# บทที่ 4

# ผลการทดลอง

**ส่วนที่ 1** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพาและกระเพรา ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ *(In vitro)*

**การทดลองที่ 1.1** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (*In vitro*) แบ่งการทดลองย่อย 3 การทดลอง ได้แก่

1.1.1 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพา ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์โดยวิธีแพร่ผ่านแผ่นกระดาษกรอง (Disc diffusion method)

จากการนำน้ำมันหอมระเหยโหระพา ปริมาตร 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อทดสอบ แล้วบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลจากบริเวณใส (clear zone) ที่เกิดขึ้นจากผลการถูกยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ดังตารางที่ 3 แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้ง *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* JCM 6124, *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* TISTR 942 ได้ที่สุดโดยไม่พบเชื้อเจริญในจานเพาะเชื้อ (จานเพาะเชื้อขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร) ทั้งที่มีน้ำมันหอมระเหย 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร

เมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ปริมาตร 25 ไมโครลิตร พบว่าสามารถยับยั้ง *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321, *Lactobacillus sakei* TISTR 890, *Enterobacter faecalis* TISTR 888, *Enterobacter faecalis* JCM 5803 และ *Streptococcus sp.* TISTR 1030 ได้ดีมาก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 20 – 27 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้ง *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917, *Lactobacillus sakei* JCM 1157, *Salmonella* Typhimurium TISTR 292, *Escherichia coli* TISTR 780, *Staphylococcus aureus* TISTR 118, *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358, *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963, *Listeria innocua* ATTC 33090 และ *Brochotrix campestris* NBRC 11547 ได้โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสประมาณ 14 – 19 มิลลิเมตร และยับยั้ง *A. hydrophila* TISTR 1321 ได้ดี แต่พบว่ามีผลต่อการยับยั้งเชื้อ *B. campestris* NBRC 11547, *L. innocua* ATCC 33090, *E. coli* TISTR 780 และ *P. fluorescens* TISTR 358 ได้เพียงเล็กน้อย

**ตารางที่ 3** ผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ปริมาตรต่างๆ ในการยับยั้งจุลินทรีย์โดยวิธี Disc diffusion method

| เชื้อทดสอบ | ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส (มิลลิเมตร) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 10ไมโครลิตร | 15 ไมโครลิตร | 20 ไมโครลิตร | 25 ไมโครลิตร |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | 0 | 12.33 ± 1.15 | 15.00 ± 2.94 | 16.33 ± 4.16 | 18.00 ± 4.36 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | 0 | 12.00 ± 1.00 | 14.67 ± 2.08 | 15.67 ± 1.15 | 16.00 ± 1.00 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | 0 | 14.33 ± 0.58 | 15.67 ± 2.08 | 19.00 ± 1.73 | 20.33 ± 2.89 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | 0 | * | * | * | * |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | 0 | * | * | * | * |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | 0 | 16.67 ± 7.64 | 20.67 ± 7.02 | 23.33 ± 5.77 | 24.33 ± 6.66 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | 0 | 16.00 ± 1.00 | 17.67 ± 0.58 | 20.33 ± 0.58 | 20.33 ± 0.58 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | 0 | 11.67 ± 1.53 | 14.00 ± 3.00 | 14.67 ± 2.52 | 15.33 ± 1.53 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | 0 | 10.83 ± 1.04 | 12.33 ± 0.58 | 13.00 ± 1.73 | 19.00 ± 2.18 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | 0 | 13.17 ± 4.19 | 13.00 ± 1.73 | 15.00 ± 2.00 | 16.67 ± 2.08 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | 0 | 18.33 ± 4.16 | 19.33 ± 4.16 | 20.00 ± 5.29 | 22.00 ± 6.24 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | 0 | 11.50 ± 0.50 | 14.33 ± 2.31 | 15.50 ± 1.32 | 16.17 ± 0.76 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | 0 | 11.00 ± 1.00 | 11.83 ± 1.26 | 13.17 ± 2.02 | 14.33 ± 0.58 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | 0 | 19.83 ± 3.62 | 21.67 ± 3.06 | 26.00 ± 5.29 | 27.17 ± 5.30 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | 0 | 11.33 ± 1.15 | 11.67 ± 1.53 | 14.67 ± 0.58 | 18.00 ± 3.00 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | 0 | 10.33 ± 1.04 | 13.50 ± 0.87 | 15.67 ± 2.52 | 17.50 ± 2.60 |

* หมายถึง ยับยั้งทั้งเพลท (เส้นผ่านศูนย์กลาง 45 มิลลิเมตร) ชุดควบคุม หมายถึง ใช้น้ำกลั่นหยดแทนน้ำมันหอมระเหย

ขณะที่หยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร พบว่า สามารถยับยั้ง *E. faecalis* TISTR 888, *Streptococcus sp.* TISTR 1030, *E. faecalis* JCM 5803, *A. hydrophila* TISTR 1321 มีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 20 – 27 มิลลิเมตร ส่วน *L. plantarum* ATCC 14917, *L. sakei* JCM 1157, *L. sakei* TISTR 890, *B. campestris* NBRC 11547 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสประมาณ 16 – 20 มิลลิเมตร นอกจากนี้ *S.* Typhimurium TISTR 292, *E.coli* TISTR 780, *S. aureus* TISTR 118, *P. fluorescens* TISTR 358, *P. fluorescens* JCM 5963 และ *L. innocua* ATTC 33090 มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใสประมาณ 13 – 16 มิลลิเมตร

เมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ปริมาตร 15 ไมโครลิตร พบว่า สามารถยับยั้ง *E. faecalis* TISTR 888 และ *A. hydrophila* TISTR 1321 มีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 20 – 22 มิลลิเมตร ส่วน *L. plantarum* ATCC 14917, *L. sakei* TISTR 890, *Streptococcus sp.* TISTR 1030, *E. faecalis* JCM 5803 มีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 15 – 20 มิลลิเมตร ส่วนที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสต่ำกว่า 15 มิลลิเมตร คือ *L. sakei* JCM 1157, *S.* Typhimurium TISTR 292, *E. coli* TISTR 780, *S. aureus* TISTR 118, *P. fluorescens* TISTR 358, *P. fluorescens* JCM 5963, *B. campestris* NBRC 11547 และ *L. innocua* ATTC 33090

เมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่ปริมาตร 15 และ 10 ไมโครลิตร พบว่ายับยั้งค่อนข้างน้อยโดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสต่ำกว่า 20 มิลลิเมตร ในเชื้อจุลินทรีย์ทุกชนิดที่ทำการทดสอบ

ดังนั้นเมื่อพิจารณาน้ำมันหอมระเหยโหระพาปริมาตร 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร ที่หยดลงบนกระดาษกรอง แล้วนำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อทดสอบพบว่าที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร สามารถยับยั้งเชื้อทดสอบได้มีประสิทธิภาพสูงแต่ใช้น้ำมันหอมระเหยเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับที่ปริมาตร 25 ไมโครลิตร กล่าวคือ เมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยที่ปริมาตร 25 ไมโครลิตร *A. hydrophila* TISTR 1321, *E. faecalis* TISTR 888, *L. sakei* TISTR 890 , *E. faecalis* JCM 5803 และ *Streptococcus sp.* TISTR 1030 ได้ดีมาก โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 27.17, 24.33, 22.00, 20.33 และ 20.33 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร สามารถยับยั้ง *A. hydrophila* TISTR 1321, *E. faecalis* TISTR 888, *L. sakei* TISTR 890, *E. faecalis* JCM 5803 และ *Streptococcus sp.* TISTR 1030

ได้ดีใกล้เคียงกัน โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 26.00, 23.33, 20.00, 20.33 และ 19.00 มิลลิเมตร ตามลำดับ ดังนั้นในศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกรบด จึงใช้ที่ปริมาตร 20 ไมโครลิตร

1.1.2 ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยโหระพาต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (minimal inhibition concentration ; MIC) ด้วยวิธี micro-dilution broth susceptibility assay (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 1999)

จากการนำน้ำมันหอมระเหยโหระพาปริมาตรที่เหมาะสมที่ได้ มาศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยโหระพาต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ minimal inhibition concentration (MIC) แล้วสังเกตหลอดที่มีตะกอน (pellet) สีขาวที่ก้นหลอด รายงานผลเป็น (+) ส่วนหลอดที่ไม่มีจุลินทรีย์ทดสอบขึ้นหรือหลอดที่ไม่มีตะกอน (pellet) รายงานผล (-) ซึ่งความเข้มข้นสุดท้ายที่ไม่มีตะกอนหมายถึงความเข้มข้นที่ต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (MIC) ดังตารางที่ 4 กล่าวคือ เมื่อศึกษาความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) พบว่าน้ำมันหอมระเหยโหระพาสามารถยับยั้งการเจริญของ *A. hydrophila* TISTR 1321 ได้เท่ากับ 156.25 ppm. ส่วน *L. sakei* TISTR 890, *Leu. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942, *E. faecalis* TISTR 888, *Streptococcus* sp. TISTR 1030, *S. aureus* TISTR 118 มีค่า MIC เท่ากับ 625 ppm. และ *L.sakei* subsp. *sakei* JCM $1157^T$ ,*Leu. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM $6124^T$, *S.*Typhimurium TISTR 292 , *E. coli* TISTR 780, *E. faecalis* JCM $5803^T$, *P. fluorescens* JCM $5963^T$ ,*P. fluorescens* TISTR 358 ,*L. innocua* ATCC $33090^T$ มีค่า MIC เท่ากับ 1250 ppm. *L. plantarum* ATCC 14917, *B. campestris* NBRC $11547^T$ มีค่า MIC เท่ากับ 2,500 ppm.

**ตารางที่ 4** ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยโหระพาต่อการยับยั้งการเจริญของเชื้อทดสอบ

| เชื้อทดสอบ | การเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว | | | | | | | | | | MIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ppm.) | | | | | | | | | | |
| | Growth control | Negative control | 5,000 | 2,500 | 1,250 | 625 | 312.5 | 156.25 | 78.12 | 39.06 | |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | + | + | - | - | - | - | - | - | + | + | 156.25 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |

(+) หมายถึง เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (พบตะกอน) (-) หมายถึง ไม่พบการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (ไม่พบตะกอน)

Growth control หมายถึง อาหารเลี้ยงเชื้อ + เชื้อทดสอบ Negative control หมายถึง 0.5% tween80 + อาหารเลี้ยงเชื้อ + เชื้อทดสอบ

1.1.3 ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยโหระพาต่อการทำลายจุลินทรีย์ (minimal bactericidal concentration ; MBC) ด้วยวิธี micro-dilution broth susceptibility assay (National Committee for Clinical Laboraory Standards, 1999)

จากการทดสอบหาค่า MIC ในการทดลองที่ 1.1.2 ให้นำทุกหลอดมา streak ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม (ตารางที่ 1) จากนั้นนำไปบ่มที่อุณหภูมิเหมาะสมเป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานผลเป็น (+) กรณีที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ รายงานผลเป็น (–) ซึ่งความเข้มข้นสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อหมายถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ทดสอบได้ (MBC) ดังตาราง 5

พบว่าความเข้มข้นต่ำสุด (MBC) ของน้ำมันหอมระเหยโหระพาที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ *A. hydrophila* TISTR 1321 ได้เท่ากับ 312.25 ppm. ส่วน *L. sakei* subsp. *sakei* JCM 1157$^{T}$ , *L. sakei* TISTR 890, *E. faecalis* TISTR 888, *Streptococcus* sp. TISTR 1030, *S. aureus* TISTR 118, *E. faecalis* JCM 5803$^{T}$มีค่า MBC เท่ากับ 625 ppm.

*Leu. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124$^{T}$, *S.* Typhimurium TISTR 292, *E. coli* TISTR 780, *P. fluorescens* TISTR 358, *L. innocua* ATCC 33090$^{T}$ , *B. campeatris* NBRC 11547$^{T}$ มีค่า MBC เท่ากับ 1,250 ppm.

*L. plantarum* ATCC14917, *L. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 , *P. fluorescens* JCM 5963$^{T}$ มีค่า MBC เท่ากับ 2,500 ppm.

**ตารางที่ 5** ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยโหระพาต่อการทำลายจุลินทรีย์

| เชื้อทดสอบ | การเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง | | | | | | | | MBC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ppm.) | | | | | | | | |
| | 5,000 | 2,500 | 1,250 | 625 | 312.5 | 156.25 | 78.12 | 39.06 | |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | - | - | - | - | - | + | + | + | 312.5 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | - | - | + | + | + | + | + | + | 1,250 |

(+) เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง (-) ไม่พบการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

**การทดลองที่ 1.2** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยจากกระเพรา ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ต่างๆ (*In vitro*) แบ่งการทดลองย่อย 3 การทดลอง ได้แก่

1.2.1 ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยกระเพรา ในการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ โดยวิธีแพร่ผ่านแผ่นกระดาษกรอง (Disc diffusion method)

จากการนำน้ำมันหอมระเหยกระเพรา ปริมาตร 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร หยดลงบนกระดาษกรอง นำไปวางบนอาหารเลี้ยงเชื้อที่มีเชื้อทดสอบ แล้วบ่มเป็นเวลา 24 ชั่วโมง อ่านผลจากบริเวณใส (clear zone) ที่เกิดขึ้นจากผลการถูกยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย ดังตารางที่ 6 แสดงให้เห็นว่า น้ำมันหอมระเหยกระเพราสามารถยับยั้ง *L. sakei* TISTR 890 ได้ที่สุด ทั้งที่ปริมาตร 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส 14.67, 18.67, 19.33 และ 23.67 มิลลิเมตร ตามลำดับ และเมื่อหยดน้ำมันหอมระเหยที่ปริมาตร 25 ไมโครลิตร พบว่าสามารถยับยั้ง *A. hydrophila* TISTR 1321, *B. campestris* NBRC 11547 ได้รองลงมามีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใส 19.33 และ 19.67 มิลลิเมตร ส่วน *L. plantarum* ATCC 14917, *L. sakei* JCM1157, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* JCM6124, *Leu. mesenteroides* subsp. *mesenteroides* TISTR942, *E. faecalis* TISTR888, *E. faecalis* TISTR 5803, *Streptococcus sp.* TISTR 1030, *S.* Typhimurium TISTR 292, *E. coli* TISTR 780, *S. aureus* TISTR 118, *P. fluorescens* TISTR 358, *P. fluorescens* JCM 5963, *L. innocua* ATTC 33090 ให้ผลการยับยั้งค่อนข้างน้อย โดยมีเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสประมาณ 8.83 - 16.00 มิลลิเมตร ทั้งที่ปริมาตร 10, 15, 20 และ 25 ไมโครลิตร

**ตารางที่ 6** ผลของน้ำมันหอมระเหยกระเพราที่ปริมาตรต่างๆ ในการยับยั้งจุลินทรีย์โดยวิธี Disc diffusion Method

| เชื้อทดสอบ | ค่าเฉลี่ยเส้นผ่านศูนย์กลางบริเวณวงใส (มิลลิเมตร) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | ชุดควบคุม | 10 ไมโครลิตร | 15 ไมโครลิตร | 20 ไมโครลิตร | 25 ไมโครลิตร |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | 0 | 9.50 ± 0.50 | 10.17 ± 1.26 | 11.00 ± 1.73 | 11.83 ± 0.29 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | 0 | 10.00 ± 1.00 | 9.67 ± 1.53 | 11.17 ± 1.04 | 13.00 ± 1.00 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | 0 | 14.67 ± 5.03 | 18.67 ± 10.02 | 19.33 ± 9.45 | 23.67 ± 4.15 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | 0 | 11.00 ± 1.00 | 12.00 ± 0.00 | 12.83 ± 1.04 | 13.33 ± 1.53 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | 0 | 10.00 ± 2.00 | 10.50 ± 1.80 | 14.00 ± 2.00 | 14.67 ± 1.53 |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | 0 | 11.17 ± 0.76 | 12.33 ± 1.53 | 15.50 ± 1.50 | 16.67 ± 1.15 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | 0 | 10.33 ± 4.04 | 14.17 ± 4.07 | 16.00 ± 4.36 | 17.00 ± 5.20 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | 0 | 9.67 ± 1.53 | 12.83 ± 2.75 | 15.33 ± 3.51 | 16.00 ± 3.61 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | 0 | 10.50 ± 0.87 | 11.50 ± 1.50 | 13.00 ± 2.78 | 13.50 ± 3.28 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | 0 | 10.33 ± 0.58 | 11.00 ± 1.00 | 14.33 ± 4.04 | 14.67 ± 3.06 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | 0 | 10.67 ± 0.58 | 11.70 ± 0.52 | 14.00 ± 2.65 | 14.67 ± 2.52 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | 0 | 9.17 ± 0.76 | 10.00 ± 0.00 | 12.00 ± 0.00 | 13.33 ± 0.58 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | 0 | 8.83 ± 1.26 | 12.17 ± 2.57 | 13.50 ± 1.50 | 14.67 ± 1.53 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | 0 | 10.33 ± 0.58 | 11.00 ± 1.00 | 13.33 ± 2.08 | 19.33 ± 6.51 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | 0 | 10.67 ± 1.15 | 12.33 ± 1.15 | 12.67 ± 0.58 | 15.00 ± 1.00 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | 0 | 13.00 ± 3.61 | 14.80 ± 2.88 | 16.00 ± 2.00 | 19.67 ± 3.79 |

ชุดควบคุม หมายถึง ใช้น้ำกลั่นหยดแทนน้ำมันหอมระเหย

1.2.2 ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ minimal inhibition concentration (MIC) ด้วยวิธี micro-dilution broth susceptibility assay (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 1999)

จากการนำน้ำมันหอมระเหยโหระพาปริมาตรที่เหมาะสมที่ได้ มาศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ แล้วสังเกตหลอดที่มีตะกอน (pellet) สีขาวที่ก้นหลอด รายงานผลเป็น (+) ส่วนหลอดที่ไม่มีจุลินทรีย์ทดสอบขึ้นหรือหลอดที่ไม่มีตะกอน (pellet) รายงานผล ( -) ซึ่งความเข้มข้นสุดท้ายที่ไม่มีตะกอนหมายถึงความเข้มข้นที่ต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ (MIC) ดังตาราง 7

พบว่าความเข้มข้นต่ำสุด (MIC) ของน้ำมันหอมระเหยกระเพราที่สามารถยับยั้งการเจริญของ *L.sakei* TISTR 890, *E. faecalis* TISTR 888, *Streptococcus* sp. TISTR 1030 มีค่า MIC เท่ากับ 625 ppm.

*L. sakei* subsp. *sakei* JCM 1157$^{T}$, *S. aureus* TISTR 118, *P. fluorescens* TISTR 358, *A. hydrophila* TISTR 1321, *B. campeatris* NBRC 11547$^{T}$ มีค่า MIC เท่ากับ 1,250 ppm.

*L. plantarum* ATCC 14917, *L. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124$^{T}$, *L. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942, *E. faecalis* JCM 5803$^{T}$, *P. fluorescens* JCM 5963$^{T}$, *L. innocua* ATCC 33090$^{T}$ มีค่า MIC เท่ากับ 2,500 ppm.

*S.* Typhimurium TISTR 292, *E. coli* TISTR 780 มีค่า MIC เท่ากับ 5,000 ppm

**ตารางที่ 7** ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์

| เชื้อทดสอบ | การเจริญของจุลินทรีย์ในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว | | | | | | | | | | MIC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยกระเพรา (ppm.) | | | | | | | | | | |
| | Growth control | Negative control | 5,000 | 2,500 | 1,250 | 625 | 312.5 | 156.25 | 78.12 | 39.06 | |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | + | + | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | 5,000 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | + | + | - | + | + | + | + | + | + | + | 5,000 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | + | + | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | + | + | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |

( + ) เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (พบตะกอน) Growth control หมายถึง อาหารเลี้ยงเชื้อ + เชื้อทดสอบ

( - ) ไม่พบการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อเหลว (ไม่พบตะกอน) Negative control หมายถึง 0.5% tween80 + อาหารเลี้ยงเชื้อ + เชื้อทดสอบ

1.2.3 ศึกษาความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราต่อการทำลายจุลินทรีย์ (minimal bactericidal concentration ; MBC) ด้วยวิธี micro-dilution broth susceptibility assay (National Committee for Clinical Laboratory Standards, 1999)

จากการทดสอบหาค่า MIC ในการทดลองที่ 1.2.2 ให้นำหลอดทุกหลอดมา streak ในอาหารเลี้ยงเชื้อที่เหมาะสม จากนั้นนำไปบ่ม เป็นเวลา 24 ชั่วโมง รายงานผลเป็น (+) กรณีที่เชื้อจุลินทรีย์เจริญได้บนอาหารเลี้ยงเชื้อ ส่วนเชื้อจุลินทรีย์ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ รายงานผลเป็น (–) ซึ่งความเข้มข้นสุดท้ายที่เชื้อจุลินทรีย์ไม่เจริญบนอาหารเลี้ยงเชื้อ หมายถึง ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ทดสอบได้ (MBC)

พบว่าความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราที่สามารถทำลายจุลินทรีย์ *L. sakei* TISTR 890, *E. faecalis* TISTR 888 , *Streptococcus* sp. TISTR 1030 มีค่า MBC ได้เท่ากับ 625 ppm.

*L. sakei* subsp. *sakei* JCM 1157$^{T}$ , *S. aureus* TISTR 118, *P. fluorescens* TISTR 358, *A. hydrophila* TISTR 1321, *B. campeatris* NBRC 11547$^{T}$ ส่วน มีค่า MBC เท่ากับ 1,250 ppm.

*L. plantarum* ATCC 14917, *Leu. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124$^{T}$, *Leu. mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942, *E. faecalis* JCM 5803$^{T}$, *P. fluorescens* JCM 5963, *L. innocua* ATCC 33090$^{T}$ มีค่า MBC เท่ากับ 2,500 ppm.

*S.* Typhimurium TISTR 292, *E. coli* TISTR 780 มีค่า MBC เท่ากับ 5,000 ppm.

**ตารางที่ 8** ความเข้มข้นต่ำสุดของน้ำมันหอมระเหยกระเพราต่อการทำลายจุลินทรีย์

| เชื้อทดสอบ | การเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง | | | | | | | | MBC |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยโหระพา (ppm.) | | | | | | | | |
| | 5,000 | 2,500 | 1,250 | 625 | 312.5 | 156.25 | 78.12 | 39.06 | |
| *Lactobacillus plantarum* ATCC 14917 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Lactobacillus sakei* subsp. *sakei* JCM 1157 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Lactobacillus sakei* TISTR 890 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* JCM 6124 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Leuconostoc mesenteroides* subsp.*mesenteroides* TISTR 942 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Enterococcus faecalis* TISTR 888 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Streptococcus* sp. TISTR 1030 | - | - | - | - | + | + | + | + | 625 |
| *Salmonella* Typhimurium TISTR 292 | - | + | + | + | + | + | + | + | 5,000 |
| *Escherichia coli* TISTR 780 | - | + | + | + | + | + | + | + | 5,000 |
| *Staphylococcus aureus* TISTR 118 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1250 |
| *Enterococcus faecalis* JCM 5803 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2500 |
| *Pseudomonas fluorescens* JCM 5963 | - | - | + | + | + | + | + | + | 2,500 |
| *Pseudomonas fluorescens* TISTR 358 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Aeromonas hydrophila* TISTR 1321 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |
| *Listeria innocua* ATCC 33090 | - | + | + | + | + | + | + | + | 5,000 |
| *Brochotrix campestris* NBRC 11547 | - | - | - | + | + | + | + | + | 1,250 |

(+) เจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

(-) ไม่พบการเจริญในอาหารเลี้ยงเชื้อแข็ง

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

**ส่วนที่ 2** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพาและกระเพราที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกรบด

ทำการศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพาและกระเพราที่มีต่อที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสุกรบด โดยแบ่งการทดลองเป็น 2 การทดลองย่อย คือ

**การทดลองที่ 2.1** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพา ที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกรบด

**การทดลองที่ 2.2** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยกระเพราที่มีต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกรบด

โดยนำเอาเนื้อสันนอกสุกรบดบรรจุกล่องพลาสติก แล้วหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาและกระเพราบนกระดาษกรองติดไว้บริเวณฝากล่องใช้ปริมาตรรวม 20 ไมโครลิตร โดยแบ่งเป็น 2 ชุดการทดสอบ คือ ใช้กระดาษกรอง 1 แผ่น หยด 20 ไมโครลิตร และ ใช้กระดาษกรอง 2 แผ่น หยดแผ่นละ 10 ไมโครลิตร จากนั้นนำกล่องพลาสติกไปไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำการสุ่มตัวอย่างที่ระยะเวลา 0, 1, 3 และ 5 วัน โดยสุ่มตรวจคุณภาพด้านจุลินทรีย์ ได้แก่ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมด จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ จำนวนเชื้อราและยีสต์ จำนวนโคลิฟอร์ม (Coliform) อีโคไล (*E. coli*) และ คุณภาพด้านกายภาพ ได้แก่ ค่าความเป็นกรดด่าง ค่าสีของเนื้อ และเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำระหว่างการเก็บรักษา ผลการทดลองมีดังนี้

**การทดลองที่ 2.1** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยโหระพา ที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสันนอกสุกรบด

1. คุณภาพด้านจุลินทรีย์

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสันนอกสุกรบดก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก พบว่าในแต่ละระยะเวลาในการเก็บรักษาและชุดทดสอบทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือ จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าเริ่มต้น 4.66 log cfu/g. ทั้งที่ใช้กระดาษกรอง 1 แผ่น หยด 20 ไมโครลิตร และ ใช้กระดาษกรอง 2 แผ่น หยดแผ่นละ 10 ไมโครลิตร ซึ่งไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ภายหลังนำกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาติดบนฝากล่องพลาสติก พบจุลินทรีย์ทั้งหมดทั้ง 3 กลุ่ม ไม่แตกต่างกัน($P>0.05$)

เท่ากับ 4.65, 4.62 และ 4.61 ตามลำดับ หลังจากนั้นจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ โดยเมื่อครบวันที่ 5 ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ได้ ของ ชุดควบคุม , 1 แผ่น และ 2 แผ่น เท่ากับ 4.75, 4.80 และ 4.95 log cfu/g. ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ตั้งแต่วันแรกที่ทำการทดลอง ดังตารางที่ 9

**ตารางที่ 9** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log cfu/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 4.66 | 4.65 | 4.75 | 4.70 | 4.75 |
| 1 แผ่น | 4.66 | 4.62 | 4.55 | 4.89 | 4.80 |
| 2 แผ่น | 4.66 | 4.61 | 4.67 | 4.75 | 4.95 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

จากการทดลองตารางที่ 10 พบว่า จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำก่อนและหลังติดแผ่นกระดาษกรอง ไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ในชุดควบคุม และกลุ่มที่ใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น และ 2 แผ่น โดยภายหลัง วันที่ 1 วันที่ 3 และวันที่ 5 ของการติดกระดาษกรองที่มีน้ำมันหอมระเหยโหระพาทั้ง 1 แผ่น และ 2 แผ่น จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำมีค่าสูงขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยชุดควบคุม 1 แผ่น และ 2 แผ่น ในวันที่ 5 ของการทดสอบ มีค่าเท่ากับ 4.75, 4.80 และ 4.95 log cfu/g ตามลำดับ ซึ่งพบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) และเมื่อเก็บในตู้เย็น 4 องศาเซลเซียส นานขึ้น พบการเพิ่มขึ้นในวันที่ 5 ของการเก็บโดยในกลุ่มควบคุม 1 แผ่น และ 2 แผ่น จำนวนจุลินทรีย์มีค่า 5.51, 5.32 และ 5.40 log cfu/g ตามลำดับ

**ตารางที่ 10** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ (log CFU/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 4.72 | 4.75 | 4.84 | 3.87 | 5.51 |
| 1 แผ่น | 4.72 | 4.81 | 5.19 | 4.91 | 5.32 |
| 2 แผ่น | 4.72 | 4.69 | 5.00 | 4.79 | 5.40 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

จำนวนราและยีสต์บนเนื้อสุกรบดทั้ง 3 กลุ่ม ไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยมีค่าใกล้เคียงกับเริ่มต้น และในแต่ละวันจำนวนเชื้อราและยีสต์มีค่าใกล้เคียงกันทั้ง 3 ชุดการทดสอบ ซึ่งในวันเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 3.30 log cfu/g. ซึ่งพบว่าไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อผ่านไป 5 วัน เชื้อราและยีสต์ของ control , 1 แผ่น และ 2 แผ่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.29, 3.38 และ 3.19 log cfu/g. ตามลำดับ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 11

**ตารางที่ 11** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนราและยีสต์ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ราและยีสต์ (log CFU/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 3.30 | 2.85 | 2.82 | 3.32 | 3.29 |
| 1 แผ่น | 3.30 | 2.97 | 2.89 | 3.09 | 3.38 |
| 2 แผ่น | 3.30 | 2.99 | 2.74 | 3.14 | 3.19 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

โคลิฟอร์มบนเนื้อสุกรบดทั้ง 3 กลุ่ม พบว่าไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยในวันเริ่มต้นมีจำนวนเท่ากัน คือ 3.39 log MPN/g ซึ่งลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) กล่าวคือ ชุดควบคุม ชุดที่ใช้กระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาติดไว้บริเวณฝากล่อง ปริมาตร 20 ไมโครลิตร จำนวน 1 แผ่น และ ใช้กระดาษกรอง 2 แผ่น หยดน้ำมันหอมระเหยแผ่นละ 10 ไมโครลิตร มีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในวันที่ 5 เท่ากับ และ 2.71, 2.77 และ 2.72 log MPN/g ตามลำดับ ดังตารางที่ 12

**ตารางที่ 12** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนโคลิฟอร์มของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | โคลิฟอร์ม (log MPN/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 3.39 | 3.39 | 3.15 | 2.77 | 2.71 |
| 1 แผ่น | 3.39 | 3.33 | 3.05 | 2.91 | 2.77 |
| 2 แผ่น | 3.39 | 3.39 | 3.14 | 2.97 | 2.72 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

การศึกษาครั้งนี้ตรวจไม่พบ *E. coli* ในเนื้อสันนอกสุกรบดทั้ง 3 ชุดการทดสอบ ได้แก่ ชุดควบคุม ชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาทั้ง 1 และ 2 แผ่น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 วัน ดังตารางที่ 13

**ตารางที่ 13** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวน *E. coli* ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | จำนวน *E.coli* (log MPN/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |
| 1 แผ่น | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |
| 2 แผ่น | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

2. คุณภาพด้านกายภาพ

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรบดก่อนติดแผ่นกระดาษกรองชุดควบคุม ชุดที่หยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น และ 2 แผ่น พบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกสุกรบดเริ่มต้นเท่ากับ 5.79, 5.76 และ 5.68 ซึ่งไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) และภายหลังการติดกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา และในวันที่ 1 ก็พบว่าค่าความเป็นกรดด่างไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อเก็บจนถึงวันที่ 3 และ 5 กลับพบความแตกต่างของค่าความเป็นกรดด่าง กล่าวคือ ระยะเวลา 3 วัน ค่าความเป็นกรดด่างของชุดควบคุมกับติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น และ 2 แผ่น ไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติ ($P<0.05$) ระหว่างชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น และ 2 แผ่น เท่ากับ 5.67, 5.72 และ 5.65 ตามลำดับ เช่นเดียวกันกับระยะเวลา 5 วัน ค่าความเป็นกรดด่างของชุดควบคุมกับติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น และ 2 แผ่น ไม่มีค่าต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) แต่มีความแตกต่างทางสถิติระหว่างชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น เท่ากับ 5.69, 5.75 และ 5.67 ตามลำดับ ดังตารางที่ 14 แต่เนื่องจากความแตกต่างเริ่มต้นของค่าความเป็นกรดด่างในแต่ละชุดทดสอบไม่เท่ากัน จึงต้องพิจารณาอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างในวันที่ 1, 3 และ 5 เทียบกับก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก (Before) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ดังตารางที่ 15

**ตารางที่ 14** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 5.79 | 5.75 | 5.70 | 5.67$^{ab}$ | 5.69$^{ab}$ |
| 1 แผ่น | 5.76 | 5.71 | 5.71 | 5.72$^{a}$ | 5.75$^{a}$ |
| 2 แผ่น | 5.68 | 5.67 | 5.64 | 5.65$^{b}$ | 5.67$^{b}$ |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

$^{a,b}$ ตัวอักษรที่แตกต่างกันในแนวตั้งมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$)

**ตารางที่ 15** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่ออัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่าง * | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 0 | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 0.04 | 0.09 | 0.12 | 0.10 |
| 1 แผ่น | 0.05 | 0.05 | 0.04 | 0.01 |
| 2 แผ่น | 0.01 | 0.04 | 0.03 | 0.01 |

*อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่าง หมายถึง ค่าความเป็นกรดด่างของ Before - ค่าความเป็นกรดด่างของ After, วันที่ 1, 3 และ 5

ค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อสันนอกสุกรบดของชุดควบคุม ชุดติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น พบว่าในทุกชุดการทดสอบและระยะเวลาการเก็บรักษาตั้งแต่ 1 ถึง 5 วัน เนื้อสุกรบดมีเปอร์เซนต์เพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเพียงเล็กน้อยซึ่งไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) ดังตารางที่ 16

**ตารางที่ 16** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาการเก็บรักษาต่อค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%) | | |
|---|---|---|---|
| | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 0.32 | 0.57 | 0.47 |
| 1 แผ่น | 0.72 | 0.82 | 0.85 |
| 2 แผ่น | 0.78 | 1.32 | 1.36 |

ค่าสีของเนื้อสันนอกสุกรบด พบว่า แต่ละระยะเวลาในการเก็บรักษาและชุดทดสอบทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือ ค่าความสว่าง (Lightness, L*) พบว่า ชุดควบคุม ก่อนติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น มีค่าความสว่างเท่ากับ 53.96, 53.70 และ 53.86 ตามลำดับ จากนั้นตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา พบว่า ค่าความ

สว่างลดลงและไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) จนกระทั่งวันที่ 5 มีค่าความสว่างเท่ากับ 52.24, 52.34 และ 52.07 ตามลำดับ (ตารางที่ 17)

ส่วนค่าสีแดง (Redness, a*) เป็นค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีแดงของเนื้อ โดยจากการทดลองตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน พบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาและชุดทดสอบทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยค่าสีแดงของเนื้อทั้งชุดควบคุม ซึ่งเพิ่มขึ้นจาก 14.26 เป็น 15.77 ส่วนชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 แผ่น เพิ่มจาก 14.26 เป็น 15.77 และ 2 แผ่น เพิ่มจาก 14.20 เป็น 15.76 ตามลำดับ (ตารางที่ 18)

สำหรับค่าสีเหลือง (yellowness, b*) คือค่าที่บ่งบอกถึงระดับการมีสีเหลืองของเนื้อ จากการทดลองพบว่าระยะเวลาในการเก็บรักษาและชุดทดสอบทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) เช่นเดียวกันกับค่าความสว่างและค่าสีแดง โดยชุดควบคุม เนื้อสันนอกสุกรบดติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น พบว่า ค่าสีเหลือง เท่ากับ 6.47, 6.40 และ 6.49 จากนั้นมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยเป็น 6.86, 6.82 และ 6.77 ซึ่งไม่แตกต่างจากชุดควบคุมตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน (P>0.05) ดังตารางที่ 19

**ตารางที่ 17** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่าง ( L*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดทดสอบ | ค่าความสว่าง (L*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 53.96 | 54.95 | 53.04 | 52.63 | 52.24 |
| 1 แผ่น | 53.70 | 54.05 | 52.79 | 52.74 | 52.34 |
| 2 แผ่น | 53.86 | 54.64 | 53.20 | 52.69 | 52.07 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

**ตารางที่ 18** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดทดสอบ | ค่าสีแดง (Redness, a*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 14.26 | 14.69 | 15.08 | 15.68 | 15.77 |
| 1 แผ่น | 14.26 | 14.81 | 15.17 | 15.28 | 15.77 |
| 2 แผ่น | 14.20 | 14.89 | 15.05 | 15.31 | 15.76 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

**ตารางที่ 19** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดทดสอบ | ค่าสีแดง (Redness, a*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 6.47 | 6.58 | 6.66 | 6.80 | 6.86 |
| 1 แผ่น | 6.40 | 6.57 | 6.68 | 6.70 | 6.82 |
| 2 แผ่น | 6.49 | 6.57 | 6.61 | 6.74 | 6.77 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก

**การทดลองที่ 2.2** ศึกษาผลของน้ำมันหอมระเหยกระเพราที่มีผลต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และคุณภาพทางกายภาพของเนื้อสุกรบด

1. ด้านคุณภาพทางจุลินทรีย์

จากการสุ่มตัวอย่างเนื้อสุกรบดของชุดควบคุม ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา พบว่าจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด มีค่าเริ่มต้น 4.66 log cfu/g. หลังจากนั้น 10 นาที นำมานับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดอีกครั้งได้เท่ากับ 4.65, 4.73 และ 4.78 log cfu/g โดยทุกชุดการทดสอบและระยะเวลาในทุกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) โดยรวมมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นจนครบวันที่ 5 ของการสุ่ม และการเพิ่มขึ้นโดยรวมในแต่ละวันของจำนวนจุลินทรีย์

ทั้งหมดทั้ง 3 ชุดการทดสอบ มีค่าใกล้เคียงกันอย่างมาก เมื่อครบวันที่ 5 ค่าจุลินทรีย์ทั้งหมดที่ได้ของ ชุดควบคุม , 1 แผ่น และ 2 แผ่น เท่ากับ 4.75, 5.06 และ 5.07 log cfu/g. ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังตารางที่ 20

**ตารางที่ 20** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพราและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | จำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมด (log CFU/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 4.66 | 4.65 | 4.75 | 4.70 | 4.75 |
| 1 แผ่น | 4.66 | 4.73 | 4.99 | 4.76 | 5.06 |
| 2 แผ่น | 4.66 | 4.78 | 4.58 | 4.65 | 5.07 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

จำนวนจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ พบว่าน้ำมันหอมระเหยกระเพรามีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อได้ กล่าวคือ จากการสุ่มตรวจจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำของชุดควบคุม ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรอง 1 แผ่น หยด 20 ไมโครลิตร และ ใช้กระดาษกรอง 2 แผ่น หยดแผ่นละ 10 ไมโครลิตร ที่หยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก มีค่าเริ่มต้น 4.72 log cfu/g. และหลังจากนั้น 10 นาที นำมาตรวจอีกครั้ง มีค่าเท่ากับ 4.75, 4.52 และ 4.86 log cfu/g. ตามลำดับ ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) โดยเมื่อเก็บนาน 3 วัน จุลินทรีย์ที่สามารถเจริญได้ในอุณหภูมิต่ำลดลงตามกันทั้ง 3 ชุดการทดสอบ แต่เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษานาน 5 วัน จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ที่อุณหภูมิต่ำกลับเพิ่มขึ้นอีก 2 log cfu/g และมีค่าสูงกว่าวันเริ่มต้นทั้งชุดควบคุม , 1 แผ่น และ 2 แผ่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 5.51, 5.71 และ 5.82 log cfu/g. ตามลำดับ และมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังตารางที่ 21

**ตารางที่ 21** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพราและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำของเนื้อสันนอกสุกรบด

| | จำนวนจุลินทรีย์ที่เจริญได้ในอุณหภูมิต่ำ (log CFU/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 4.72 | 4.75 | 4.84 | 3.87 | 5.51 |
| 1 แผ่น | 4.72 | 4.52 | 5.02 | 3.61 | 5.71 |
| 2 แผ่น | 4.72 | 4.86 | 5.10 | 4.29 | 5.82 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

ราและยีสต์ พบว่าในทุกชุดการทดสอบและระยะเวลาตั้งแต่เริ่มต้นจนครบวันที่ 5 มีค่าใกล้เคียงกันและมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ซึ่งในวันเริ่มต้น มีค่าเท่ากับ 3.30 log cfu/g. เมื่อผ่านไป 5 วัน เชื้อราและยีสต์ของชุดควบคุม, 1 แผ่น และ 2 แผ่น ซึ่งมีค่าเท่ากับ 3.29, 3.45 และ 3.33 log cfu/g. ตามลำดับ ดังตารางที่ 22

**ตารางที่ 22** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนราและยีสต์ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ราและยีสต์ (log CFU/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 3.30 | 2.85 | 2.82 | 3.32 | 3.29 |
| 1 แผ่น | 3.30 | 2.68 | 2.82 | 3.81 | 3.45 |
| 2 แผ่น | 3.30 | 2.86 | 2.93 | 3.70 | 3.33 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

โคลิฟอร์มในวันเริ่มต้นมีจำนวนเท่ากัน คือ 3.26 log MPN/g แล้วลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน และมีค่าไม่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P>0.05$) กล่าวคือ ชุดควบคุม ชุดที่ติดกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา ปริมาตร 20 ไมโครลิตร จำนวน 1 แผ่น และ ใช้กระดาษกรอง 2 แผ่น หยดน้ำมันหอมระเหยแผ่นละ 10 ไมโครลิตร มีจำนวนโคลิฟอร์มแบคทีเรีย ในวันที่ 5 เท่ากับ 2.71, 2.65 และ 2.71 log MPN/g ตามลำดับ ดังตารางที่ 23

**ตารางที่ 23** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพราและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวนโคลิฟอร์มของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | โคลิฟอร์ม (log MPN/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 3.26 | 3.37 | 3.16 | 2.94 | 2.71 |
| 1 แผ่น | 3.26 | 2.98 | 2.85 | 2.81 | 2.65 |
| 2 แผ่น | 3.26 | 2.98 | 2.95 | 2.80 | 2.71 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

การศึกษาครั้งนี้ตรวจไม่พบ *E. coli* ในเนื้อสันนอกสุกรบดทั้ง 3 ชุดการทดสอบ ได้แก่ ชุดควบคุม ชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาทั้ง 1 และ 2 แผ่น ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 5 วัน ดังตารางที่ 24

**ตารางที่ 24** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพราและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อจำนวน *E.coli* ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | จำนวน *E.coli* (log MPN/g) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |
| 1 แผ่น | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |
| 2 แผ่น | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ | ไม่พบ |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

2. ด้านคุณภาพทางกายภาพ

จากการสุ่มตัวอย่างเพื่อวัดค่าความเป็นกรดด่างเนื้อสุกรบดของชุดควบคุมก่อนติดกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา 1 และ 2 แผ่น พบว่า มีค่าเท่ากับ 5.79, 5.76 และ 5.75 ตามลำดับ หลังจากนั้น 10 นาที วัดค่าความเป็นกรดด่างอีกครั้ง ได้เท่ากับ 5.76, 5.73 และ 5.71 ซึ่งไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) เมื่อครบวันที่ 1 วัดค่าความเป็นกรดด่างของชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา 2 แผ่น มีค่าต่ำสุด เท่ากับ 5.66 โดยที่แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกันทางสถิติ ($P<0.05$) กับชุดควบคุมและชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา 1 แผ่น (5.71 และ 5.73) ในวันที่ 3 กลับพบว่า ค่าความเป็นกรดด่างของทั้ง 3 ชุดการทดสอบ มีค่าแตกต่างกันทางสถิติ ($P<0.05$) เมื่อเก็บรักษาต่อถึงวันที่ 5 วัดค่าความเป็นกรดด่าง ได้เท่ากับ 5.74, 5.73 และ 5.68 ซึ่งมีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ดังภาพที่ 25 แต่เนื่องจากความแตกต่างเริ่มต้นของค่าความเป็นกรดด่างในแต่ละชุดทดสอบไม่เท่ากัน จึงต้องพิจารณาอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างในวันที่ 1, 3 และ 5 เทียบกับก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพาบนฝากล่องพลาสติก (Before) พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($P>0.05$) ในวันที่ 0, 1 และ 5 ส่วนวันที่ 3 พบว่าชุดควบคุมมีอัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างน้อยที่สุด (0.07) แต่ไม่ต่างกับชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา 1 และ 2 แผ่น ดังตารางที่ 26

**ตารางที่ 25** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าความเป็นกรดด่าง (pH) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 5.79 | 5.76 | 5.71[a] | 5.71[b] | 5.74 |
| 1 แผ่น | 5.76 | 5.73 | 5.73[a] | 5.75[a] | 5.73 |
| 2 แผ่น | 5.75 | 5.71 | 5.66[b] | 5.65[c] | 5.68 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

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

**ตารางที่ 26** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยกระเพราและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่ออัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่างของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่าง * | | | |
|---|---|---|---|---|
| | วันที่ 0 | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 0.01 | 0.07 | 0.07[ab] | 0.02 |
| 1 แผ่น | 0.03 | 0.03 | 0.02[b] | 0.03 |
| 2 แผ่น | 0.06 | 0.06 | 0.11[a] | 0.11 |

*อัตราการลดลงของค่าความเป็นกรดด่าง หมายถึง ค่าความเป็นกรดด่างของ Before - ค่าความเป็นกรดด่างของ After, วันที่ 1, 3 และ 5

จากตารางที่ 27 พบว่าค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาเนื้อสันนอกสุกรบดชุดควบคุม ในวันที่ 1 มีค่าต่ำที่สุด เท่ากับ 0.67 ซึ่งแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P<0.05$) กับวันที่ 3 และ 5 (0.33 และ 0.49) ส่วนชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น พบว่า ค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษาไม่มีค่าแตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บตั้งแต่วันที่ 1, 3 และ 5 โดยมีเปอร์เซนต์ลดลงเพียงเล็กน้อย

**ตารางที่ 27** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าเปอร์เซนต์การสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าการสูญเสียน้ำหนักระหว่างการเก็บรักษา (%) | | |
|---|---|---|---|
| | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 0.67[a] | 0.33[b] | 0.49[ab] |
| 1 แผ่น | 1.01 | 0.49 | 0.76 |
| 2 แผ่น | 1.17 | 0.53 | 0.88 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

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

ค่าสีของเนื้อสันนอกสุกรบด ได้แก่ ค่าความสว่าง (Lightness, L*) ค่าสีแดง (Redness, a*) และ ค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด พบว่าทั้ง 3 ชุดการทดสอบและตลอดระยะเวลาทั้ง 5 วัน ที่ทำการวัดค่าสีซึ่งผลที่ได้มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) โดย ค่าความสว่างของชุดควบคุม ชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น พบว่า มีค่าลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน จาก 53.96 เป็น 52.24, 53.84เป็น 52.32 และ 53.87 เป็น 52.34 ตามลำดับ โดยค่าที่ได้ไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ดังตารางที่ 28

ส่วนค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสันนอกสุกรบดตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 5 วัน พบว่าค่าสีแดงของเนื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้ง 3 ชุดการทดสอบ แต่มีค่าไม่แตกต่างทางสถิติ (P>0.05) ซึ่งชุดควบคุม ก่อนติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยโหระพา 1 และ 2 แผ่น มีค่าความสีแดง เท่ากับ 14.26, 14.48 และ 14.95 ตามลำดับ จากนั้นตลอดระยะเวลา 5 วัน ค่าสีแดงเพิ่มขึ้นเท่ากับ 15.77, 15.79 และ 15.67 ตามลำดับ และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (P>0.05) ดังตารางที่ 29

สำหรับค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของเนื้อสันนอกสุกรบดชุดควบคุม ชุดที่ติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพรา 1 และ 2 แผ่น พบว่า มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเล็กน้อยตั้งแต่วันแรก จนตลอดระยะเวลา 5 วัน โดยเพิ่มจาก 6.47 เป็น 6.86, 6.50 เป็น 6.74 และ 6.49 เป็น 6.77 โดยระยะเวลาและทุกชุดการทดสอบมีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติ(P>0.05) ดังตารางที่ 30

**ตารางที่** 28 ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าความสว่าง ( L*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าความสว่าง (L*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 53.96 | 54.95 | 53.04 | 52.63 | 52.24 |
| 1 แผ่น | 53.84 | 54.19 | 52.88 | 52.69 | 52.32 |
| 2 แผ่น | 53.87 | 53.78 | 52.32 | 52.94 | 52.34 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

**ตารางที่ 29** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีแดง (Redness, a*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าสีแดง (Redness, a*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 14.26 | 14.69 | 15.08 | 15.68 | 15.77 |
| 1 แผ่น | 14.48 | 14.65 | 15.45 | 15.67 | 15.79 |
| 2 แผ่น | 14.95 | 14.93 | 15.34 | 15.85 | 15.67 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

**ตารางที่ 30** ผลของการใช้น้ำมันหอมระเหยโหระพาและระยะเวลาในการเก็บรักษาต่อค่าสีเหลือง (yellowness, b*) ของเนื้อสันนอกสุกรบด

| ชุดการทดสอบ | ค่าสีเหลือง (yellowness, b*) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Before | After | วันที่ 1 | วันที่ 3 | วันที่ 5 |
| ชุดควบคุม | 6.47 | 6.58 | 6.66 | 6.80 | 6.86 |
| 1 แผ่น | 6.50 | 6.52 | 6.67 | 6.76 | 6.74 |
| 2 แผ่น | 6.49 | 6.58 | 6.57 | 6.78 | 6.77 |

Before : ก่อนการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก

After : หลังการติดแผ่นกระดาษกรองหยดน้ำมันหอมระเหยกระเพราบนฝากล่องพลาสติก