.031^{p-u}$	$0.142\pm0.032^{p-t}$	$0.140\pm0.031^{p-t}$	0.166 ± 0.057^{n}
100 mg/kg	0.140 ± 0.031^{p}	$0.136\pm0.030^{q-u}$	$0.139\pm0.033^{p-u}$	$0.134\pm0.026^{r-u}$	$0.160\pm0.055^{n-o}$
200 mg/kg	0.140 ± 0.031^{p}	$0.133\pm0.028^{r-u}$	$0.135\pm0.029^{q-u}$	$0.130\pm0.021^{s-u}$	$0.154\pm0.049^{n-p}$
300 mg/kg	0.140 ± 0.031^{p}	$0.133\pm0.029^{r-u}$	$0.133\pm0.030^{r-u}$	$0.128\pm0.019^{t-u}$	$0.136\pm0.024^{q-u}$
400 mg/kg	0.140 ± 0.031^{p}	$0.134\pm0.029^{r-u}$	$0.132\pm0.028^{s-u}$	0.124 ± 0.016^{u}	$0.135\pm0.027^{q-u}$

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-u}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.1.2.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดแช่แข็ง

1) ค่าสีของเนื้อ

ค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อสุกรบดได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว พบว่ามีค่าความสว่างแตกต่างทางสถิติระหว่างกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวและกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว โดยในกลุ่มระดับความเข้มข้น 0, 50 และ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าความสว่างเท่ากับ 63.32, 62.79 และ 62.89 ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่ทั้งสามกลุ่มนี้มีความแตกต่างอย่างมีนัยทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดที่ระดับความเข้มข้น 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าความสว่างเท่ากับ 62.04, 61.84 และ 61.26 ตามลำดับ การใช้ระดับสารสกัดชาเขียวที่สูงขึ้นมีผลต่อค่าความสว่างของเนื้อ ทำให้ค่าความสว่างของเนื้อลดลง

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนั้น มีอิทธิพลต่อค่าความสว่างของเนื้อ โดยพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้น ค่าความสว่างของเนื้อจะมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความสว่างของเนื้อก่อนผสมสารสกัดชาเขียวมีค่าเท่ากับ 63.96 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับเนื้อที่ผ่านการผสมสารสกัดชาเขียวแล้วที่มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 62.48 ทั้งนี้พบว่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับเนื้อที่เก็บรักษาเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ที่มีค่าเฉลี่ย 63.25 แต่มีความแตกต่างกับเนื้อที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ที่มีค่าความสว่างเท่ากับ 61.17, 61.38 และ 61.89 ตามลำดับ โดยทั้งนี้ค่าความสว่างของเนื้อที่เก็บนาน 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ($P>0.05$) ในด้านการมีอิทธิพลร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่างของเนื้อพบว่า ไม่มีอิทธิพลต่อค่าความสว่างของเนื้อ (P>0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.7

อิทธิพลของสารสกัดชาเขียวที่มีระดับความเข้มข้นต่างกัน ไม่มีผลต่อค่าสีแดงของเนื้อ (P>0.05) ที่มีค่าเท่ากับ 13.19, 13.50, 13.10, 13.50, 13.34 และ 13.32 ตามระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวที่ 0, 50, 100, 200, 300, และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมตามลำดับ แต่ระดับความเข้มข้นที่ 100 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าสีแดงที่ต่ำที่สุด มีค่าเท่ากับ 13.10

ระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่นานขึ้นนั้น มีผลต่อค่าสีแดงของเนื้อ ทำให้ค่าสีแดงของเนื้อลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยค่าสีแดงของเนื้อก่อนผสมสารสกัดชาเขียวมีค่าเท่ากับ 13.83 ซึ่งสูงกว่าเนื้อที่เก็บที่ระยะเวลานาน 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ที่มีค่าสีแดงเท่ากับ 12.70, 12.86 และ 12.15 ตามลำดับ ยกเว้นในสัปดาห์ที่ 2 มีค่าสีแดงเท่ากับ14.77 ซึ่งสูงกว่าเนื้อในวันที่ 0 ของการศึกษาและระยะเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีแดงของเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

สำหรับค่ามีเหลืองของเนื้อนั้น พบว่าสารสกัดชาเขียวไม่มีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ โดยกลุ่มที่เสริมระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวที่ 0, 50, 100, 200, 300, และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าสีเหลืองของเนื้อเท่ากับ 7.96, 8.15, 7.85, 8.12, 7.66 และ 7.71 ตามลำดับ

เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น มีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ ซึ่งมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยเนื้อที่เก็บรักษานานระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่าสีเหลือง 7.67, 8.44 และ 8.62 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับค่าสีเหลืองของเนื้อสัปดาห์ที่ 0 ที่มีค่าเท่ากับ 7.59 แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

2) ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

จากการศึกษาพบว่าสารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ โดยระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวที่ 0, 50, 100, 200, 300, และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าความเป็นกรดด่างเท่ากับ 5.66, 5.66, 5.67, 5.67, 5.67 และ 5.66 ตามลำดับ ซึ่งแต่ละระดับความเข้มข้นไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P>0.05)

ผลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) การศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความเป็นกรดด่าง ดังตารางที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS)

ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว ทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.183 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.148, 0.145, 0.141, 0.139 และ 0.138 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ของเนื้อตามลำดับ แต่ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวในทุกระดับ

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของสัปดาห์ที่ 2 มีค่าเท่ากับ 0.141 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กับค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรทั้งก่อนผสมสารสกัดชาเขียวและหลังผสมสารสกัดชาเขียว ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.141 และ 0.137 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมตามลำดับ แต่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับระยะเวลาของการเก็บรักษาของเนื้อในวันสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ของการทดลองที่มีค่าการออกซิเดชั่นเท่ากับ 0.150, 0.156 และ 0.169 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.7

นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.8 โดยกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะการเก็บรักษา 2 สัปดาห์จะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 0.132 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียวในระยะการเก็บรักษาที่ 8 สัปดาห์จะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อสูงที่สุดเท่ากับ 0.252 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง

parameter	Concentration of green tea (C) (mg/kg)						Time (T) (weeks)						Effect		
	0	50	100	200	300	400	Before	After	2	4	6	8	C	T	CxT
color of meat															
L*	63.32^{A}	62.79^{A}	62.89^{A}	62.04^{B}	61.84^{BC}	61.26^{C}	63.96^{V}	62.48^{W}	63.25^{V}	61.17^{X}	61.38^{X}	61.89^{WX}	<0.0001	<0.0001	0.0500
a*	13.19	13.50	13.10	13.50	13.34	13.32	13.83^{W}	13.63^{W}	14.77^{V}	12.70^{X}	12.86^{X}	12.15^{Y}	0.0794	<0.0001	0.1294
b*	7.96	8.15	7.85	8.12	7.66	7.71	7.59^{W}	7.51^{W}	7.63^{W}	7.67^{W}	8.44^{V}	8.62^{V}	0.0663	<0.0001	0.0870
pH	5.66	5.66	5.67	5.67	5.67	5.66	5.59^{X}	5.59^{X}	5.73^{V}	5.66^{W}	5.69^{W}	5.73^{V}	0.8689	<0.0001	1.0000
TBARS	0.183^{A}	0.148^{B}	0.145^{B}	0.141^{B}	0.139^{B}	0.138^{B}	0.141^{XY}	0.137^{X}	0.141^{XY}	0.150^{XY}	0.156^{W}	0.169^{V}	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{A-C}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.0001$)

$^{V-Y}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.0001$)

ตารางที่ 4.8 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อสุกร (mg MDA/kg ของเนื้อ) (LSE±SE)

Concentration	TBARS (mg MDA/kg)					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.144±0.032^{p-r}	0.168±0.061^{op}	0.189±0.092^{no}	0.205±0.104^{n}	0.252±0.156^{m}
50 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.139±0.030^{qr}	0.142±0.030^{qr}	0.149±0.035^{p-r}	0.152±0.036^{p-r}	0.168±0.052^{op}
100 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.137±0.028^{qr}	0.138±0.031^{qr}	0.145±0.034^{p-r}	0.149±0.035^{p-r}	0.159±0.046^{pq}
200 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.136±0.028^{qr}	0.136±0.030^{qr}	0.141±0.029^{qr}	0.145±0.031^{p-r}	0.148±0.034^{p-r}
300 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.135±0.027^{qr}	0.132±0.028^{r}	0.138±0.028^{qr}	0.144±0.031^{p-r}	0.145±0.030^{p-r}
400 mg/kg	0.141±0.029^{qr}	0.135±0.027^{qr}	0.132±0.025^{r}	0.137±0.028^{qr}	0.142±0.028^{qr}	0.142±0.028^{qr}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-r}$ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2 อิทธิพลของระดับสารสกัดจากชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมและคุณภาพเนื้อของเนื้อโค

4.2.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อโค

4.2.1.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคแช่เย็น

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อโคทั้ง 4 กลุ่มได้แก่เนื้อโคที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ก่อนการฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียว พบว่า จำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคแต่ละกลุ่มมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 4.86, 4.49, 4.50 และ 4.12 log cfu/g ตามลำดับ โดยเนื้อโคกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียว 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีจำนวนจุลินทรีย์รวมเริ่มต้นที่น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นไม่แตกต่างกัน และกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นน้อยที่สุด

ภายหลังจากการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อเป็นเวลา 10 นาทีพบว่า กลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีจำนวนจุลินทรีย์รวมน้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารสกัดซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.38, 4.00, 4.05 และ 3.90 log cfu/g ตามลำดับ ในระยะการเก็บรักษาที่ 1 สัปดาห์ก็พบเช่นเดียวกันว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวจะมีจำนวนจุลินทรีย์รวมที่น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 5.00, 4.63, 4.51 และ 4.24 log cfu/g ตามลำดับ ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกัน และกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมน้อยที่สุด

ภายหลังจากเก็บรักษาเนื้อเป็นระยะเวลา 2 สัปดาห์ จะพบว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.71, 4.78, 4.20 และ 4.10 log cfu/g ตามลำดับ ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 0 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ระยะการเก็บรักษาเนื้อเป็นเวลา 3 สัปดาห์ พบว่า แต่ละกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 5.47, 5.45, 5.22 และ 4.77 log cfu/g ตามลำดับ โดยในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ซึ่งจากการทดลองจะพบว่า กลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจะมีจำนวนจุลินทรีย์รวมต่ำที่สุดในทุกระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโค

Concentration	Total plate count (log cfu/g)				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	4.86±0.46^{a}	4.38±0.45^{d}	5.00±0.73^{g}	4.71±0.47^{j}	5.47±0.74^{l}
200 mg/kg	4.49±0.52^{b}	4.00±0.76^{e}	4.63±0.33^{h}	4.78±0.56^{j}	5.45±0.42^{l}
400 mg/kg	4.50±0.54^{b}	4.05±0.66^{e}	4.51±0.48^{hi}	4.20±0.54^{k}	5.22±0.39^{lm}
600 mg/kg	4.12±0.30^{c}	3.90±0.71^{f}	4.24±0.86^{i}	4.10±0.45^{k}	4.77±0.69^{m}

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{a-m}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.2.1.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคแช่แข็ง

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อโคทั้ง 4 กลุ่ม ได้แก่เนื้อโคที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ก่อนการฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียว พบว่า จำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคแต่ละกลุ่มมีค่าเริ่มต้นเท่ากับ 4.86, 4.49, 4.50 และ 4.12 log cfu/g ตามลำดับ โดยเนื้อโคกลุ่มที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียว 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีจำนวนจุลินทรีย์รวมเริ่มต้นที่น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่ได้ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นไม่แตกต่างกัน และกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัด 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์เริ่มต้นน้อยที่สุด

ภายหลังจากการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อเป็นเวลา 10 นาที พบว่า แต่ละกลุ่มมีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.04, 4.15, 3.88 และ 3.84 log cfu/g ตามลำดับ กลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 0 และ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมสูงกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในระยะการเก็บรักษาที่ 2 สัปดาห์ พบว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจะมีจำนวนจุลินทรีย์รวมที่น้อยกว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อซึ่งมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจะมีจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.41, 4.46, 4.22และ 3.79 log cfu/g ตามลำดับ

เมื่อเก็บรักษาเนื้อเป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์ จะพบว่ากลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.12, 4.15, 4.09 และ 3.53 log cfu/g ตามลำดับ ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 0, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ระยะการเก็บรักษาเนื้อเป็นเวลา 6 สัปดาห์ พบว่า แต่ละกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.36, 3.97, 3.65 และ 3.62 log cfu/g ตามลำดับ โดยในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมสูงซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ในระยะการเก็บรักษาเนื้อเป็นเวลา 8 สัปดาห์ แต่ละกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจำนวนจุลินทรีย์รวมเท่ากับ 4.11, 4.28, 4.33 และ 3.53 log cfu/g ตามลำดับ ในกลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว 0, 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ซึ่งจากการทดลองจะพบว่า กลุ่มที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อจะมีจำนวนจุลินทรีย์รวมต่ำที่สุดในทุกระยะเวลาการเก็บรักษา ดังแสดงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็งต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อโค

Concentration	Total plate count (log cfu/g)					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	4.86±0.46^{a}	4.04±0.77^{de}	4.41±1.32^{f}	4.12±0.67^{h}	4.36±0.83^{j}	4.11±0.59^{l}
200 mg/kg	4.49±0.52^{b}	4.15±0.56^{d}	4.46±0.98^{f}	4.15±0.73^{h}	3.97±0.75^{k}	4.28±0.96^{l}
400 mg/kg	4.50±0.54^{b}	3.88±0.65^{e}	4.22±1.13^{f}	4.09±0.73^{h}	3.65±0.42^{k}	4.33±0.94^{l}
600 mg/kg	4.12±0.30^{c}	3.84±0.66^{e}	3.79±0.76^{g}	3.53±0.27^{i}	3.62±0.45^{k}	3.53±0.58^{m}

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{a-m}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโค

4.2.2.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคแช่เย็น

1) ค่าสีของเนื้อ

ค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคทั้งผิวด้านนอกและผิวเนื้อด้านในได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าความสว่างแตกต่างกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความสว่างของเนื้อโคที่ผิวด้านนอกในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 46.25, 43.45, 41.03 และ 40.16 ตามลำดับ และค่าความสว่างของเนื้อโคที่ผิวด้านในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 45.31, 43.88, 42.06 และ 42.93 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าความสว่างของเนื้อมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียว

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่างของเนื้อ สำหรับผิวด้านนอกของเนื้อโค พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่าความสว่างลดลงโดยที่ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวและหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับระยะเวลา 1, 2 และ 3 สัปดาห์ มีค่าความสว่างของเนื้อเท่ากับ 44.75, 44.39, 41.74, 41.12 และ 41.30 ตามลำดับ โดยพบว่าค่าความสว่างในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ3 ไม่แตกต่างทางสถิติ สำหรับค่าสว่างที่ผิวด้านในของเนื้อโค พบว่า พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่าความสว่างลดลง โดยพบว่าค่าความสว่างในสัปดาห์ที่ 1, 2 และ3 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าความสว่างเท่ากับ 44.08, 43.44 และ 42.69 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าความสว่างของเนื้อทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน ($P>0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ค่าสีแดง (Redness, a*) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ จากการทดลองพบว่า ค่าสีแดงได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว สำหรับผิวด้านนอกเนื้อโค พบว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าสีแดงที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ค่าสีแดงของเนื้อจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 22.41, 21.00, 18.75 และ 16.68 ตามลำดับ ในส่วนผิวด้านในของเนื้อโคพบว่าค่าสีแดงของเนื้อจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 24.67, 25.20, 26.52 และ 25.72 ตามลำดับ

ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนั้นพบว่ามีอิทธิพลต่อค่าสีแดงของเนื้อโค สำหรับผิวด้านนอกพบว่าระยะเวลาไม่มีผลต่อค่าสีแดง โดยระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อก่อนการเก็บรักษาเนื้อมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเก็บรักษาเนื้อในสัปดาห์ที่ 3 มีค่าสีแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 20.38, และ 19.84 ตามลำดับ ในส่วนผิวด้านในของเนื้อโคพบว่ามีผลต่อค่าสีแดงโดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้น ค่าสีแดงของเนื้อมีค่าเพิ่มสูงขึ้น ดังแสดงในตารางที่ 4.11 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อ สำหรับผิวเนื้อโคด้านนอกพบว่าโดยเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในระยะการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์จะมีค่าสีแดงที่ผิวนอกสูงที่สุด (24.11) และกลุ่มสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในระยะภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที จะมีค่าสีแดงที่ผิวนอกต่ำที่สุด (13.74) ดังแสดงในตารางที่ 4.12 ในส่วนอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อที่ผิวเนื้อด้านในของเนื้อโคพบว่า เมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในระยะการเก็บรักษานาน 3 สัปดาห์จะมีค่าสีแดงที่ผิวนอกสูงที่สุด (24.11) และกลุ่มสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในระยะภายหลังกรฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที จะมีค่าสีแดงที่ผิวนอกต่ำที่สุด (13.74) ดังแสดงในตารางที่ 4.13

สำหรับค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) คือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ พบว่าการใช้สารสกัดชาเขียวมีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ ทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว แต่ไม่พบความแตกต่างภายในระหว่างกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว โดยค่าสีเหลืองสำหรับผิวด้านนอกของเนื้อโคของกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 5.96, 11.35, 11.93 และ 11.35 ตามลำดับ และค่าสีเหลืองสำหรับผิวด้านในของเนื้อโคมีค่าเท่ากับ 7.86, 8.87, 9.05 และ 8.35 ตามลำดับ

เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยพบว่า ค่าสีเหลืองของเนื้อก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 4.34 มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อภายหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที และระยะที่เก็บรักษานาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์นั้น สำหรับผิวด้านนอกมีค่าเท่ากับ 12.70, 11.15, 11.39 และ 11.15 ตามลำดับ พบว่าค่าสีเหลืองของเนื้อภายหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกับค่าสีเหลืองของเนื้อก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ($P<0.05$) แต่พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ระหว่างเนื้อที่เก็บรักษานาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ส่วนค่าสีเหลืองของผิวด้านในมีค่าเท่ากับ 8.93, 9.78, 9.56, 10.56 ตามลำดับ พบว่าค่าสีเหลืองของเนื้อภายหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที มีความแตกต่างกับค่าสีเหลืองของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว (P<0.05) แต่ไม่พบความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ระหว่างเนื้อที่เก็บรักษานาน 1, 2 และ 3 สัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.11 ด้านอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีเหลืองนั้น จากการศึกษาพบว่ามีอิทธิพลร่วมกัน (P<0.05) สำหรับผิวด้านนอกโดยเมื่อระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวจะมีค่าสีเหลืองที่ผิวนอกต่ำที่สุด (3.01) และกลุ่มสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อในระยะภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที จะมีค่าสีแดงที่ผิวนอกสูงที่สุด (15.85) ดังแสดงในตารางที่ 4.14 แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีเหลืองในผิวด้านในของเนื้อโค

2) ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

ค่าความเป็นกรดด่างในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอิทธิพลของระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากชาเขียวมีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อเท่ากับ 5.52, 5.54, 5.51 และ 5.51 ตามลำดับ กลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าความเป็นกรดด่างสูงที่สุดซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) กับกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และด้านระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นพบค่าความเป็นกรดด่างลดลง(P<0.05) ค่าความเป็นกรดด่างที่ระยะก่อนการฉีดพ่นสารสกัด หลังฉีดพ่นสารสกัด ระยะการเก็บรักษาที่ 1, 2 และ 3 มีค่าเท่ากับ 5.53, 5.52, 5.51, 5.53 และ 5.51 ตามลำดับ โดยการศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.11

3) ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS)

ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.126, 0.123, 0.121 และ 0.120 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ของเนื้อตามลำดับ

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อจะเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของ ก่อนการฉีดพ่น, หลังการฉีดพ่น สัปดาห์ที่ 1, 2 และ 3 นั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.120, 0.120, 0.122, 0.124 และ 0.126 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อก่อนการฉีดพ่นและหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวไม่มีความแตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ (P>0.05) โดยดังแสดงในตารางที่ 4.11 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวและภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาที จะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 0.118 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียวในระยะการเก็บรักษาที่ สัปดาห์จะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อสูงที่สุดเท่ากับ 0.130 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.11 อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น

parameter	Concentration of green tea (C) (mg/kg)				Time (T) (weeks)					Effect		
	0	200	400	600	Before	After	1	2	3	C	T	CxT
color of meat												
L* ผิวนอก	46.25^{A}	43.45^{B}	41.03^{C}	40.16^{C}	44.75^{V}	44.39^{V}	41.74^{W}	41.12^{W}	41.30^{W}	<0.0001	<0.0001	0.2161
L* ผิวใน	45.31^{A}	43.88^{B}	42.06^{C}	42.93^{BC}	44.75^{v}	42.75^{w}	44.08^{vw}	43.44^{vw}	42.69^{w}	<0.0001	0.0225	0.4762
a* ผิวนอก	22.41^{A}	21.00^{B}	18.75^{C}	16.68^{D}	20.38^{VW}	18.01^{X}	19.63^{W}	20.70^{V}	19.84^{VW}	<0.0001	<0.0001	<0.0001
a* ผิวใน	24.67^{b}	25.20^{b}	26.52^{a}	25.72^{ab}	20.38^{W}	25.94^{V}	27.21^{V}	27.01^{V}	27.09^{V}	0.0095	<0.0001	0.0309
b* ผิวนอก	5.96^{B}	11.35^{A}	11.93^{A}	11.35^{A}	4.34^{X}	12.70^{V}	11.15^{W}	11.39^{W}	11.15^{W}	<0.0001	<0.0001	<0.0001
b* ผิวใน	7.86^{b}	8.87^{a}	9.05^{a}	8.35^{ab}	4.34^{X}	8.93^{W}	9.78^{VE}	9.56^{VW}	10.06^{V}	0.0123	<0.0001	0.1966
pH	5.52^{b}	5.54^{a}	5.51^{b}	5.51^{b}	5.53^{vw}	5.52^{vw}	5.51^{w}	5.53^{v}	5.51^{w}	0.0009	0.0489	0.8388
TBARS	0.126^{A}	0.123^{B}	0.121^{C}	0.120^{D}	0.120^{y}	0.120^{y}	0.122^{x}	0.124^{w}	0.126^{v}	<0.0001	<0.0001	0.0081

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว: After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{A-D}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

$^{a-d}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

$^{V-Y}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

$^{v-y}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.12 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก

Concentration	Redness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	19.50±1.15^{qr}	22.29±1.97^{m-o}	22.36±1.71^{mn}	23.77±0.97^{m}	24.11±1.74^{m}
200 mg/kg	18.83±2.64^{qr}	19.77±2.80^{p-r}	21.55±1.42^{n-p}	23.51±2.17^{m}	21.36±1.63^{n-q}
400 mg/kg	20.43±2.88^{o-q}	16.22±1.07^{s}	18.46±2.04^{r}	20.35±1.65^{pq}	18.29±2.60^{r}
600 mg/kg	22.77±3.12^{mn}	13.74±0.96^{t}	16.15±1.53^{s}	15.15±1.83st	15.60±2.66st

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-t}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.13 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

Concentration	Redness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	19.50±1.15^{qr}	24.65±3.74^{op}	26.93±2.32^{m-o}	25.74±2.48^{no}	26.55±1.33^{m-o}
200 mg/kg	18.83±2.64^{qr}	25.38±3.62^{no}	27.25±1.98^{mn}	27.48±1.22^{mn}	27.04±3.01^{m-o}
400 mg/kg	20.43±2.88^{o-q}	28.63±3.49^{m}	26.55±2.38^{m-o}	28.67±4.44^{m}	28.29±2.54^{m}
600 mg/kg	22.77±3.12^{mn}	25.09±2.65^{no}	28.12±1.85^{m}	26.14±2.39^{no}	26.46±1.45^{m-o}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-s}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก

Concentration	Yellowness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	3.01 ± 0.70^{u}	6.60 ± 2.31^{rs}	$6.14\pm0.83^{r-t}$	7.20 ± 0.57^{r}	6.87 ± 1.59^{r}
200 mg/kg	4.71 ± 1.43^{tu}	$12.98\pm3.98^{o-q}$	13.13 ± 1.52^{op}	13.26 ± 1.79^{op}	$12.66\pm2.30^{o-q}$
400 mg/kg	4.71 ± 1.89^{tu}	15.39 ± 1.32^{mn}	$12.54\pm0.94^{o-q}$	13.77 ± 2.00^{np}	13.23 ± 1.07^{op}
600 mg/kg	4.92 ± 3.31^{st}	15.85 ± 2.56^{m}	$12.80\pm2.01^{o-q}$	11.32 ± 2.07^{q}	11.83 ± 2.01^{pq}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-u}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.15 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโค (mg MDA/kg ของเนื้อ) (LSE±SE)

Concentration	TBARS (mg MDA/kg)				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	0.123 ± 0.009^{q}	0.123 ± 0.008^{q}	0.125 ± 0.010^{p}	0.128 ± 0.009^{n}	0.130 ± 0.009^{m}
200 mg/kg	0.120 ± 0.009^{rs}	0.121 ± 0.009^{rs}	0.123 ± 0.009^{q}	0.124 ± 0.009^{p}	0.127 ± 0.010^{o}
400 mg/kg	0.119 ± 0.009^{tu}	0.119 ± 0.009^{tu}	0.121 ± 0.009^{r}	0.123 ± 0.009^{q}	0.125 ± 0.009^{p}
600 mg/kg	0.118 ± 0.011^{v}	0.118 ± 0.010^{uv}	0.120 ± 0.010^{st}	0.121 ± 0.010^{r}	0.122 ± 0.010^{q}

Before = ก่อนผสมสารสกัดชาเขียว

After = หลังผสมสารสกัดชาเขียว

$^{m-v}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคแช่แข็ง

1) ค่าสีของเนื้อ

ค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคทั้งผิวด้านนอกและผิวเนื้อด้านในได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าความสว่างแตกต่างกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้ออย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ค่าความสว่างของเนื้อโคที่ผิวด้านนอกในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 45.88, 40.25, 38.72 และ 37.42 ตามลำดับ และค่าความสว่างของเนื้อโคที่ผิวด้านในแต่ละกลุ่มมีค่าเท่ากับ 44.90, 42.85, 41.03 และ 41.60 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าความสว่างของเนื้อมีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียว

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่างของเนื้อ สำหรับผิวด้านนอกของเนื้อโค พบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่าความสว่างลดลงโดยที่ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวและหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับระยะเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่าความสว่างของเนื้อเท่ากับ 44.75, 44.72, 39.31, 38.74, 38.21 และ 37.68 ตามลำดับ สำหรับค่าสว่างที่ผิวด้านในของเนื้อโค พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นจะทำให้เนื้อมีค่าความสว่างลดลงโดยที่ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว, หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวและสัปดาห์ที่ 2 มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับระยะเวลา 4, 6 และ 8 สัปดาห์ โดยพบว่าค่าความสว่างในสัปดาห์ที่ 4, 6 และ 8 ไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าความสว่างเท่ากับ 44.75, 43.57, 43.45, 41.83, 41.28 และ 40.69 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าความสว่างของเนื้อที่ผิวด้านนอก ($P>0.05$) ระดับสารสกัดชาเขียวเพิ่มขึ้นและระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น มีผลทำให้ค่าความสว่างของเนื้อลดลง โดยระดับสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ภายหลังจากการฉีดพ่นสารสกัดเป็นเวลา 10 นาที มีค่าความสว่างสูงที่สุด ส่วนสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ระยะการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์มีค่าความสว่างต่ำที่สุด

ค่าสีแดง (Redness, a*) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ จากการทดลองพบว่า ค่าสีแดงได้รับอิทธิพลจากการใช้สารสกัดชาเขียว สำหรับผิวด้านนอกเนื้อโค พบว่ากลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีค่าสีแดงที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ค่าสีแดงของเนื้อจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 22.41, 21.00, 18.75 และ 16.68 ตามลำดับ ในส่วนผิวด้านในของเนื้อโคพบว่าค่าสีแดงของเนื้อจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความเข้มข้น 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 24.67, 25.20, 26.52 และ 25.72 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

ส่วนระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนั้นพบว่ามีอิทธิพลต่อค่าสีแดงของเนื้อโค สำหรับผิวด้านนอกพบว่าระยะเวลามีผลต่อค่าสีแดง โดยที่ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ระยะเวลาเก็บรักษานาน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 20.38, 17.28, 19.40, 19.63, 18.88 และ 17.17 ตามลำดับ ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับภายหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว แต่เมื่อเก็บรักษาเนื้อไว้นาน 6 สัปดาห์ ค่าสีแดงของเนื้อมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) กับการเก็บรักษาเนื้อในสัปดาห์เริ่มต้น ในสัปดาห์ที่ 8 ค่าสีแดงของเนื้อมีค่าต่ำสุด ในส่วนผิวด้านในของเนื้อโคพบว่ามีผลต่อค่าสีแดงโดยเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้น ค่าสีแดงของเนื้อมีค่าเพิ่มสูงขึ้น โดยที่ระยะเวลาก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ระยะเวลาเก็บรักษานาน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่าสีแดงของเนื้อเท่ากับ 20.38, 26.16, 25.26, 25.21, 27.40 และ 25.66 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีแดงของเนื้อ สำหรับผิวเนื้อโคด้านนอกพบว่าโดยเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยระดับสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ที่ระยะการเก็บรักษานาน 2 สัปดาห์ มีค่าสีแดงที่ผิวนอกสูงที่สุด ส่วนสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ภายหลังจาการฉีดพ่นสารสกัดเป็นเวลา 10 นาที ค่าสีแดงที่ผิวนอกต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.17 ในส่วนผิวเนื้อด้านในของเนื้อโคพบว่า เมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจะมีผลทำให้ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยระดับสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ภายหลังจากการฉีดพ่นสารสกัดเป็นเวลา 10 นาที มีค่าสีแดงที่ผิวด้านในสูงที่สุด ส่วนสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีค่าสีแดงที่ผิวด้านในต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.18

สำหรับค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) คือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ พบว่าการใช้สารสกัดชาเขียวมีอิทธิพลต่อค่าสีเหลืองของเนื้อ ทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว แต่ไม่พบความแตกต่างภายในระหว่างกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว โดยค่าสีเหลืองสำหรับผิวด้านนอกของเนื้อโคของกลุ่มสารสกัดชาเขียว 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีค่าสีเหลืองเท่ากับ 6.16, 10.64, 10.86 และ 10.43 ตามลำดับ และค่าสีเหลืองสำหรับผิวด้านในของเนื้อโคมีค่าเท่ากับ 7.59, 7.96, 8.73 และ 8.18 ตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อระยะเวลาเก็บรักษานานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน โดยพบว่า ค่าสีเหลืองของเนื้อก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเท่ากับ 4.34 มีค่าต่ำที่สุด เมื่อเทียบกับระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้น ค่าสีเหลืองของเนื้อภายหลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวนาน 10 นาที เก็บรักษานาน 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์นั้น สำหรับผิวด้านนอกมีค่าเท่ากับ 12.81, 10.57, 10.06, 10.10 และ 9.25 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ส่วนผิวด้านในของเนื้อนั้นมีค่าเท่ากับ 9.23, 8.17, 8.35, 9.74 และ 8.88 ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ (P<0.05) ดังแสดงในตารางที่ 4.16 ด้านอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีเหลืองนั้น จากการศึกษาพบว่ามีอิทธิพลร่วมกัน (P<0.05) สำหรับผิวด้านนอกโดยเมื่อระดับสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นด้วย โดยระดับสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 0 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว มีค่าสีเหลืองของเนื้อสูงที่สุด ส่วนสารสกัดชาเขียวที่ความเข้มข้น 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมที่ภายหลังจากการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาทีมีค่าสีเหลืองของเนื้อต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.19 แต่ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อต่อค่าสีเหลืองในผิวด้านในของเนื้อโค

2) ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

ค่าความเป็นกรดด่างในการศึกษาครั้งนี้พบว่าอิทธิพลของระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากชาเขียวไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อ โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมมีค่าความเป็นกรดด่างในเนื้อเท่ากับ 5.53, 5.54, 5.53 และ 5.52 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และด้านระยะเวลาในการเก็บเนื้อที่นานขึ้นพบค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้น (P<0.05) ค่าความเป็นกรดด่างที่ระยะก่อนการฉีดพ่นสารสกัด หลังฉีดพ่นสารสกัด ระยะการเก็บรักษาที่ 2, 4, 6 และ 8 มีค่าเท่ากับ 5.53, 5.51, 5.55, 5.58, 5.48 และ 5.54 ตามลำดับ การศึกษาครั้งนี้ไม่พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ ดังแสดงในตารางที่ 4.16

3) ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS)

ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) โดยกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0, 200, 400 และ 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเท่ากับ 0.127, 0.124, 0.122 และ 0.120 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อจะเพิ่มสูงขึ้น โดยค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของ ก่อนการฉีดพ่น หลังการฉีดพ่น สัปดาห์ที่ 0, 2, 4, 6 และ 3 นั้นมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05) ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.120,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0.122, 0.124, 0.125 และ 0.128 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ โดยดังแสดงในตารางที่ 4.16 นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่แข็ง โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นจะลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 600 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวและภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวเป็นเวลา 10 นาทีจะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อต่ำที่สุดเท่ากับ 0.117 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม และกลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียวในระยะการเก็บรักษาที่ 8 สัปดาห์จะมีค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อสูงที่สุดเท่ากับ 0.134 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ดังแสดงในตารางที่ 4.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็น

parameter	Concentration of green tea (C) (mg/kg)				Time (T) (weeks)						Effect		
	0	200	400	600	Before	After	2	4	6	8	C	T	CxT
color of meat													
L* ผิวนอก	45.88^{A}	40.25^{B}	38.72^{C}	37.42^{D}	44.75^{U}	44.72^{U}	39.31^{V}	38.74^{VW}	38.21^{VW}	37.68^{W}	<0.0001	<0.0001	<0.0001
L* ผิวใน	44.90^{A}	42.85^{B}	41.03^{C}	41.60^{C}	44.75^{U}	43.57^{U}	43.45^{U}	41.83^{V}	41.28^{V}	40.69^{V}	<0.0001	<0.0001	0.1375
a* ผิวนอก	22.43^{A}	18.73^{B}	17.92^{B}	16.09^{C}	20.38^{u}	17.28^{v}	19.40^{u}	19.65^{u}	18.88^{uv}	17.17^{v}	<0.0001	0.0007	0.0002
a* ผิวใน	24.09^{B}	24.06^{B}	26.12^{A}	25.77^{A}	20.38^{W}	26.16^{V}	25.26^{V}	25.21^{V}	27.40^{W}	25.66^{V}	<0.0001	<0.0001	0.0270
b* ผิวนอก	6.16^{B}	10.64^{A}	10.86^{A}	10.43^{A}	4.34^{X}	12.81^{U}	10.57^{V}	10.06^{VW}	10.10^{VW}	9.25^{W}	<0.0001	<0.0001	<0.0001
b* ผิวใน	7.59^{b}	7.96^{b}	8.73^{a}	8.18^{ab}	4.34^{X}	9.23^{UV}	8.17^{W}	8.35^{W}	9.74^{U}	8.88^{VW}	0.0037	<0.0001	0.1266
pH	5.53	5.54	5.53	5.52	5.53^{VW}	5.51^{WX}	5.55^{V}	5.58^{U}	5.48^{X}	5.54^{V}	0.3185	<0.0001	0.6905
TBARS	0.127^{A}	0.124^{B}	0.122^{C}	0.120^{D}	0.120^{X}	0.121^{Y}	0.122^{X}	0.124^{W}	0.125^{V}	0.128^{U}	<0.0001	<0.0001	<0.0001

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว ; After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{A-D}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

$^{a-d}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

$^{U-Y}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

$^{u-z}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.17 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก (LSE±SE)

Concentration	Lightness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	47.10±2.49^{mn}	48.33±4.75^{m}	45.46±3.91^{n-p}	44.35±5.39^{n-q}	46.06±3.05^{m-o}	43.97±4.92^{o-q}
200 mg/kg	45.35±5.10^{n-p}	42.00±1.03^{qr}	38.86±4.35st	39.50±2.41^{rs}	37.74±0.74^{s-u}	38.05±1.43^{s-u}
400 mg/kg	43.04±3.52^{pq}	44.43±2.02^{n-q}	36.32±1.87^{t-v}	37.06±2.98^{s-u}	35.93±2.07^{u-w}	35.55±1.53^{u-x}
600 mg/kg	43.49±2.48^{o-q}	44.12±3.03^{o-q}	36.61±1.40^{tu}	34.03±2.10^{vw}	33.11±0.58^{x}	33.15±0.98^{wx}

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{m-x}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

ตารางที่ 4.18 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก

Concentration	Redness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	19.50±1.15^{o-q}	22.60±2.01^{m-o}	25.57±1.66^{m}	24.36±2.59^{m}	23.28±2.44^{mn}	20.32±1.34^{n-q}
200 mg/kg	18.83±2.64^{p-r}	18.28±2.11^{p-s}	20.00±1.46^{n-q}	18.82±1.65^{p-r}	19.51±1.46^{o-q}	16.95±0.51^{q-t}
400 mg/kg	20.43±2.88^{n-p}	15.20±0.97^{s-u}	17.27±1.18^{p-t}	19.80±0.51^{o-q}	17.43±1.90^{p-t}	17.36±1.55^{p-t}
600 mg/kg	22.77±3.12^{m-o}	13.06±1.23^{u}	15.77±2.15^{r-u}	15.60±1.41^{r-u}	15.31±2.34^{s-u}	14.04±1.38^{tu}

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{m-u}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.05)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.19 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

Concentration	Redness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	19.50 ± 1.15^{s}	$26.34\pm1.69^{n-p}$	$24.48\pm1.92^{p-r}$	$24.65\pm1.86^{p-r}$	$26.16\pm2.30^{n-p}$	23.43 ± 3.30^{qr}
200 mg/kg	18.83 ± 2.64^{s}	$24.49\pm1.83^{p-r}$	$26.21\pm4.01^{n-p}$	23.41 ± 1.47^{qr}	$26.56\pm2.89^{n-p}$	$24.87\pm2.00^{o-r}$
400 mg/kg	20.43 ± 2.88^{s}	$26.40\pm2.41^{n-p}$	$25.83\pm3.15^{n-p}$	27.34 ± 2.22^{mn}	29.49 ± 3.18^{m}	27.26 ± 3.07^{mn}
600 mg/kg	22.77 ± 3.12^{r}	27.40 ± 2.88^{mn}	$24.54\pm1.68^{p-r}$	$25.42\pm2.10^{n-q}$	27.37 ± 2.73^{mn}	27.10 ± 2.09^{no}

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{m-s}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

ตารางที่ 4.20 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก

Concentration	Yellowness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	3.01 ± 0.70^{w}	$6.30\pm3.63^{s-v}$	$8.34\pm1.28^{q-s}$	$7.13\pm7.00^{r-t}$	$6.96\pm1.77^{s-u}$	$5.21\pm1.33^{t-v}$
200 mg/kg	4.71 ± 1.43^{vw}	13.26 ± 1.92^{n}	$10.38\pm4.57^{o-q}$	$11.30\pm2.48^{n-p}$	12.04 ± 1.86^{no}	12.14 ± 1.98^{no}
400 mg/kg	4.71 ± 1.89^{vw}	15.61 ± 1.13^{m}	12.12 ± 1.96^{no}	10.89 ± 1.07^{op}	11.34 ± 0.84^{no}	$10.47\pm1.37^{o-q}$
600 mg/kg	$4.92\pm3.31^{u-w}$	16.07 ± 1.40^{m}	11.43 ± 0.99^{no}	10.93 ± 1.30^{op}	$10.05\pm1.22^{o-q}$	$9.16\pm0.91^{p-r}$

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{-w}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.21 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อโค (mg MDA/kg ของเนื้อ) (LSE±SE)

Concentration	TBARS (mg MDA/kg)					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	$0.123\pm0.009^{r-t}$	0.124 ± 0.009^{qp}	0.126 ± 0.008^{no}	0.128 ± 0.008^{m}	0.130 ± 0.008^{l}	0.134 ± 0.009^{k}
200 mg/kg	0.120 ± 0.008^{vw}	$0.122\pm0.008^{s-u}$	$0.123\pm0.007^{q-s}$	0.125 ± 0.007^{op}	0.126 ± 0.007^{n}	0.129 ± 0.008^{m}
400 mg/kg	$0.118\pm0.008^{x-z}$	0.120 ± 0.008^{vw}	0.121 ± 0.007^{uv}	$0.123\pm0.006^{q-s}$	0.124 ± 0.005^{qr}	0.125 ± 0.005^{no}
600 mg/kg	0.117 ± 0.000^{yz}	0.117 ± 0.007^{z}	$0.119\pm0.006^{w-y}$	0.120 ± 0.006^{wx}	0.121 ± 0.006^{tu}	$0.123\pm0.006^{q-s}$

Before = ก่อนฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

After = หลังฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

$^{k-z}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.3 อิทธิพลของระดับสารสกัดจากชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมและคุณภาพเนื้อของเนื้อเจอร์กี้

4.3.1 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อจำนวนจุลินทรีย์ของเนื้อเจอร์กี้

ทำการศึกษาผลของการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ แบ่งการศึกษาเป็น 5 กลุ่มได้แก่ กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว (Control) กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) กลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์

จากการศึกษาพบว่าสารสกัดชาเขียวไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมได้ ในสัปดาห์แรกของการทดลองกลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อมีจำนวนจุลินทรีย์รวมสูงที่สุดซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) กับกลุ่มควบคุม, กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบทและกลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ โดยจำนวนจุลินทรีย์รวมในแต่ละกลุ่มควบคุม (Control) กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) กลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อมีค่าเท่ากับ 2.63, 2.59, 2.65, 2,58 และ 2.76 ตามลำดับ แต่เมื่อทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้เป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์รวมในแต่ละกลุ่มของเนื้อเจอร์กี้ที่เก็บรักษาในแต่ละสัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้เป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ ไม่พบความแตกต่างของจำนวนจุลินทรีย์รวมในแต่ละกลุ่มของเนื้อเจอร์กี้ที่เก็บรักษาในแต่ละสัปดาห์ ดังแสดงในตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้

Jerky	Total plate count (log cfu/g)				
	0 weeks	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Control	2.63±0.25[b]	2.68±0.14	3.03±0.16	3.10±0.03	3.72±0.20
CNS	2.59±0.28[b]	2.66±0.10	2.94±0.26	3.15±0.05	3.77±0.15
0.1%	2.65±0.17[ab]	2.62±0.24	3.01±0.24	3.12±0.01	3.70±0.13
0.2%	2.58±0.28[b]	2.58±0.12	2.96±0.24	3.13±0.04	3.75±0.14
0.3%	2.76±0.27[a]	2.58±0.07	2.97±0.22	3.11±0.06	3.78±0.15

Control = กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว

CNS = กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท

0.1% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.2% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.3% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

[a,b] ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

4.3.2 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อค่า Water activity ของเนื้อเจอร์กี้

จากตารางที่ 4.23 พบว่า สารสกัดชาเขียวมีอิทธิพลต่อค่า Water Activity ในเนื้อเจอร์กี้ โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ลดลง ($P<0.05$) ซึ่งในกลุ่มสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ มีค่าเท่ากับ 0.753, 0.728, 0.767 และ 0.737 ส่วนในกลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) มีค่า Water Activity เท่ากับ 0.719 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับทุกกลุ่มการศึกษา

ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ลดลง ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับสัปดาห์ที่ 0 โดยระยะการเก็บรักษาที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่า Water Activity เท่ากับ 0.762, 0.747, 0.739, 0.731 และ 0.725 ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.23 การศึกษาครั้งนี้พบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.24 โดยพบว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อในสัปดาห์แรกมีค่า Water Activity สูงที่สุด และกลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) ในสัปดาห์ที่ 8 มีค่า Water Activity ต่ำที่สุด

4.3.3 ผลของสารสกัดชาเขียวต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้

ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ โดยพบว่าเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว ทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อลดต่ำลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) การออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเจอร์กี้ที่เติมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ มีค่าน้อยกว่า ($P<0.05$) กลุ่มควบคุม กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) และกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0.1 เปอร์เซ็นต์ โดยกลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) จะมีค่าค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสูงที่สุด

เมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้นมีผลทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเจอร์กี้เพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) โดยระยะการเก็บรักษาที่ 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ มีค่าเท่ากับ 0.117, 0.118, 0.119, 0.120 และ 0.121 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตามลำดับ ซึ่งมีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) โดยดังแสดงในตารางที่ 4.23

นอกจากนี้ยังพบอิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นลดลงเมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ส่วนระยะเวลาการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าออกซิเดชั่นเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ดังแสดงในตารางที่ 4.25 กลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ ในสัปดาห์แรกของการทดลองจะมีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อต่ำที่สุด และกลุ่มควบคุมที่ระยะการเก็บรักษา 8 สัปดาห์จะมีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสูงที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.23 อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อคุณภาพเนื้อของเนื้อเจอร์กี้

parameter	Concentration of green tea (C)					Time (T) (weeks)					Effect		
	0	CNS	0.1%	0.2%	0.3%	0	2	4	6	8	C	T	CxT
Water Activity	0.753^{B}	0.719^{D}	0.728^{CD}	0.767^{A}	0.737^{C}	0.762^{V}	0.747^{W}	0.739^{WX}	0.731^{XY}	0.725^{Y}	<0.0001	<0.0001	0.0494
TBARS	0.119^{B}	0.121^{A}	0.119^{B}	0.117^{D}	0.118^{C}	0.117^{X}	0.118^{Y}	0.119^{X}	0.120^{W}	0.121^{V}	<0.0001	<0.0001	<0.0001

$^{A-D}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

$^{V-X}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายใต้อิทธิพลของระยะเวลาการเก็บรักษามีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (P<0.0001)

Control = กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว

CNS = กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท

0.1% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.2% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.3% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

ตารางที่ 4.24 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่า Water Activity ของเนื้อเจอร์กี้

Jerky	Water Activity				
	0 week	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Control	0.766 ± 0.032^{mn}	0.757 ± 0.046^{n}	0.762 ± 0.040^{n}	$0.732\pm0.044^{o-q}$	$0.750\pm0.026^{n-p}$
CNS	$0.746\pm0.036^{n-p}$	0.727 ± 0.014^{pq}	0.715 ± 0.023^{q}	0.719 ± 0.027^{q}	0.687 ± 0.026^{r}
0.1%	$0.749\pm0.020^{n-p}$	$0.736\pm0.038^{o-q}$	$0.736\pm0.020^{o-q}$	0.726 ± 0.019^{pq}	0.691 ± 0.005^{r}
0.2%	0.790 ± 0.006^{m}	0.767 ± 0.013^{mn}	0.757 ± 0.006^{n}	0.752 ± 0.009^{no}	0.768 ± 0.045^{mn}
0.3%	0.757 ± 0.007^{n}	$0.747\pm0.046^{n-p}$	$0.728\pm0.047^{o-q}$	0.726 ± 0.040^{pq}	$0.729\pm0.050^{o-q}$

ตารางที่ 4.25 อิทธิพลร่วมของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ (mg MDA/kg ของเนื้อ) (LSE±SE)

Jerky	TBARS (mg MDA/kg)				
	0 weeks	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
Control	0.116 ± 0.002^{v}	$0.117\pm0.002^{s-u}$	0.119 ± 0.001^{q}	0.120 ± 0.001^{p}	0.121 ± 0.001^{no}
CNS	0.118 ± 0.001^{rs}	0.119 ± 0.002^{pq}	0.121 ± 0.001^{o}	0.122 ± 0.001^{n}	0.123 ± 0.001^{m}
0.1%	$0.117\pm0.002^{s-u}$	0.118 ± 0.001^{st}	0.119 ± 0.001^{q}	0.119 ± 0.001^{pq}	0.120 ± 0.001^{p}
0.2%	0.116 ± 0.002^{v}	0.117 ± 0.041^{u}	0.118 ± 0.001^{st}	0.119 ± 0.001^{qr}	0.119 ± 0.001^{pq}
0.3%	0.117 ± 0.002^{tu}	0.118 ± 0.002^{st}	0.118 ± 0.001^{rs}	0.119 ± 0.001^{qr}	0.119 ± 0.001^{pq}

$^{m-v}$ตัวอักษรที่แตกต่างกันภายในตารางเดียวกันมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

Control = กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว

CNS = กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท

0.1% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.2% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.3% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ผลการประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้

ศึกษาการประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสโดยทดสอบการชิมจากกลุ่มผู้บริโภคที่ไม่ได้รับการฝึก ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ทั้งหมด 5 สูตร ดังต่อไปนี้

สูตรที่ 1 คือ กลุ่มควบคุม (Control)

สูตรที่ 2 คือ กลุ่มควบคุมที่ไม่เสริมโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS)

สูตรที่ 3 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.1% (0.1%)

สูตรที่ 4 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.2% (0.2%)

สูตรที่ 5 คือ กลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.3% (0.3%)

จำนวนผู้ทดสอบทั้งหมด 42 คน อาชีพอาจารย์และนักศึกษาคณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง แบ่งเป็นเพศชายจำนวน 18 คน คิดเป็นร้อยละ 42.86 และเพศหญิงจำนวน 24 คน คิดเป็นร้อยละ 57.14 ผู้ทดสอบส่วนใหญ่มีช่วงอายุ 20-25 ปี จำนวน 29 คน คิดเป็นร้อยละ 69.05 อายุต่ำกว่า 20 ปี จำนวน 3 คน คิดเป็นร้อยละ 7.14 และช่วงอายุมากกว่า 25 ปีจำนวน 10 คน คิดเป็นร้อยละ 23.81 ในการทดสอบความพึงพอใจทำการทดสอบ 4 ลักษณะ ได้แก่ สี กลิ่น รสชาติ และความพึงพอใจโดยรวม โดยใช้คะแนนระดับความพึงพอใจ 5 ระดับคือ 1-5 ดังรายละเอียดต่อไปนี้คือ

1 หมายถึง ไม่ชอบมาก

2 หมายถึง ไม่ชอบ

3 หมายถึง เฉยๆ

4 หมายถึง ชอบ

5 หมายถึง ชอบมาก

ผลการทดสอบในตารางที่ 4.25 แสดงให้เห็นว่าในด้านความพึงพอใจโดยรวมผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ที่เติมชาเขียว 0.1 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด แต่ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดจากชาเขียว ส่วนกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมโซเดียมอิริธอร์เบทพบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ทั้งห้าสูตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสูตร แต่มีแนวโน้มว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจสูตรที่เติมสารสกัดจากชาเขียว 0.3 เปอร์เซ็นต์ มากที่สุด โดยคะแนนสูตรที่ 1-5 มีค่าคะแนนเฉลี่ยคือ 3.24, 3.14, 3.14, 3.19 และ 3.62 ตามลำดับ สำหรับความพึงพอใจด้านกลิ่นผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูตรควบคุมมากที่สุด ในขณะที่กลุ่มที่ใช้ชาเขียวความเข้มข้นมากขึ้นผู้บริโภคมีความชอบน้อยลง อย่างไรก็ตามพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจทางด้านรสชาติพบว่าผู้บริโภคมีความชอบรสชาติผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ที่เติมชาเขียวมากกว่ากลุ่มที่ไม่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งคะแนนความพึงพอใจด้านรสชาติของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้กลุ่มที่ 1-5 มีค่า 3.07, 2.98, 3.69, 3.05 และ 3.50 อย่างไรก็ตามภาพรวมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ที่เติมชาเขียวคะแนนความพึงพอใจอยู่ในระดับเฉยๆ ดังนั้นจึงต้องดูองค์ประกอบอื่นเช่น คุณภาพและอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ว่าเหมาะในการเติมสารสกัดจากชาเขียวหรือไม่

นอกจากนี้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ได้แสดงความคิดเห็นเพิ่มเติมต่อผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ทั้งห้าสูตรว่า ชอบผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทุกสูตรเนื่องจากได้กลิ่นของเนื้อและกลิ่นหอมของเครื่องเทศ แต่ผลิตภัณฑ์ดังกล่าวทุกสูตรมีรสเค็มมากจนรู้สึกไม่อยากรับประทานชิ้นต่อไป

ตารางที่ 4.25 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคด้านคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้

Jerky	Sensory attributes			
	Color	Odour	Flavor	Overall acceptability
Control	3.24±0.12	3.83±0.11^{a}	3.07±0.14^{c}	3.36±0.13^{fg}
CNS	3.14±0.12	3.05±0.11^{c}	2.98±0.14^{e}	3.07±0.13^{g}
0.1%	3.14±0.12	3.64±0.11^{ab}	3.60±0.14^{d}	3.52±0.13^{f}
0.2%	3.19±0.12	3.21±0.11^{bc}	3.05±0.14^{e}	3.19±0.13^{fg}
0.3%	3.62±0.12	3.43±0.11^{bc}	3.50±0.14^{d}	3.52±0.13^{f}

$^{a-g}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ ($P<0.05$)

ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคดังแสดงในแบบประเมิน

1 = ไม่ชอบมาก

2 = ไม่ชอบ

3 = เฉยๆ

4 = ชอบ

5 = ชอบมาก

Control = กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว

CNS = กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท

0.1% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.1 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.2% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.2 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

0.3% = กลุ่มที่ทดสอบด้วยสารสกัดชาเขียว 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 จำนวนจุลินทรีย์บนเนื้อ

5.1.1 จำนวนจุลินทรีย์รวมบนเนื้อสุกร

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรบด พบว่ามีจุลินทรีย์รวมเริ่มต้นเท่ากับ 5.23 log cfu/g บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อสุกรมีสุขลักษณะในการผลิตที่ดี เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์รวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547ข) ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์รวมที่พบในเนื้อสุกรต้องไม่เกิน 5×10^5 cfu/g หรือ 5 log cfu/g

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ จากการทดลองในเนื้อสุกรบดในสภาพการเก็บรักษาแบบแช่เย็น พบว่าการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100, 200, 300 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อไม่สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมบนเนื้อสุกรบดได้ ($P>0.05$) แต่การทดลองในเนื้อสุกรบดในสภาพการเก็บรักษาแบบแช่เข็ง พบว่าการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์รวมบนเนื้อสุกรบดได้ ($P<0.05$) การที่สารสกัดจากชาเขียวสามารถลดการเจริญของเชื้อได้นั้น เนื่องจากว่าสารสกัดชาเขียวมีสารคาเทชินเป็นองค์ประกอบซึ่งสารคาเทชินมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Cowan. 1999) หลายชนิด แต่ในกรณีสุกรบดแบบแช่เย็นซึ่งสารสกัดจากชาเขียวไม่สามารถลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ของเนื้อสุกรบดแบบแช่เย็นได้ เมื่อเปรียบเทียบกับการศึกษาใน *In Vitro* ที่สารสกัดสามารถยับยั้งเชื้อได้หลายชนิด อาทิ เช่น Pilasombut *et al.* (2010) รายงานว่าสารสกัดจากชาเขียวความเข้มข้น 20 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Listeria innocua* ATCC 33090^T, *Brochothrix campestris* NBRC 11547^T, *Staphylococcus aureus* TISTR 118 และ *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 เช่นเดียวกับการรายงานของ Jazani *et al.* (2007) พบว่า สารสกัดชาเขียวสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Typhi, *Shigella dysenteriae, Yersinia enterocolitica, E. coli, S. aureus, Campyrobacter jejini* และ *Pseudomonas aeruginosa* แต่เชื้อจุลินทรีย์ที่พบได้ในเนื้อสัตว์นั้นมีหลายชนิด บางชนิดสารสกัดชาเขียวสามารถยับยั้งได้ บางชนิดสารสกัดชาเขียวไม่สามารถยับยั้งได้ ซึ่งถ้าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่สารสกัดชาเขียวไม่สามารถยับยั้งได้มีมากกว่าปริมาณของเชื้อจุลินทรีย์ที่สารสกัดชาเขียวสามารถยับยั้งได้ ทำให้ไม่พบการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์ และการทดลอง *In vitro* สารสกัดชาเขียวได้สัมผัสกับเชื้อโดยตรง แต่ในการทดลองใน เนื้อสัตว์ (*In vivo*) สารสกัดชาเขียวไม่ได้สัมผัสกับเชื้อเพียงอย่างเดียว แต่สารส่วนหนึ่งจะไปจับกับ organic matter โปรตีน ไขมันต่าง ๆ ที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อ ทำให้สารที่จะจับกับเชื้อจุลินทรีย์มีจำนวนน้อยลง สารสกัดจึงไม่สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ได้ เพราะเชื้อจุลินทรีย์ที่ไม่ได้ถูกสารจับจะมีชีวิตรอด และอาจเพิ่มปริมาณขึ้นอีกเมื่อเชื้อสามารถปรับตัวให้เข้ากับสภาพแวดล้อมต่างๆ ได้ (คมแข พิลาสมบัติ. 2540) รวมถึงเมื่อระยะเวลาผ่านไปเชื้อที่บาดเจ็บจะสามารถฟื้นฟูและกลับมาเจริญเติบโตได้ใหม่ (Slavik *et al.* 1995) นอกจากนี้ ปริมาณการปนเปื้อนเชื้อเริ่มต้นในเนื้อสุกรบดที่ค่อนข้างสูง อาจส่งผลต่อประสิทธิภาพของสารสกัดชาเขียวได้ เนื้อสัตว์ที่ผ่านกระบวนการผลิตที่ดีก็จะมีการปนเปื้อนของเชื้อในปริมาณที่น้อย เช่น การใช้กรดแลกติกในการลดการปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ Castillo *et al.* (1998) รายงานว่า สารละลายกรดแลกติกอาจให้ผลในเนื้อที่ตัดแต่งใหม่ๆ จากซากที่ผ่ากระบวนการฆ่าอย่างถูกสุขลักษณะ เนื่องจากจะสามารถช่วยลดปริมาณการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์เริ่มต้นได้ ทำให้การใช้สารละลายกรดแลกติกมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ด้านการเก็บรักษาเนื้อนั้น ในเนื้อสุกรที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าไม่มีผลต่อการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์รวมบนเนื้อสุกรบด โดยพบว่าสารสกัดชาเขียวไม่สามารถลดหรือฆ่าเชื้อจุลินทรีย์รวมได้ แต่มีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นไม่ทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว พบว่า กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวจำนวนจุลินทรีย์รวมไม่เพิ่มขึ้นเช่นกัน จึงเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส มีผลในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ ส่วนการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส โดยพบว่าสารสกัดชาเขียวสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวม ได้ ซึ่งเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นทำให้จำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)) เมื่อเปรียบเทียบกลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวกับกลุ่มที่ใช้สารสกัดชาเขียว พบว่า กลุ่มที่ไม่ใช้สารสกัดชาเขียวก็มีการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์รวมด้วยเช่นกัน จึงเป็นไปได้ว่าการเก็บรักษาเนื้อสุกรที่อุณหภูมิ -20 องศาเซลเซียส มีผลในการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ จากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าการเก็บรักษาแบแช่แข็งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อจุลินทรีย์กว่าการเก็บรักษาแบบแช่เย็น โดยให้ผลทำนองเดียวกับการศึกษาของ นิพัฒน์ ลิ้มสงวน (2547) เกี่ยวกับความสามารถในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ของคาเทชินที่ระดับความเข้มข้นต่างกัน ผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสภาพในการเก็บระยะเวลาในการเก็บและระดับความเข้มข้นของคาเทชิน มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ที่คงเหลือ โดยสภาพการเก็บแบบแช่แข็งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสภาพการเก็บแบบแช่เย็น

นอกจากนี้เนื่องจากประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ (Almajano *et al.* 2008) และชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547) ด้วย เช่นเดียวกับงานวิจัยของ Sadik *et al.* (2003) ที่ศึกษาประสิทธิภาพในการยับยั้งจุลินทรีย์ของคาเทชินที่สกัดได้จากเปลือกของต้น *Loranthus globosus* กล่าวว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของคาเทชินมากขึ้น ประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ก็จะมากขึ้นด้วย ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Yam *et al.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1997) กล่าวว่าประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับปริมาณของ EGC, EGCG และ ECG ที่มีอยู่ในชา

5.1.2 จำนวนจุลินทรีย์รวมบนเนื้อโค

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อโคในทุกกลุ่ม พบว่ามีจุลินทรีย์รวมมีค่าเริ่มต้นอยู่ที่ 4.86 – 4.12 log cfu/g บ่งชี้ให้เห็นว่าเนื้อโคมีสุขลักษณะในการผลิตที่ดี เนื่องจากจำนวนจุลินทรีย์รวมอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (2547ก) ซึ่งกำหนดไว้ว่าจำนวนจุลินทรีย์รวมที่พบในเนื้อโคต้องไม่เกิน 5×10^5 cfu/g หรือ 5 log cfu/g

เมื่อทำการศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดชาเขียวที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ พบว่าความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์รวมได้ ($P<0.05$) ทั้งในสภาพการเก็บรักษาแบบแช่เย็นและแช่เข็งการที่สารสกัดจากชาเขียวสามารถลดการเจริญของเชื้อได้นั้น เนื่องจากว่าสารสกัดชาเขียวมีสารคาเทชินเป็นองค์ประกอบ ซึ่งสารคาเทชินมีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ได้ (Cowan. 1999) หลายชนิด อาทิเช่น *Listeria innocua* ATCC 33090^T, *Brochothrix campestris* NBRC 11547^T, *Staphylococcus aureus* TISTR 118 และ *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 (Pilasombut *et al.* 2010), *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Typhi, *Shigella dysenteriae, Yersinia enterocolitica, E. coli, S. aureus, Campyrobacter jejini* และ *Pseudomonas aeruginosa* (Jazani *et al.* 2007), *Salmonella enteritidis*, *Shigella flexneri* และ *Vibrio Cholerae* (Toda *et al.* 1989) ส่วน Mbata *et al.* (2008) รายงานว่า สารสกัดชาเขียวสามารถยับยั้งเชื้อ *L. monocytogenes* ได้เป็นต้น นอกจากนี้จำนวนเชื้อปนเปื้อนเริ่มต้นของเนื้อโคมีปริมาณต่ำ สารสกัดชาเขียวจึงมีประสิทธิภาพในการลดจำนวนของเชื้อจุลินทรีย์ลงได้ ในการศึกษาของ Kumudavally *et al.* (2008) ที่ทำการศึกษาผลของชาเขียวต่อการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อแกะสดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส โดยการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวในปริมาณ 1 กิโลกรัมของเนื้อต่อสารสกัด 100 มิลลิลิตร พบว่า เนื้อแกะที่ฉีดพ่นด้วยสารสกัดชาเขียวมีจำนวนจุลินทรีย์ที่น้อยกว่าเนื้อแกะที่ไม่ได้ฉีดพ่นตลอดระยะเวลาการศึกษา และสามารถใช้ยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อแกะสดได้ถึงนานถึงสี่วัน ทั้งนี้ประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ (Almajano *et al.* 2008) และชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547)

ด้านการเก็บรักษาเนื้อนั้น ในเนื้อโคที่เก็บรักษาแช่เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นพบว่าเชื้อจุลินทรีย์มีค่าเพิ่มขึ้นโดยเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) ส่วนการเก็บรักษา -20 องศาเซลเซียส พบว่ามีผลต่อจำนวนจุลินทรีย์รวมบนเนื้อโค เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษาเนื้อนานขึ้นพบว่าเชื้อจุลินทรีย์รวมมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P< 0.05$) ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสภาพการเก็บรักษามีผลต่อการลดลงของจำนวนจุลินทรีย์ โดยสภาพการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรักษาแบบแช่งแข็งมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยคล้ายกับการศึกษาของนิพัฒน์ ลิ้มสงวน (2547) ซึ่งผลการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสภาพในการเก็บ ระยะเวลาในการเก็บ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงของจำนวนจุลินทรีย์ที่คงเหลือ โดยสภาพการเก็บแบบแช่แข็งสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ได้ดีกว่าสภาพการเก็บแบบแช่เย็น

5.1.3 จำนวนจุลินทรีย์รวมบนเนื้อเจอร์กี้

ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่ออายุการเก็บรักษาและคุณภาพผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ แบ่งการศึกษาเป็น 5 กลุ่มได้แก่ กลุ่มควบคุมไม่ใส่สารสกัดชาเขียว กลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท กลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ ทำการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้เป็นเวลา 0, 2, 4, 6 และ 8 สัปดาห์ จากผลการทดลองพบว่าสารสกัดจากชาเขียวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ไม่มีผลต่อการลดลงของเชื้อจุลินทรีย์รวม ($P>0.05$) แต่เมื่อระยะเวลาการเก็บผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้นานขึ้น พบการเพิ่มขึ้นของเชื้อตามไปด้วย เช่นเดียวกับการศึกษาของ Yang *el at.* (2009) ที่ทำการศึกษาเปรียบเทียบจำนวนจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้ที่ทำจากเนื้อโคหรือเนื้อสุกรแต่ไม่ได้เสริมสารสกัดชาเขียว โดยพบว่า จำนวนจุลินทรีย์รวมมีจำนวนเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) และจำนวนเชื้อจุลินทรีย์รวมในเจอร์กี้เนื้อโคมีปริมาณเชื้อน้อยกว่าเจอร์กี้ที่ทำมาจากเนื้อสุกร การที่สารสกัดชาเขียวไม่สามารถลดเชื้อได้นั้น อาจเนื่องมาจากว่าชนิดของเชื้อที่ปนเปื้อนเนื้อสัตว์ที่นำมาทำการผลิตเนื้อเจอร์กี้นั้นสารสกัดชาเขียวไม่สามารถยับยั้งได้ เพราะสารสกัดชาเขียวมีความสามารถยับยั้งเชื้อได้บางชนิดเท่านั้นเช่น *Salmonella* Typhimurium, *Salmonella* Typhi, *Shigella dysenteriae, Yersinia enterocolitica, E. coli, S. aureus, Campyrobacter jejini* และ *Pseudomonas aeruginosa.* (Jazani *et al.* 2007), *Listeria innocua* ATCC 33090^T, *Brochothrix campestris* NBRC 11547^T, *Staphylococcus aureus* TISTR 118 และ *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 (Pilasombut *et al.* 2010) อีกทั้งประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของสารสกัดที่ใช้ (Almajano *et al.* 2008) และชนิดของเชื้อจุลินทรีย์ (นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547) ด้วย นอกจากนี้เนื้อเจอร์กี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีเครื่องเทศเป็นองค์ประกอบซึ่งอาจพบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ที่มาจากเครื่องเทศอีกทางหนึ่งด้วย (ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529)

5.2 ด้านคุณภาพเนื้อ

5.2.1 ค่าสีของเนื้อ

ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวต่อค่าสีของเนื้อนั้น พบว่าสารสกัดชาเขียวมีผลต่อค่าความสว่าง ค่าสีแดง และค่าสีเหลืองของเนื้อ เมื่อเพิ่มระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวมีผลทำให้ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสว่าง ค่าสีแดงลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) แต่สำหรับค่าสีเหลืองของเนื้อสารสกัดชาเขียวทำให้มีค่าเพิ่มขึ้นมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ด้านค่าความสว่างของเนื้อ จากการศึกษาค่าสีของเนื้อในเนื้อสุกรบดและเนื้อโคในสภาพแช่เย็นและแช่แข็ง มีค่าลดลงเมื่อเพิ่มระดับของสารสกัดชาเขียวเช่นเดียวกับค่าสีแดงของเนื้อก็พบว่ามีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งเป็นผลมาจากคาเทชินในสารสกัดชาเขียวที่ทำให้สีของเนื้อเข้มขึ้น (O'Grady *et al.* 2006) ในส่วนของค่าสีเหลืองนั้นจากการศึกษาทั้งในเนื้อสุกรบดและเนื้อโค จะพบว่าค่าสีเหลืองของเนื้อสุกรบดและเนื้อโคจะในกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวจะมีค่าสูงกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียว สอดคล้องกับการศึกษาของ Mitsumoto *et al.* (2005) พบว่าการเสริมคาเทชินที่ระดับ 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อโคและเนื้อไก่ ทำให้ค่าความสว่างของเนื้อ ค่าสีแดงของเนื้อที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมคาเทชิน เช่นเดียวกับการเสริมคาเทชินปริมาณ 1000 ส่วนในล้านส่วนลงในเนื้อโค พบว่าช่วยทำให้สีและความคงตัวของไขมันในเนื้อโคดีขึ้น (O'Grady *et al.* 2006) ส่วนค่าสีเหลืองของเนื้อที่สูงอาจจะเนื่องมาจากผงของสารสกัดชาเขียวที่นำมาใช้ในการทดสอบนั้นมีสีออกเหลืองเขียวจึงทำให้มีผลต่อการวัดค่าสีเหลือง ทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อจึงมีค่าสูง

ด้านอิทธิพลระยะเวลาของการเก็บรักษา พบว่าสีของเนื้อเกิดการเปลี่ยนแปลงตามระยะเวลาของการเก็บรักษา ด้านค่าความสว่างของเนื้อสุกรและเนื้อโคพบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นจะส่งผลให้ค่าความสว่างของเนื้อลดลงทั้งในกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมสารสกัดชาเขียว ผลของค่าความสว่างของเนื้อมีค่าลดลงหรือสีของเนื้อคล้ำลงระหว่างการเก็บจากวันเริ่มต้นในการทดลองนั้น Ledward. (1992) รายงานว่า เนื้อที่ผ่านการเก็บรักษาที่นานขึ้นมักจะมีความสามารถในการ oxygenate ได้ดี แต่ความคงทนของสีในระหว่างการเก็บจะลดลงด้วย (O'Keeffe and Hoods. 1982) ด้านค่าสีแดงของเนื้อ ในเนื้อสุกรบดทั้งสภาพแช่เย็นและแช่แข็งพบว่าเมื่อระยะการเก็บที่นานขึ้นมีผลทำให้ค่าสีแดงของเนื้อลดลง การที่ค่าสีแดงของเนื้อสุกรลดลงนั้น น่าจะมีสาเหตุมาจากเมื่อเนื้อได้สัมผัสกับอากาศเป็นระยะเวลาที่นานทำให้ไมโอโกลบินเปลี่ยนไปอยู่ในสภาวะเมทไมโอโกลบิน ทำให้สีของเนื้อนั้นค่อยเปลี่ยนจากสีแดงสดค่อยๆเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล (Gatellier *et al.* 2005) ค่าสีแดงของเนื้อจึงมีค่าต่ำลง และการเก็บรักษาเนื้อสุกรเป็นแบบใช้อากาศคือ การบรรจุถาดโฟมแล้วปิดทับด้วยฟิล์ม เนื้อสุกรจึงมีโอกาสสัมผัสกับเนื้อได้นาน นอกจากนี้การลดลงของค่าสีแดงของเนื้อยังมีความสัมพันธ์กับค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อ โดยพบว่าค่าการออกซิเดชั่นที่เพิ่มขึ้นเกิดขึ้นพร้อมกับค่าสีแดงที่ลดลง (Akamittath *et al.* 1990) ในด้านค่าสีแดงของเนื้อโคทั้งแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง พบว่าค่าสีแดงที่ผิวด้านนอกของเนื้อโคมีค่าลดลงตามระยะเวลาการเก็บรักษา มีผลมาจากสารสกัดชาเขียวที่ฉีดพ่นลงบนผิวด้านนอกของเนื้อ เนื่องจากว่าสารสกัดชาเขียวมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระหรือสารต้านการออกซิเดชั่นของโปรตีนและไขมันในเนื้อ จึงมีผลทำให้ออกซิเจนไม่สามารถเข้าไปจับกับไมโอโกลบินที่มีอยู่ในเนื้อได้ การเกิดการออกซิเดชั่นของ oxymyoglobin จึงไม่สามารถเกิดได้ทำให้ค่าสีแดงของผิวด้านนอกของเนื้อโคจึงลดลง แต่ในส่วนของผิวด้านในของเนื้อโคกลับพบว่าเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นมีผลให้ค่าสีแดงของเนื้อเพิ่มสูงขึ้น Boakye and Mittal. (1995) อธิบายว่า มีผลเนื่องมาจากการที่ออกซิเจนที่มีอยู่ในอากาศไม่สามารถผ่านเข้าไปในก้อนเนื้อได้ ส่งผลให้เอนไซม์ที่อยู่ลึกลงไปในก้อนเนื้อที่ต้องใช้ออกซิเจนในการทำปฏิกิริยาต่างๆค่อยๆเสื่อมสภาพไป ซึ่งระยะการเก็บเนื้อที่นานขึ้นส่งผลให้เอนไซม์ในเนื้อเหล่านี้หมดไปเรื่อยๆ และเมื่อเนื้อมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนอีกครั้งหนึ่ง ไมโอโกลบินในเนื้อจึงสามารถเข้าจับกับออกซิเจนอย่างเต็มที่จึงเป็นสาเหตุให้ค่าสีแดงของเนื้อเพิ่มสูงขึ้น

ด้านค่าสีเหลืองของเนื้อสุกรและเนื้อโคทั้งสภาพการเก็บแบบแช่เย็นและแช่แข็ง พบว่าเมื่อระยะเวลาในการเก็บเนื้อนานขึ้นมีผลทำให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ซึ่งค่าสีเหลืองของเนื้อนั้นมีความสัมพันธ์กับระดับความเข้มของสีไขมัน โดย Berruga *et el.* (2005) กล่าวว่าค่าสีเหลืองของเนื้อมีความสัมพันธ์ทางบวกกับค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ โดยค่าสีเหลืองของเนื้ออาจจะบ่งบอกถึงค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อได้เช่นเดียวกับ Warriss. (2000) ที่กล่าวว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นค่าสีเหลืองของเนื้อจะสูงขึ้น เนื่องจากการที่ไขมันในเนื้อได้สัมผัสกับอากาศที่มีออกซิเจนนานๆ จะทำให้ไขมันในเนื้อเกิดการออกซิเดชั่น ส่งผลให้ไขมันที่เคยมีลักษณะอ่อนมีสีเหลืองใส เปลี่ยนเป็นสีขุ่นและแข็งตัว จึงเป็นเหตุให้ค่าสีเหลืองของเนื้อเพิ่มขึ้น

จากการศึกษาของ Kumudavally *et al.* (2008) ที่ทำการศึกษาผลของชาเขียวในเนื้อแกะสดที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวในปริมาณ 1 กิโลกรัมของเนื้อต่อสารสกัด 100 มิลลิลิตร พบว่า เนื้อแกะที่ฉีดพ่นสารสกัดชาเขียวมีค่าสีแดงของเนื้อที่สูงกว่าเนื้อที่ไม่ได้ฉีดสารสกัดระหว่างการเก็บรักษา และค่าสีแดงลดลงเมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น นอกจากนี้ยังไม่พบความแตกต่างของค่าความสว่าง และค่าสีเหลืองของเนื้อทั้งสองกลุ่ม ในการศึกษาของ McCarthy *et al.* (2001b) พบว่าการใช้คาเทชินในปริมาณที่น้อยกว่า 0.25 เปอร์เซ็นต์ ในเนื้อสุกรแช่เย็นและแช่แข็ง พบว่าค่าสีแดงของเนื้อสุกรมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อระยะเวลาในการเก็บนานขึ้น

5.2.2 ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ

ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสุกรและเนื้อโคทั้งแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็งไม่ได้รับอิทธิพลจากสารสกัดชาเขียวที่เสริมเข้าไป โดยไม่พบความแตกต่างระหว่างกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมสารสกัดชาเขียว โดยมีค่าใกล้เคียงกัน เช่นเดียวกับการศึกษา ของ Mc Carthy *et al.* (2001a) รายงานว่า การเสริมสารสกัดชาเขียวไม่มีอิทธิพลต่อค่าความความเป็นกรดด่างในเนื้อหมูบด ด้านระยะเวลาการเก็บที่นานขึ้น ในเนื้อสุกรบดแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง พบว่าค่าความเป็นกรดด่างเพิ่มขึ้นเล็กน้อยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) อาจมาจากการที่เนื้อที่นำมาทดสอบนั้นเป็นเนื้อที่ถูกบด ทำให้โปรตีนถูกย่อยโดยเอนไซม์ที่อยู่ในเนื้อเป็นกลุ่มคาร์บอกซิลและกลุ่มอะมิโน และกลุ่มอะมิโนจะเกิดการสลายตัวกลายเป็นแอมโมเนีย แอมโมเนียมีฤทธิ์เป็นด่าง ดั้งนั้นจึงทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อเพิ่มสูงขึ้น ส่วนในเนื้อโคแบบแช่เย็นและแบบแช่แข็ง พบว่าค่าความเป็นกรดด่างค่าลดลงเล็กน้อย อย่างมีนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางสถิติ ($P<0.05$) โดยอาจจะเนื่องมาจากมีจุลินทรีย์บางชนิดเจริญเติบโตและผลิตสารบางชนิดที่ทำให้ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อลดลง Ray (2004) อธิบายว่าแบคทีเรียกรดแลกติก เช่น *Lactobacillus curvatus* และ *L. sake* สามารถผลิตกรดแลกติก และกรดอะมิโนบางชนิดขึ้นมาระหว่างการเก็บรักษาได้ โดยแบคทีเรียกรดแลกติกไม่สามารถถูกยับยั้งการเจริญเติบโตได้โดยสารสกัดชาเขียว (Hara. 1997)

5.2.3 ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ

ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อได้รับอิทธิพลจากทั้งสองปัจจัยคือ ระดับความเข้มข้นและระยะเวลาในการเก็บรักษา จากการศึกษาพบว่า ค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อสุกรและเนื้อโคจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเพิ่มระดับของความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว โดยค่าในกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวจะมีค่าใกล้เคียงกัน แต่จะแตกต่างอย่างมากกับกลุ่มที่ไม่ได้เสริมสารสกัดชาเขียว การลดลงของค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อในกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียวนั้นเนื่องจากสารสกัดชาเขียวมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (antioxidant) (Higdon and Frei. 2003) ที่ช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ สอดคล้องกับการศึกษาของ Tang *et al.* (2006) ศึกษาความสามารถของคาเทชินในการยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อโคบด โดยทำการผสมสารคาเทชินลงในเนื้อสันนอกโคที่ผ่านการบดแล้วที่ระดับความเข้มข้น 0, 200, 400, 600, 800 และ 1000 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ โดยการบรรจุแบบมีอากาศและแบบสุญญากาศ พบว่าพบว่าการเติมคาเทชินที่ระดับความเข้มข้น 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม สามารถยับยั้งการเกิดออกซิไดซ์ของไขมันในเนื้อโคได้ โดยมีค่าทีบีเอเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ตลอดระยะการเก็บรักษาทั้งการบรรจุแบบมีอากาศและแบบสุญญากาศซึ่งมีค่าน้อยกว่าเนื้อโคที่ไม่เติมคาเทชิน การศึกษาของ McCarthy *et al.* (2001a) พบว่าการใช้คาเทชินในปริมาณที่น้อยกว่า 0.25 เปอร์เซ็นต์มีประสิทธิภาพในการลดการเกิดออกซิเดชั่นในเนื้อสุกรแช่เย็นและแช่แข็งได้ เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของคาเทชินกับสารต้านอนุมูลอิสระอื่น อาทิเช่น โสม มัสตาร์ด โรสแมรี่ และวิตามินอี พบว่าคาเทชินจากชาเขียวนั้นมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีที่สุด (McCarthy *et al.* 2001b) เมื่อเปรียบเทียบความไวต่อการออกซิเดชั่น เนื้อสัตว์ดิบมีความคงตัวต่อการออกซิเดชั่นที่มากกว่าเนื้อปรุงสุกในระหว่างการเก็บรักษาแช่เย็นและแช่แข็ง เนื่องจากว่าการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อนั้น มีความร้อนเป็นตัวเร่งการเกิดปฏิกิริยาของไขมันในเนื้อ (Kingston *et al.* 1998)

ในการศึกษาของ Jo *et al.* (2003) ทำการเสริมคาเทชิน 0.1 เปอร์เซ็นต์ ในเนื้อสุกรในการเก็บรักษาแบบแช่เย็น พบว่า เนื้อสุกรที่เสริมคาเทชินมีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อที่ต่ำกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมคาเทชินตลอดระยะเวลาที่ทำการศึกษา นอกจากนี้ Tang *et al.* (2001) รายงานว่า การเสริมคาเทชินที่ 300 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อสามารถลดการเกิดออกซิเดชั่นในเนื้อโค เนื้อสุกร เนื้อไก่ และเนื้อปลา ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเสริมวิตามินอีที่ระดับเดียวกัน สอดคล้องกับการศึกษาของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mitsumoto *et al.* (2005) กล่าวว่าการเสริมคาเทชินที่ระดับ 200 และ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมสามารถลดการเกิดออกซิเดชั่นได้ทั้งในเนื้อโคและเนื้อไก่ได้ดีกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการเสริมวิตามินอีที่ระดับเดียวกันและกลุ่มที่ไม่เสริมคาเทชิน

ในด้านระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อนั้นพบว่า ค่าการออกซิเดชั่นจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ตลอดระยะที่ทำการศึกษา ซึ่งทั้งนี้ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีความสัมพันธ์กับค่าสีเหลืองของเนื้อและไขมันแทรกในเนื้อ เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาเนื้อที่นานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมีของไขมันในเนื้อส่งผลให้ค่าสีเหลืองของเนื้อและค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเพิ่มสูงขึ้น (Xiong *et al.* 2007) ในรายงานการวิจัยของ Jayasingh and Cornforth. (2003) กล่าวว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้นส่งผลให้เกิดการออกซิเดชั่นมากขึ้นเรื่อยๆ ทำให้มีค่าการออกซิเดชั่นที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากการเกิดออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อเกิดจากการทำปฏิกิริยาของออกซิเจนและไขมันในเนื้อ เมื่อเนื้อมีโอกาสสัมผัสกับออกซิเจนนานขึ้นก็จะทำให้ค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้การเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อนั้นเป็นสาเหตุของการเสื่อมเสียของเนื้อสัตว์ (O'Neill *et al.*1998) จากการที่คาเทชินในสารสกัดชาเขียวมีคุณสมบัติในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ (Higdon and Frei. 2003; Chen *et al.* 1998) ที่ช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ จึงสามารถช่วยยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสัตว์ได้

ผลของการใช้สารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อค่าออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ทั้ง 5 สูตรพบว่าที่ระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียว 0.1, 0.2 และ 0.3 เปอร์เซ็นต์ พบการลดลงของค่าการออกซิเดชั่นไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ ($P<0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม (Control) และกลุ่มที่ไม่ใส่สารสกัดชาเขียวและโซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) นอกจากนี้ยังพบว่าค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อเจอร์กี้ในกลุ่มควบคุม (Control) จะมีค่าที่ต่ำกว่ากลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่โซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) ซึ่งเนื้อเจอร์กี้ทั้งสองกลุ่มแตกต่างกันตรงที่กลุ่มควบคุม (Control) นั้นใส่โซเดียมอิริธอร์เบทแต่อีกกลุ่มไม่ได้ใส่โซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) เพราะโซเดียมอิริธอร์เบทมีคุณสมบัติเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงป้องกันการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อได้ ดังนั้นจึงทำให้กลุ่มควบคุมที่ไม่ใส่โซเดียมอิริธอร์เบท (CNS) มีค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อที่สูงกว่ากลุ่มควบคุมและกลุ่มที่เสริมสารสกัดชาเขียว มีการศึกษาของ Bozkurt (2006) ที่ทำการเปรียบเทียบความสามารถของสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากการสังเคราะห์ (บิวทิเลเตดไฮดรอกซีโทลูอีน (butylated hydroxytoluene, BHT)) และสารต้านอนุมูลอิสระที่ได้จากธรรมชาติ (สารสกัดจากชาเขียว และน้ำมันของ *Thymbra spicata*) ใน Turkish dry-fermented sausage ซึ่งใส่สารต้านอนุมูลอิสระที่ระดับความเข้มข้นเดียวกันคือ 300 ส่วนในล้านส่วน พบว่าตลอดระยะเวลาในการบ่มไส้กรอกสารสกัดจากชาเขียวสามารถต้านอนุมูลอิสระได้ดีที่สุด รองลงมาคือน้ำมันของ *Thymbra spicata* และ BHT ตามลำดับ ค่าการออกซิเดชั่นจะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อระยะการเก็บรักษานานขึ้น โดยระดับการเพิ่มขึ้นของค่าออกซิเดชั่นนั้นจะเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ดังรายงานของ Yang *el at.* (2009) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการศึกษาการออกซิเดชั่นของเนื้อเจอร์กี้ที่ทำมาจากเนื้อโคและเนื้อสุกร แต่ไม่ได้ทำการเสริมสารสกัดชาเขียว พบว่าเจอร์กี้ที่ทำจากเนื้อสุกรมีความไวต่อการออกซิเดชั่นกว่าเจอร์กี้ที่ทำจากเนื้อโค และค่าการออกซิเดชั่นของเนื้อเจอร์กี้จะเพิ่มขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา

จากการการศึกษาครั้งนี้พบว่าค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อทั้งเนื้อหมู เนื้อโค และเนื้อเจอร์กี้มีค่าสูงสุดเท่ากับ 0.252 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัม ที่ระยะการเก็บรักษาที่ 8 สัปดาห์ ซึ่งมีค่าที่ต่ำกว่าผู้บริโภคจะสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของเนื้อได้ โดยค่าการออกซิเดชั่นที่เพิ่มขึ้นนั้นสามารถนำไปสู่การรับรู้ถึงกลิ่นและรสชาติที่เหม็นหืน โดยระดับที่ผู้บริโภคสารมารถรับรู้ได้มีค่าเท่ากับ 0.5 มิลลิกรัมมาโลนอลดีไฮด์ต่อเนื้อ 1 กิโลกรัมของเนื้อสด ที่ทำการทดสอบโดยผู้ทดสอบทางประสาทสัมผัสที่มีประสบการณ์ (Lanari *et al.* 1995; Tarladgis *et al.* 1960; Turner *et al.* 1954) ดังนั้นจึงทำให้สามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อออกไปได้อีก โดยสามารถเก็บรักษาได้มากกว่า 8 สัปดาห์

5.2.3 ค่า Water activity ของเนื้อเจอร์กี้

จากการศึกษาค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ตลอดระยะในการเก็บรักษามีค่าอยู่ระหว่าง 0.71 – 0.68 ซึ่งแสดงให้เห็นว่ามีระดับค่า Water Activity ที่อยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของ HACCP (1997) ที่ระบุค่า Water Activity ต้องน้อยกว่า 0.85 โดยจะทำให้ผลิตภัณฑ์นั้นลดความเสี่ยงจากปนเปื้อนเชื้อจุลินทรีย์ เนื่องมาจากว่าค่า Water activity เป็นปัจจัยที่ยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ (Gould and Christian. 1988). โดยเชื้อจุลินทรีย์ส่วนใหญ่จะถูกยับยั้งการเจริญเติบโต เมื่อค่า Water activity มีระดับต่ำกว่า 0.90 (Leistner and Rodel. 1976) และในรายงานของ Konieczny *et al.* (2007) เนื้อเจอร์กี้ที่มีขายทางการค้าก็มีค่า Water Activity ต่ำกว่า 0.85

สารสกัดชาเขียวมีอิทธิพลต่อค่า Water Activity ในเจอร์กี้เนื้อโค โดยเมื่อระดับความเข้มข้นของสารสกัดชาเขียวเพิ่มขึ้น มีผลทำให้ค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ลดลง ($P<0.05$) คล้ายกับการศึกษาของ Somboonvechakarn (2007) ที่ศึกษาเกี่ยวกับผลของการเสริมสารสกัดชาเขียวที่ระดับความเข้มข้น 0, 50, 100 และ 150 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของแป้งขนมปัง ต่อลักษณะทางกายภาพของขนมปังที่ทำจากถั่วเหลือง พบว่าค่า Water activity ของขนมปังที่เสริมสารสกัดชาเขียวมีแนวโน้มของค่าที่น้อยกว่ากลุ่มที่ไม่เสริมสารสกัดชาเขียว แต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ของกลุ่มที่เสริมและไม่เสริมสารสกัดชาเขียว ด้านอิทธิพลของระยะเวลาในการเก็บรักษา พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บนานขึ้นค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ลดลง ($P<0.05$) เนื่องมาจากว่ามีการระเหยของน้ำออกจากผลิตภัณฑ์ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการเก็บรักษา คือ 35 องศาเซลเซียส เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นจึงทำให้ค่า Water Activity ในผลิตภัณฑ์ลดลง ในทำนองเดียวกับการศึกษาของ ณภัทร ปวีณพงษ์พัฒน์ (2547) ซึ่งทำการอบแห้งลำไยพบว่าเมื่อระยะในการอบแห้งนานขึ้น ปริมาณความชื้นของลำไยมีค่าลดลงตลอดระยะเวลาในการอบแห้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3 การประเมินความพึงพอใจทางประสาทสัมผัสของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อสีของผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ทั้งห้าสูตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกสูตร แต่มีแนวโน้มว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจสูตรที่เติมสารสกัดจากชาเขียว 0.3% มากที่สุด สำหรับความพึงพอใจด้านกลิ่นผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจเฉลี่ยสูตรควบคุมมากที่สุด อย่างไรก็ตามพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความพึงพอใจทางด้านรสชาติพบว่าผู้บริโภคมีความชอบรสชาติผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ที่เติมชาเขียวมากกว่ากลุ่มที่ไม่เติมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) ในด้านความพึงพอใจโดยรวมผู้บริโภคมีความชอบผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ที่เติมชาเขียว ไม่แตกต่างกันในทางสถิติกับกลุ่มควบคุมที่ไม่เติมสารสกัดจากชาเขียว ซึ่งทั้งนี้ในการศึกษาของ Jo *et al.* (2003) ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อหมูบดแบบปรุงสุกที่มีการเติมสารสกัดชาเขียว 0.1เปอร์เซ็นต์ พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในด้านสีของเนื้อหมูที่มีการเสริมสารสกัดชาเขียวมากกว่าหมูที่ไม่เติมสารสกัดชาเขียว ($P<0.05$) แต่อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านกลิ่น รสชาติ และความนุ่มของเนื้อ แต่แตกต่างเล็กน้อยกับการศึกษาของ Mitsumoto *et al.* (2005) ทำการศึกษาเกี่ยวกับการทดสอบทางประสาทสัมผัสของผู้บริโภคที่มีต่อเนื้อโคและเนื้อไก่ที่ผ่านการปรุงสุก พบว่า ผู้บริโภคมีความพึงพอใจในด้านสีของเนื้อโคและเนื้อไก่ที่ไม่เติมสารสกัดชาเขียวมากกว่ากลุ่มที่เติมสารสกัดชาเขียว ($P<0.001$) แต่อย่างอย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของความพึงพอใจของผู้บริโภคในด้านกลิ่น รสชาติ และความนุ่มของเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อสุกรบดที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นและแช่แข็ง พบว่าสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 400 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อไม่มีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อสุกรบดแบบแช่เย็น ในทางตรงกันข้ามพบว่าสารสกัดชาเขียวที่ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อสามารถลดจำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อสุกรบดแบบแช่แข็งได้ ทางด้านคุณภาพเนื้อของพบว่า สารสกัดชาเขียวทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดง ค่าสีเหลืองของเนื้อลดลง และสามารถชะลออัตราการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อสุกรได้ ทั้งนี้สารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ด้านอิทธิพลของการเก็บรักษาพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าสีของเนื้อ โดยค่าความสว่างและค่าสีแดงของเนื้อมีค่าลดลง แต่ค่าสีเหลืองของเนื้อและค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าเพิ่มขึ้น

ด้านผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นและแช่แข็ง พบว่าสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อมีผลต่อการลดจำนวนจุลินทรีย์รวมในเนื้อโคที่เก็บรักษาแบบแช่เย็นและแช่แข็งได้ ทางด้านคุณภาพเนื้อของพบว่า สารสกัดชาเขียวทำให้ค่าความสว่าง ค่าสีแดงของเนื้อลดลง แต่ค่าสีเหลืองของเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น และสามารถชะลออัตราการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อโคได้ ทั้งนี้สารสกัดชาเขียวไม่มีผลต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อ ทางด้านอิทธิพลของการเก็บรักษาพบว่า เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อค่าสีของเนื้อ โดยค่าความสว่างและค่าสีแดงของเนื้อมีค่าลดลง แต่ค่าสีเหลืองของเนื้อและค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าลดลง

ด้านผลของสารสกัดชาเขียวต่อคุณภาพเนื้อเจอร์กี้ พบว่าสารสกัดชาเขียวที่ระดับ 0.3 เปอร์เซ็นต์ต่อกิโลกรัมของเนื้อไม่มีผลต่อการลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ การทางด้านคุณภาพเนื้อของพบว่า สารสกัดชาเขียวทำให้ค่า Water activity และอัตราการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อของเนื้อเจอร์กี้ลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นค่า Water activity ของเนื้อเจอร์กี้ลดลง แต่ค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อมีค่าเพิ่มขึ้น ในส่วนการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคในผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้ พบว่าผู้บริโภคที่มีความพึงพอใจต่อเนื้อเจอร์กี้ทั้ง 5 สูตรในระดับเฉยๆ ทั้งนี้ไม่พบความแตกต่างในด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคในเนื้อเจอร์กี้แต่ละสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาในครั้งนี้พบว่า สารสกัดชาเขียวมีคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ จึงเห็นสมควรในการนำมาใช้ในเนื้อสุกรและเนื้อโค เพื่อลดจำนวนจุลินทรีย์และชะลออัตราการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ โดยระดับที่เหมาะสมในการนำมาใช้คือ 200 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมของเนื้อ ในส่วนการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์เนื้อเจอร์กี้นั้น ไม่สมควรสารสกัดชาเขียวนำมาใช้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีระดับค่า Water activity เป็นตัวควบคุมการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และอัตราการเกิดการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ อยู่แล้ว

นอกจากนี้สภาพการเก็บรักษาเนื้อสดนั้น พบว่าการเก็บรักษาแบบแช่เย็นสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสุกรได้นานถึง 5 วัน และเก็บรักษาเนื้อโคได้นานถึง 3 สัปดาห์ ในส่วนการเก็บรักษาแบบแช่แข็งสามารถยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อสุกรและเนื้อโคได้นานถึง 8 สัปดาห์ โดยมีจำนวนจุลินทรีย์ในระดับที่ยังไม่ทำให้เนื้อสัตว์เน่าเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กฤษณา ชุติมา. 2541. **รู้ไว้ว่าใช่.** กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

คมแข พิลาสมบัติ. 2540. **"การลดการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์บนผิวซากสุกรที่ผ่านขบวนการฆ่ามาตรฐานและ ไม่มาตรฐานโดยใช้สารละลายกรดแลกติกและคลอรีน."** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาสัตวศาสตร์. บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

คมแข พิลาสมบัติ. 2550ก. **เอกสารประกอบการสอนวิชาสุขศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

คมแข พิลาสมบัติ. 2550ข. "การลดเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนบนเนื้อสัตว์โดยใช้สารละลายกรดแลกติก." หน้า 103-112 ใน **วารสารเกษตรพระจอมเกล้า.** ครั้งที่ 25 : กรุงเทพมหานคร.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2539 . **เอกสารประกอบการสอนวิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์ขั้นสูง.** กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จุฑารัตน์ เศรษฐกุล. 2542 . **การจัดการโรงฆ่าสัตว์.** กรุงเทพมหานคร : คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

ชัยณรงค์ คันธพนิต. 2529. **วิทยาศาสตร์เนื้อสัตว์.** กรุงเทพมหานคร : ไทยวัฒนาพานิช.

ณภัทร ปวีณพงษ์พัฒน์. 2547. **"ผลของกรดซิตริก กรดแอสคอร์บิค โซเดียมอิริทอร์เบต และแคลเซียมคลอไรด์ต่อสีของลำไยอบแห้งพันธุ์ดอ"** การค้นคว้าแบบอิสระ. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

ณรงค์ นิยมวิทย์. 2538. **องค์ประกอบและการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของอาหาร.** กรุงเทพมหานคร : ฟอร์แมทพริ้นติ้ง.

นิธิยา รัตนาปนนท์. 2545. **เคมีอาหาร.** กรุงเทพมหานคร : โอเดียนสโตร์.

นิพัฒน์ ลิ้มสงวน. 2547. **"การศึกษากระบวนการสกัด คุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งจุลินทรีย์และสารต้านอนุมูลอิสระของคาเทชินจากชาเขียวของไทย".** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยศิลปากร. กรุงเทพมหานคร.

บุษกร อุตรภิชาติ. 2547. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** สงขลา : มหาวิทยาลัยทักษิณ.

ปรีดารา ปริสุทธกุล. 2549. **การปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียทั้งหมด, โคลิฟอร์ม และ *Escherichia coli* ในกระบวนการฆ่าสุกรของโรงฆ่าสุกรต้นแบบขนาดเล็ก.** วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาบัณฑิต สาขาสุขาภิบาลอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

ยูถิกา สร้อยระย้า. 2551. **ผลของกระบวนการผลิตต่อปริมาณคาเทชินและโพลีฟีนอลในชาอู่หลง.** การค้นคว้าแบบอิสระ. สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร. บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่. เชียงใหม่.

เยาวลักษณ์ สุรพันธพิศิษฐ์. 2546. **การใช้สารสกัดจากดอกกระเจี๊ยบแดง เปลือกและเมล็ดส้มเขียวหวานเป็นสารต้านปฏิกิริยาออกซิเดชั่นธรรมชาติในหมูแผ่น.** งานวิจัยคณะอุตสาหกรรมเกษตร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

เยาวลักษณ์ สรุพันธพิศิษฐ์. 2536. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์และผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพมหานคร : ภาควิชาอุตสาหกรรมการเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สัญชัย จตุรสิทธา. 2543. **เทคโนโลยีเนื้อสัตว์.** เชียงใหม่ : ภาควิชาสัตวศาสตร์ คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.

สุรีย์ นานาสมบัติ. 2551. **การประยุกต์ใช้สารสกัดจากผักพื้นบ้านเพื่อใช้เป็นสารต้านออกซิเดชันและสารต้านจุลินทรีย์จากธรรมชาติในผลิตภัณฑ์เนื้อ.** รายงานการวิจัย. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

สุมณฑา วัฒนสินธุ์. 2545. **จุลชีววิทยาทางอาหาร.** นนทบุรี : เอส. บี. บิซิเนส.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช 6000-2547). 2547ก. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.** เนื้อโค. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ (มกอช 6000-2547). 2547ข. **มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ.** เนื้อสุกร. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์.

Akamittath, J. G., Brekke, C. J. and Schanus, E. G. 1990. "Lipid oxidation and color stability in restructured meat systems during frozen storage." **J. Food Sci.** 55 : 1513–1517.

Almajano, M. P., Rosa, C. J., Angel, L. J. and Michael, H. G. 2008. "Antioxidant and antimicrobial activities of tea infusions." **Food Chem.** 108 : 55–63.

Álvarez-Ordóñez, A., Fernández, A., Bernardo, A. and López, M. 2009. "Comparison of acids on the induction of an acid tolerance response in *Salmonella* Typhimurium, consequences for food safety." **Meat Sci.** 81 : 65–70.

Amarowicz, R., Pegg, R. B., and Bautista, D. A. 2000. "Antibacterial activity of green tea

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

polyphenols against *Escherichia coli* K12." **Die Nahrung.** 44 : 60–62.

AOAC. 2006. "Chaper 17 AOAC Official Method 966.23c-24." p. 5–6. in Horwitz, W. and Latimer,.W. **Official methods of analysis of AOAC international.** Maryland: AOAC International.

Atoui, A.K., Mansouri, A., Boskou, G. and Kefalas, P. 2004. "Tea and herbal infusion : Their antioxidant activity and phenolic profile." **Food Chem.** 89 : 27–36.

Borch, E. and Arinder, P. 2002. "Bacteriological safety issues in red meat and ready-to-Eat meat products, as well as control measures." **Meat Sci.** 62 : 38–390.

Berruga, M.I., Vergara, H. and Gallogo, L. 2005. "Influence of packaging condition on microbial and lipid oxidation in lamb meat." **Small Rumin. Res.** 57 : 257–264.

Boakye, K. and Mittal, G.S. 1995. "Changes in colour of beef *M. longissimus dorsi* muscle during ageing." **Meat Sci.** 42 : 347–354.

Bozkurt, H. 2006. "Utilization of natural antioxidant: Green tea extract and *Thymbra spicata* oil in Turkish dry-fermented sausage." **Meat Sci.** 73 : 442–450.

Caceres, A., Giron, L.M., Alvarado, S.R. and Torres, M.F. 1987. "Screening of antimicrobial activity of plants popularly used in Guatemala for the treatment of dermatomucosal diseases." **J. Ethnopharmacol.** 20 : 223–237.

Castellini, C., Mugnai, C. and Bosco, A.D. 2002. "Effect of organic production system on broiler carcass and meat guality." **Meat Sci.** 60 : 219 – 225.

Castillo, A., Lucia, L. M., Goodson, K. J., Savell, J. W. and Acuff, G. R. 1998. "Decontamination of beef carcass surface tissues by steam vacuum alone and combined with hot water and lactic acid sprays." **J. Food Prot.** 61 : 140–151.

Chen, Z. Y., Wangl, Y., Chan, P. T., Zhang, Z., Chung, H. Y. and Liang, C. 1998. "Antioxidative activity of green tea catechin extract compared with that of rosemary extract." **J. America Oil Chem. Soc.** 75 : 1141–1145.

Cowan, M.M. 1999. "Plant products as antimicrobial agents." **Clinic. Microbiol. Rev.** 12 : 564–582.

Chongcharoen, R. and Pinrungrot, M. 2007. "Extraction of tea catechins and the possible use as an antioxidant in lard." **J. KMITNB.** 17 : 27–33.

Chou, C., Lin, L. and Chung, K. 1999. "Antimicrobial activity of tea as affected by the degree of fermentation and manufacturing season." **Int. J. Food Microbiol.** 48 :

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

125–130.

Dainty, R. H., Shaw, B. G. and Roberts, T. A. 1983. "Microbial and chemical change in chill-stored red meat. " In **Food Microbiology : Advances and Prospects, eds** Robert, T. A. and Skinner F. A. , Society of Applied Bacteriology Symposium Series no. 11 London, UK, Academic Press, 151–178.

Dalluge, J.J. and Nelson, B.C. 2000. "Determination of tea catechins." **J. Chromat. A.** 881 : 411–424.

Daud, H. B., McMeekin, T. A. and Thomas, C. J. 1979. "Spoilage association of chicken skin." **Appl. Environ. Microbiol.** 37 : 399–401.

Delazari, I., Iaria, S. T., Riemann, H., Cliver, D.O. and Jothikumar, N. 1998. "Removal of *Escherichia coli* O157:H7 from surface tissue of beef carcasses inoculated with wet and dry manure." **Food Prot.** 61 : 1265–1268.

Djenane, D., Martínez, L., Sànchez-Escalante, A., Beltràn, J.A. and Roncalés, P. 2004. "Antioxidant effect of carnosine and carnitine in fresh beef steaks stored under modified atmosphere." **Food Chem.** 85 : 453–459.

García-López, M.L., Prieto, M. and Otero, A. 1998. "The physiological attributes of gram-negative bacteria associated with spoilage of meat and meat product." p. 1-28 In **The Microbiology of Meat and Poutry.** Blackie Academic & Professional, London.

Gatellier, P., Mercier, Y., Juin, H. and Renerre, M. 2005. "Effect of finishing mode (pasture-or-mixed-diet) on lipid composition colour stability and lipid oxidation in meat form charolais cattel." **Meat Sci.** 69 : 175–186

Gill , C.O. and Jones, T. 2000. "Microbiological sampling of carcasses by excision or swabbing." **J. Food Prot.** 63 : 167–173.

Gould, G. W. and Christian, J. H. B. 1988. "Characterization of the state of water in food biological aspects." 43–56. In : **Food preservation by moisture control.** Ed. Seow, C. C. London: Elsevier Applied Science.

Gun, H., Yilmaz. A., Turker, S., Tanlasi, A. and Yilmaz, H. 2003. "Contamination of bovine carcasses and abattoir environment by *Escherichia coli* 0157:H7 in Istanbul." **Int. J. Food Microbiol.** 84 : 339–344.

HACCP Generic Model – Dried Meats (Beef Jerky). 1997. CFIA, ACIA Raport, October 1997, Canada, pp. 1–35.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hara H, Orita, N., hatano, S., Ichikawa, H., Hara, Y., Matsumoto, N., Kimura, Y., Terada, A. and Mitsuoka, T. 1995. "Effect of tea polyphenols on fecal flora and fecal metabolic products of pigs." **J. Vet. Med. Sci.** 57 : 45–49.

Hara-Kudo Y, Okubo, T., Tanaka, S., Chu, D.C., Juneja, L.R., Saito, N. and Sugita-Konishi, Y. 2001. "Bactericidal action of green tea extract and damage to the membrane of *Escherichia coli* O157:H7." **Biocontrol Sci.** 6 : 57–61.

Hara, Y. 1997. "Influence of tea catechins on the digestive tract." **J. Cell. Biochem.** 27: 52–58.

He, Y. H. and Shahidi, F. 1997. "Antioxidant activity of green tea and its catechins in a fish meat model system." **J. Agric. Food Chem.** 45 : 4262–4266.

Hegenbart, S. 1999. Snack Meat. Food product design. Available : http:// ww.foodproductdesign.com/archive/1999/0199ap.html. 22/07/2010.

Higdon, J. V., and Frei, B. 2003. "Tea catechins and polyphenols : health effects, metabolism, and antioxidant functions." **C. Rev. Food Sci. Nutr.** 43 : 89–143.

Huffman, R.D. 2002. "Current and future technologies for the decontamination of carcasses and and fresh meat." **Meat Sci.** 62 : 291–298.

Ikigai, H., Nakae, T., Hara, Y. and Shimamura, T. 1993. "Bactericidal catechins damage the lipid Bilayer." **Biochim. Biophys. Acta.** 1147 : 132–136.

Ishihara, N., Chu, D., Akachi, S. and Juneja, L. 2001. "Improvement of intestinal microflora balance and prevention of digestive and respiratory organ diseases in calves by green tea extracts." **Livest. Prod. Sci.** 68 : 217–29.

Jay, J.M. 2000. Modern Food Microbiology (6th ed.). Aspen Publishers. USA.

Jayasingh, P. and Cornforth, D. P. 2003. "Comparison of antioxidant effects of milk mineral, butylated hydroxytoluene and sodium tripolyphosphate in raw and cooked ground pork." **Meat Sci.** 66 : 83–89.

Jazani, N.H., Shahabi, S.H., Ali, A.A. and Zartoshti, M. 2007. "Antibacterial effects of water soluble green tea extracts on multi-antibiotic resistant isolates of *Acinetobacter* sp." **J. Biolo. Sci.**. 10 :1477–1480.

Jo. C., Son, J. H., Son, C. S. and Byun, M. B. 2003. "Functional properties of raw and cooked pork patties with added irradiated, freeze-dried green tea leaf extract powder during storage at 4 °C." **Meat Sci.** 64 : 13–17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kanner, J. 1994. "Oxidative processes in meat and meat products : quality implications." **Meat Sci.** 36 : 169–189.

Karakaya, S. and Kavas, A. 1999. "Antimutagenic activities of some foods." **J. Sci. Food Agric.** 79 : 237–242.

Kingston, E. R., Monahan, F. J., Buckley, D. J. and Lynch, P. B. 1998. "Lipid oxidation in cooked pork as affected by vitamin E, cooking and storage conditions." **J. Food Sci.** 63 : 386–389.

Konieczny, P., Stangierski, J. and Kowalski, R. 2007. "Physical and chemical characteristics and acceptability of home style beef jerky." **Meat Sci.** 76 : 253–257.

Kumudavally, K.V., Phanindrakumar, H.S., Tabassum, A., Radhakrishna, K. and Bawa, A.S. 2008. "Green tea – A potential preservative for extending the shelf life of fresh mutton at ambient temperature (25 ± 2 °C)." **Food Chem.** 107 : 426–433.

Lanari, M. C., Schaefer, D. M. and Scheller, K. K. 1995. "Dietary vitamin E supplementation and discoloration of pork bone and muscle following modified atmosphere packaging." **Meat Sci.** 41: 237–250.

Ledward, D.E. 1992. "Color of raw and cooked meat." In : The Chemistry of Muscle-Based Foods. Eds. Ledward, E.D., Johnson, D.E. and Knight, M.K. **The Royal Socity of Chemistry.** Cambridge : Cabi publishers.

Legg S.J., Khela, N., Madie, P., Fenwick, S.G., Quynh, V. and Hedderley, D.I. 1999. "A comparison of bacterial adherence to bare hands and gloves following simulated contamination from beef carcass." **Food Microbiol.** 53 : 69–74.

Leistner, L. and Rodel, W. 1976. "The stability of intermediate moisture foods with respect to microorganisms." 120–137. In : **Intermediate moisture foods.** Eds. Davies, R., G. Birch, and K. Parker. London : Elsevier Applied Science.

Lund, M. N., Hviid, M. S. and Skibsted, L. H. 2007. "The combined effect of antioxidants and modified atmosphere packaging on protein and lipid oxidation in beef patties during chill storage." **Meat Sci.** 76 : 226–233.

Mackey, B. M. and Roberts T. A. 1993. "Improving slaughter hygiene using HACCP and Monitoring." **Fleischwirtschaft.** 73 : 58–61.

Madhavi, D.L., Deshpande, S.S. and Salunkhe, D.K. 1996. "Food Antioxidant : Technological." **Toxicological and Health Perspectives.** New York : Marcel Dekker, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Matsumoto, M., Minami, T., Sasaki, H., Sobue, S., Hamada, S. and Ooshima, T. 1999. "Inhibitory effects of oolong tea extract on caries-inducing properties of mutans *Streptococci*." **Caries Res.** 33 : 441–445.

Mbata, T. I., Debiao, L. U. and Saikia, A. 2008. "Antibacterial activity of the crude extract of Chinese green tea (*Camellia sinensis*) on *Listeria monocytogenes*." **African J. Biotechnol.** 7 : 1571–1573.

McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B. and Buckley, D. J. 2001a. "Assesment of the antioxidant potential of natural food and plant extracts in fresh and previously frozen pork patties." **Meat Sci.** 57 : 177–184.

McCarthy, T. L., Kerry, J. P., Kerry, J. F., Lynch, P. B. and Buckley, D. J. 2001b. "Evaluation of the antioxidant potential of natural food and plant extracts as compared with systhetic antioxidant and vitamin E in raw and cooked pork patties." **Meat Sci.** 57 : 45–52.

Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. 2005. "Addition of tea catechins and vitamin C on sensory evaluation colour and lipid stability during chilled storage in cooked or raw beef and chicken patties." **Meat Sci.** 69 : 773–779.

Mukhtar, H. and Ahmad, N. 1999. "Green tea in chemoprevention of cancer." **Toxicol. Sci.** 52 : 111-117.

Negi, P. S., Jayaprakasha, G. K. and Jena, B. S. 2003. "Antioxidant and antimutagenic activities of pomegranate peel extracts." **Food Chem.** 80 : 393–397.

Nihal, M., Ahmad, N., Mukhtar, H. and Wood, G. S. 2005. "Antiproliferative and proapoptotic effects of (-)-epigallocatechin-3-gallate on human melanoma : Possible implications for the chemoprevention of melanoma." **Int. J. Cancer.** 114 : 513–521.

Nissen, H., Maugesten, T. and Lea, P. 2001. "Survival and growth of *Escherichia coli* 0157:H7 *Yersinia enterocolitica* and *Salmonella enteritidis* on decontaminated and untreated meat." **Meat Sci.** 57: 291–298.

Nychas, G. J. E, Dillon, V. M. and Board R. G. 1998. "Glucose, the key substrate in the microbiological change occurring in meat and curtain meat product." **Biotechnol. Appl. Biochem.** 10 : 203–231.

O'Grady, M. N., Mahe, M., Troy, D. J., Moloney, A. P. and Kerry, J. P. 2006. "An assessment of dietary supplementation with tea catechins and rosemary extract on the quality of fresh beef." **Meat Sci.** 73 : 132–143.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

O'Keeffe, M. and Hoods, D. E. 1982. "Biochemical factora influencing metmyoglobin formation on beef from muscle of differing colour stability." **Meat sci.** 7 : 209–228.

O'Neill, L. M., Galvin, K., Morrissey, P. A. and Buckly, D. J. 1998. "Inhibition of lipid oxidation in chicken by carnosine and dietary α- tocopherol supplementation and its determination by derivative spectrophotometry." **Meat sci.** 50 : 479–488.

Pomeranz, Y. 1991. "Functional Properies of Food Component." Academic Press, San Diego. 569 p.

Pearson, A. M. and Dutson, T. R. 1986. Meat and poultry microbiology. In **Advance in meat research vol 2.** Connecticut : AVI. USA.

Pilasombut, K., Ngamyeesoon, N. and Sethakul, J. 2010. "Antimicrobial Activity of Green Tea Extract (*Camellia Sinessis*) on Refrigerated Ground Pork." In **The 65th International Congress of Meat Science and Technology.** August 15–20, 2010, Jeju, Korea.

Pipek, P., Šikulová, M., Jeleníková, J. and Izumimoto, M. 2005. "Colour change after carcasses decontamination by steam and lactic acid." **Meat Sci.** 69 : 673–680.

Pipek, P., Houška, M., Hoke, K., Jeleníková, J., Kýhos, K. and Šikulová, M. 2006. "Decontamination of pork carcasses by steam and lactic acid." **J. Food Eng.** 74 : 224-231.

Ray, B. 2004. **Fundamental Food Microbiology.** 3rd ed. CRC Press LLC: Florida.

Riemersma, R. A., Rice-Evans C. A. ,Tyrrell R. M., Clifford M. N. and Lean M. E. J. 2001. "Tea flavonoids and cardiovascular health." **Q. J. Med.** 94 : 277–282.

Russo, F., Ercolini, D., Maurillo, E. and Villani, F. 2006. "Behaviour of *Brochothrix thermosphacta* in presence of other meat spoilage microbial groups." **Food Microbiol.** 23 : 797-802.

Sadik, G., Islam, R., Rahman, M. M., Khondkar, P., Rashid, M. A. and Sarker, S. D. 2003. "Antimicrobial and cytoxic constituents of *Loranthus globosus*." **Fitoterapia.**74 : 308–311.

Sherwin, E. R. 1990. "Antioxidant", In A.L. Branen, P.M. Davidson, and S. salminen. **Food Additives** (pp. 139–183). New York : Marcel Dekker, Inc.

Slavik, F. M., Kim, J. W. and Walker, J. T. 1995. "Reduction of *Salmonella* and *Campylobacter* on chicken carcass by changing scalding temperature." **J. Food Prot.** 58 : 658–691.

Smulders, F. J. M. and VanLaack, R. L. J. M. 1992. "On the quality of pork Microbiological

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Concerns." **Fleischwirtschaft.** 72 : 888–890.

Somboonvechakarn, C. 2007. "**The Effects of Green Tea Extract on Soy Bread Physical Properties and Total Phenolic Content.**" Master Thesis. Department of Food Science and Technology. The Ohio State University.

Tang, S., Sheehan, D., Buckley, D. J., Morrissey, P. A. and Kerry, J. P. 2001. "Anti-oxidant activity of added tea catechins on lipid oxidation of raw minced red meat, poultry and fish muscle." **Int. J. Food Sci. Technol.** 36 : 685–692.

Tang, S. Z., Kerry, J. P., Sheehan, D. and Buckley, D. J. 2002. "Antioxidative mechanisms of tea catechins in chicken meat systems." **Food Chem.** 76 : 45–51.

Tang, S. Z., Ou, S. Y., Huang, X. S., Kerry, J. P. and Buckley, D. J. 2006. "Effects of added tea catechins on colour stability and lipid oxidation in minced beef patties held under aerobic and modified atmospheric packaging conditions." **J. Food Eng.** 77 : 248–253.

Tarladgis, B. G., Watts, B. M. and Younathan, M. T. 1960. "A distillation method for the quantitative determination of malonaldehyde in rancid foods." **J. American Oil Chem. Soc.** 37 : 44–48.

Toda, M., Okubo, S., Hiyoshi, R. and Shimamura, T. 1989. "The bactericidal activity of tea and coffee." **Lett. Appl. Microbiol.** 8 : 123–125.

Turner, E. W., Paynter, W. D., Montie, E. J., Bessert, M. W., Struck, G. H. and Olson, F. C. 1954. "Use of the 2-thiobarbithuric acid reagent to measure rancidity in frozen pork." **Food Technol.** 8 : 326–330.

Tzung, H. T., Tsung, H. T., You, C. C., Chi, W. L. and Po, J. T. 2008. "*In vitro* antimicrobial activities against cariogenic streptococci and their antioxidant capacities: A comparative study of green tea versus different herbs." **Food Chem.** 110 : 859–864.

Warriss, P. D. 2000. **Meat science : An introductory text.** United Kingdom : School of Veterinary Science University of Bristol.

Wheeler, D. S. and Wheeler, W. J. 2004. "The medicinal chemistry of tea." **Drug Devel. Res.** 61 : 45–65.

WHO. 1995. Surveillance programme. Sixth report of WHO surveillance programme for control of foodborne infections and intoxications in Europe. **FAO/WHO Collaborating Centre for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses** . Berlin.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Xiong, Y.vL., Mullins, O. E., Stika, J. F., Chen, J., Blanchard, S. P. and Moody, W. G. 2007. "Tenderness and oxidative stability of post-mortem muscles from mature cow of various ages." **Meat Sci.** 77 : 105–113.

Yam, T. S., Shah, S. and Hamilton-Miller, J. M. T. 1997. "Microbiological activity of whole and fractionated crude extracts of tea (*Camellia sinensis*), and of tea components." **FEMS Microbiol. Lett.** 152 : 169–174.

Yang, H. S., Hwang, Y. H., Joo, S. T. and Park, G. B. 2009. "The physicochemical and microbiological characteristics of pork jerky in comparison to beef jerky." **Meat Sci.** 82 : 289–294.

Yanishlieva, N. V. and Marinova, E. M. 2001. "Stabilisation of edible oils with natural antioxidants." **European J. Lipid Sci. Technol.** 103 : 752–767.

Yen, W. J., Chang, L. W., Lee, C. P. and Duh, P. D. 2002. "Inhibition of lipid peroxidation and nonlipid oxidative damage by carnosine." **J. Amer. Oil Chem. Soc.** 79 : 329–333.

Yoda, Y., Hu, Z. Q., Zhao, W. H. and Shimamura, T. 2004 . "Different susceptibilities of *Staphylococcus* and Gram-negative rods to epigallocatechin gallate". **J. Infect. Chemot.** 10 : 55–58.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
การเตรียมสารเคมี

1. การเตรียมสารละลายสำหรับการสกัด malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ

1.1 0.069 M 2-Thiobarbituric acid (1000 มิลลิลิตร)

- 2-Thiobarbituric acid 10.00 กรัม
- conc. HCL 20.00 มิลลิกรัม
- 90% Acitic acid 1000 มิลลิลิตร

ทำการละลาย 2-Thiobarbituric acid 10.00 กรัม ใน 90% Acitic acid ประมาณ 600 มิลลิลิตร ผสมให้เข้ากันโดยใช้ magnetic พร้อมทั้งให้ความร้อน จากนั้นเติม conc. HCL 20.00 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย 90% Acitic acid ให้ครบ 1000 มิลลิลิตรด้วยขวดปรับปริมาตร เก็บในขวดสีชา ในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส

1.2 1 M Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) (100 มิลลิลิตร)

- Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) 13.609 กรัม
- Distilled water 100 มิลลิลิตร

ทำการละลาย KH_2PO_4 13.609 กรัม ใน Distilled water 70 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 100 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส

1.3 50 mM Potassium phosphate (1000 มิลลิลิตร)

- Dipotassium hydrogen orthophosphate (K_2HPO_4) 7.05 กรัม
- Potassium dihydrogen orthophosphate (KH_2PO_4) 1.30 กรัม
- Distilled water 1000 มิลลิลิตร

ทำการละลาย K_2HPO_4 7.05 กรัมและ KH_2PO_4 1.30 กรัม ใน Distilled water 970 มิลลิลิตร จากนั้นปรับ pH ให้เป็น 7.4 ด้วย 1 M KH_2PO_4 แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 1000 มิลลิลิตร เก็บในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส

1.4 4 N Hydrochloric acid (HCL) (250 มิลลิลิตร)

- Hydrochloric acid 82.81 มิลลิลิตร
- Distilled water

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท Distilled water ลงในขวดปรับปริมาตร จากนั้นค่อยๆเติม HCL 82.81 มิลลิลิตร ลงไป แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 250 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส

1.5 0.2% Butylated hydroxytoluene (BHT) (100 มิลลิลิตร)

- Butylated hydroxytoluene 0.2 กรัม
- Ethanol 100 มิลลิลิตร

ทำการละลาย Butylated hydroxytoluene 0.2 กรัมใน Ethanol 70 มิลลิลิตร แล้วปรับปริมาตรด้วย Ethanol ให้ครบ 100 มิลลิลิตร ควรเตรียมใหม่ทุกครั้งเมื่อใช้งาน

1.6 Stock MDA 100 mM 1,1,3,3-Tetraethoxypropane (TEP) (1000 มิลลิลิตร)

- 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 24.47 ไมโครลิตร
- HCL
- Distilled water

ทำการผสม 1,1,3,3-Tetraethoxypropane 24.47 ไมโครลิตร ลงใน Distilled water 950 มิลลิลิตร แล้วเติม HCL 5-6 หยด แล้วปรับปริมาตรด้วย Distilled water ให้ครบ 1000 มิลลิลิตร เก็บในขวดสีชา ในตู้เย็นที่ 4 องศาเซลเซียส

2. การวิเคราะห์หาความเข้มข้น malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ

2.1 วิธีการสกัด malonaldehyde ในกล้ามเนื้อ ด้วยเทคนิค TBARs test

1) นำตัวอย่างเนื้อมาบดให้ละเอียด จากนั้นสุ่มชั่งตัวอย่างเนื้อบดมาตัวอย่างละ 10.00 กรัม

2) เติม 50 mM Potassium phosphate 9 มิลลิลิตร BHT 1 มิลลิลิตรและน้ำกลั่น 40 มิลลิลิตรลงในตัวอย่างเนื้อบด จากนั้นนำมา homogenized ด้วยเครื่อง homogenizer ที่ความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที เป็นระยะเวลา 1 นาที ใส่ลงในหลอดย่อยโปรตีน

3) นำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร มาเป็นตัวเปรียบเทียบกราฟมาตรฐาน (standard curve) จากนั้นนำไปกลั่นด้วยเครื่องกลั่นโปรตีน

4) ก่อนกลั่นจะเติม 4N HCL 1.25 มิลลิลิตรและ anti-foaming agent 5-6 หยด

5) นำหลอดย่อยโปรตีนต่อเข้ากับเครื่องกลั่นโปรตีน กลั่นจนได้ของเหลวในขวดลูกชมพู่ปริมาตร 50 มิลลิลิตร แล้วปิดด้วยอลูมิเนียมฟอยด์

6) นำสารละลายที่กลั่นได้มาปริมาณ 5 มิลลิลิตรใส่ในหลอดเกลียวแล้วเติม 0.069 M TBA 5 มิลลิลิตร ปิดฝาแล้วผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) นำมาต้มในอ่างควบคุมอุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 55 นาที เขย่าทุกๆ 5 นาที เพื่อเร่งให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์

8) เมื่อครบระยะเวลาที่กำหนดแล้ว นำออกจากอ่างควบคุมอุณหภูมิ แล้วนำไปทำให้เย็นลงทันทีในน้ำแข็ง แล้วตั้งทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องประมาณ 10 นาที

9) นำตัวอย่างไปวัดค่าดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร

10) คำนวณค่า TBARs Value

2. การวิเคราะห์หาความเข้มข้นของ malonaldehyde (MDA)

ทำกราฟมาตรฐานของสารละลาย MDA ในเนื้อ โดยนำ stock MDA มาเจือจางให้ได้ความเข้มข้น 0, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 และ 5.0 ไมโครโมลต่อไมโครลิตร จากนั้นนำสารละลาย stock MDA ไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 532 นาโนเมตร นำค่าที่ได้ไปสร้างกราฟมาตรฐานและคำนวณสมการถดถอย $y = ax + b$ โดยค่า y เป็นค่าการดูดกลืนแสง และค่า x เป็นค่าความเข้มข้นของสารละลาย stock MDA แล้วนำไปคำนวณค่า TBARs Value จากสูตร

$$\text{TBARs Value (mg MDA / kg sample)} = \frac{(X*10*72)}{\text{น้ำหนักเนื้อตัวอย่าง}}$$

เมื่อ X = ค่าดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร

10 = dilution

72 = น้ำหนักโมเลกุลของ MDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

แบบประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของเนื้อเจอร์กี้

วันที่ ..... หมายเลขแบบประเมิน.....

1. รายระเอียดของผู้ประเมิน

เพศ ○ ชาย ○ หญิง

ช่วงอายุ ○ ต่ำกว่า 20 ปี ○ 20-25 ปี ○ มากกว่า 26 ปี

คุณจะได้รับตัวอย่างทั้งหมด 5 ชุดตัวอย่าง เพื่อประกอบการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

1. ตัวอย่าง .....
2. ตัวอย่าง .....
3. ตัวอย่าง .....
4. ตัวอย่าง .....
5. ตัวอย่าง .....

ให้ผู้ประเมินทำการประเมินระดับความชอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสตัวอย่างเนื้อเจอร์กี้แต่ละตัวอย่างจากนั้นทำเครื่องหมาย X ลงใน ○ ที่ตรงกับระดับความชอบของผู้ประเมิน

@@@ กรุณากลั้วปากด้วยน้ำดื่มก่อนชิมตัวอย่างแรก และก่อนชิมตัวอย่างถัดไป @@@

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง.....

1. ความชอบด้านสี

○	○	○	○	○
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก

เหตุผล :

.....

2. ความชอบด้านกลิ่น

○	○	○	○	○
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก

เหตุผล :

.....

3. ความชอบด้านรสชาติ

○	○	○	○	○
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก

เหตุผล :

.....

4. ความชอบโดยรวม

○	○	○	○	○
ไม่ชอบมาก	ไม่ชอบ	เฉยๆ	ชอบ	ชอบมาก

เหตุผล :

.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ตารางผลการทดลอง

ตารางภาคผนวกที่ ค 1 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อสุกร

	Yellowness				
ระดับชา	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	7.23±1.72	7.48± 1.32	7.97± 0.72	7.98± 1.66	7.88±1.16
50 mg/kg	7.23±1.72	7.12± 2.20	7.38± 0.86	7.95± 1.57	7.83± 0.77
100 mg/kg	7.23±1.72	7.16±1.50	7.62± 1.34	7.49± 1.25	7.48± 0.70
200 mg/kg	7.23±1.72	7.28± 0.99	7.17± 1.23	7.53± 1.60	7.58± 0.70
300 mg/kg	7.23±1.72	7.46± 1.48	7.44± 1.01	6.84± 0.98	7.65± 0.80
400 mg/kg	7.23±1.72	7.45±1.42	6.72± 0.87	7.40± 2.24	7.03± 0.83

ตารางภาคผนวกที่ ค 2 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสุกร

	pH				
ระดับชา	Before	After	1 days	3 days	5 days
0 mg/kg	5.76±0.29	5.76±0.32	5.66±0.17	5.71±0.16	5.73±0.18
50 mg/kg	5.76±0.29	5.77±0.31	5.66±0.17	5.72±0.17	5.72±0.19
100 mg/kg	5.76±0.29	5.75±0.29	5.67±0.16	5.72±0.19	5.73±0.18
200 mg/kg	5.76±0.29	5.62±0.49	5.58±0.45	5.70±0.16	5.72±0.19
300 mg/kg	5.76±0.29	5.75±0.27	5.67±0.18	5.70±0.16	5.73±0.18
400 mg/kg	5.76±0.29	5.77±0.29	5.68±0.17	5.71±0.18	5.73±0.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 3 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อสุกร

ระดับชา	Lightness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	63.96±2.67	63.48±3.09	64.41±3.44	63.24±4.51	61.58±4.51	63.26±3.29
50 mg/kg	63.96±2.67	62.70±4.52	65.12±5.03	61.71±4.55	60.40±4.55	62.85±2.38
100 mg/kg	63.96±2.67	63.66±2.38	63.70±4.76	61.55±4.25	62.00±4.25	62.49±1.99
200 mg/kg	63.96±2.67	62.08±3.00	62.73±6.08	61.04±3.20	62.15±3.20	60.27±2.94
300 mg/kg	63.96±2.67	61.64±3.30	61.99±5.77	60.31±2.73	61.34±2.73	61.79±2.65
400 mg/kg	63.96±2.67	61.38±3.13	61.57±6.70	59.17±3.03	60.82±3.03	60.67±2.82

ตารางภาคผนวกที่ ค 4 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสุกร

ระดับชา	Redness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	13.83±1.28	13.22±1.19	14.79±1.88	12.58±1.80	12.74±1.60	11.96±2.45
50 mg/kg	13.83±1.28	13.76±1.25	14.56±1.84	13.55±1.87	13.29±2.00	12.01±1.40
100 mg/kg	13.83±1.28	13.31±1.62	14.25±1.59	12.42±1.36	12.81±1.26	11.95±1.26
200 mg/kg	13.83±1.28	13.44±1.49	15.46±3.64	12.38±0.81	13.10±0.96	12.78±2.17
300 mg/kg	13.83±1.28	14.23±1.66	14.81±3.16	12.64±1.41	12.72±0.94	11.83±1.05
400 mg/kg	13.83±1.28	13.80±1.97	14.77±3.43	12.66±2.14	12.51±0.98	12.39±1.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 5 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อสุกร

ระดับชา	Yellowness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	7.59±1.51	7.01±1.33	7.83±1.06	7.86±1.11	8.34±1.38	9.11±1.77
50 mg/kg	7.59±1.51	7.76±3.78	8.03±1.11	8.68±1.25	8.20±1.44	8.67±1.42
100 mg/kg	7.59±1.51	7.55±1.30	7.33±1.03	7.65±0.70	8.59±1.40	8.42±1.50
200 mg/kg	7.59±1.51	7.34±1.33	8.13±1.49	7.29±1.15	9.70±4.29	8.68±1.47
300 mg/kg	7.59±1.51	7.77±1.80	7.09±1.26	7.24±1.15	8.08±0.71	8.19±1.53
400 mg/kg	7.59±1.51	7.61±1.38	7.36±1.44	7.31±1.53	7.75±1.27	8.64±1.29

ตารางภาคผนวกที่ ค 6 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความเป็นกรดด่างสุกรของเนื้อสุกร

ระดับชา	pH					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	5.59±0.07	5.58±0.08	5.73±0.06	5.64±0.02	5.68±0.11	5.72±0.15
50 mg/kg	5.59±0.07	5.60±0.07	5.72±0.08	5.65±0.02	5.68±0.11	5.75±0.17
100 mg/kg	5.59±0.07	5.59±0.09	5.74±0.08	5.69±0.05	5.68±0.10	5.74±0.16
200 mg/kg	5.59±0.07	5.59±0.08	5.73±0.09	5.68±0.02	5.68±0.10	5.73±0.15
300 mg/kg	5.59±0.07	5.61±0.07	5.73±0.07	5.66±0.04	5.70±0.10	5.73±0.16
400 mg/kg	5.59±0.07	5.59±0.07	5.72±0.06	5.65±0.03	5.70±0.09	5.73±0.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 7 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านนอก

ระดับชา	Lightness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	47.10±2.49	47.10±3.49	46.67±3.07	45.77±2.47	44.63±3.76
200 mg/kg	45.35±5.10	44.08±1.35	42.06±2.28	41.89±1.74	42.58±1.91
400 mg/kg	43.04±3.52	42.76±0.65	39.23±2.80	39.98±5.58	40.15±2.32
600 mg/kg	43.49±2.48	43.63±1.88	39.00±3.98	36.84±3.19	37.86±3.58

ตารางภาคผนวกที่ ค 8 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

ระดับชา	Lightness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	47.10±2.49	45.01±1.85	45.47±1.06	44.02±3.28	44.93±2.61
200 mg/kg	45.35±5.10	42.24±6.99	45.57±1.98	43.64±4.52	42.59±2.48
400 mg/kg	43.04±3.52	41.18±3.38	41.07±1.83	42.53±2.13	42.46±2.04
600 mg/kg	43.49±2.48	42.57±1.99	44.22±2.52	43.57±2.67	40.77±2.48

ตารางภาคผนวกที่ ค 9 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

ระดับชา	Yellowness				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	3.01±0.70	8.28±2.57	9.92±1.24	8.64±2.00	9.48±1.10
200 mg/kg	4.71±1.43	8.88±2.51	10.06±1.64	10.18±0.70	10.53±1.78
400 mg/kg	4.71±1.89	10.38±2.51	8.89±1.58	10.37±2.88	10.89±1.53
600 mg/kg	4.92±3.31	8.17±2.39	10.24±1.59	9.06±1.54	9.36±1.69

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 10 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโค

ระดับชา	pH				
	Before	After	1 weeks	2 weeks	3 weeks
0 mg/kg	5.53±0.03	5.51±0.04	5.52±0.03	5.53±0.05	5.51±0.01
200 mg/kg	5.56±0.03	5.55±0.06	5.53±0.03	5.56±0.02	5.52±0.06
400 mg/kg	5.51±0.04	5.50±0.04	5.52±0.03	5.52±0.02	5.51±0.06
600 mg/kg	5.52±0.03	5.51±0.08	5.48±0.05	5.53±0.03	5.49±0.03

ตารางภาคผนวกที่ ค 11 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความสว่าง (Lightness, L*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

ระดับชา	Lightness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	47.10±2.49	46.27±2.76	45.41±3.09	43.38±.6.28	43.61±1.96	43.64±2.49
200 mg/kg	45.35±5.10	40.80±2.86	44.36±5.31	43.75±2.61	41.25±3.45	41.58±5.52
400 mg/kg	43.04±3.52	43.18±2.16	41.12±4.13	39.45±2.87	40.86±1.23	38.55±2.81
600 mg/kg	43.49±2.48	44.03±2.15	42.92±3.72	40.74±3.05	39.41±2.81	39.01±1.66

ตารางภาคผนวกที่ ค 12 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (Yellowness, b*) ของเนื้อโคที่ผิวด้านใน

ระดับชา	Yellowness					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	3.01±0.07	9.53±1.83	8.13±1.36	8.10±0.90	9.20±2.01	7.55±1.30
200 mg/kg	4.71±1.43	8.29±1.29	8.30±2.64	8.12±0.63	9.18±1.19	9.18±1.63
400 mg/kg	4.71±1.89	9.33±1.17	8.63±2.20	9.31±1.57	11.14±1.26	9.28±2.08
600 mg/kg	4.92±3.31	9.78±1.07	7.60±1.16	7.87±1.04	9.42±2.12	9.50±1.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ค 13 อิทธิพลของการใช้สารสกัดชาเขียวและระยะเวลาในการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโค

ระดับชา	pH					
	Before	After	2 weeks	4 weeks	6 weeks	8 weeks
0 mg/kg	5.53±0.03	5.50±0.05	5.55±0.03	5.59±0.08	5.45±0.10	5.53±0.02
200 mg/kg	5.56±0.03	5.55±0.05	5.56±0.03	5.57±0.05	5.49±0.14	5.54±0.05
400 mg/kg	5.51±0.04	5.49±0.06	5.54±0.03	5.58±0.05	5.49±0.10	5.53±0.03
600 mg/kg	5.52±0.03	5.49±0.05	5.53±0.04	5.56±0.03	5.49±0.12	5.56±0.03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

การวิเคราะห์ทางสถิติ

ตารางภาคผนวกที่ ง 1 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรก่อนการผสมสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0	0	0	1
B	2	9.1626	4.5813	1397.35	<0.0001
C.V.	1.094815				

ตารางภาคผนวกที่ ง 2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรภายหลังการผสมสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.052992	0.010598	1.83	0.14
B	2	9.5354	4.7677	821.6	<0.0001
C.V.	1.461902				

ตารางภาคผนวกที่ ง 3 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรวันที่ 1

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.049525	0.009905	1.28	0.2997
B	2	1.550517	0.775258	100.3	<0.0001
C.V.	1.756332				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 4 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรวันที่ 3

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.153214	0.030643	1.68	0.1729
B	2	4.329489	2.164744	118.46	<0.0001
C.V.	2.654201				

ตารางภาคผนวกที่ ง 5 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรวันที่ 5

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.170367	0.034073	3.06	0.0252
B	2	16.1538	8.0769	724.54	<0.0001
C.V.	2.007904				

ตารางภาคผนวกที่ ง 6 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	404.332382	80.866476	21.66	<0.0001
Time	4	375.191134	93.797784	25.12	<0.0001
B	2	3867.50631	1933.753155	517.92	<0.0001
Green Tea*Time	20	138.211443	6.910572	1.85	0.0140
C.V.	3.092475				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 7 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	7.0035965	1.4007193	1.46	0.2015
Time	4	127.5547493	31.8886873	33.23	<0.0001
B	2	430.307917	215.1539585	224.21	<0.0001
Green Tea*Time	20	37.5743841	1.8787192	1.96	0.0080
C.V.	7.492378				

ตารางภาคผนวกที่ ง 8 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	15.0783409	3.0156682	3.16	0.0080
Time	4	8.9476937	2.2369234	2.35	0.0536
B	2	468.6667215	234.3333607	245.87	<0.0001
Green Tea*Time	20	27.340073	1.3670036	1.43	0.1004
C.V.	13.17767				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 9 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	0.09246963	0.01849393	1.62	0.1558
Time	4	0.35464074	0.08866019	7.76	<0.0001
B	2	12.63466963	6.31733481	552.83	<0.0001
Green Tea*Time	20	0.11731926	0.00586596	0.51	0.9597
C.V.	1.869699				

ตารางภาคผนวกที่ ง 10 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	0.01675785	0.00335157	12.65	<0.0001
Time	4	0.02044491	0.00511123	19.3	<0.0001
B	2	0.27122456	0.13561228	512	<0.0001
Green Tea*Time	20	0.01584056	0.00079203	2.99	<0.0001
C.V.	11.49648				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 11 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรก่อนการผสมสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0	0	0	1
B	2	9.8942	4.9471	9234.59	<0.0001
C.V.	0.443684				

ตารางภาคผนวกที่ ง 12 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรภายหลังการผสมสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.877967	0.175593	2.89	0.0315
B	2	2.597617	1.298808	21.39	<0.0001
C.V.	4.884265				

ตารางภาคผนวกที่ ง 13 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมเนื้อสุกรสัปดาห์ที่ 2

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.106781	0.021356	1.19	0.3374
B	2	14.00641	7.003203	391.57	<0.0001
C.V.	2.880313				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 14 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรสัปดาห์ที่ 4

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.242925	0.048585	5.76	0.0009
B	2	6.261517	3.130758	371.39	<0.0001
C.V.	1.931227				

ตารางภาคผนวกที่ ง 15 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรสัปดาห์ที่ 6

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.306747	0.061349	5.4	0.0013
B	2	10.09429	5.047144	444.5	<0.0001
C.V.	2.417952				

ตารางภาคผนวกที่ ง 16 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อสุกรสัปดาห์ที่ 8

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	5	0.144458	0.028892	3.55	0.013
B	2	7.492117	3.746058	460.65	<0.0001
C.V.	1.918349				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 17 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	321.518862	64.303772	8.81	<0.0001
Time	5	644.762621	128.952524	17.67	<0.0001
B	2	7522.585754	3761.292877	515.4	<0.0001
Green Tea*Time	25	278.060652	11.122426	1.52	0.0500
C.V.	4.332206				

ตารางภาคผนวกที่ ง 18 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (a*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	14.355301	2.87106	1.98	0.0794
Time	5	476.815562	95.363112	65.84	<0.0001
B	2	1007.121076	503.560538	347.69	<0.0001
Green Tea*Time	25	48.286145	1.931446	1.33	0.1294
C.V.	9.031921				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 19 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็งต่อค่าสีเหลือง (b*) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	22.915429	4.5830858	2.08	0.0663
Time	5	128.4176623	25.6835325	11.65	<0.0001
B	2	276.9653086	138.4826543	62.83	<0.0001
Green Tea*Time	25	78.0633802	3.1225352	1.42	0.0870
C.V.	18.77158				

ตารางภาคผนวกที่ ง 20 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็งต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	0.00975463	0.00195093	0.37	0.8689
Time	5	1.14601019	0.22920204	43.49	<0.0001
B	2	0.97538519	0.48769259	92.55	<0.0001
Green Tea*Time	25	0.02873241	0.0011493	0.22	1.0000
C.V.	1.281703				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 21 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS) ของเนื้อสุกร

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	5	0.07845498	0.015691	22.3	<0.0001
Time	5	0.03816161	0.00763232	10.85	<0.0001
B	2	0.43620801	0.218104	309.95	<0.0001
Green Tea*Time	25	0.05228782	0.00209151	2.97	<0.0001
C.V.	17.78742				

ตารางภาคผนวกที่ ง 22 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.636446	0.545482	11.57	0.0002
B	2	3.482858	1.741429	36.93	<0.0001
C.V.	4.833825				

ตารางภาคผนวกที่ ง 23 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	0.784683	0.261561	9.53	0.0005
B	2	8.057233	4.028617	146.77	<0.0001
C.V.	4.056515				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 24 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 1

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.804246	0.601415	7.91	0.0014
B	2	6.733733	3.366867	44.29	<0.0001
C.V.	5.999956				

ตารางภาคผนวกที่ ง 25 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 2

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	2.162213	0.720738	4.84	0.0122
B	2	2.499175	1.249588	8.39	0.0027
C.V.	8.687081				

ตารางภาคผนวกที่ ง 26 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 3

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.915383	0.638461	3.55	0.0352
B	2	3.555308	1.777654	9.9	0.0013
C.V.	8.110684				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 27 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (L*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	993.0799217	331.0266406	34.86	<0.0001
Time	4	446.5483944	111.6370986	11.76	<0.0001
B	2	46.8466711	23.4233356	2.47	0.0881
Green Tea*Time	12	149.5607478	12.4633956	1.31	0.2161
C.V.	7.223288				

ตารางภาคผนวกที่ ง 28 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (L*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	261.40186	87.1339533	9.13	<0.0001
Time	4	112.0128478	28.0032119	2.93	0.0225
B	2	84.2909744	42.1454872	4.41	0.0136
Green Tea*Time	12	111.5796678	9.2983056	0.97	0.4762
C.V.	7.096734				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 29 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (a*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	856.2902067	285.4300689	71.17	<0.0001
Time	4	156.8769922	39.2192481	9.78	<0.0001
B	2	29.1069378	14.5534689	3.63	0.0288
Green Tea*Time	12	633.8297767	52.8191481	13.17	<0.0001
C.V.	10.16009				

ตารางภาคผนวกที่ ง 30 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีแดง (a*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	83.323659	27.774553	3.95	0.0095
Time	4	1226.887406	306.721851	43.6	<0.0001
B	2	36.079163	18.039582	2.56	0.0802
Green Tea*Time	12	165.743932	13.811994	1.96	0.0309
C.V.	10.39031				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 31 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (b*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	1060.204188	353.401396	96.46	<0.0001
Time	4	1577.619887	394.404972	107.65	<0.0001
B	2	55.621361	27.810681	7.59	0.0007
Green Tea*Time	12	224.079909	18.673326	5.1	<0.0001
C.V.	18.86543				

ตารางภาคผนวกที่ ง 32 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าสีเหลือง (b*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	38.6531044	12.8843681	3.75	0.0123
Time	4	816.9024922	204.2256231	59.42	<0.0001
B	2	52.6145078	26.3072539	7.65	0.0007
Green Tea*Time	12	55.6084233	4.6340353	1.35	0.1966
C.V.	21.72529				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 33 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	0.02935111	0.0097837	5.74	0.0009
Time	4	0.01666444	0.00416611	2.44	0.0489
B	2	0.01304111	0.00652056	3.82	0.0239
Green Tea*Time	12	0.01230444	0.00102537	0.6	0.8388
C.V.	0.747995				

ตารางภาคผนวกที่ ง 34 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS) ของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	0.00087249	0.00029083	207.54	<0.0001
Time	4	0.00090339	0.00022585	161.17	<0.0001
B	2	0.01401548	0.00700774	5000.76	<0.0001
Green Tea*Time	12	0.00003968	0.00000331	2.36	0.0081
C.V.	0.965913				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 35 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคก่อนการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.636446	0.545482	11.57	0.0002
B	2	3.482858	1.741429	36.93	<0.0001
C.V.	4.833825				

ตารางภาคผนวกที่ ง 36 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคภายหลังการฉีดพ่นสารสกัดชาเขียว

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	0.3789	0.1263	4.83	0.0122
B	2	8.3601	4.18005	159.95	<0.0001
C.V.	4.06687				

ตารางภาคผนวกที่ ง 37 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 2

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.664067	0.554689	7.42	0.0019
B	2	21.39323	10.69662	143.15	<0.0001
C.V.	6.480214				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 38 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 4

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	1.600417	0.533472	7.1	0.0024
B	2	6.550608	3.275304	43.6	<0.0001
C.V.	6.902332				

ตารางภาคผนวกที่ ง 39 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 6

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	2.09965	0.699883	8.66	0.0009
B	2	6.658808	3.329404	41.22	<0.0001
C.V.	7.288916				

ตารางภาคผนวกที่ ง 40 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อโคสัปดาห์ที่ 8

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	3	2.444083	0.814694	17.85	<0.0001
B	2	12.92831	6.464154	141.66	<0.0001
C.V.	5.256146				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 41 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (L*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	2248.414457	749.471486	82.55	<0.0001
Time	5	1928.778869	385.755774	42.49	<0.0001
B	2	30.621351	15.310675	1.69	0.1879
Green Tea*Time	15	455.374707	30.358314	3.34	<0.0001
C.V.	7.427369				

ตารางภาคผนวกที่ ง 42 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าความสว่าง (L*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	475.9131352	158.6377117	17.05	<0.0001
Time	5	440.5008093	88.1001619	9.47	<0.0001
B	2	478.6325926	239.3162963	25.73	<0.0001
Green Tea*Time	15	199.2694537	13.2846302	1.43	0.1375
C.V.	7.160345				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 43 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (a*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	1152.556635	384.185545	27.78	<0.0001
Time	5	307.994825	61.598965	4.45	0.0007
B	2	136.380823	68.190412	4.93	0.0082
Green Tea*Time	15	636.339751	42.42265	3.07	0.0002
C.V.	19.78535				

ตารางภาคผนวกที่ ง 44 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีแดง (a*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	192.174759	64.058253	10.39	<0.0001
Time	5	1041.498693	208.299739	33.79	<0.0001
B	2	14.72449	7.362245	1.19	0.3051
Green Tea*Time	15	174.086185	11.605746	1.88	0.0270
C.V.	9.926239				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 45 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (b*) ที่ผิวด้านนอกของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	818.449641	272.816547	50.07	<0.0001
Time	5	1420.753028	284.150606	52.15	<0.0001
B	2	82.709144	41.354572	7.59	0.0007
Green Tea*Time	15	301.815887	20.121059	3.69	<0.0001
C.V.	24.51754				

ตารางภาคผนวกที่ ง 46 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าสีเหลือง (b*) ที่ผิวด้านในของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	37.1479718	12.3826573	4.65	0.0037
Time	5	676.0692245	135.2138449	50.79	<0.0001
B	2	26.3909843	13.1954921	4.96	0.0080
Green Tea*Time	15	58.0277588	3.8685173	1.45	0.1266
C.V.	20.10157				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 47 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	0.01217222	0.00405741	1.18	0.3185
Time	5	0.19944444	0.03988889	11.6	<0.0001
B	2	0.07475833	0.03737917	10.87	<0.0001
Green Tea*Time	15	0.04061111	0.00270741	0.79	0.6905
C.V.	1.060332				

ตารางภาคผนวกที่ ง 48 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่แข็งต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS) ของเนื้อโค

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	3	0.00180572	0.00060191	305.76	<0.0001
Time	5	0.00164894	0.00032979	167.53	<0.0001
B	2	0.00977286	0.00488643	2482.23	<0.0001
Green Tea*Time	15	0.00012294	0.0000082	4.16	<0.0001
C.V.	1.138382				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 49 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้สัปดาห์ที่ 0

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	4	0.121313	0.030328	3.74	0.0174
B	2	1.216887	0.608443	75.04	<0.0001
C.V.	3.411321				

ตารางภาคผนวกที่ ง 50 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้สัปดาห์ที่ 2

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	4	0.048113	0.012028	0.64	0.6375
B	2	0.099387	0.049693	2.66	0.0917
C.V.	5.220523				

ตารางภาคผนวกที่ ง 51 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้สัปดาห์ที่ 4

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	4	0.029367	0.007342	0.61	0.6626
B	2	0.999787	0.499893	41.23	<0.0001
C.V.	3.692944				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 52 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้สัปดาห์ที่ 6

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	4	0.009287	0.002322	1.59	0.2104
B	2	0.012087	0.006043	4.14	0.0291
C.V.	1.223459				

ตารางภาคผนวกที่ ง 53 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านผลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าจุลินทรีย์รวมของเนื้อเจอร์กี้สัปดาห์ที่ 8

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Treatment	4	0.027213	0.006803	1.44	0.2534
B	2	0.50024	0.25012	52.86	<0.0001
C.V.	1.83823				

ตารางภาคผนวกที่ ง 54 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่า Water Activity ของเนื้อเจอร์กี้

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	4	0.06694447	0.01673612	24.14	<0.0001
Time	4	0.03694145	0.00923536	13.32	<0.0001
B	2	0.0716078	0.0358039	51.64	<0.0001
Green Tea*Time	16	0.01883437	0.00117715	1.7	0.0494
C.V.	3.554514				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางภาคผนวกที่ ง 55 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้านอิทธิพลของระดับความเข้มข้นสารสกัดชาเขียวและระยะเวลาการเก็บรักษาแบบแช่เย็นต่อค่าการออกซิเดชั่นของไขมันในเนื้อ (TBARS) ของเนื้อเจอร์กี้

Source	DF	Type I SS	MS	F	Pr>F
Green Tea	4	0.00022822	0.00005706	68.96	<0.0001
Time	4	0.00044671	0.00011168	134.98	<0.0001
B	2	0.00016508	0.00008254	99.76	<0.0001
Green Tea*Time	16	0.00005173	0.00000323	3.91	<0.0001
C.V.	0.766646				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นางสาวณัฐนันท์ มณีนิล
วัน เดือน ปีเกิด	29 มิถุนายน พ.ศ. 2529
ที่อยู่	70/4 ม. 2 ต. บางกะเจ้า อ. พระประแดง จ. สมุทรปราการ 10130
ประวัติการศึกษา	2546 มัธยมศึกษาตอนปลายโรงเรียนเบญจมราชาลัย ในพระบรมราชูปถัมภ์
	2550 หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต ภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สาขาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
	2554 หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต หลักสูตรเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ สาขาวิชาสัตวศาสตร์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ผลงานทางวิชาการ	ผลงานตีพิมพ์ "Effect of green tea (*Camellia Sinensis*) extract on lipid oxidation and meat quality in raw ground pork during refrigerated storage" : The 14 th Animal Science congress of the Asian-Australasian Association of Animal Production Societies. Pintung, Taiwan. 23th - 27th August 2010.
ทุนวิจัยที่ได้รับ	ทุนสนับสนุนจากศูนย์เครือข่ายการวิจัยเทคโนโลยีเนื้อสัตว์ โดยความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) และสำนักกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)
	ทุนสนันสนุนการทำวิทยานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้