



การประยุกต์ใช้สารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่อบ
Application of *Allium ascalonicum* (Linn.) Crude Extract
for Extending the Shelf Life of Roasted Chicken

อัฉร่า เฝ้ม* และอภิญา บุญรอง
Atchara Phoem* and Apinya Boonrong

หลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา
ตำบลเขารูปช้าง อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา 90110

Bachelor of Science Program in Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Songkhla Rajabhat University,
Khao Rup Chang Subdistrict, Mueang District, Songkhla Province 90110

*Corresponding author, e-mail : atchara.ph@sru.ac.th

(Received: Aug 7, 2023; Revised: Aug 19, 2023; Accepted: Nov 6, 2023)

บทคัดย่อ

การแก้ปัญหาเชื้อ *Salmonella* spp. ปนเปื้อนในเนื้อไก่โดยการใช้สมุนไพรทดแทนสารเคมีสามารถลดผลข้างเคียงที่จะเกิดกับผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. และการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่อบ จากการทดสอบพบว่าสารสกัดหยาบจากหอมแดงที่ความเข้มข้น 2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. โดยวิธี Disc diffusion จำนวน 17 สายพันธุ์ มีช่วงโซนการยับยั้ง 15-18 มิลลิเมตร สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 17 สายพันธุ์ และทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 15 สายพันธุ์โดยวิธี Broth microdilution เมื่อนำเนื้อไก่อบผสมสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ลดลงจาก 6.40 เป็น 3.40 log CFU ต่อกรัม ในการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 4,000 และ 8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ทำให้ค่าความสว่าง (L*) ของเนื้อไก่อบลดลง แต่ค่า a* และค่า b* ของเนื้อไก่อบเพิ่มขึ้น เมื่อเทียบกับชุดควบคุม สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร มีผลทำให้เนื้อไก่อบมีค่าความสว่าง (L*) ค่า a* และค่า b* อยู่ในช่วง 51.31-52.16, 3.19-3.38 และ 18.65-18.93 ตามลำดับ ค่าความหืนของเนื้อไก่อบลดลง เมื่อเทียบกับชุดควบคุม ความหืนของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรอยู่ในช่วง 3.17-3.29 และไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลา 6 วัน ดังนั้นสารสกัดหยาบจากหอมแดงสามารถประยุกต์ใช้ในการยืดอายุเนื้อไก่อบต่อไป

คำสำคัญ : หอมแดง ฤทธิ์ต้านแบคทีเรีย เนื้อไก่อบ *Salmonella* spp.

Abstract

Solving the problem of *Salmonella* spp. contamination in chicken by using medicinal plants instead of chemicals can reduce side effects to consumers. This research aimed to investigate the efficacy of crude extracts from *Allium ascalonicum* in inhibiting *Salmonella* spp. and extending the shelf life of roasted chicken. The test showed that the crude extract from *A. ascalonicum* at a concentration of 2,500 µg/ml could inhibit *Salmonella* spp. by disc diffusion method of 17 strains with an inhibition zone range of 15-18 mm. Crude extract at a concentration of 500 µg/ml could inhibit 17 strains of *Salmonella* spp. and could destroy 15 strains of *Salmonella* spp. by broth microdilution. Roasted chicken mixed with crude extracts at a concentration of 8,000 µg/ml, the number of *Salmonella* sp. (S4) was reduced from 6.40 to 3.40 log CFU/g in storage at 4 °C for 6 days. Crude extracts at concentrations of 4,000 µg/ml and 8,000 µg/ml reduced the lightness (L*) of roasted chicken, but the a* and b* values of roasted chicken increased compared to the control. Crude extracts at concentrations of 8,000 µg/ml resulted in the lightness (L*), a*, and b* values in the ranged of 51.31-52.16, 3.19-3.38 and 18.65-18.93, respectively. The

rancidity of roasted chicken was reduced compared to the control. The rancidity of roasted chicken using crude extracts at a concentration of 8,000 µg/ml ranged from 3.17-3.29 and was unchanged when stored for 6 days. Therefore, crude extract from *A. ascalonicum* can be applied to further extend the shelf life of roasted chicken.

Keywords : *Allium ascalonicum* Linn., Antibacterial activity, Roasted chicken, *Salmonella* spp.

บทนำ

แบคทีเรียเป็นสาเหตุสำคัญในการก่อโรคในระบบทางเดินอาหารของคน การรับประทานอาหารจำพวกสัตว์ปีก เช่น เนื้อไก่ที่มีการปนเปื้อนเซลล์ของเชื้อ *Salmonella* spp. ทำให้เกิดอาการ 3 อย่างคือ ไข้ไทฟอยด์และพาราไทฟอยด์ (Enteric fever) โรคกระเพาะอาหารและลำไส้อักเสบ (Gastroenteritis) และการติดเชื้อในกระแสเลือด (Septicemia) อาการของโรคจะรุนแรงตามปริมาณเชื้อที่เข้าสู่ร่างกาย การทำลายเชื้อโดยใช้ยาปฏิชีวนะในการรักษาหากใช้ยาปฏิชีวนะไม่ถูกวิธีจะทำให้เชื้อเกิดการดื้อต่อยาปฏิชีวนะได้ง่าย (Nikmaram *et al.*, 2018) นอกจากนี้การใช้สารกันเสียประเภทกรดเบนโซอิกในเนื้อไก่ในปริมาณที่เกินกำหนดจะส่งผลกระทบต่อผู้บริโภค โดยทำให้เกิดอาการคลื่นไส้อาเจียน ปวดศีรษะ ท้องเสีย และระคายเคืองในระบบทางเดินอาหาร เป็นต้น แนวทางที่น่าสนใจในการแก้ปัญหาโรคติดเชื้อจาก *Salmonella* spp. คือ การนำพืชสมุนไพรที่มีสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพมาใช้ทดแทน เพราะสมุนไพรหลายชนิดโดยเฉพาะกลุ่มที่ใช้เป็นอาหารหรือกลุ่มเครื่องเทศมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค สามารถหาได้ง่าย ราคาถูก และปลูกใช้ได้เองในครัวเรือน (FDA, 2012)

หอมแดง (*Allium ascalonicum* (Linn.)) มีชื่อสามัญคือ Shallot เป็นพืชสมุนไพรวงศ์ Alliaceae สามารถพบได้ทุกภาคของไทย หอมแดงมีรสฉุน ช่วยขับลม แก้ท้องอืด แก้หวัด แก้อาการอักเสบ และช่วยเจริญอาหาร หอมแดงมีสารประกอบฟีนอลิก (Phenolic compounds) เป็นองค์ประกอบโดยสารกลุ่มใหญ่ที่พบคือ สารฟลาโวนอยด์ (Flavonoids) นอกจากนี้หอมแดงยังมีสารอัลลิซิน (Allicin) ที่มีฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระและป้องกันโรคมะเร็งได้ (Putnik *et al.*, 2019) จากงานวิจัยต่างๆ พบว่า หอมแดงแต่ละชนิดมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารได้หลากหลาย จากงานวิจัยของ Assatarakul & Himasuttidach (2017) พบว่า สารสกัดจากหอมใหญ่ หอมแดง และหอมแขกสามารถต้านอนุมูลอิสระ และยับยั้งเชื้อ *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* O157:H7 ได้ โดยมีค่า Minimal Inhibitory Concentration (MIC) อยู่ระหว่าง 1,250-1,750 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร แต่ไม่สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella enteritidis* ได้ นอกจากนี้สารสกัดหยาบจากหอมแขกสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* มีค่า MIC เป็น 1,170 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร (Snoussi *et al.*, 2016) อาหารปรุงสุกพร้อมบริโภคโดยเฉพาะเนื้อไก่อบกำลังเป็นที่นิยมของผู้บริโภค แต่มีปัญหาในเรื่องการปนเปื้อนเชื้อ *Salmonella* spp. ในระหว่างการผลิตและการเก็บรักษา (Nikmaram *et al.*, 2018) ข้อจำกัดในการศึกษาเกี่ยวกับฤทธิ์ของสารสกัดในการลดการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารส่วนใหญ่มีการศึกษาในเนื้อดิบ จากงานวิจัยของ Abdallah *et al.* (2023) มีการใช้สารสกัดจากมะรุม (*Moringa oleifera*) ในเนื้อวัวดิบที่เก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส พบว่า สามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* Typhimurium และ *Escherichia coli* O157:H7 ได้ดี ส่วนการศึกษาการปนเปื้อนเชื้อก่อโรคในระบบทางเดินอาหารในเนื้อปรุงสุกพบได้ในงานวิจัยของ Gong *et al.* (2021) มีการใช้สารสกัดจากแครนเบอร์รี่ แอนโทไซยานิน (Cranberry anthocyanin) ในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อหมูและเนื้อวัวปรุงสุกพบว่า สารสกัดสามารถยับยั้งเชื้อ *Staphylococcus aureus* ได้ดี จากงานวิจัยที่ผ่านมา ยังไม่มีการศึกษาการใช้สารสกัดจากหอมแดงในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่อบในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp.

ดังนั้น งานวิจัยครั้งนี้จึงสนใจที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. โดยวิธี Disc diffusion และ Broth microdilution และการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อไก่อบที่ทำการเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การสกัดหอมแดงและการวิเคราะห์สารประกอบฟีนอลิก

นำหอมแดงได้รับการพิสูจน์เอกลักษณ์จากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา นำส่วนหัว (bulb) ของหอมแดงปอกเปลือกทั้ง ใช้หอมแดง

จำนวน 5 กิโลกรัม ล้างทำความสะอาดแล้วอบให้แห้งที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส บดให้ละเอียด ทำการสกัดด้วยเอทานอล 95 เปอร์เซ็นต์ (Lab-Scan Analytical Sciences, Thailand) ปริมาตร 10 ลิตร อัตราส่วนหอมแดง : เอทานอลเป็น 1 : 2 (w/v) สกัดเป็นเวลา 7 วัน นำมาระเหยตัวทำละลายออกโดยใช้ Rotary Evaporator (Buchi Rotary Vapor R-114, Switzerland) และนำสารสกัดหยาบที่ได้ซึ่งน้ำหนัก คำนวณเปอร์เซ็นต์ของสารสกัดหยาบที่ได้ (เปอร์เซ็นต์ yield) = (น้ำหนักสารสกัดจากสมุนไพร/น้ำหนักของสมุนไพรที่ใช้ในการสกัด) $\times$ 100 ดัดแปลงจากวิธีการของ Phoem & Voravuthikunchai (2012)

นำหอมแดงมาวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกด้วยวิธี Folin-Ciocalteu colorimetry ใช้สารสกัดหอมแดง 100 ไมโครลิตร ผสมกับน้ำกลั่น 7 มิลลิลิตร และสารละลาย Folin-Ciocalteu (Merck, Germany) 500 ไมโครลิตร วางทิ้งไว้ 4 นาที และเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนตอิ่มตัว (Merck, Germany) 1.5 มิลลิลิตร ปรับปริมาตรด้วยน้ำกลั่นเป็น 10 มิลลิลิตร เขย่าให้เข้ากันวางทิ้งไว้ในที่มืดเป็นเวลา 2 ชั่วโมง วัดค่าการดูดกลืนแสงของสารละลายที่ความยาวคลื่น 765 นาโนเมตร เปรียบเทียบค่าการดูดกลืนแสงกับกราฟมาตรฐานของสารละลายกรดแกลลิก (Gallic acid, Merck, Germany) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (ดัดแปลงจากวิธีการของ Waterhouse, 2002)

2. การทดสอบความสามารถของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อโดยวิธี Disc diffusion (ดัดแปลงจากวิธีของ Clinical and Laboratory Standards Institute, 2009)

นำเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 30 สายพันธุ์ที่แยกจากเนื้อไก่ดิบ พิสูจน์เอกลักษณ์โดยหลักสูตรวิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา นำมาเลี้ยงในอาหาร Tryptic Soy Broth (TSB; Merck, Germany) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อลงในอาหาร TSB ปรับความขุ่นของเชื้อด้วยอาหาร TSB ให้มีระดับความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 McFarland standard เทียบเท่ากับปริมาณเชื้อ 1.5×10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร

นำสารสกัดหยาบมาละลายด้วย Dimethyl Sulfoxide (DMSO; Merck, Germany) หยดสารสกัดหยาบลงกลาง Disc มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 10 ไมโครลิตร

นำเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 30 สายพันธุ์ เกลี่ยให้ทั่วผิวหน้าอาหาร Muller Hinton Agar (MHA; Merck, Germany) โดยใช้ Cotton swab แล้ววาง Disc สารสกัดหยาบบ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 18 ชั่วโมง โดยมี Positive control คือ ยาปฏิชีวนะไซโปรฟลอกซาซิน (Ciprofloxacin, Sigma-Aldrich, Germany) ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และมี Negative control คือ 10 เปอร์เซ็นต์ DMSO วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของโซนการยับยั้ง (Inhibition zone) โดยใช้เวอร์เนียแคลิเปอร์ (Vernier caliper) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

3. การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งการเจริญของเชื้อโดยวิธี Minimal Inhibitory Concentration (MIC) และการทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถทำลายเชื้อโดยวิธี Minimal Bactericidal Concentration (MBC) (ดัดแปลงจากวิธีของ Clinical and Laboratory Standards Institute, 2009)

การทดสอบ MIC

นำเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 30 สายพันธุ์มาเลี้ยงในอาหาร TSB บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ถ่ายเชื้อลงในอาหาร TSB ปรับความขุ่นของเชื้ออาหาร TSB ให้มีระดับความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 McFarland standard เทียบเท่ากับปริมาณเชื้อ 1.5×10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร แล้วเจือจางด้วยอาหาร TSB ให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเป็น 5×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร

นำสารสกัดหยาบมาเจือจางด้วย DMSO ความเข้มข้น 10 เปอร์เซ็นต์ แบบ Two-fold serial dilution ทั้งหมด 10 ความเข้มข้น ใช้ Micropipette ดูดอาหาร Muller Hinton Broth (MHB; Merck, Germany) ปริมาตร 160 ไมโครลิตร ลงใน Microtiter plate (Nunc, Denmark) 96 หลุม เติมสารสกัดหยาบปริมาตร 20 ไมโครลิตร โดยสารสกัดหยาบในหลุมที่ 1-10 มีความเข้มข้นสุดท้ายเป็น 1,000-1.9 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ดูดเชื้อแต่ละชนิดจากข้างต้นปริมาตร 20 ไมโครลิตร ผสมให้เข้ากันจนมีปริมาณเชื้อสุดท้ายเป็น 5×10^5 CFU ต่อมิลลิลิตร คอลัมน์ที่ 11 ใส่เชื้ออย่างเดียว และคอลัมน์ที่ 12 ใส่ 10 เปอร์เซ็นต์ DMSO อย่างเดียว บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 18 ชั่วโมง ทำ 3 ซ้ำ การอ่านผลการเจริญของเชื้อหลุมที่มีความเข้มข้นต่ำสุดที่เชื้อไม่สามารถเจริญ คือหลุมที่มีค่าเป็น MIC โดยมียาปฏิชีวนะไซโปรฟลอกซาซินความเข้มข้น 16-0.12 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็น Positive control

การทดสอบ MBC

นำแต่ละหลุมที่ไม่พบการเจริญของเชื้อก่อโรคจากการทดสอบค่า MIC นำมา Streak บนอาหาร Tryptic Soy Agar (TSA; Merck, Germany) บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมงทำการทดลอง 3 ซ้ำ การอ่านผลค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่เชื้อไม่สามารถเจริญได้มีค่าเป็น MBC

4. การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. ในเนื้อไก่อบ (ดัดแปลงจากวิธีของ Muhialdin *et al.*, 2020)

นำเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) มาเป็นตัวแทนในการศึกษาเนื่องจากสารสกัดหยาบจากหอมแดงสามารถยับยั้งเชื้อชนิดนี้ได้ดีที่สุด นำเชื้อมาเลี้ยงในอาหาร TSB บ่มที่อุณหภูมิ 37 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง นำไปหมุนเหวี่ยงที่ความเร็วรอบ 8,000 g อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที เพื่อเก็บตัวเซลล์ นำตัวเซลล์มาใส่ใน 0.85 เปอร์เซ็นต์ Normal saline solution ปรับความขุ่นของเชื้อด้วย Normal saline solution ให้มีระดับความเข้มข้นเท่ากับ 0.5 McFarland standard เทียบเท่ากับปริมาณเชื้อ 1.5×10^8 CFU ต่อมิลลิลิตร แล้วเจือจางให้มีปริมาณเชื้อเริ่มต้นเป็น 1×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร (ส่วนใสของเชื้อ)

เตรียมสารสกัดหยาบจากหอมแดงมีค่าความเข้มข้นเป็น 8MIC และ 16MIC (ค่า MIC ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงต่อเชื้อ *Salmonella* sp. (S4))

นำเนื้อไก่ปีกบน ซื้อมาจากซูเปอร์มาร์เก็ตจำนวน 1,000 กรัม ล้างให้สะอาด จากนั้นอบเนื้อไก่ในไมโครเวฟ (Sharp, Chachoengsao, Thailand) ที่อุณหภูมิ 180 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 3 นาที วางทิ้งไว้ให้เย็น แบ่งการทดลองเป็น 3 กลุ่มดังนี้คือ

กลุ่มที่ 1 นำเนื้อไก่อบผสมกับส่วนใสของเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ปริมาณเชื้อ 1×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และผสมกับ 10 เปอร์เซ็นต์ DMSO ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยมีอัตราส่วนของเนื้อไก่อบต่อเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ต่อ 10 เปอร์เซ็นต์ DMSO เป็น 1,000 กรัม : 100 มิลลิลิตร : 100 มิลลิลิตร

กลุ่มที่ 2 นำเนื้อไก่อบผสมกับส่วนใสของเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ปริมาณเชื้อ 1×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และผสมกับสารสกัดหยาบความเข้มข้น 8MIC ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยมีอัตราส่วนของเนื้อไก่อบต่อเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ต่อสารสกัดหยาบเป็น 1,000 กรัม : 100 มิลลิลิตร : 100 มิลลิลิตร

กลุ่มที่ 3 นำเนื้อไก่อบผสมกับส่วนใสของเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ปริมาณเชื้อ 1×10^6 CFU ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร และผสมกับสารสกัดหยาบความเข้มข้น 16MIC ปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยมีอัตราส่วนของเนื้อไก่อบต่อเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ต่อสารสกัดหยาบเป็น 1,000 กรัม : 100 มิลลิลิตร : 100 มิลลิลิตร

นำเนื้อไก่อบแต่ละชุดการทดลองใส่ถุงพลาสติกปิดผนึกปากถุงแบบสุญญากาศวางไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 0 3 6 และ 9 วัน ทำการทดลอง 3 ซ้ำ

5. การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงในเนื้อไก่อบ

1) การตรวจนับจำนวนเชื้อ *Salmonella* sp.

นำตัวอย่างของเนื้อไก่อบ 3 กลุ่มที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 6 และ 9 วัน มาชั่งน้ำหนักกลุ่มละ 10 กรัม แล้วเติม 0.85 เปอร์เซ็นต์ Normal saline solution 90 มิลลิลิตร จากนั้นทำ 10-Fold serial dilution นับจำนวนเชื้อโดยวิธี Spread plate ด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ *Salmonella-Shigella* agar (SS agar; Merck, Germany) นำไปบ่มที่ 37 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง นับจำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. มีลักษณะโคโลนีใสและตรงกลางโคโลนีมีสีดำ ทำการทดลอง 3 ซ้ำ (ISO 6579-2017, 2017)

2) การวิเคราะห์ค่าสี

นำตัวอย่างของเนื้อไก่อบ 3 กลุ่มที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0, 3, 6 และ 9 วัน มาวิเคราะห์ค่าสี (HunterLab ColorFlex, Reston, USA) แสดงผลเป็น L*(Lightness) a*(Redness) และ b*(Yellowness) โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ (ดัดแปลงจากวิธีการของ Mitsumoto *et al.*, 2005)

3) การวิเคราะห์ค่าความหืน (Thio Barbituric Acid Reactive Substances, TBARs)

นำตัวอย่างของเนื้อไก่อบ 3 กลุ่มที่เก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 3 6 และ 9 วัน มาวิเคราะห์ค่าความหืนโดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ การวิเคราะห์ค่าความหืนนำเนื้อไก่ 1 กรัม ผสมกับ 0.25 เปอร์เซ็นต์ Thiobarbituric acid (TBA, Merck, Germany) และ 10 เปอร์เซ็นต์ Trichloroacetic acid (TCA, Merck, Germany) นำส่วนผสมให้ความร้อน

อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ทำให้เย็นแล้วนำไปหมนเหวี่ยงด้วยความเร็ว 12000 g เป็นเวลา 10 นาที นำส่วนใสมาวัดค่าการดูดกลืนแสงความยาวคลื่น 532 นาโนเมตร ด้วยเครื่อง UV-160 Spectrophotometer (Shimadzu, Japan) คำนวณหาค่า TBARs โดยเทียบกับกราฟมาตรฐานของ Malonaldehyde (ดัดแปลงจากวิธีการของ Tajik *et al.*, 2014)

6. การวิเคราะห์ผลทางสถิติ

วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) ผลที่ได้นำมาวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's multiple range test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ นำผลการทดลองที่ได้รายงานผลเป็นค่าเฉลี่ย±ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ผลการวิจัย

1. ผลผลิตของสารสกัดหยาบจากหอมแดง (เปอร์เซ็นต์ yield) และปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในหอมแดง

ทำการสกัดน้ำหนักของสารสกัดหยาบจากหอมแดงมีค่าเป็น 420 กรัม สารสกัดหยาบมีลักษณะเป็นของหนืด มีสีน้ำตาลแดง นำมาคำนวณตามสูตร เปอร์เซ็นต์ yield = (น้ำหนักสารสกัดจากสมุนไพร/น้ำหนักของสมุนไพรที่ใช้ในการสกัด) × 100 = 8.40 เปอร์เซ็นต์

จากการวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบฟีนอลิกทั้งหมดในหอมแดงมีค่าเป็น 12.28±0.30 ไมโครโมลของ GAE ต่อกรัมของน้ำหนักแห้ง

2. ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อก่อโรคเบื้องต้นของสารสกัดหยาบจากหอมแดงโดยวิธี Disc diffusion

ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 2,500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. โดยวิธี Disc diffusion (ตารางที่ 1) พบว่า สารสกัดหยาบออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญด้วยการแสดงโซนการยับยั้งในช่วง 15.00-18.00 มิลลิเมตรต่อเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 17 สายพันธุ์ (56.67 เปอร์เซ็นต์) สารสกัดหยาบออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญด้วยการแสดงโซนการยับยั้งในช่วง 11.00-14.99 มิลลิเมตรต่อเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 7 สายพันธุ์ (23.33 เปอร์เซ็นต์) และสารสกัดหยาบออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญด้วยการแสดงโซนการยับยั้งในช่วง 7.00-10.99 มิลลิเมตรต่อเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 6 สายพันธุ์ (20.00 เปอร์เซ็นต์) โดยใช้ยาปฏิชีวนะไซโปรฟลอกซาซิน ความเข้มข้น 5 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรเป็น Positive control ออกฤทธิ์ยับยั้งการเจริญด้วยการแสดงโซนการยับยั้งในช่วง 18.24-23.30 มิลลิเมตรต่อเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 30 สายพันธุ์ (100.00 เปอร์เซ็นต์)

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบฤทธิ์ต้านเชื้อ *Salmonella* spp. ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงโดยวิธี Disc diffusion

ช่วงโซนการยับยั้งเชื้อ <i>Salmonella</i> spp. (มิลลิเมตร)	จำนวนสายพันธุ์เชื้อ <i>Salmonella</i> spp. ที่ถูกยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)
15.00-18.00	17 (56.67)
11.00-14.99	7 (23.33)
7.00-10.99	6 (20.00)

3. ผลการทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ Minimum Inhibitory Concentration (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดในการทำลายเชื้อ Minimum Bactericidal Concentration (MBC) ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงโดยวิธี Broth microdilution

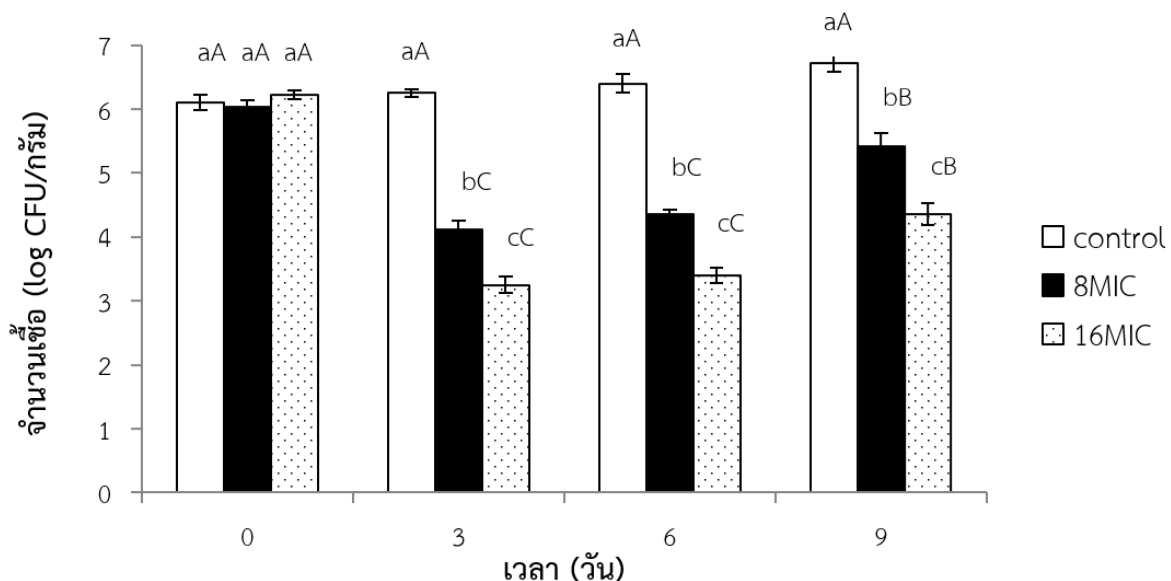
การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ (MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดในการทำลายเชื้อ (MBC) (ตารางที่ 2) พบว่า สารสกัดหยาบแต่ละความเข้มข้นสามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. แต่ละสายพันธุ์ได้แตกต่างกัน โดยสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 17 สายพันธุ์ (56.67 เปอร์เซ็นต์) และทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 15 สายพันธุ์ (50.00 เปอร์เซ็นต์) ส่วนยาปฏิชีวนะไซโปรฟลอกซาซินต่อเชื้อ *Salmonella* spp. จำนวน 30 สายพันธุ์ มีค่า MIC เป็น 0.12-0.50 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และค่า MBC เป็น 0.25-1.00 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

ตารางที่ 2 ค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่สามารถยับยั้ง (MIC) และทำลาย (MBC) เชื้อ *Salmonella* spp. ของสารสกัดหยาบจากหอมแดง

ความเข้มข้นของสารสกัดหยาบ (ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	จำนวนสายพันธุ์เชื้อ <i>Salmonella</i> spp. ที่ถูกยับยั้ง (เปอร์เซ็นต์)	
	ค่า MIC	ค่า MBC
125	4 (13.33)	-
250	6 (20.00)	3 (10.00)
500	17 (56.67)	15 (50.00)
1,000	3 (10.00)	2 (7.00)

4. ผลการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ในเนื้อไก่อบ

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ในเนื้อไก่อบเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน (ภาพที่ 1) พบว่า สารสกัดหยาบที่มีความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้จำนวน *Salmonella* sp. (S4) ลดลงเมื่อเทียบกับเชื้อเริ่มต้น จำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) เริ่มลดลงในวันที่ 3 และ 6 ของการเก็บรักษา ($p < 0.05$) สารสกัดหยาบความเข้มข้น 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ได้ดีกว่าการใช้สารสกัดหยาบความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษาสารสกัดหยาบความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ลดลงจาก 6.40 เป็น 4.35 log CFU ต่อกรัม และสารสกัดหยาบความเข้มข้น 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ลดลงจาก 6.40 เป็น 3.40 log CFU ต่อกรัม แต่ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) เพิ่มขึ้น ($p < 0.05$)



ภาพที่ 1 สารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ในเนื้อไก่อบเก็บรักษาไว้ในอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เวลา 9 วัน โดยใช้สารสกัดหยาบมีความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้คือ ไม่มีสารสกัดหรือ Control (แท่งสีขาว) 8MIC=4,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (แท่งสีดำ) และ 16MIC=8,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร (แท่งลายจุด) ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กบนแท่งกราฟที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในชุดควบคุมและชุดทดสอบแตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่บนแท่งกราฟที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อไก่อบเมื่อใช้สารสกัดหยาบจากหอมแดงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 วัน (ตารางที่ 3) พบว่า สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อไก่อบลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม และค่าความสว่างของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 9 วัน ความสว่างของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 54.97-55.30 และ 51.31-52.16 ตามลำดับ

ค่า a^* บ่งบอกถึงความเป็นสีแดงและสีเขียว ส่วนค่า b^* บ่งบอกถึงความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้ค่า a^* และค่า b^* ของเนื้อไก่อบเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ค่า a^* และค่า b^* ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 9 วัน ($p < 0.05$) ค่า a^* ของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.12-3.47 และ 3.19-3.38 ตามลำดับ และค่า b^* ของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 18.71-19.07 และ 18.65-18.93 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อไก่อบเมื่อใช้สารสกัดหยาบจากหอมแดงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ชุดควบคุม	ค่าสี	
		สารสกัดหยาบ (8MIC=4,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	สารสกัดหยาบ (16MIC=8,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)
ค่าความสว่าง (L*)			
0	60.10±0.07 ^{aA}	55.27±0.11 ^{bA}	51.31±0.07 ^{cA}
3	60.60±0.09 ^{aA}	55.30±0.08 ^{bA}	51.42±0.05 ^{cA}
6	57.07±0.12 ^{aB}	54.97±0.14 ^{bA}	52.16±0.10 ^{cA}
9	53.21±0.10 ^{aC}	55.12±0.15 ^{bA}	51.87±0.04 ^{cA}
ค่าสีแดง-สีเขียว (a*)			
0	1.16±0.04 ^{aA}	3.12±0.05 ^{bA}	3.27±0.12 ^{bA}
3	1.25±0.08 ^{aA}	3.20±0.10 ^{bA}	3.24±0.15 ^{bA}
6	1.32±0.10 ^{aA}	3.47±0.07 ^{bA}	3.38±0.09 ^{bA}
9	1.29±0.07 ^{aA}	3.36±0.04 ^{bA}	3.19±0.07 ^{bA}
ค่าสีเหลือง-สีน้ำเงิน (b*)			
0	15.14±0.13 ^{aA}	18.82±0.11 ^{bA}	18.72±0.05 ^{bA}
3	14.96±0.05 ^{aA}	18.86±0.07 ^{bA}	18.80±0.09 ^{bA}
6	14.90±0.15 ^{aA}	18.71±0.11 ^{bA}	18.65±0.17 ^{bA}
9	15.17±0.12 ^{aA}	19.07±0.03 ^{bA}	18.93±0.06 ^{bA}

ชุดควบคุมคือ ไม่มีการใช้สารสกัดหยาบ ชุดทดสอบคือ เนื้อไก่อบที่เติมสารสกัดหยาบความเข้มข้น 8MIC และ 16MIC

ค่าเฉลี่ยของค่าสี $\pm$ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในชุดควบคุมและชุดทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$) ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

ตารางที่ 4 การเปลี่ยนแปลงค่าความหืน (TBARs) ของเนื้อไก่อบเมื่อใช้สารสกัดหยาบจากหอมแดงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน

ระยะเวลา (วัน)	ค่าความหืน (มิลลิกรัม มาโลอัลดีไฮด์/กิโลกรัม)		
	ชุดควบคุม	สารสกัดหยาบ	สารสกัดหยาบ
		(8MIC=4,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)	(16MIC=8,000 ไมโครกรัม/มิลลิลิตร)
0	6.70±0.07 ^{aA}	3.15±0.02 ^{bA}	3.20±0.09 ^{bA}
3	6.81±0.05 ^{aA}	3.24±0.08 ^{bA}	3.17±0.10 ^{bA}
6	7.85±0.12 ^{aB}	3.16±0.10 ^{bA}	3.29±0.12 ^{bA}
9	9.14±0.05 ^{aC}	4.57±0.05 ^{bB}	4.62±0.08 ^{bB}

ชุดควบคุมคือ ไม่มีการใช้สารสกัดหยาบ ชุดทดสอบคือ เนื้อไก่อบที่เติมสารสกัดหยาบความเข้มข้น 8MIC และ 16MIC ค่าเฉลี่ยของค่าความหืน ± ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน จากการทดลอง 3 ซ้ำ

ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์เล็กในแนวนอนที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในชุดควบคุมและชุดทดสอบแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ตัวอักษรภาษาอังกฤษพิมพ์ใหญ่ในแนวตั้งที่ต่างกันคือ ค่าที่ได้ในแต่ละช่วงเวลาที่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

การเปลี่ยนแปลงค่าความหืน (TBARs) ของเนื้อไก่อบเมื่อใช้สารสกัดหยาบจากหอมแดงแล้วเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน (ตารางที่ 4) พบว่า สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้ค่าความหืนของเนื้อไก่อบลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ค่าความหืนของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบทั้ง 2 ระดับความเข้มข้นไม่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญในช่วง 6 วันแรกของการเก็บรักษา แต่จะเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญในวันที่ 9 ของการเก็บรักษา ส่วนชุดควบคุมค่าความหืนจะเพิ่มเร็วขึ้น ความหืนของเนื้อไก่อบที่ใช้สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) มีค่าอยู่ระหว่าง 3.15-3.24 และ 3.17-3.29 มิลลิกรัมมาโลอัลดีไฮด์ต่อกิโลกรัมตามลำดับ เมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานาน 6 วัน

อภิปรายผลการวิจัย

สารประกอบฟีนอลิกมีปริมาณที่แตกต่างกันในพืชแต่ละชนิดและมีความสามารถในการต้านอนุมูลอิสระได้แตกต่างกัน สารสกัดหยาบจากหอมแดงมีสารประกอบฟีนอลิกมีค่าเป็น 12.28 ไมโครโมล GAE ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง จากงานวิจัยของ Assatarakul & Himasuttidach (2017) ได้ศึกษาปริมาณสารประกอบฟีนอลิกในหอมแขกและหอมใหญ่ มีค่าเป็น 12.97 และ 17.17 ไมโครโมล GAE ต่อกรัมน้ำหนักแห้งตามลำดับ จากการทดสอบสารสกัดหยาบจากหอมแดง ในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. โดยการทดสอบเบื้องต้นตามวิธี Disc diffusion พิจารณาความสามารถในการยับยั้งเชื้อ จากการแพร่ผ่านของสารสกัดหยาบบนอาหารเลี้ยงเชื้อ Muller-Hinton Agar (MHA) พบว่าสารสกัดหยาบสามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ดี การทดสอบค่าความเข้มข้นต่ำสุดในการยับยั้งเชื้อ (Minimal Inhibitory Concentration, MIC) และความเข้มข้นต่ำสุดในการทำลายเชื้อ (Minimal Bactericidal Concentration, MBC) ของสารสกัดโดยวิธี Broth microdilution พบว่า สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. กลุ่มใหญ่ได้ (56.67 เปอร์เซ็นต์) และทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. กลุ่มใหญ่ได้ (50.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งค่า MBC มากกว่า หรือเท่ากับ MIC ดังนั้นสารสกัดหยาบมีฤทธิ์ในการทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. (Bactericidal) สารสกัดหยาบมีความสามารถในการยับยั้งเชื้อได้น้อยกว่ายาปฏิชีวนะไซโปรฟลอกซาซินที่ใช้เป็น Positive control ทั้งนี้ชนิดและปริมาณของสารสำคัญในพืชสมุนไพรแต่ละชนิดมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับแหล่งเพาะปลูกพืชสมุนไพร ชนิดของตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารมีและไม่มีขั้วของตัวทำละลาย และสภาวะของการสกัด เป็นต้น แต่สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 1,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร สามารถยับยั้งเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ 3 สายพันธุ์ (10.00 เปอร์เซ็นต์) ซึ่งน้อยกว่าสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร เนื่องจากเชื้อแต่ละสายพันธุ์มีความทนทานต่อฤทธิ์ของสารสกัดหยาบได้แตกต่างกัน (Putnik *et al.*, 2019) จากงานวิจัยของ Snoussi *et al.* (2016) พบว่า ค่า MIC ของสารสกัดหยาบจากหอมแขกต่อเชื้อ *S. aureus* มีค่าเป็น 1,170 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร และงานวิจัยของ Petropoulos *et al.* (2018) พบว่า สารสกัดจากหอมแดงสามารถยับยั้งเชื้อ *B. cereus* และ *Pseudomonas aeruginosa* มีค่า MIC เป็น 40 และ

30 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรตามลำดับ

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากหอมแดงในการยับยั้งเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ในเนื้อไก่อบพบว่า หอมแดงมีสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบ โดยเฉพาะสารกลุ่มสารฟลาโวนอยด์ และสารอัลลิซิน จึงสามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ได้เมื่อทำการเก็บรักษาอุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นระยะเวลา 6 วัน โดยที่สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) สามารถทำลายเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ได้ดีกว่าสารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้เชื้อ *Salmonella* sp. (S4) จากเริ่มต้น 6 log CFU ต่อกรัม ลดจำนวนลงเหลือ 3-4 log CFU ต่อกรัม แต่ในวันที่ 9 ของการเก็บรักษามีจำนวนเชื้อ *Salmonella* spp. เพิ่มขึ้น เนื่องจากเมื่อเก็บรักษาเป็นเวลานานขึ้นทำให้เนื้อไก่อบมีความชื้นมากขึ้น จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพและเคมีของเนื้อไก่อบเช่น เนื้อไก่อบนิ่มและมีกลิ่นเหม็นหืน (Putnik *et al.*, 2019) แตกต่างจากงานวิจัยของ Gong *et al.* (2021) ได้ศึกษา Cranberry anthocyanin ในการยืดอายุการเก็บรักษาเนื้อหมูและเนื้อวัวปิ้งสุกพบว่า สามารถยับยั้งเชื้อ *S. aureus* ได้ 2-3 log CFU ต่อกรัม ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 9 วัน

สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อไก่อบลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม แต่ค่า a^* และค่า b^* มีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับชุดควบคุม เนื่องจากสารสกัดหยาบมีสีน้ำตาลแดงเคลือบผิวไก่อบทำให้ความสว่างลดลงแต่ความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้น ค่าความสว่างค่า a^* และค่า b^* ของเนื้อไก่อบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 9 วัน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Gong *et al.* (2021) ได้ศึกษา Cranberry anthocyanin ในการเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อหมูและเนื้อวัวปิ้งสุกพบว่า ค่าความสว่าง (L^*) และค่า b^* ลดลง แต่ค่า a^* มีค่าเพิ่มขึ้น

สารสกัดหยาบที่ความเข้มข้น 8MIC (4,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) และ 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้ค่าความชื้นของเนื้อไก่อบลดลงเมื่อเทียบกับชุดควบคุม ค่าความชื้นของเนื้อไก่อบที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน เนื่องจากสารประกอบฟีนอลิกสามารถลดค่าความชื้น กลิ่นเหม็นหืนไขมันเกิดจากการสลายตัวของไขมันในตำแหน่งพันธะคู่เกิดเป็นสารอัลดีไฮด์และคีโตน สอดคล้องกับงานวิจัยของ Elhadeb *et al.* (2023) สารสกัดจากเมล็ดปาล์ม (Palm seed extract) สามารถลดค่าความชื้นในเนื้อไก่ดิบได้ดี ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 14 วัน

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

สารสกัดหยาบจากหอมแดงมีค่า yield เป็น 8.40 เปอร์เซ็นต์ และสารประกอบฟีนอลิกเป็นองค์ประกอบมีค่าเป็น 12.28 ไมโครโมล GAE ต่อกรัมน้ำหนักแห้ง สกัดหยาบที่ความเข้มข้น 500 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตรสามารถยับยั้งและทำลายเชื้อ *Salmonella* spp. ได้ เมื่อนำเนื้อไก่อบผสมสารสกัดหยาบความเข้มข้น 16MIC (8,000 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร) ทำให้จำนวนเชื้อ *Salmonella* sp. (S4) ลดลงจาก 6.40 เป็น 3.40 log CFU ต่อกรัม ในวันที่ 6 ของการเก็บรักษา ค่าความสว่าง (L^*) ของเนื้อไก่อบลดลงแต่ค่า a^* และค่า b^* ของเนื้อไก่อบเพิ่มขึ้น นอกจากนี้ค่าความชื้นของเนื้อไก่อบลดลงเมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 วัน ดังนั้นสารสกัดหยาบจากหอมแดงมีความเป็นไปได้ที่จะนำมาใช้เป็นสารสกัดชีวภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อ *Salmonella* spp. ในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อไก่ แต่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการหาวิธีการสกัดสารเพื่อให้ได้หอมแดงที่มี Yield ที่สูงขึ้น การทดสอบประสิทธิภาพสัมผัสในการบริโภคผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อไก่ที่มีสารสกัดหยาบจากหอมแดง และการทดสอบสารสกัดหยาบจากหอมแดงกับเชื้อชนิดอื่นที่ปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทเนื้อไก่

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเครื่องมือวิทยาศาสตร์ วัสดุอุปกรณ์ อาหารเลี้ยงเชื้อ และสารเคมีจากหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏสงขลา

เอกสารอ้างอิง

Abdallah, R., Mostafa, N. Y., Kirrella, G. A., Gaballah, I., Imre, K., Morar, A., *et al.* (2023). Antimicrobial effect of *Moringa oleifera* leaves extract on foodborne pathogens in ground beef. *Foods*, 12(4), 766.



- Assatarakul, K. & Himasuttidach, N. (2017). Antioxidant and antibacterial activities of onion extract and applications in mixed fruit and vegetable juice. *Journal of Food Technology, Siam University*, 12(1), 71-83. (in Thai)
- Clinical and Laboratory Standards Institute. (2009). *Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically; Approved standard (8th ed)*. Clinical and Laboratory Standards Institute document M07-A8. Wayne, PA, Laboratory Standards Institute.
- Elhadeif, K., Chaari, M., Akermi, S., Nirmal, N. P., Mousavi -K. A., Abdelkafi, S., *et al.* (2023). Production of functional raw chicken meat by incorporation of date palm seed extract: an assessment of microbiological, chemical and sensory properties. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 1-17.
- FDA, B. B. B. (2012). *Handbook of foodborne pathogenic microorganisms and natural toxins*. Food and Drug Administration. MD, USA: Silver Spring.
- Gong, S., Fei, P., Sun, Q., Guo, L., Jiang, L., Duo, K., *et al.* (2021). Action mode of cranberry anthocyanin on physiological and morphological properties of *Staphylococcus aureus* and its application in cooked meat. *Food Microbiology*, 94, 103632.
- ISO 6579-2017. (2017). *Microbiology of the food chain-horizontal method for the detection, enumeration and serotyping of Salmonella-Part 1: detection of Salmonella spp.* Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization.
- Mitsumoto, M., O'Grady, M. N., Kerry, J. P. & 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 Science*, 69(4), 773-779.
- Muhaladin, B. J., Kadum, H., Fathallah, S. & Hussin, A. S. M. (2020). Metabolomics profiling and antibacterial activity of fermented ginger paste extends the shelf life of chicken meat. *LWT*, 132, 109897.
- Nikmaram, N., Budaraju, S., Barba, F. J., Lorenzo, J. M., Cox, R. B., Mallikarjunan, K., *et al.* (2018). Application of plant extracts to improve the shelf-life, nutritional and health-related properties of ready-to-eat meat products. *Meat Science*, 145, 245-255.
- Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. F. R. (2018). Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. *Food Chemistry*, 245, 7-12.
- Phoem, A. N. & Voravuthikunchai, S. P. (2012). Growth stimulation/inhibition effect of medicinal plants on human intestinal microbiota. *Food Science and Biotechnology*, 21(3), 739-745.
- Putnik, P., Gabric, D., Roohinejad, S., Barba F. J., Granato, D., Mallikarjunan, K., *et al.* (2019). An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: from processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, 276, 680-691.
- Snoussi, M., Trabelsi, N., Dehmeni, A., Benzekri, R., Bouslama, L., Hajlaoui, B., *et al.* (2016). Phytochemical analysis, antimicrobial and antioxidant activities of *Allium roseum* var. *odoratissimum* (Desf.) crude extracts. *Industrial Crops and Products*, 89, 533-542.
- Tajik, H., Farhangfar, A., Moradi, M. & Razavi Rohani, S. M. (2014). Effectiveness of clove essential oil and grape seed extract combination on microbial and lipid oxidation characteristics of raw buffalo patty during storage at abuse refrigeration temperature. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38(1), 31-38.
- Waterhouse, A. L. (2002). *Determination of total phenolics*. In Wrolstad, R. E. (ed). *Current protocols in food analytical chemistry*. New York: John Wiley & Sons, Inc.