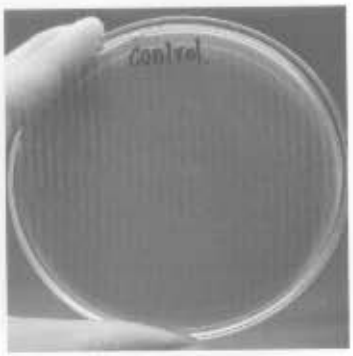
บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

1. ผลของการศึกษาผลของโปรไบโอติกแต่ละชนิดในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7

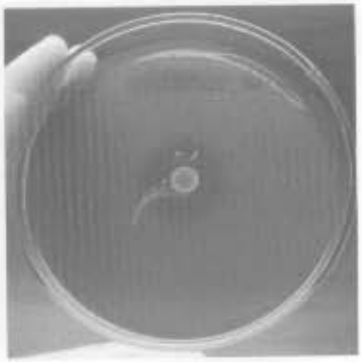
จากการศึกษาผลของโปรไบโอติกแต่ละชนิดในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 โดยการหยดโปรไบโอติกลงบน MRS agar บ่มแบบไม่ใช้อากาศ 24 ชั่วโมงและเททับด้วย *E. coli* O157:H7 ที่เจือจางอยู่ใน Tryptic Soya Agar (TSA) บ่ม 18 ชั่วโมง สังเกตโซนยับยั้งที่เกิดขึ้นรอบหยดโปรไบโอติกพบว่า ตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกไม่มีโซนยับยั้ง (Inhibition zone) เกิดขึ้น ส่วนตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดมีโซนยับยั้งเกิดขึ้นโดยมีขนาดแตกต่างกัน โปรไบโอติกบางชนิดเกิดโซนยับยั้งที่มีขนาดใหญ่และชัดเจนได้แก่ตัวอย่างที่ใช้ *Lactobacillus acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* โปรไบโอติกบางชนิดเกิดโซนยับยั้งที่มีขนาดเล็กลงมาได้แก่ตัวอย่างที่ใช้ *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* และ *Lc. lactis* IO-1 และโปรไบโอติกบางชนิดไม่พบโซนยับยั้งเกิดขึ้นได้แก่ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* เป็น โปรไบโอติก ผลการทดลองดังกล่าวแสดงดังภาพที่ 1-7



ภาพที่ 1 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างควบคุม

จากภาพที่ 1 พบว่าตัวอย่างควบคุมไม่พบโซนยับยั้งเกิดขึ้นบนจานอาหารเลี้ยงเชื้อ *E. coli* O157:H7 จึงเจริญทั่วทั้งจานอาหารเลี้ยงเชื้อ เนื่องจากเป็นตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกมาหยดบนอาหารเลี้ยงเชื้อแต่ใช้ MRS broth หยดลงไปแทนหยดโปรไบโอติกซึ่งจะพบว่าไม่มีโปรไบโอติกเจริญขึ้นในจุดที่หยดลงไป เมื่อเททับด้วย TSA ที่มี *E. coli* O157:H7 เจือจางอยู่ *E. coli* O157:H7 จึงสามารถเจริญขึ้นได้ทั่วทั้งจาน ผลดังกล่าวสามารถใช้เปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติกได้

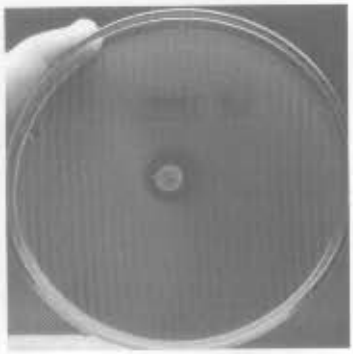
ส่วนตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติกพบว่ามีโซนยับยั้งเกิดขึ้นโดยมีขนาดแตกต่างกัน ตัวอย่างที่เกิดโซนยับยั้งขนาดกว้างและชัดเจนได้แก่ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* ดังภาพที่ 2, 3 และ 4



ภาพที่ 2 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus*

จากภาพที่ 2 พบว่ารอบหยดของ *Lb. acidophilus* เกิดโซนยับยั้งขึ้น เนื่องจาก *E. coli* O157:H7 ไม่สามารถเจริญรอบหยดของ *Lb. acidophilus* ได้ แสดงว่า *Lb. acidophilus* มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ทำให้ *E. coli* O157:H7 ไม่สามารถเจริญรอบหยดของ *Lb. acidophilus* ได้

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าคล้ายคลึงกับรายงานของ Ogawa et al. (2001) ซึ่งพบว่า *Lb. acidophilus* สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ได้เมื่อเลี้ยงร่วมกันในอาหารเลี้ยงเชื้อ และ Gutiérrez-Méndez (2004) ซึ่งพบว่า *Lb. acidophilus* สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ได้เมื่อเลี้ยงร่วมกันในหางนมผงคืนรูป ภายใน 24 ชั่วโมง ที่ 24 °ซ

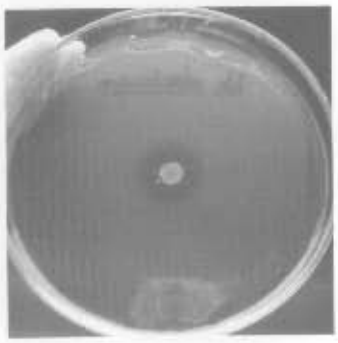


ภาพที่ 3 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lb. casei*

จากภาพที่ 3 พบว่ารอบหยดของ *Lb. casei* เกิดโซนการยับยั้งขึ้นเช่นเดียวกับภาพที่ 2 เนื่องจาก *E. coli* O157:H7 ไม่สามารถเจริญรอบหยดของ *Lb. casei* ได้ แสดงว่า *Lb. casei* ก็มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้เช่นกัน แต่พบว่าขนาดของโซนยับยั้งจะเกิดน้อยกว่าของ *Lb. acidophilus* แสดงว่า *Lb. casei* มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้น้อยกว่า *Lb. acidophilus*

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่ามีความคล้ายคลึงกับรายงานของ Ogawa et al. (2001) ซึ่งพบว่านอกจาก *Lb. acidophilus* แล้ว *Lb. casei* ก็สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ในอาหารเลี้ยงเชื้อได้เช่นกัน และยังพบด้วยว่า *Lb. casei* มีความสามารถในการยับยั้งน้อยกว่า *Lb. acidophilus* ด้วยเช่นกัน และ Gutiérrez-Méndez (2004) ก็ศึกษาพบว่า *Lb. casei* สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ในหางนมผงคืนรูป

ได้เช่นเดียวกับ *Lb. acidophilus* และยังมีรายงานของ Timmermann et al. (2004) ซึ่งได้ศึกษาพบว่า *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ในระบบขับถ่ายของแกะได้เช่นกัน



ภาพที่ 4 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum*

จากภาพที่ 4 พบว่า *E. coli* O157:H7 ไม่เจริญรอบหยดของ *Lb. plantarum* แสดงว่า *Lb. plantarum* มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้เช่นกัน แต่พบว่าขนาดของโซนยับยั้งจะเล็กกว่าของ *Lb. acidophilus* แต่มีขนาดใหญ่กว่าของ *Lb. casei* แสดงว่ามีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้น้อยกว่า *Lb. acidophilus* แต่มากกว่า *Lb. casei*

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่ามีความคล้ายคลึงกับรายงานของ Timmermann et al. (2004) ซึ่งพบว่า *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ในระบบขับถ่ายของแกะได้ และการที่ *Lb. plantarum* สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้อาจเนื่องมาจากสารยับยั้งที่ผลิตขึ้นได้แก่กรดแลคติก หรือแบคเทอริโอซินส์คือ Plantaricin (Muriana, 1996) รวมทั้งไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ โดยมีรายงานว่า *Lb. plantarum* สามารถผลิตไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ได้ (Ray, 1992)

นอกจากนี้ยังพบว่าโปรไบโอติกบางชนิดเกิดโซนยับยั้งที่มีขนาดเล็ก ได้แก่ ตัวอย่างที่ใช้ *Lc. lactis* subsp. *cremoris* และ *Lc. lactis* IO-1 ดังภาพที่ 5 และ 6

ภาพที่ 5 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lc. lactis* subsp. *cremoris*

จากภาพที่ 5 พบว่า *Lc. lactis* subsp. *cremoris* สามารถสร้างโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้แสดงว่า *Lc. lactis* subsp. *cremoris* มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ แต่อาจน้อยกว่า *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* ซึ่งมีขนาดโซนยับยั้งที่ใหญ่กว่า

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าสอดคล้องกับรายงานของ Mossel et al. (1995) โดยพบว่าจุลินทรีย์จีนัส *Lactococcus* สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์พวก *E. coli* O157:H7 ได้

ภาพที่ 6 การเกิดโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lactococcus lactis* IO-1

จากภาพที่ 6 พบว่า *Lc. lactis* IO-1 สามารถสร้างโซนยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ แสดงว่า *Lc. lactis* IO-1 มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ แต่อาจน้อยกว่า *Lb. acidophilus*, *Lb. casei* และ *Lb. plantarum* ซึ่งมีขนาดโซนยับยั้งที่ใหญ่กว่า

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่ามีความสอดคล้องกับรายงานของ Mossel et al. (1995) ที่ว่าจุลินทรีย์จีนัส *Lactococcus* สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์พวก *E. coli* O157:H7 ได้

นอกจากนี้ยังพบว่าโปรไบโอติกบางชนิดไม่พบโซนยับยั้งเกิดขึ้นได้แก่ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* เป็นโปรไบโอติกดังภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ของตัวอย่างที่ใช้ *Lb. delbrueckii* subsp. *Lactis*

จากภาพที่ 7 พบว่ารอบหยดของ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* เกิดโซนการยับยั้งขึ้นน้อยมาก และในหลายตัวอย่างไม่พบโซนยับยั้ง แสดงว่า *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* อาจสามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้บ้างแต่มีผลน้อยมากทำให้ *E. coli* O157:H7 ยังสามารถเจริญรอบหยดเชื้อ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* ได้

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่ามีความคล้ายคลึงจากรายงานของ Mossel et al. (1995) ว่าจุลินทรีย์จีนัส *Lactobacillus* สามารถยับยั้งจุลินทรีย์ในกลุ่ม *E. coli* ได้ แต่สำหรับ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* พบว่าสามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้เพียงเล็กน้อย ซึ่งอาจเนื่องจากสภาวะที่ใช้ ชนิดของอาหาร และความสามารถในการยับยั้งของสายพันธุ์ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* ที่ใช้

จากการเกิดโซนยับยั้งในแต่ละตัวอย่าง นำมาศึกษาโดยวัดขนาดของโซนยับยั้งที่เกิดขึ้น คำนวณเปอร์เซ็นต์โซนยับยั้ง แล้วนำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติ พบว่าค่าเฉลี่ยในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เมื่อนำมาหาความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT ได้ผลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์โซนยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ของโปรไบโอติกแต่ละชนิด (%)

ชนิดของโปรไบโอติก	เปอร์เซ็นต์โซนยับยั้ง (%)
ตัวอย่างควบคุม	$00.00^{a} \pm 00.00$
Lb. acidophilus	$67.14^{e} \pm 05.82$
Lb. casei	$58.30^{d} \pm 07.02$
Lb. delbrueckii subsp. lactis	$00.81^{a} \pm 03.71$
Lb. plantarum	$64.10^{e} \pm 06.78$
Lc. Lactis subsp. *cremoris*	$38.17^{b} \pm 11.16$
Lc. Lactis IO-1	$45.35^{c} \pm 08.70$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 3 พบว่า *Lb. acidophilus* มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้สูงที่สุดเมื่อศึกษาในอาหารเลี้ยงเชื้อ MRS agar โดยมีเปอร์เซ็นต์โซนยับยั้งสูงที่สุดคือ 67.14% รองลงมาคือ *Lb. plantarum* เท่ากับ 64.10% ส่วน *Lb. casei* , *Lc. Lactis* IO-1, *Lc. Lactis* ssp. *cremoris* และ *Lb. delbrueckii* subsp. *lactis* มีเปอร์เซนต์โซนยับยั้งเท่ากับ 58.30, 45.35, 38.17 และ 0.8100% ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างควบคุมไม่มีโซนยับยั้งเกิดขึ้น ซึ่งจากผลการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์โซนยับยั้งของ *Lb. delbrueckii* subsp. lactis ไม่แตกต่างจากตัวอย่างควบคุม

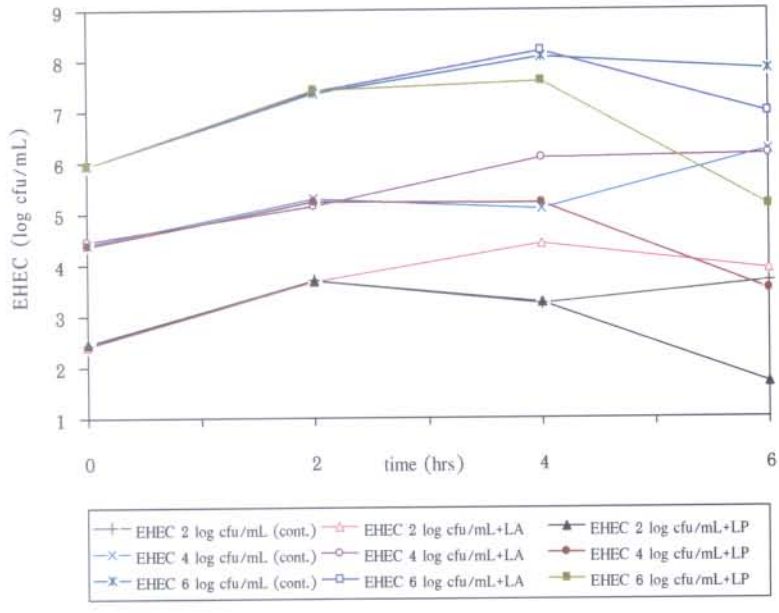
จากการทดลองข้างต้นพบว่าโปรไบโอติกส่วนใหญ่มีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ ซึ่งผลการทดลองดังกล่าวเป็นไปในแนวทางเดียวกับรายงานของ Mossel et al. (1995) ซึ่งพบว่าโปรไบโอติกหลายชนิดรวมทั้งจีนัส *Lactobacillus* และ *Lactococcus* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ ซึ่งจากผลการทดลองก็พบว่าโปรไบโอติกแต่ละชนิดมีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้แตกต่างกันไป และพบว่า *Lb. acidophilus* และ *Lb. plantarum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ และเป็น 2 ตัวอย่างที่มี % Inhibition zone สูงที่สุด ซึ่งจะนำมาใช้ทดลองในหัวข้อต่อไป

2. ผลของการศึกษาผลของโปรไบโอติกแต่ละชนิดในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

การศึกษาผลของโปรไบโอติกแต่ละชนิดในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 (EHEC) ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาโดยการใช้นมพาสเจอไรซ์ที่มี *E.coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มาใช้เป็นสับสเตรทในการหมักโยเกิร์ต และใช้โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อเริ่มต้นโยเกิร์ตในการหมัก โปรไบโอติกที่ใช้ได้แก่ *Lactobacillus acidophilus* TISTR No. 450 (LA) และ *Lactobacillus plantarum* TISTR No. 050 (LP) และให้ตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกเป็นตัวอย่างควบคุม (cont.) ศึกษาจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดระหว่างการหมักและการเก็บรักษา จำนวนโปรไบโอติก จำนวนเชื้อโยเกิร์ต ความเป็นกรด-ด่าง และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในตัวอย่างโยเกิร์ต ได้ผลดังนี้

2.1 จำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

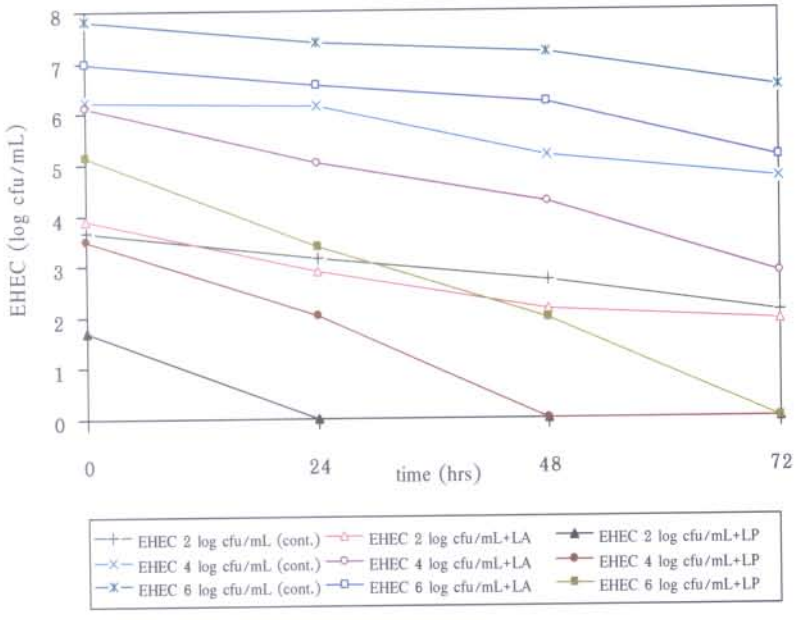
เมื่อทำการศึกษาจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 8 และ 9



ภาพที่ 8 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 8 แสดงจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน พบว่าทุกตัวอย่างมีการเพิ่มขึ้นของ *E. coli* O157:H7 ระหว่างการหมักในชั่วโมงที่ 2 ซึ่งแต่ละตัวอย่างให้ผลการทดลองที่ใกล้เคียงกัน และเมื่อผ่านเข้าชั่วโมงที่ 4 และ 6 พบว่าตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติกร่วมในการหมักนั้นมีจำนวน *E. coli* O157:H7 ลดลงค่อนข้างชัดเจน โดยเฉพาะตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีการลดลงที่ชัดเจนที่สุดที่จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง

3 ระดับ ส่วนตัวอย่างควบคุม (cont.) พบว่ามีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เพิ่มขึ้นในตัวอย่างที่จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL หรือลดลงเล็กน้อยในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL เมื่อศึกษาต่อในช่วงของการเก็บรักษาแสดงดังภาพที่ 9



ภาพที่ 9 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 9 แสดงจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 ลดลงอย่างต่อเนื่องในทุกตัวอย่าง และพบว่าตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีการลดลงได้เร็วกว่าทุกตัวอย่างที่จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นเท่ากัน โดยตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL ลดลงจนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 24 ชั่วโมงที่เก็บรักษา ส่วนตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL นั้น จำนวน *E. coli* O157:H7 ลดลงจนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 48 ชั่วโมง และตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 ลดลงจนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 72 ชั่วโมง

จากผลการทดลองข้างต้น นำมาศึกษาโดยเลือกใช้จำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในช่วงเวลาการเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่างและชนิดของโปรไบโอติก

2.1.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกันด้วย แสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และชนิดของโปรไบโอติกส่งผลให้การเหลือรอดของเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตแตกต่างกัน และเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลทำให้จำนวน

E. coli O157:H7 ที่เหลือรอดแตกต่างไปด้วย ทำให้ผลที่ได้ในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันทั้งตัวอย่างที่ชนิดโปรไบโอติกที่แตกต่างกัน และตัวอย่างที่จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นแตกต่างกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/mL)		
	2	4	6
control	3.66^{bc} + 0.06	6.24^{e} ± 0.12	7.82^{g} ± 0.04
Lb. acidophilus	3.89^{c} + 0.11	6.13^{e} + 0.24	6.98^{f} ± 0.08
Lb. plantarum	1.70^{a} + 0.11	3.49^{b} + 0.08	5.15^{d} ± 0.05

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 4 พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเมื่อมีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL โดยในชั่วโมงที่ 6 เหลือเพียง 1.70 log cfu/mL ซึ่งเหลือรอดน้อยกว่าการใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุม คือ 3.89 log cfu/mL และ 3.66 log cfu/mL ตามลำดับ และพบว่าในเวลาเดียวกันนี้การเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ใช้ *Lb. acidophilus* เหลือรอดมากกว่าตัวอย่างควบคุมอยู่ 0.23 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเช่นกัน คือเหลือเพียง 3.49 log cfu/mL ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดมากกว่าคือ 6.13 log cfu/mL และ 6.24 log cfu/mL ตามลำดับ และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเช่นกัน คือ 5.15 log cfu/mL ขณะที่ การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมก็ยังมีเชื้อเหลือรอดมากกว่าคือ 6.98 log cfu/mL และ 7.82 log cfu/mL ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าในชั่วโมงการเก็บที่ 0 ชั่วโมง *Lb. plantarum* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตได้ดีที่สุด ส่วนการใช้ *Lb. acidophilus* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ดีรองลงมา และตัวอย่างควบคุมยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้น้อยที่สุด

2.1.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และชนิดของโปรไบโอติกส่งผลให้การเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตต่างกัน เมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลให้จำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดแตกต่างไปด้วย ผลของแต่ละตัวอย่างจึงมีความแตกต่างกันทั้ง

ตัวอย่างที่ชนิดโปรไบโอติกที่แตกต่างกันและจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ความต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/mL)		
	2	4	6
control	$3.17^{cd} \pm 0.02$	$6.15^{f} \pm 0.05$	$7.38^{h} \pm 0.03$
Lb. acidophilus	$2.90^{c} \pm 0.04$	$5.04^{e} \pm 0.11$	$6.55^{g} \pm 0.35$
Lb. plantarum	$0.00^{a} \pm 0.00$	$2.03^{b} \pm 0.03$	$3.39^{d} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 5 พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ร่วมในการหมักโยเกิร์ตจะมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุด โดยในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL ในชั่วโมงที่ 24 ตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่าง ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมยังมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดอยู่ 2.90 log cfu/mL และ 3.17 log cfu/mL ตามลำดับ และพบว่าการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ที่ใช้ *Lb. acidophilus* เหลือรอดน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเช่นกัน คือเหลือเพียง 2.03 log cfu/mL ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมก็ยังมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดมากกว่าคือ 5.04 log cfu/mL และ 6.15 log cfu/mL ตามลำดับ และในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL ก็พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเช่นกัน คือ 3.39 log cfu/mL ขณะที่ การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมก็ยังมีเชื้อเหลือรอดมากกว่า คือ 6.55 log cfu/mL และ 7.39 log cfu/mL ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ชัดว่าในชั่วโมงที่ 24 *Lb. plantarum* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่าการใช้ *Lb. acidophilus* เช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0

2.1.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์โยเกิร์ตที่เก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกันแสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และชนิดของโปรไบโอติก ส่งผลให้การเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตแตกต่างกันเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลทำให้จำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดแตกต่างไปด้วย ผลที่ได้ในแต่ละตัวอย่างจึงแตกต่างกันทั้งตัวอย่างที่ชนิดโปรไบโอติกต่างกัน และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/mL)		
	2	4	6
control	$2.71^{c} \pm 0.01$	$5.17^{e} \pm 0.02$	$7.21^{g} \pm 0.04$
Lb. acidophilus	$2.13^{b} \pm 0.07$	$4.25^{d} \pm 0.29$	$6.21^{f} \pm 0.13$
Lb. plantarum	$0.00^{a} \pm 0.00$	$0.00^{a} \pm 0.00$	$1.96^{b} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 6 พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุด โดยในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL ไม่พบเชื้อ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่าง ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมยังมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดอยู่ 2.13 log cfu/mL และ 2.71 log cfu/mL ตามลำดับ ซึ่งการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* จะเหลือรอดน้อยกว่าตัวอย่างควบคุม ส่วนในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL พบว่าตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* ร่วมในการหมักโยเกิร์ตในชั่วโมงที่ 48 นี้ตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เช่นกัน ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมก็ยังมีเชื้อเหลือรอด 4.25 log cfu/mL และ 5.17 log cfu/mL ตามลำดับ และในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL ก็พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตมีผลให้ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดเช่นกันคือ 1.96 log cfu/mL ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างควบคุมก็ยังมีเชื้อเหลือรอดมากกว่าคือ 6.21 log cfu/mL และ 7.21 log cfu/mL ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ชัดเจนว่าในชั่วโมงที่ 48 นี้ *Lb. plantarum* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตได้ดีกว่าการใช้ *Lb. acidophilus* เช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 และ 24

จากผลการทดลองในตารางที่ 4, 5 และ 6 สามารถสรุปได้ว่าการใช้โปรไบโอติกร่วมในการผลิตโยเกิร์ตสามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่ปนเปื้อนก่อนการหมักได้ ซึ่งความสามารถในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 จะแตกต่างกันตามชนิดของโปรไบโอติกและจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่าง โดยพบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ร่วมกับเชื้อโยเกิร์ตสามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างได้มากกว่าการใช้ *Lb. acidophilus* โดยตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 8 log cfu/mL พบว่า *Lb. plantarum* สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 จนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 24 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 จนตรวจไม่พบได้ภายใน 48 ชั่วโมง และตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 จนตรวจไม่พบได้ภายใน 72 ชั่วโมง ขณะที่การใช้ *Lb. acidophilus* สามารถยับยั้งเชื้อ *E. coli* O157:H7 ได้ดีกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติก แต่พบว่าไม่สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ลงได้จนถึงขั้นตรวจไม่พบภายในช่วงเวลา 72 ชั่วโมงได้ ในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าโดยรวมแล้ว *Lb. plantarum* และ *Lb. acidophilus* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้มากกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่ได้ใช้โปรไบโอติกร่วมในการผลิตโยเกิร์ต

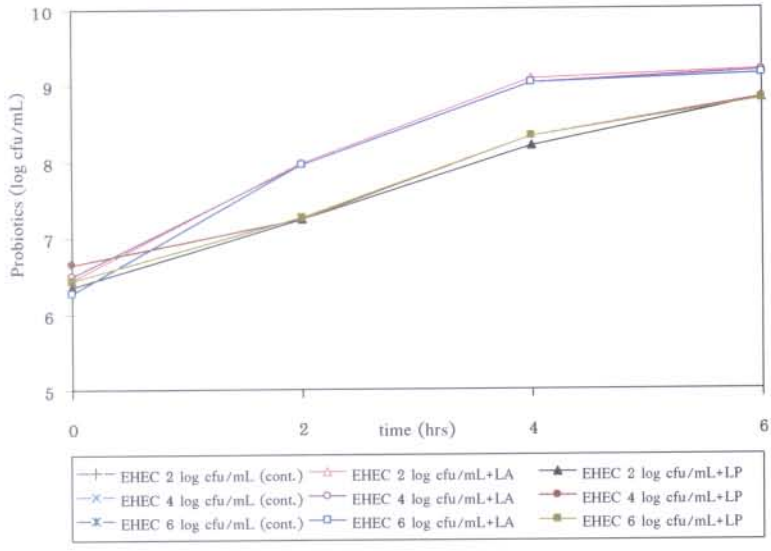
จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าผลการทดลองแตกต่างจากรายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) ซึ่งพบว่าโยเกิร์ตที่มีส่วนผสมของ *Lb. acidophilus* อยู่สามารถลดจำนวนของ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL จนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 3 ชั่วโมงระหว่างการหมัก และในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 และ 6 log cfu/mL สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 จนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 48 ชั่วโมง ในขณะที่จากการทดลองนี้ *Lb. acidophilus* สามารถลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ลงได้เช่นกัน แต่ไม่สามารถลดจำนวนจนตรวจไม่พบได้ภายใน 72 ชั่วโมงในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับคือเหลือจำนวน 2.13, 4.25 และ 6.21 log cfu/mL ในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL แสดงว่าการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ของ *Lb. acidophilus* ในรายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) ดีกว่าจากผลการทดลอง ซึ่งอาจเนื่องมาจากความแตกต่างของสายพันธุ์ *E. coli* O157:H7 ที่นำมาใช้ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่แยกได้จากเนื้อหมูในประเทศไทย ซึ่งอาจมีความทนทานสภาวะต่างๆ ได้ดีกว่า และ *Lb. acidophilus* ที่ใช้ก็อาจเป็นสายพันธุ์ที่มีความแตกต่างกันด้วยจึงมีผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้น้อยกว่า

เมื่อเปรียบเทียบตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกพบว่าในรายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) จำนวน *E. coli* O157:H7 ลดลงภายใน 48 และ 72 ชั่วโมง ขณะที่จากการทดลองนี้การลดลงของ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกนั้นค่อนข้างน้อยและไม่สามารถลดจนตรวจไม่พบภายใน 72 ชั่วโมง แสดงว่าความแตกต่างของการทดลองนี้กับรายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) น่าจะเกิดจากความแตกต่างของ *E. coli* O157:H7 ที่ใช้ในการศึกษา ซึ่งมีความเป็นไปได้มากที่สุด

ในส่วนของ *Lb. plantarum* ยังไม่มีรายงานการศึกษาในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต แต่มีการศึกษาพบว่า *Lb. plantarum* สามารถยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ในระบบขับถ่ายของแกะได้เมื่อใช้ร่วมกับ *Lactobacillus* ชนิดอื่น (Timmerman et al., 2004) และจากรายงานของ Fooks, Gibson (2003) พบว่าการใช้ *Lb. plantarum* ร่วมกับ oligofructose สามารถลดจำนวน *E. coli* และ *Campylobacter jejuni* ได้ และการที่ *Lb. plantarum* สามารถยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้อาจเนื่องมาจากการผลิตกรดแลคติกจากการผลิต แบคเทอริโอซินส์คือ Plantaricin (Muriana, 1996) และไฮโดรเจนปอร์ออกไซด์ (Ray, 1992) เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรายงานว่า *Lb. plantarum* สามารถยับยั้งเชื้อจุลินทรีย์ชนิดอื่นได้ด้วยได้แก่ *Salmonella* sp. และเมื่อใช้ร่วมกับ *Peddiococcus cereviseae* พบว่าสามารถยับยั้ง *Pseudomonas* sp. ได้ด้วย เป็นต้น (Ray, 1992)

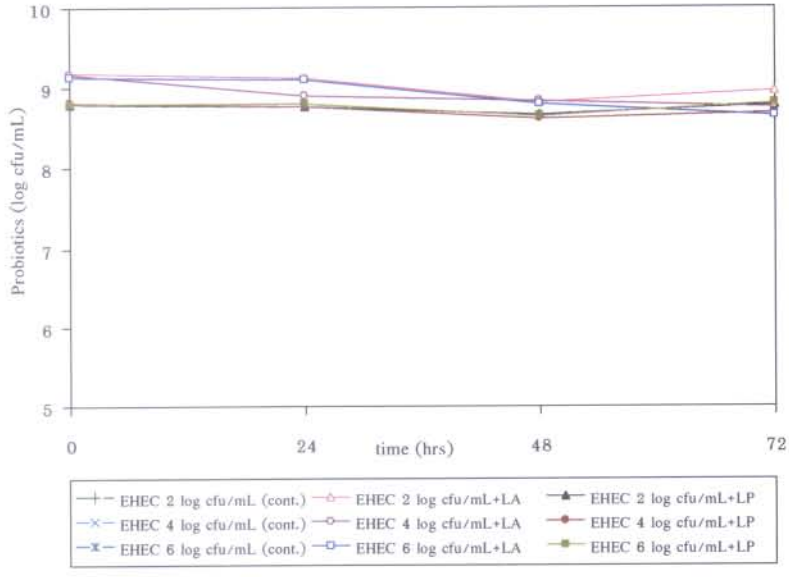
2.2 จำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

เมื่อศึกษาจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมัก และการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 10 และ 11



ภาพที่ 10 จำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 10 แสดงจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันซึ่งเป็นช่วงเวลาระหว่างการหมักพบว่ามีการเพิ่มขึ้นของโปรไบโอติกอย่างต่อเนื่องในตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติกทั้ง 2 ชนิดคือ *Lb. acidophilus* (LA) และ *Lb. plantarum* (LP) โดยพบว่า *Lb. acidophilus* มีจำนวนมากกว่า *Lb. plantarum* เล็กน้อย ส่วนตัวอย่างควบคุมซึ่งไม่ได้ใช้โปรไบโอติกนั้นไม่พบจำนวนโปรไบโอติก ตลอดช่วงเวลาในการหมัก ส่วนในช่วงการเก็บรักษาดังภาพที่ 11



ภาพที่ 11 จำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 11 แสดงจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษา เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน พบว่าจุลินทรีย์โปรไบโอติกทั้ง 2 ชนิดมีจำนวนค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษา และไม่พบโปรไบโอติกในตัวอย่างควบคุม

จากผลการทดลองข้างต้นนำมาศึกษา โดยเลือกใช้จำนวนโปรไบโอติกในช่วงเวลาขณะเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง แล้ววิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัยคือ จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง และชนิดของโปรไบโอติก

2.2.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ต แต่พบว่าชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าชนิดของโปรไบโอติกเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ต เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนโปรไบโอติกมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 7 และ 8

ตารางที่ 7 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/mL)	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/mL)
2	$6.00^{a} \pm 4.65$
4	$6.00^{a} \pm 4.65$
6	$5.98^{a} \pm 4.63$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 7 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีจำนวนเท่ากับ 6 log cfu/mL และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีจำนวน 5.98 log cfu/mL ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 ทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่ส่งผลต่อจำนวนของโปรไบโอติก

ตารางที่ 8 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 0 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/ml)
control	$0.00^{a} + 0.00$
Lb. acidophilus	$9.16^{c} + 0.11$
Lb. plantarum	$8.81^{b} + 0.04$

a, b, ...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 8 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกมีค่าแตกต่างกันโดยตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* มีจำนวนมากที่สุดคือ 9.16 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีจำนวนน้อยกว่าคือ 8.81 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างควบคุมไม่พบโปรไบโอติก และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรไบโอติกที่ต่างชนิดกันจะมีจำนวนเชื้อดังกล่าวหลังกระบวนการหมักแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญสูงสุดของจุลินทรีย์แต่ละชนิด

2.2.2 **วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24**

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนโปรไบโอติก แต่ชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกันเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 แสดงว่าเฉพาะชนิดของโปรไบโอติกเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ต เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนโปรไบโอติกมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 9 และ 10

ตารางที่ 9 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/ml)
2	$5.97^{a} \pm 4.62$
4	$5.89^{a} \pm 4.56$
6	$5.97^{a} \pm 4.62$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 9 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 6log cfu/mL มีจำนวนเท่ากับ 5.97 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL มีจำนวนน้อยกว่าคือ 5.89 log cfu/mL แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่ส่งผลต่อจำนวนของโปรไบโอติก

ตารางที่ 10 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 24 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/ml)
control	$0.00^{a} \pm 0.00$
Lb. acidophilus	$9.04^{c} \pm 0.13$
Lb. plantarum	$8.78^{b} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 10 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างมีค่าแตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* มีจำนวนมากที่สุดคือ 9.04 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีจำนวนน้อยกว่า คือ 8.78 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างควบคุมไม่พบโปรไบโอติก และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรไบโอติกที่ต่างชนิดกันจะมีจำนวนเชื้อดังกล่าวหลังกระบวนการหมักแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญและจำนวนสูงสุดของจุลินทรีย์แต่ละชนิด

2.2.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ต แต่ชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อจำนวนโปรไบโอติก ในโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกันเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 แสดงว่าเฉพาะชนิดของโปรไบโอติกเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตและเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลต่อจำนวนของโปรไบโอติก เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนโปรไบโอติกมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 11 และ 12

ตารางที่ 11 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/ml)
2	$5.82^{a} \pm 4.51$
4	$5.82^{a} \pm 4.51$
6	$5.82^{a} \pm 4.51$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 11 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเฉลี่ยเท่ากันคือ 5.82 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วย แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่ส่งผลต่อจำนวนโปรไบโอติก

ตารางที่ 12 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนโปรไบโอติกในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนโปรไบโอติก (log cfu/ml)
control	$0.00^{a} \pm 0.00$
Lb. acidophilus	$8.81^{c} \pm 0.02$
Lb. plantarum	$8.64^{b} \pm 0.05$

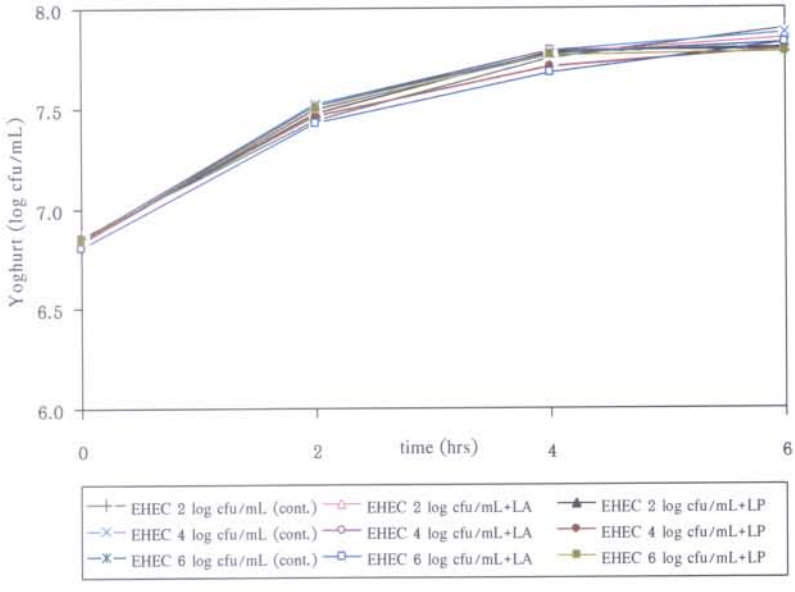
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 12 พบว่าจำนวนโปรไบโอติกในตัวอย่างมีค่าแตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* มีจำนวนมากที่สุดคือ 8.81 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีจำนวนน้อยกว่า คือ 8.64 log cfu/mL ส่วนตัวอย่างควบคุมไม่พบโปรไบโอติก และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติซึ่งแสดงให้เห็นว่าการใช้โปรไบโอติกที่ต่างชนิดกันจะมีจำนวนเชื้อโปรไบโอติกชนิดนั้นหลังกระบวนการหมักแตกต่างกัน ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการเจริญสูงสุดของเชื้อจุลินทรีย์แต่ละชนิด

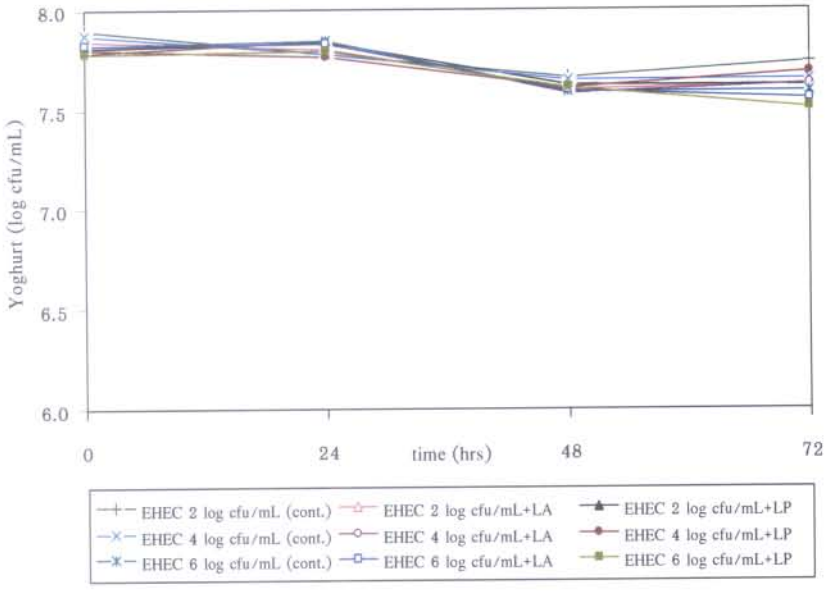
จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนของโปรไบโอติก แต่พบว่าชนิดโปรไบโอติกที่แตกต่างกันมีอัตราการเติบโตและการเปลี่ยนแปลงที่แตกต่างกัน โดยจากการทดลองจะเห็นว่า *Lb. acidophilus* จะมีจำนวนมากกว่า *Lb. plantarum* อยู่ประมาณ 0.5-1 log cfu/mL และในระหว่างการเก็บรักษาพบว่าโปรไบโอติกมีการเปลี่ยนแปลงจำนวนไปเล็กน้อย ซึ่งผลการทดลองสอดคล้องกับการศึกษาของ Kasımonglu, Akgün (2004) ซึ่งรายงานว่าช่วงสิ้นสุดการหมักและระหว่างการเก็บรักษาจำนวน *Lb. acidophilus* จะอยู่ในช่วงประมาณ 8-9 log cfu/mL และมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยระหว่างการเก็บรักษาภายใน 48 ชั่วโมง

2.3 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

เมื่อศึกษาจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่าในแต่ละตัวอย่างมีความใกล้เคียงกันดังภาพที่ 12 และ 13



ภาพที่ 12 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน



ภาพที่ 13 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 12 และ 13 แสดงจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน เชื้อโยเกิร์ตประกอบด้วย *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus* นับรวมเป็นเชื้อโยเกิร์ต พบว่าเชื้อโยเกิร์ตในทุกตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงที่ใกล้เคียงกัน โดยระหว่างกระบวนการหมักเชื้อโยเกิร์ตจะเพิ่มจำนวนขึ้นและเริ่มคงที่ในช่วงชั่วโมงที่ 4-6 ดังภาพที่ 12 และเมื่อนำมาเก็บรักษาพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ต ค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษาภายใน 72 ชั่วโมงดังภาพที่ 13

นำผลการทดลองที่ได้มาศึกษาจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในช่วงเวลาการเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่าง และชนิดของจุลินทรีย์โปรไบโอติกที่ใช้

2.3.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ตัวอย่างขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยทั้งสองไม่ส่งผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ต อีกทั้งการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตด้วยเช่นกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 13 และ 14

ตารางที่ 13 ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
2	$7.85^{a} \pm 0.54$
4	$7.82^{a} \pm 0.56$
6	$7.80^{a} \pm 0.52$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 13 พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเท่ากับ 7.85, 7.82 และ 7.80 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่ส่งผลต่อจำนวนของโปรไบโอติก

ตารางที่ 14 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 0 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้แตกต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
control	$7.87^{a} \pm 0.04$
Lb. acidophilus	$7.82^{a} \pm 0.05$
Lb. plantarum	$7.79^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 14 พบว่าโยเกิร์ตที่ไม่ใช้โปรไบโอติก ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.87, 7.82 และ 7.79 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติแสดงว่าชนิดของโปรไบโอติก ที่ใช้ในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ต

2.3.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกล้วนไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยทั้งสองไม่ส่งผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต อีกทั้งการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตด้วยเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 15 และ 16

ตารางที่ 15 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
2	$7.81^{a} \pm 0.05$
4	$7.79^{a} \pm 0.06$
6	$7.82^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 15 พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.81, 7.79 และ 7.82 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ต

ตารางที่ 16 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
control	$7.80^{a} \pm 0.06$
Lb. acidophilus	$7.83^{a} \pm 0.04$
Lb. plantarum	$7.80^{a} \pm 0.05$

a, b, ... ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 16 พบว่าตัวอย่างโยเกิร์ตที่เป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีค่าเฉลี่ยจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.80, 7.83 และ 7.80 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในทุกตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้ในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ต

2.3.3 วิเคราะห์ระหว่างเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ระหว่างการเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าทั้งจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และชนิดของจุลินทรีย์โปรไบโอติกล้วนไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงระดับของปัจจัยทั้งสองไม่ส่งผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ตได้ และการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตด้วยเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 17 และ 18

ตารางที่ 17 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
2	$7.63^{a} \pm 0.04$
4	$7.61^{a} \pm 0.05$
6	$7.59^{a} \pm 0.05$

a, b, ...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 17 พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเท่ากับ 7.63, 7.61 และ 7.59 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนของโปรไบโอติกในโยเกิร์ต

ตารางที่ 18 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (log cfu/ml)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/ml)
control	$7.63^{a} \pm 0.05$
Lb. acidophilus	$7.59^{a} \pm 0.04$
Lb. plantarum	$7.61^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

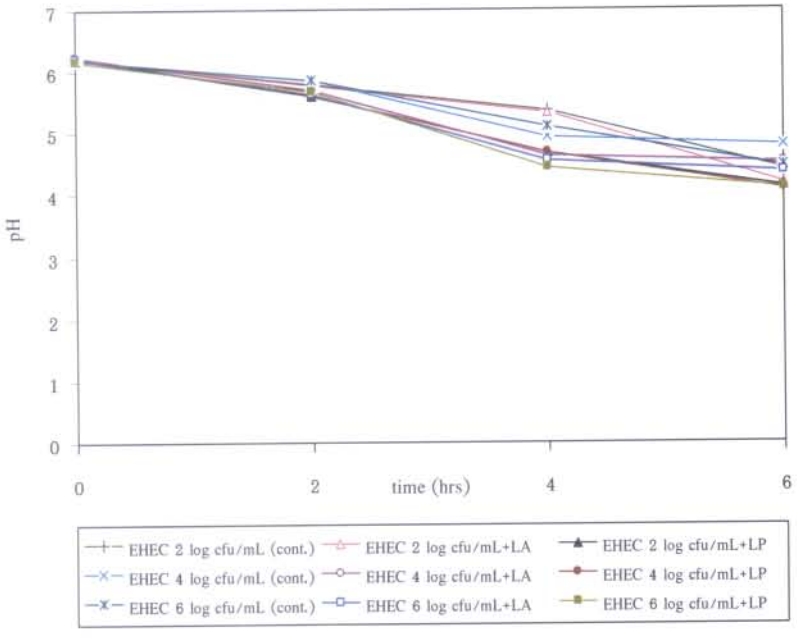
จากตารางที่ 18 พบว่าโยเกิร์ตที่เป็นตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเฉลี่ยเท่ากับ 7.63, 7.59 และ 7.61 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในทุกตัวอย่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าชนิดของโปรไบโอติก ที่ใช้ในตัวอย่างไม่มีผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ต

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่ามีความคล้ายคลึงกับรายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) ซึ่งพบว่าเชื้อโยเกิร์ตทั้ง 2 ชนิดหลังจากสิ้นสุดการหมักแล้วมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างน้อยภายใน 72 ชั่วโมง และพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างที่ใช้และไม่ใช้โปรไบโอติกไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีจำนวนประมาณ 8-9 log cfu/mL ขณะที่จำนวนเชื้อโยเกิร์ตจากการทดลอง 2.3 นี้มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตประมาณ 7.5 - 8.0 log cfu/mL ซึ่งจะน้อยกว่ารายงานของ Kasımonglu, Akgün (2004) ส่วนรายงานของ Vinderola et al. (2000) ซึ่งได้ศึกษาการเหลือรอดของโปรไบโอติกใน Argentinian yoghurt ระหว่างการเก็บรักษาพบว่า เชื้อโยเกิร์ตทางการค้าต่างชนิดกันมีผลให้เกิดความแตกต่างของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตได้ และยังพบว่าการหมักโยเกิร์ตแบบลดไขมันและแบบไขมันครบส่วนก็มีผลต่อความแตกต่างของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตบางชนิดด้วย แสดงว่าจำนวน

เชื้อโยเกิร์ตที่แตกต่างกันในการทดลองนี้กับการทดลองอื่น อาจเกิดจากการใช้เชื้อโยเกิร์ตทางการค้าที่ต่างกัน รวมทั้งสภาวะในการหมักแตกต่างกัน ทำให้จำนวนเชื้อโยเกิร์ตที่ได้หลังการหมักแตกต่างกันอย่างไรก็ตามจากการทดลองทำให้ทราบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดโปรไบโอติกนั้นไม่มีผลต่อจำนวนของเชื้อโยเกิร์ต

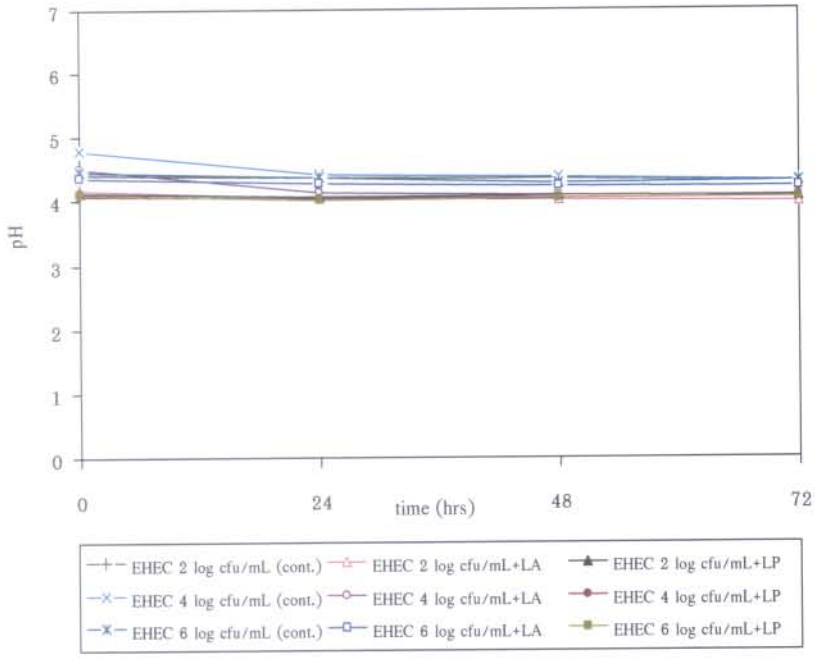
2.4 ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

เมื่อศึกษาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่าในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันดังภาพที่ 14 และ 15



ภาพที่ 14 ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 14 แสดงความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่า ระหว่างการหมักความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตมีค่าลดลงจากประมาณ 6.2 ลดลงมาจนถึงประมาณ 4.0 ภายในเวลา 6 ชั่วโมง และพบว่าในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันในช่วงชั่วโมงที่ 4-6 ส่วนในช่วงระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังภาพที่ 15



ภาพที่ 15 ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 15 แสดงความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน และพบว่าความเป็นกรด-ด่างของแต่ละตัวอย่างมีการลดลงในช่วงแรกของการเก็บรักษา และเมื่อเก็บต่อมาอีก 48 และ 72 ชั่วโมงพบว่าความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างส่วนใหญ่ค่อนข้างคงที่ ระหว่างเก็บรักษาความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตมีค่าประมาณ 4.0

จากผลการทดลองที่ได้นำมาศึกษา โดยเลือกศึกษาความเป็นกรด-ด่างในช่วงเวลาระหว่างการเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง แล้วนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือ จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติก

2.4.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างและเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างแตกต่างไปจากเดิม เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าความเป็นกรด-ด่างมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิด ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
control	4.42^{b} ± 0.02	4.80^{c} ± 0.02	4.47^{b} + 0.08
Lb. acidophilus	4.17^{a} ± 0.04	4.51^{b} ± 0.11	4.37^{b} ± 0.06
Lb. plantarum	4.14^{a} ± 0.06	4.09^{a} ± 0.02	4.13^{a} ± 0.02

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 19 พบว่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันโดยพบว่าตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติก *Lb. plantarum* มีความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดโดยตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.09, 4.13 และ 4.14 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่มี *Lb. acidophilus* ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL มีค่าความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.17 ซึ่งค่าทั้ง 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ขณะที่ตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างแตกต่างทางสถิติไปจากกลุ่มแรกคือกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.51 และ 4.37 ตามลำดับ และตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.42 และ 4.47 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่นคือตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.80

2.4.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่าง และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างและการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างแตกต่างไปจากเดิมด้วยเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิด ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
control	4.36^{d} ± 0.02	4.41^{d} ± 0.05	4.37^{d} + 0.03
Lb. acidophilus	4.03^{a} + 0.03	4.13^{b} ± 0.03	4.28^{c} + 0.04
Lb. plantarum	4.05^{a} + 0.03	4.04^{a} + 0.02	4.01^{a} + 0.01

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 20 พบว่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกัน โดยตัวอย่างที่ใช้โปรไบโอติก *Lb. plantarum* มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 โดยตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.05, 4.04 และ 4.01 ตามลำดับ รวมทั้งตัวอย่างที่มี *Lb. acidophilus* ที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL เท่ากับ 4.03 ซึ่งค่าทั้ง 4 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างมากขึ้นและมีความแตกต่างทางสถิติไปจากกลุ่มแรกคือตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.13 ส่วนตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มี ความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.28 มีความแตกต่างจากตัวอย่างอื่นเช่นกัน ส่วนตัวอย่างกลุ่มที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือตัวอย่างโยเกิร์ตที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL ซึ่งมีค่าเท่ากับ 4.36, 4.41 และ 4.37 ตามลำดับ

2.4.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าทั้งจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกันด้วย แสดงว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกมีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต และเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างแตกต่างไปจากเดิม เช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิด ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/mL)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
control	$4.34^{cd} \pm 0.01$	$4.37^{d} \pm 0.06$	$4.27^{bc} \pm 0.04$
Lb. acidophilus	$4.01^{a} \pm 0.01$	$4.08^{a} \pm 0.03$	$4.22^{b} \pm 0.02$
Lb. plantarum	$4.08^{a} \pm 0.04$	$4.05^{a} \pm 0.04$	$4.05^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

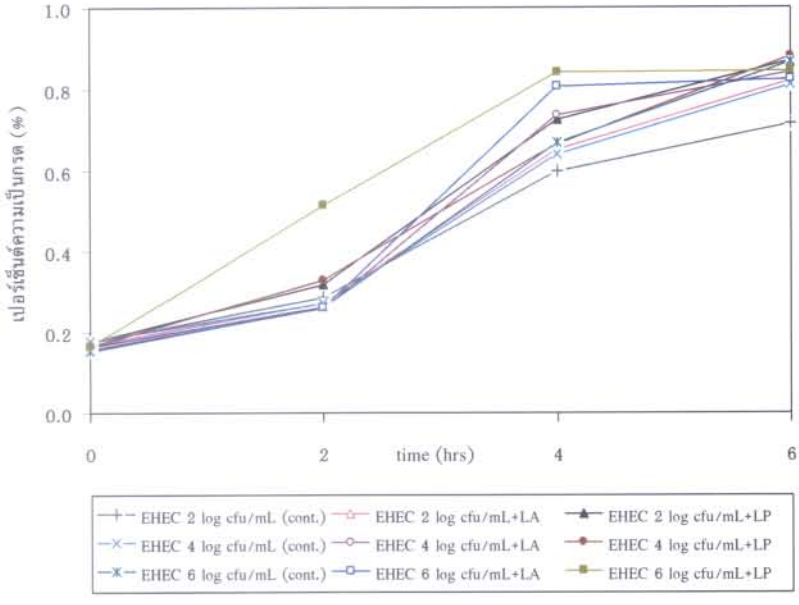
จากตารางที่ 21 พบว่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันโดยพบว่าตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีค่าต่ำที่สุดเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 และ 24 โดยตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.08, 4.05 และ 4.05 ตามลำดับ รวมทั้งตัวอย่างที่มี *Lb. acidophilus* ที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.01 และ 4.08 ตามลำดับ ซึ่งค่าทั้ง 5 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างมากขึ้นและมีความแตกต่างทางสถิติไปจากกลุ่มแรกคือตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.22 และตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.27 กลุ่มต่อมาคือตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.34 ส่วนตัวอย่างกลุ่มที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 4.34 และ 4.37 ตามลำดับ

จากผลการศึกษาข้างต้นจะเห็นว่า ตัวอย่างที่มีโปรไบโอติกอยู่ด้วยจะมีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตัวอย่างควบคุมซึ่งอาจเนื่องมาจากโปรไบโอติกที่ใช้เป็นแบคทีเรียกลุ่มที่ผลิตกรดแลกติกอยู่แล้ว กรดจึงถูกผลิตมากกว่าปกติทำให้ความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติก และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* ที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมากจะมีความเป็นกรด-ด่างสูงกว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นน้อยกว่า ขณะที่ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* แม้ความเป็นกรด-ด่างจะไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมากมีแนวโน้มที่ค่าความเป็นกรด-ด่างจะต่ำกว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นน้อยกว่าและในตัวอย่างควบคุมพบว่าไม่มีแนวโน้มไปในทางใด แสดงว่าชนิดของโปรไบโอติกก็มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างในโยเกิร์ตด้วย โดยโปรไบโอติกแต่ละชนิดอาจมีความสัมพันธ์กับ *E. coli* O157:H7 ในรูปแบบที่แตกต่างกันไป และอาจมีผลต่อการผลิตกรดในโยเกิร์ตได้

อย่างไรก็ตามจากผลการทดลองบางส่วนพบว่าคล้ายคลึงกับการศึกษาของ Govaris et al. (2002) ซึ่งพบว่าระหว่างการเก็บรักษาความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างโยเกิร์ตจะอยู่ที่ประมาณ 4.0 และไม่เปลี่ยนแปลงมากนักระหว่างการเก็บรักษาภายใน 8 วัน เช่นเดียวกับ Gulmez, Guven (2003) ซึ่งได้ศึกษาการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* และ *Yersinia enterocolitica* O3 ในผลิตภัณฑ์โยเกิร์ตแต่ละชนิด ซึ่งจากการศึกษาความเป็นกรด-ด่างพบว่าอยู่ที่ประมาณ 4.0 และไม่เปลี่ยนแปลงมากนักขณะเก็บรักษาภายใน 10 วัน ซึ่งเป็นค่าความเป็นกรด-ด่างที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ได้

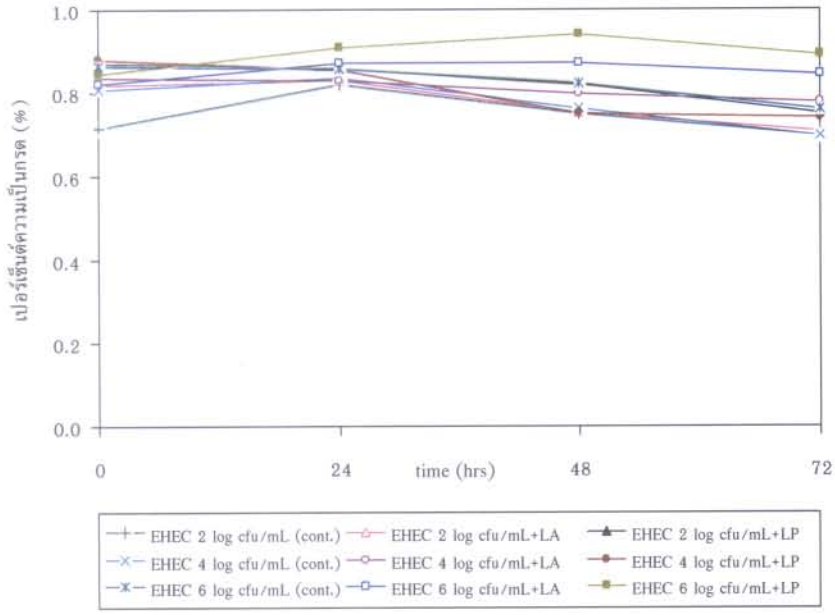
2.5 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

เมื่อทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิด ระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน พบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 16 และ 17



ภาพที่ 16 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 16 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการหมักเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเพิ่มขึ้นในแนวโน้มเดียวกัน แต่พบว่าในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกัน ส่วนในช่วงระหว่างการเก็บรักษาแสดงดังภาพที่ 17



ภาพที่ 17 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จากภาพที่ 17 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ใช้โปรไบโอติกแต่ละชนิดระหว่างการเก็บรักษาเมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดค่อนข้างคงที่ในแต่ละตัวอย่างแต่พบว่าเมื่อเข้าชั่วโมงที่ 72 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเริ่มลดลง ซึ่งอาจเกิดจากกรดที่ผลิตขึ้นถูกวัดในรูปของกรดแลกติก ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีการผลิตกรดชนิดอื่นด้วย ทำให้เปอร์เซ็นต์กรดที่วัดได้มีค่าน้อยลงและไม่สัมพันธ์กับค่าความเป็นกรด-ด่าง

จากผลการทดลองนำเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่ได้มาศึกษา โดยเลือกใช้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดขณะเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่างและชนิดของโปรไบโอติก

2.5.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตแต่พบว่าชนิดของโปรไบโอติกมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด แต่ปัจจัยทั้งสองไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในนมพาสเจอไรซ์ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด ส่วนการเปลี่ยนแปลงชนิดของโปรไบโอติกนั้นส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด แต่เมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันพบว่าไม่มีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 22 และ 23

ตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.80^{a} \pm 0.07$
4	$0.84^{a} \pm 0.08$
6	$0.85^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 22 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.85 ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.84 และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.80 ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (%)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
control	$0.80^{a} \pm 0.08$
Lb. acidophilus	$0.83^{ab} \pm 0.02$
Lb. plantarum	$0.87^{b} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 23 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่ได้ในตัวอย่างโยเกิร์ตที่ใช้ *Lb. plantarum* มีมากที่สุดคือ 0.87% รองลงมาคือตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* คือ 0.83% และตัวอย่างที่ไม่ใช้โปรไบโอติกมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดน้อยที่สุดคือ 0.80% ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* จะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกันทางสถิติกับทั้งตัวอย่างควบคุมและตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum*

2.5.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและชนิดของโปรไบโอติกไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในนมพาสเจอไรซ์ และการเปลี่ยนแปลงชนิดของโปรไบโอติกไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด และเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่มีความแตกต่างกันดังตารางที่ 24 และ 25

ตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.84^{a} \pm 0.03$
4	$0.84^{a} \pm 0.03$
6	$0.88^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 24 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่ได้ในตัวอย่างโยเกิร์ตที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.84, 0.84 และ 0.88 ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (%)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
control	$0.84^{a} \pm 0.03$
Lb. acidophilus	$0.85^{a} \pm 0.04$
Lb. plantarum	$0.88^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 25 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.84, 0.85 และ 0.88 ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

2.5.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 48 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตแต่พบว่า ชนิดของโปรไบโอติกกลับไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต ซึ่งแตกต่างจากชั่วโมงที่ 0 และ 24 แต่ปัจจัยทั้งสองไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน เช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในนมพาสเจอไรซ์มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด แต่การเปลี่ยนแปลงชนิดของโปรไบโอติกนั้นมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด แต่การใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเปลี่ยนแปลง เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดมีความแตกต่างกันดังตารางที่ 26 และ 27

ตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.78^{a} \pm 0.04$
4	$0.77^{a} \pm 0.02$
6	$0.88^{b} \pm 0.07$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 26 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในโยเกิร์ตที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงที่สุดเท่ากับ 0.88 ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่น ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.78 และ 0.77 ตามลำดับและจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 2 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อชนิดโปรไบโอติกที่ใช้ต่างกัน (%)

ชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
control	$0.78^{a} \pm 0.05$
Lb. acidophilus	$0.81^{a} \pm 0.06$
Lb. plantarum	$0.84^{a} \pm 0.09$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 27 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในตัวอย่างควบคุม ตัวอย่างที่ใช้ *Lb. acidophilus* และตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.78, 0.81 และ 0.84 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าค่าทั้ง 3 ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่า เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในโยเกิร์ตที่ใช้ *Lb. plantarum* จะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดโดยรวมสูงกว่าตัวอย่างอื่น ซึ่งอาจเกี่ยวข้องกับผลในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 เนื่องจากตัวอย่างที่ใช้ *Lb. plantarum* แสดงความสามารถในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ได้ชัดเจนที่สุดแสดงว่ากรดที่ *Lb. plantarum* ผลิตขึ้นมีส่วนในการยับยั้งการเจริญของ *E. coli* O157:H7 ด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีแนวโน้มที่จะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงกว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL แสดงว่า *E. coli* O157:H7 ก็มีส่วนในการผลิตกรดเพิ่มในตัวอย่างโยเกิร์ตด้วยเช่นกัน เนื่องจาก *E. coli* O157:H7 เป็นสายพันธุ์ที่สามารถย่อยน้ำตาลแลกโทสได้แก๊สและกรด (Hammer, Babel, 1957; Gilmour, Rowe, 1990)

จากผลการศึกษาข้างต้นเมื่อเปรียบเทียบกับรายงานของ Gulmez, Guven (2003) ซึ่งได้ศึกษาการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* และ *Yersinia enterocolitica* O3 ใน

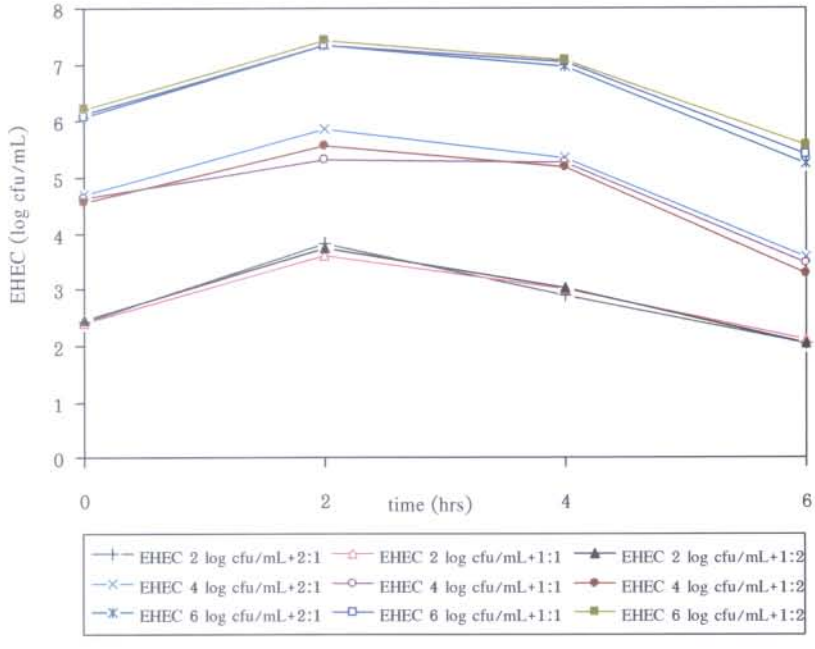
โยเกิร์ตชนิดต่างๆ พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษามีค่าประมาณ 1.0 ขณะที่การทดลองนี้มีค่าประมาณ 0.8-0.9 ซึ่งมากกว่าเล็กน้อย และพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดดังกล่าวมีแนวโน้มสูงขึ้นขณะเก็บรักษาภายใน 10 วัน ขณะที่การทดลองนี้มีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษาภายใน 72 ชั่วโมง ซึ่งความแตกต่างที่เกิดขึ้นอาจเนื่องจากคุณภาพของของวัตถุดิบ ชนิดจุลินทรีย์ที่ใช้ รวมทั้งกระบวนการในการผลิตที่ต่างกัน

3. ผลของการศึกษาผลของโปรไบโอติกในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

ศึกษาผลของโปรไบโอติกในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 (EHEC) ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาโดยการใช้อัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน 3 ระดับ (v/ v) และใช้นมพาสเจอไรซ์ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มาใช้ในการหมักโยเกิร์ต โปรไบโอติกที่ใช้ได้แก่ *Lactobacillus plantarum* TISTR No. 050 ศึกษาจำนวน *E.coli* O157:H7 ที่เหลือรอดระหว่างการหมักและการเก็บรักษา จำนวนโปรไบโอติก จำนวนเชื้อโยเกิร์ต ความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในโยเกิร์ตได้ผลดังนี้

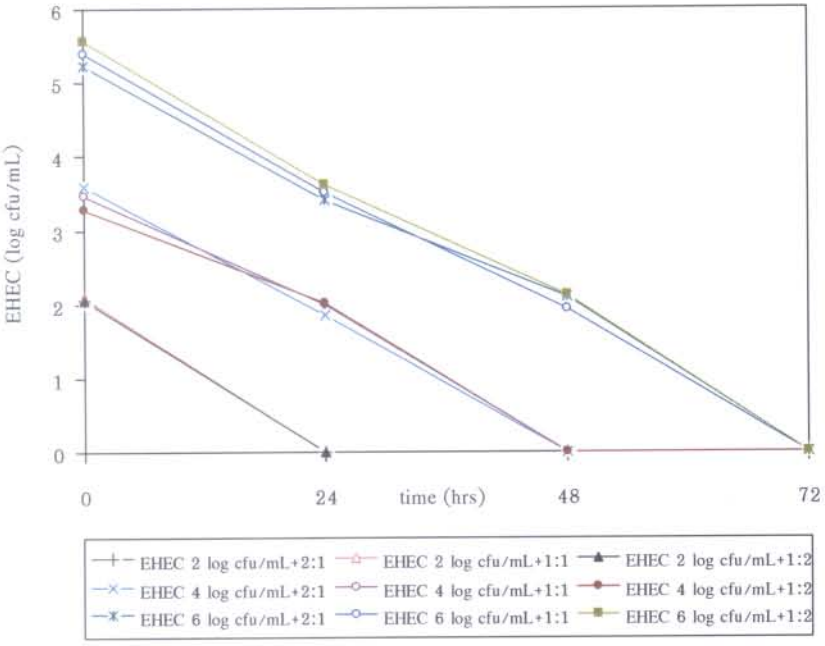
3.1 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

เมื่อศึกษาจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 18 และ 19



ภาพที่ 18 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 18 แสดงจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่าระหว่างการหมักโยเกิร์ต *E. coli* O157:H7 มีการเพิ่มจำนวนขึ้นในช่วงชั่วโมงที่ 0-2 และหลังจากชั่วโมงที่ 2 ไปแล้วพบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มลดลงอย่างต่อเนื่อง โดยพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับมีการลดลงของเชื้อในอัตราที่ใกล้เคียงกัน แต่จะมีจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่แตกต่างกันตามจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง และยังพบว่าในโยเกิร์ตที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกันจำนวนและการลดลงของ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างไม่แตกต่างกัน เมื่อนำมาเก็บรักษาพบว่าแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันดังภาพที่ 19



ภาพที่ 19 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 19 แสดงจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 มีการลดจำนวนลง โดยตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL ตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เมื่อเก็บรักษาจนถึงชั่วโมงที่ 24 ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL ตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เมื่อเก็บรักษาจนถึงชั่วโมงที่ 48 และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL ตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เมื่อเก็บรักษาจนถึงชั่วโมงที่ 72 และตัวอย่างในแต่ละอัตราส่วนก็ไม่แตกต่างกันเช่นเดียวกับช่วงระหว่างการหมัก

นำผลการทดลองที่ได้มาศึกษาโดยเลือกใช้จำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ตในช่วงเวลาที่เริ่มการเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกที่ใช้คือ *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ต

3.1.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในโยเกิร์ตมีอิทธิพลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต แต่อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีอิทธิพลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 28 และไม่มีความแตกต่างกันดังตารางที่ 29

ตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/mL)
2	$2.07^{a} \pm 0.08$
4	$3.45^{b} \pm 0.18$
6	$5.40^{c} \pm 0.19$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 28 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดคือตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL คือ 2.07 log cfu/ml รองลงมาคือตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL คือ 3.45 log cfu/ml และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 มากที่สุดคือตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL คือ 5.40 log cfu/ml ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าตัวอย่างทั้ง 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นน้อยกว่าจะเหลือจำนวนน้อยกว่าที่ช่วงเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/mL)
2:1	$3.63^{a} \pm 1.42$
1:1	$3.66^{a} \pm 1.49$
1:2	$3.63^{a} \pm 1.59$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 29 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มี *E. coli* O157:H7 เหลือรอด 3.63, 3.66 และ 3.63 log cfu/ml ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกันไม่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ต

3.1.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต แต่อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน เช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 แสดงว่าเฉพาะจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต ส่วนการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นที่แตกต่างกันพบว่าไม่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 แต่อย่างใด และการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลทำให้การเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 เปลี่ยนแปลงไป เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 30 และไม่มีความแตกต่างกัน ดังตารางที่ 31

ตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อมีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/ml)
2	$0.00^{a} \pm 0.00$
4	$1.95^{b} \pm 0.11$
6	$3.51^{c} \pm 0.14$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 30 พบว่าตัวอย่างที่ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดน้อยที่สุดคือตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL ซึ่งไม่สามารถตรวจพบได้ ส่วนตัวอย่างที่ *E. coli* O157:H7 เหลือรอดมากขึ้นคือตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL คือ 1.95 log cfu/ml และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 มากที่สุดคือตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL คือ 3.51 log cfu/ml ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่าตัวอย่างทั้ง 3 มีความแตกต่างกันทางสถิติ ซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นน้อยกว่าจะเหลือจำนวนน้อยกว่าที่ช่วงเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 31 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/ml)
2:1	$1.75^{a} \pm 1.53$
1:1	$1.84^{a} + 1.58$
1:2	$1.88^{a} \pm 1.62$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 31 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เหลือรอดเท่ากับ 1.75, 1.84 และ 1.88 log cfu/ml ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกัน แสดงว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตแตกต่างกันไม่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7

3.1.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต แต่อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกันเช่นในชั่วโมงที่ 0 และ 24 แสดงว่าเฉพาะจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นเท่านั้นที่มีผลต่อจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดในโยเกิร์ต ส่วนการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นที่แตกต่างกันพบว่าไม่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 แต่อย่างใด และการใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็ไม่มีผลทำให้การเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 เปลี่ยนแปลงไปเช่นกัน เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 มีความแตกต่างกันดังตารางที่ 32 และไม่มีความแตกต่างกันดังตารางที่ 33

ตารางที่ 32 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/mL)
2	$0.00^{a} \pm 0.00$
4	$0.00^{a} \pm 0.00$
6	$2.04^{b} \pm 0.13$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 32 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 log cfu/mL และตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL ตรวจไม่พบการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7 ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เหลือรอดอยู่คือตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น log cfu/mL โดยมี *E. coli* O157:H7 เหลือรอดอยู่เท่ากับ 2.04 log cfu/ml ซึ่งจากการวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติพบว่า ตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่นซึ่งจะเห็นว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นน้อยกว่าจะเหลือจำนวนน้อยกว่าที่ช่วงเวลาเดียวกัน

ตารางที่ 33 ค่าเฉลี่ย + ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *E. coli* O157:H7 (log cfu/mL)
2:1	$0.70^{a} \pm 1.08$
1:1	$0.64^{a} \pm 0.99$
1:2	$0.70^{a} \pm 1.09$

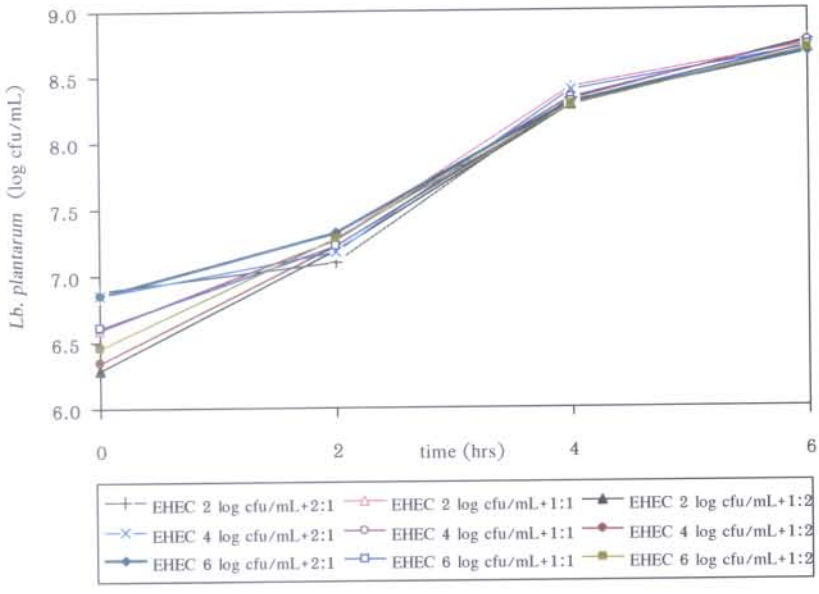
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 33 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เหลือรอดเท่ากับ 0.70, 0.64 และ 0.70 log cfu/ml ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แสดงว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นแตกต่างกันไม่มีผลต่อการเหลือรอดของ *E. coli* O157:H7

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ของ *Lb. plantarum* ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาของ Kasımonglu, Akgün (2004) ที่ได้ศึกษาพบว่าการใช้อัตราส่วนระหว่างเชื้อโยเกิร์ตกับ *Lb. acidiphilus* ในอัตราส่วน 1:1 และ 2:1 นั้นไม่มีผลต่อประสิทธิภาพในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ของ *Lb. acidiphilus* ซึ่งอาจเนื่องมาจากความสามารถในการเจริญเติบโตของโปรไบโอติกซึ่งเมื่อมีจำนวนเชื้อเริ่มต้นที่ต่างกันไม่มากนักก็สามารถเจริญจนมีจำนวนที่เท่ากันได้

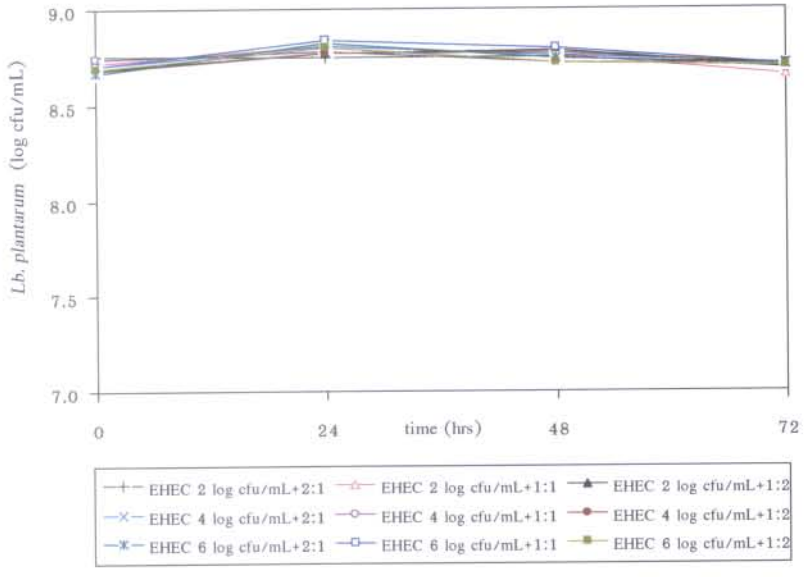
3.2 จำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติก และเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

เมื่อศึกษาจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 20 และ 21



ภาพที่ 20 จำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 20 แสดงจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่า *Lb. plantarum* มีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงประมาณ 8.8 log cfu/mL และแต่ละตัวอย่างมีการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน เมื่อนำมาเก็บรักษาพบว่าแต่ละตัวอย่างมีจำนวนใกล้เคียงกันและไม่เปลี่ยนแปลงมากนักดังภาพที่ 21



ภาพที่ 21 จำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 21 แสดงจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน พบว่า *Lb. plantarum* มีจำนวนประมาณ 8.8 log cfu/mL และแต่ละตัวอย่างมีจำนวนที่ใกล้เคียงกันและไม่เปลี่ยนแปลงมากนักดังภาพที่ 21

นำผลข้างต้นมาศึกษาโดยเลือกใช้จำนวน *Lb. plantarum* ในตัวอย่างโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง และอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติก คือ *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ต

3.2.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้น ไม่มีผลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ต และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 34 และ 35

ตารางที่ 34 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2	$8.73^{a} \pm 0.05$
4	$8.71^{a} \pm 0.05$
6	$8.69^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 34 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น log cfu/mL มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.73, 8.71 และ 8.69 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 35 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/mL)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2:1	$8.71^{a} \pm 0.06$
1:1	$8.72^{a} \pm 0.06$
1:2	$8.69^{a} \pm 0.02$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 35 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.71, 8.72 และ 8.69 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีอิทธิพลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีผลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 36 และ 37

ตารางที่ 36 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2	$8.78^{a} \pm 0.05$
4	$8.79^{a} \pm 0.05$
6	$8.82^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 36 พบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.78, 8.79 และ 8.82 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 37 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 24 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/mL)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2:1	$8.79^{a} + 0.05$
1:1	$8.81^{a} \pm 0.06$
1:2	$8.79^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 37 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.79, 8.81 และ 8.79 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.2.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตไม่มีอิทธิพลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้น ไม่มีผลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตเช่นเดียว กับในชั่วโมงที่ 0 และ 24 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 38 และ 39

ตารางที่ 38 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2	$8.77^{a} \pm 0.03$
4	$8.75^{a} \pm 0.06$
6	$8.75^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 38 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.77, 8.75 และ 8.75 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 39 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/mL)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวน *Lb. plantarum* (log cfu/mL)
2:1	$8.75^{a} \pm 0.03$
1:1	$8.76^{a} \pm 0.06$
1:2	$8.76^{a} \pm 0.03$

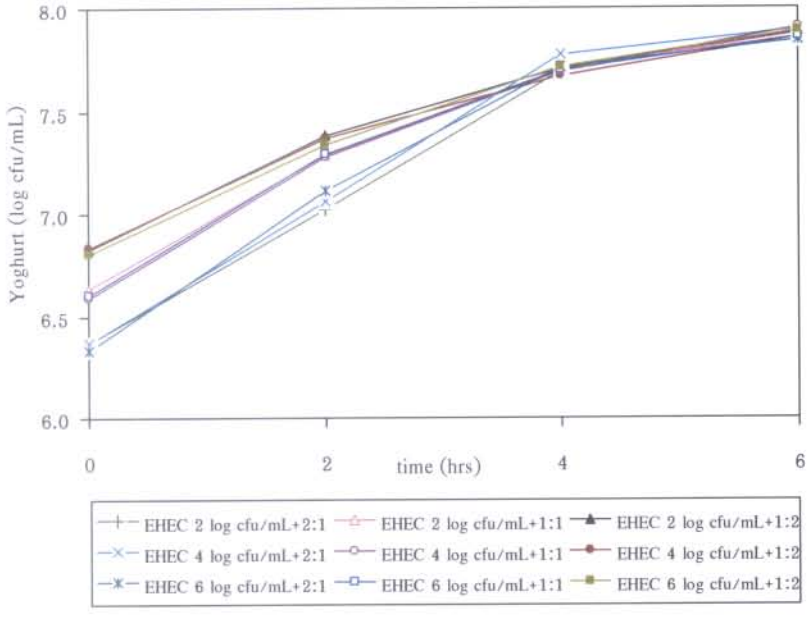
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 39 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวน *Lb. plantarum* เท่ากับ 8.75, 8.76 และ 8.76 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในตัวอย่างโยเกิร์ต และยังพบว่าอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตที่แตกต่างกันก็ไม่มีผลต่อจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตเช่นกัน

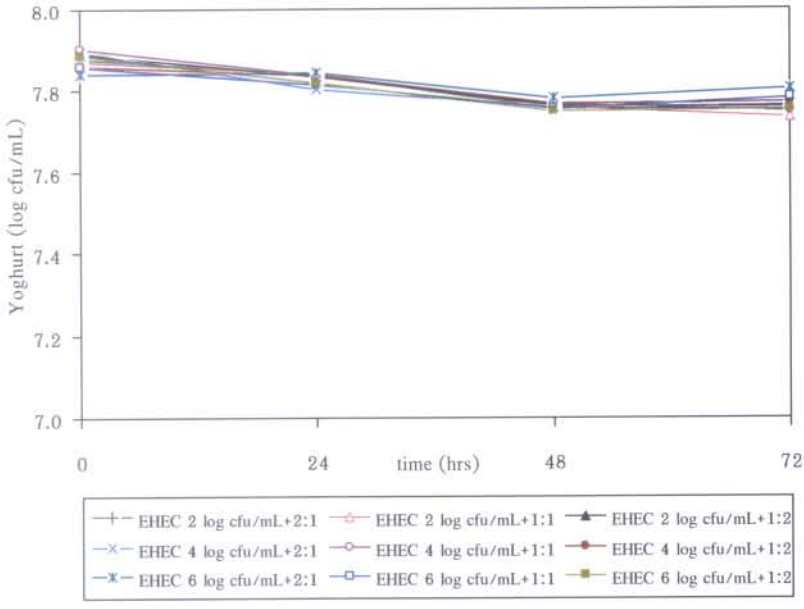
3.3 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

เมื่อทำการศึกษาจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่าแต่ละตัวอย่างมีจำนวนนใกล้เคียงกันดังภาพที่ 22 และ 23



ภาพที่ 22 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 22 แสดงจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตมีการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องจนถึงประมาณ 7.80 log cfu/mL และแต่ละตัวอย่างมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงไปในทางเดียวกัน เมื่อนำมาเก็บรักษาก็พบว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันดังภาพที่ 23



ภาพที่ 23 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 23 แสดงจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน พบว่าแต่ละตัวอย่างมีจำนวนใกล้เคียงกันและไม่พบการเปลี่ยนแปลงระหว่างเก็บรักษา

นำผลข้างต้นมาศึกษาโดยเลือกใช้จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่างและอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกที่ใช้คือ *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้น

3.3.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 40 และ 41

ตารางที่ 40 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2	$7.88^{a} \pm 0.03$
4	$7.89^{a} \pm 0.03$
6	$7.86^{a} \pm 0.02$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 40 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.88, 7.89 และ 7.86 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 41 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2:1	$7.87^{a} \pm 0.04$
1:1	$7.88^{a} \pm 0.02$
1:2	$7.88^{a} \pm 0.02$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 41 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.87, 7.88 และ 7.88 log cfu/mL ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 42 และ 43

ตารางที่ 42 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2	$7.84^{a} \pm 0.03$
4	$7.83^{a} \pm 0.02$
6	$7.83^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 42 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.84, 7.83 และ 7.83 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 43 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาในชั่วโมงที่ 24 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตแตกต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2:1	$7.83^{a} \pm 0.03$
1:1	$7.83^{a} \pm 0.03$
1:2	$7.83^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 43 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเฉลี่ยเท่ากันคือ 7.83 log cfu/mL และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

3.3.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตไม่มีอิทธิพลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้น ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 และ 24 และเมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 44 และ 45

ตารางที่ 44 ค่าเฉลี่ย $\pm$ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (log cfu/ml)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2	$7.76^{a} \pm 0.03$
4	$7.76^{a} \pm 0.04$
6	$7.76^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 44 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากันคือ 7.76 log cfu/mL และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

ตารางที่ 45 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่าเฉลี่ยจำนวนเชื้อโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (log cfu/ml)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	จำนวนเชื้อโยเกิร์ต (log cfu/mL)
2:1	$7.77^{a} \pm 0.04$
1:1	$7.76^{a} \pm 0.04$
1:2	$7.76^{a} \pm 0.02$

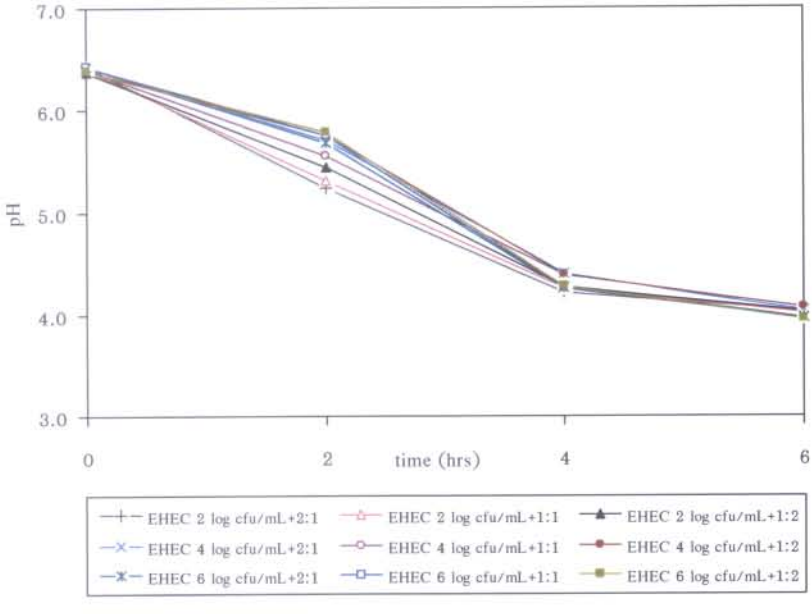
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 45 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีจำนวนเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 7.77, 7.76 และ 7.76 log cfu/mL ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงให้เห็นว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ต และยังพบว่าอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตที่ต่างกันก็ไม่มีผลต่อจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตเช่นกัน

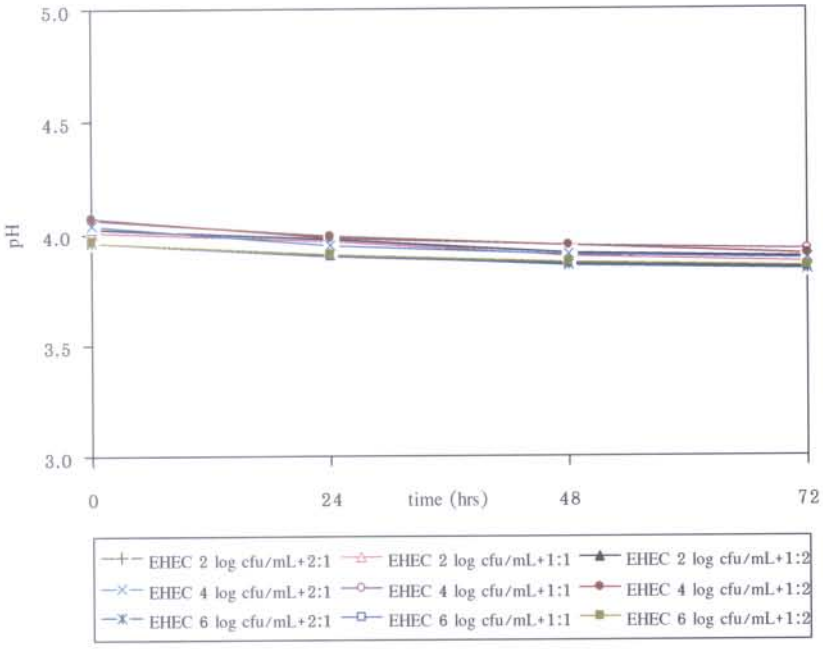
3.4 ความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

เมื่อทำการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง (pH) ของโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 24 และ 25



ภาพที่ 24 ความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 24 แสดงความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่า ในแต่ละตัวอย่างมีการลดลงในแนวทางเดียวกัน และเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตจะอยู่ที่ประมาณ 4.0 เมื่อนำมาเก็บรักษาพบว่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างใกล้เคียงกันดังภาพที่ 25



ภาพที่ 25 ความเป็นกรด - ด่างของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 25 แสดงความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษา เมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่า ในแต่ละตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงระหว่างการเก็บรักษา 24 ชั่วโมงแรกและค่อนข้างคงที่ในชั่วโมงที่ 48 และ 72 ซึ่งแต่ละตัวอย่างเป็นไปในแนวทางเดียวกัน

จากผลการทดลองข้างต้นนำมาศึกษา โดยเลือกใช้ความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่างและอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกที่ใช้คือ *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ต

3.4.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อความเป็นกรดด่าง (pH) ของโยเกิร์ต ส่วนอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองไม่มีมีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีผลให้ความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นไม่มีผลต่อความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ต เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 46 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 47

ตารางที่ 46 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	ความเป็นกรด-ด่าง
2	$4.02^{b} \pm 0.04$
4	$4.06^{b} \pm 0.03$
6	$3.96^{a} \pm 0.03$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 46 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.02 และ 4.06 ซึ่งไม่แตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.96 ซึ่งมีค่าต่ำที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับ 2 ตัวอย่างแรก

ตารางที่ 47 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	ความเป็นกรด-ด่าง
2:1	$4.01^{a} \pm 0.05$
1:1	$4.02^{a} \pm 0.06$
1:2	$4.02^{a} \pm 0.06$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 47 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 4.01, 4.02 และ 4.02 ตามลำดับมีความเป็นกรด-ด่างและเมื่อวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าทั้ง 3 ตัวอย่างมีความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.4.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ต ส่วนอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นกรดด่างของโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีผลทำให้ความเป็นกรด-ด่างเปลี่ยนไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 48 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 49

ตารางที่ 48 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	ความเป็นกรด-ด่าง
2	$3.97^{b} \pm 0.04$
4	$3.97^{b} \pm 0.03$
6	$3.91^{a} \pm 0.02$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 48 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยเท่ากันคือ 3.97 และความเป็นกรด-ด่างทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าคือ 3.91 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่ามีความแตกต่างจากตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL

ตารางที่ 49 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	ความเป็นกรด-ด่าง
2:1	$3.94^{a} \pm 0.04$
1:1	$3.95^{a} \pm 0.05$
1:2	$3.96^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 49 พบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.94, 3.95 และ 3.96 ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.4.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตเช่นเดียวกับอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ต ซึ่งพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีผลต่อ ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตซึ่งแตกต่างจากชั่วโมงที่ 0 และ 24 ที่พบว่าจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ต เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 50 และ 51

ตารางที่ 50 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	ความเป็นกรด-ด่าง
2	$3.91^{a} \pm 0.04$
4	$3.93^{a} \pm 0.04$
6	$3.87^{a} \pm 0.01$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 50 พบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.91, 3.93 และ 3.87 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่อย่างไรก็ตามพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างที่ต่ำกว่าตัวอย่างอื่นเช่นเดียวกับในชั่วโมงที่ 0 และ 24

ตารางที่ 51 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	ความเป็นกรด-ด่าง
2:1	$3.90^{a} \pm 0.04$
1:1	$3.90^{a} \pm 0.05$
1:2	$3.91^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

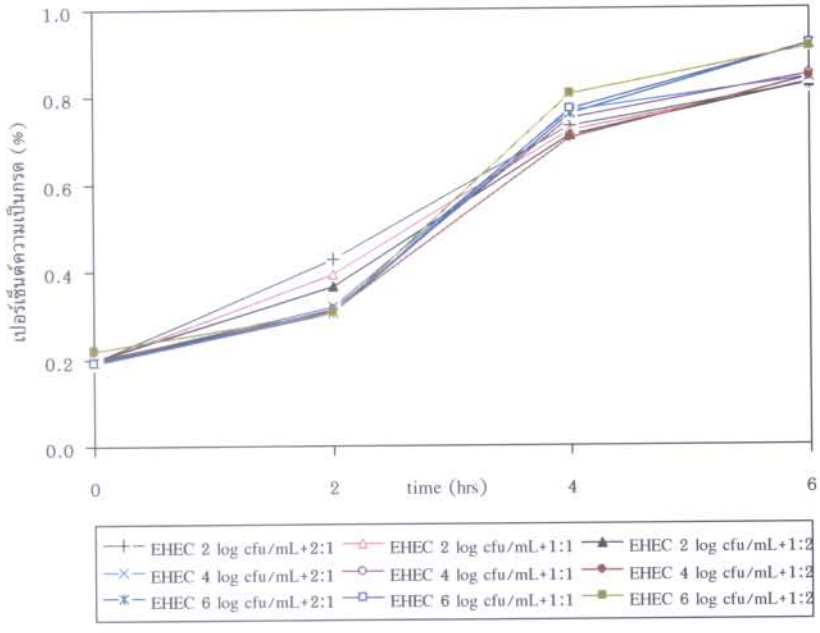
จากตารางที่ 51 พบว่าตัวอย่างใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีความเป็นกรด-ด่างเท่ากับ 3.90, 3.90 และ 3.91 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกันทั้ง 3 ระดับ มีความเป็นกรด-ด่างไม่แตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองข้างต้นพบว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตที่แตกต่างกันนั้นไม่มีผลต่อความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตเนื่องจากค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทั้ง 3 ช่วงเวลา แต่จากผลการทดลองกลับพบว่าในตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นในชั่วโมงที่ 0 และ 24 ส่วนชั่วโมงที่ 48 แม้ว่าผลการวิเคราะห์จะไม่แตกต่างกัน แต่จากค่าเฉลี่ยที่ต่างกันก็ทำให้ทราบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีแนวโน้มว่าจะมีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตัวอย่างอื่น แสดงว่า *E. coli* O157:H7 มีส่วนในการลดความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตด้วยเนื่องจาก *E. coli* O157:H7 สามารถย่อยน้ำตาลแลกโทสได้กรดและแก๊ส

(Hammer, Babel, 1957; Gilmour, Rowe, 1990) ทำให้การใช้ *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างมากขึ้นมีผลให้ความเป็นกรด - ด่างต่ำกว่าปกติ และชนิดของโปรไบโอติกที่ใช้ก็อาจมีผลต่อความเป็นกรด - ด่างในโยเกิร์ตด้วย โดยโปรไบโอติกที่ใช้คือ *Lb. plantarum* อาจมีความสัมพันธ์กับ *E. coli* O157:H7 ในรูปแบบที่ไปส่งเสริมการผลิตกรดหรือควบคุมการแตกตัวของกรดซึ่งอาจมีผลให้ค่าความเป็นกรด-ด่างในโยเกิร์ตลดลง

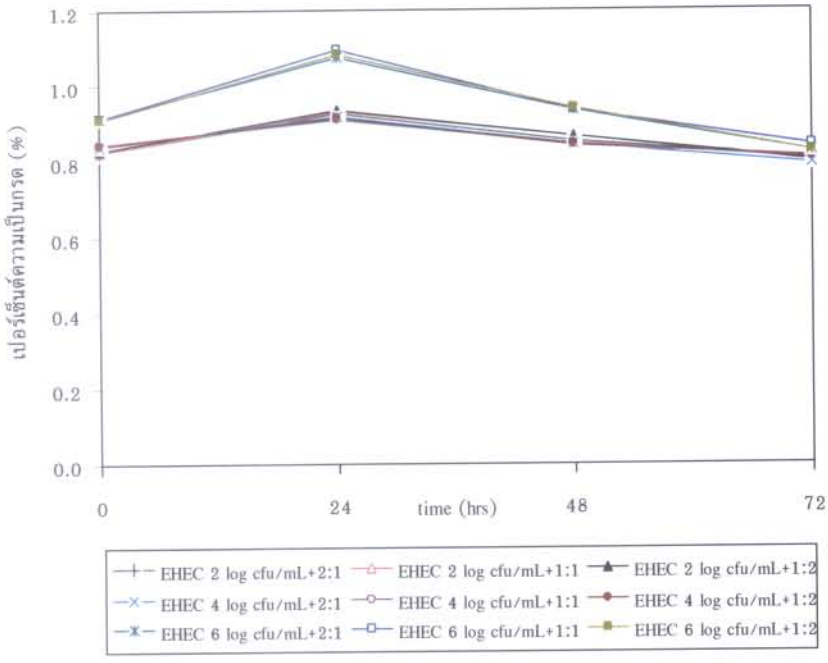
3.5 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

เมื่อทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างการหมักและเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 26 และ 27



ภาพที่ 26 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างการหมักเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 26 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างการหมัก เมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่า เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างเพิ่มขึ้นในแนวทางเดียวกัน และเมื่อสิ้นสุดการหมักพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตจะอยู่ที่ประมาณ 0.8-0.9 เมื่อนำมาเก็บรักษาพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตมีการเปลี่ยนแปลงดังภาพที่ 27



ภาพที่ 27 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษา เมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน

จากภาพที่ 27 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเมื่ออัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อโยเกิร์ตต่างกันพบว่า เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตมีการเพิ่มขึ้นระหว่างเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 และกลับลดลงระหว่างการเก็บรักษาในช่วงชั่วโมงที่ 48 และ 72

จากผลการทดลองข้างต้นนำมาศึกษา โดยเลือกใช้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในช่วงระหว่างเก็บรักษาที่ 0, 24 และ 48 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง และอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกที่ใช้คือ *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ต

3.5.1 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ ความเป็นกรดของโยเกิร์ต ส่วนอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน ซึ่งแสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตนั้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันทางสถิติ ดังตารางที่ 52 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 53

ตารางที่ 52 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.83^{a} \pm 0.01$
4	$0.84^{a} \pm 0.01$
6	$0.91^{b} \pm 0.02$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 52 พบว่าตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีปริมาณกรดเท่ากับ 0.83 และ 0.84 ตามลำดับ ซึ่งไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวนเชื้อ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.91 ซึ่งเป็นเปอร์เซ็นต์ที่สูงที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับ 2 ตัวอย่างข้างต้น

ตารางที่ 53 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 0 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (%)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2:1	$0.86^{a} \pm 0.05$
1:1	$0.86^{a} \pm 0.04$
1:2	$0.86^{a} \pm 0.04$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 53 พบว่าตัวอย่างใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.86 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.5.2 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต ส่วนอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลงจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงไปส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตเช่นเดียว กับชั่วโมงที่ 0 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตมีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 54 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 55

ตารางที่ 54 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.93^{a} \pm 0.01$
4	$0.92^{a} \pm 0.02$
6	$1.08^{b} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 54 พบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.93 และ 0.92 ตามลำดับและพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 1.08% ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่สูงที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับตัวอย่างอื่น

ตารางที่ 55 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 24 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (%)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2:1	$0.97^{a} \pm 0.09$
1:1	$0.98^{a} \pm 0.09$
1:2	$0.98^{a} \pm 0.08$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 55 พบว่าตัวอย่างใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากับ 0.97, 0.98 และ 0.98 ตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตทั้ง 3 ระดับมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

3.5.3 วิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48

เมื่อวิเคราะห์ขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 พบว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต ส่วนอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นพบว่าไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ต และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าการเปลี่ยนแปลง จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นมีผลทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเปลี่ยนแปลงไป ส่วนการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเริ่มต้นนั้นไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตเช่นเดียวกับชั่วโมงที่ 0 และ 24 เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 56 และไม่มีความแตกต่างทางสถิติดังตารางที่ 57

ตารางที่ 56 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่อจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกัน (%)

จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2	$0.86^{a} \pm 0.01$
4	$0.84^{a} \pm 0.02$
6	$0.94^{b} \pm 0.01$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 56 พบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 4 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.86 และ 0.84 ตามลำดับ และพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของทั้ง 2 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ ส่วนตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดเท่ากับ 0.94 ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่สูงที่สุดและมีความแตกต่างทางสถิติกับ 2 ตัวอย่างข้างต้น

ตารางที่ 57 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตขณะเก็บรักษาชั่วโมงที่ 48 เมื่ออัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตต่างกัน (%)

Lb. plantarum : เชื้อโยเกิร์ต	เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรด (% as lactic acid)
2:1	$0.88^{a} \pm 0.05$
1:1	$0.88^{a} \pm 0.04$
1:2	$0.88^{a} \pm 0.05$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 57 พบว่าตัวอย่างใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 2:1, 1:1 และ 1:2 มีเปอร์เซนต์ความเป็นกรดเฉลี่ยเท่ากันคือ 0.88 และจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าตัวอย่างที่ใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตทั้ง 3 ระดับ มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดไม่แตกต่างกันทางสถิติ

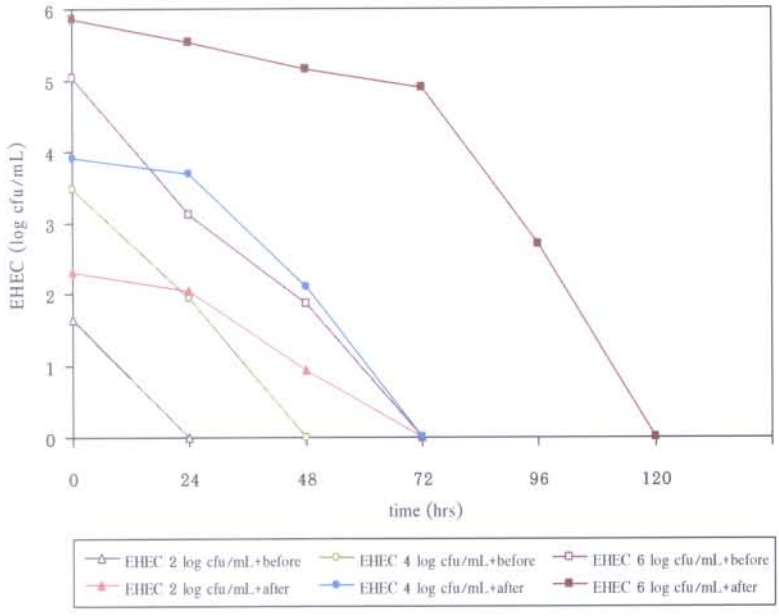
จากผลการทดลองข้างต้นเป็นไปในแนวทางเดียวกับการศึกษาความเป็นกรด-ด่าง ซึ่งพบว่าการใช้อัตราส่วนระหว่าง *Lb. plantarum* กับเชื้อโยเกิร์ตที่แตกต่างกันไม่มีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตเนื่องจากค่าที่ได้ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติทั้ง 3 ช่วงเวลา แต่ในส่วนของจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงสุดและแตกต่างจากตัวอย่างอื่นทั้งในชั่วโมงที่ 0, 24 และ 48 แสดงว่า *E. coli* O157:H7 มีส่วนในการเพิ่มปริมาณกรดของโยเกิร์ตด้วยเนื่องจาก *E. coli* O157:H7 ก็สามารถย่อยน้ำตาลแลกโทสให้กรดและแก๊สได้ (Hammer, Babel, 1957; Gilmour, Rowe, 1990) ทำให้การใช้ *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในตัวอย่างมากขึ้นมีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงกว่าปกติ

4. ผลของการศึกษาผลของโปรไบโอติกในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อนก่อนและหลังการหมัก

ศึกษาผลของโปรไบโอติกในการยับยั้ง *E. coli* O157:H7 (EHEC) ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อนก่อนและหลังการหมักโดยใช้นมพาสเจอไรซ์ที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มาใช้ในการหมักโยเกิร์ต และใช้โปรไบโอติกร่วมกับเชื้อโยเกิร์ตในอัตราส่วนระหว่างโปรไบโอติกและเชื้อเริ่มต้น 1:1 (v/v) โดยโปรไบโอติกที่ใช้ได้แก่ *Lactobacillus plantarum* TISTR No. 050 ศึกษาจำนวน *E. coli* O157:H7 ที่เหลือรอดระหว่างการเก็บรักษา จำนวนโปรไบโอติก จำนวนเชื้อโยเกิร์ต ความเป็นกรดด่าง และเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในโยเกิร์ต ได้ผลการทดลองดังนี้

4.1 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

เมื่อทำการศึกษาจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 28



ภาพที่ 28 จำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

จากภาพที่ 28 แสดงจำนวน *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลัง การหมักพบว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในนมก่อนการหมักมีการลดลงของ *E. coli* O157:H7 เร็วกว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างหลังการหมักและตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นต่างกันก็มีการลดลงของ *E. coli* O157:H7 จนตรวจไม่พบในเวลาที่แตกต่างกัน

นำผลที่ได้มาศึกษาโดยคำนวณค่า D-value ของ *E. coli* O157:H7 ในช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ (หลังกระบวนการหมัก) จนกระทั่งตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างพบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน

E. coli O157:H7 ในตัวอย่างมีอิทธิพลต่อค่า D-value และปัจจัยทั้งสองก็มีอิทธิพลร่วมต่อกันด้วยแสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างมีผลต่อการลดลงของ *E. coli* O157:H7 และเมื่อใช้ปัจจัยทั้งสองร่วมกันก็มีผลให้ค่า D-value แตกต่างไปจากเดิมด้วย เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 58

ตารางที่ 58 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของค่า D-value ของ *E. coli* O157:H7 ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก (ชั่วโมง)

ช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
ก่อนการหมัก	$14.65^{a} \pm 0.33$	$14.77^{a} \pm 0.16$	$14.88^{a} \pm 0.33$
หลังการหมัก	$20.35^{c} \pm 0.82$	$18.95^{b} \pm 0.16$	$32.79^{d} \pm 0.33$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 58 พบว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนการหมักทั้ง 3 ระดับจะมีค่า D-value น้อยกว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 หลังการหมัก โดยตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ในนมก่อนการหมักจำนวน 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีค่า D-value เท่ากับ 14.65, 14.77 และ 14.88 ชั่วโมงตามลำดับ โดยค่าทั้ง 3 ตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติขณะที่ตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างหลังการหมักพบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 4 log cfu/mL จะมีค่า D-value น้อยที่สุดในกลุ่มที่เติมหลังการหมักคือ 18.95 ชั่วโมง ส่วนตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2 และ 6 log cfu/mL มีค่าเท่ากับ 20.35 และ 32.79 ชั่วโมงตามลำดับ และจากการวิเคราะห์ทางสถิติก็พบว่าค่า D-value ในตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 หลังการหมักมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

จากผลการทดลองพบว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนการหมักจะมีค่า D-value น้อยกว่าตัวอย่างที่เติมหลังการหมักในตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นเท่ากัน ซึ่งอาจเนื่องจาก *E. coli* O157:H7 ที่ผ่านกระบวนการหมักมาแล้วจะมีความอ่อนแอลง เมื่อนำมาเก็บรักษาจึงมีการลดลงของเชื้อที่เร็วกว่าตัวอย่างที่ไม่ได้ผ่านการหมักมาก่อนซึ่งเชื้อยังแข็งแรงอยู่

เชื้อที่ผ่านการหมักมีความอ่อนแอลงอาจเนื่องมาจากระหว่างการหมัก *Lb. plantarum* ได้ผลิตสารยับยั้งออกมารวดเร็วและมากพอที่จะทำให้เซลล์ของ *E. coli* O157:H7 อ่อนแอลง เมื่อนำมาเก็บรักษาก็พบว่า *E. coli* O157:H7 มีการลดลงได้รวดเร็วกว่า

จากผลการทดลองพบว่าสารยับยั้งที่ *Lb. plantarum* ผลิตขึ้น สามารถทำงานได้ในสภาวะแช่เย็นจึงสามารถลดจำนวนของ *E. coli* O157:H7 ลงได้ระหว่างการเก็บรักษา แต่การลดลงของ *E. coli* O157:H7 ที่เติมหลังการหมักจะใช้เวลานานกว่าตัวอย่างที่เติมก่อนการหมัก ซึ่งอาจเนื่องจาก *E. coli* O157:H7 ที่เติมหลังการหมักเป็นเซลล์ที่ยังแข็งแรงอยู่

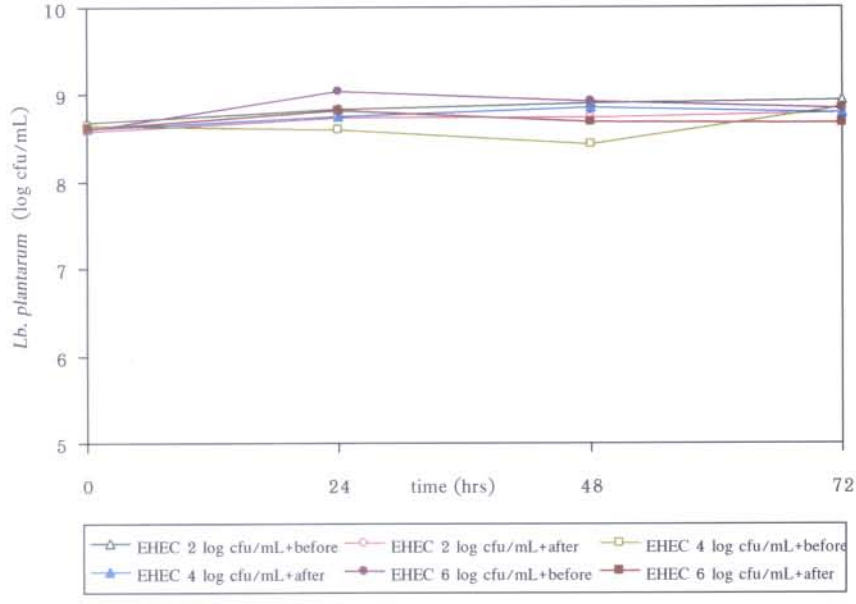
นอกจากนี้ยังพบว่าช่วงแรกที่เริ่มเติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่าง *E. coli* O157:H7 จะมีจำนวนค่อนข้างคงที่ในช่วงประมาณ 24 ชั่วโมงแรก ซึ่งอาจเนื่องมาจากเซลล์ที่บาดเจ็บยังมีชีวิตอยู่เมื่อนำมาเพาะเลี้ยง เชื้ออาจยังสามารถเจริญได้ หลังจากนั้นพบว่า *E. coli* O157:H7 มีการลดจำนวนลงเร็วกว่าช่วงแรกจนถึงจุดที่ตรวจไม่พบเนื่องจากเชื้อถูกทำให้อ่อนแอมาแล้วในช่วงแรกจึงลดลงได้เร็ว แสดงว่าการยับยั้ง *E. coli*

O157:H7 ของ *Lb. plantarum* จำเป็นต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งในการทำลายเซลล์ของ *E. coli* O157:H7 หรือทำให้อ่อนแอก่อนที่จะลดจำนวน *E. coli* O157:H7 ลงจนไม่สามารถตรวจพบได้

จากผลการทดลองสามารถสรุปได้ว่า *Lb. plantarum* สามารถยั้บยั้ง *E. coli* O157:H7 ที่ปนเปื้อนในโยเกิร์ตได้ทั้งก่อนและหลังการหมัก และตัวอย่างที่ปนเปื้อนหลังการหมักจะใช้เวลาในการยับยั้งนานกว่าโยเกิร์ตที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงไปก่อนการหมักจำนวน 2, 4 และ 6 log cfu/mL จะถูกลดจำนวนจนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 24, 48 และ 72 ชั่วโมงตามลำดับ และโยเกิร์ตที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงไปหลังการหมักจำนวน 2, 4 และ 6 log cfu/mL จะถูกลดจำนวนจนไม่สามารถตรวจพบได้ภายใน 72, 72 และ 120 ชั่วโมงตามลำดับ

4.2 จำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

เมื่อทำการศึกษาจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักพบว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 29



ภาพที่ 29 จำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

จากภาพที่ 29 แสดงจำนวน *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักพบว่าจำนวน *Lb. plantarum* ในแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน และค่อนข้างคงที่ตลอดช่วงการเก็บรักษาเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

นำผลที่ได้มาศึกษาโดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* ในช่วงเวลาที่เริ่มการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ (หลังการหมัก) จนกระทั่งครบ 72 ชั่วโมง นำมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ log reduction และปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าจำนวน *E. coli*

O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ในแต่ละตัวอย่างไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวน *Lb. plantarum* ระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 59

ตารางที่ 59 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักระหว่างเก็บรักษา (%)

ช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
ก่อนการหมัก	$2.84^{a} \pm 0.42$	$2.36^{a} \pm 0.87$	$2.79^{a} \pm 0.64$
หลังการหมัก	$2.35^{a} \pm 0.74$	$1.85^{a} \pm 0.39$	$0.49^{a} \pm 1.86$

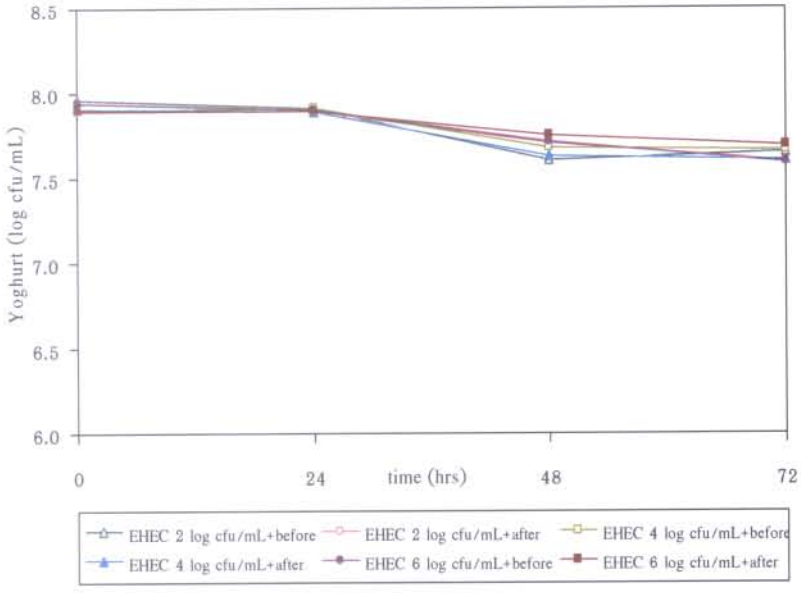
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 59 พบว่าเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* ระหว่างการเก็บรักษา 72 ชั่วโมงในโยเกิร์ตที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนการหมักที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับมีแนวโน้มสูงกว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงหลังการหมักที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นทั้ง 3 ระดับเช่นกัน โดยตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL ที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในนมก่อนการหมักเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* เท่ากับ 2.84, 2.36 และ 2.79 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างหลังการหมักพบว่าตัวอย่างที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* เท่ากับ 2.35, 1.85 และ 0.49 ตามลำดับ แต่จากการวิเคราะห์ทางสถิติก็พบว่าเปอร์เซ็นต์ log reduction ของ *Lb. plantarum* ในแต่ละตัวอย่างไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงว่า *Lb. plantarum* ไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาจนไปถึงชั่วโมงที่ 72 และการเปลี่ยนแปลงในแต่ละตัวอย่างก็ไม่แตกต่างกัน ซึ่งไม่แตกต่างจากการทดลองที่ 2 และ 3 แสดงว่าการเติม *E. coli* O157:H7 ลงไปในตัวอย่างทั้งก่อนและหลังกระบวนการหมัก ไม่มีผลต่อการเพิ่มขึ้นหรือลดลงของ *Lb. plantarum* ในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาภายใน 72 ชั่วโมง

4.3 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

เมื่อทำการศึกษาจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก พบว่ามีจำนวนใกล้เคียงกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 30



ภาพที่ 30 จำนวนเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

จากการศึกษาการเปลี่ยนแปลงจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในตัวอย่างโยเกิร์ตที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังกระบวนการหมัก จากภาพที่ 30 พบว่าจำนวนเชื้อโยเกิร์ตในแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน และค่อนข้างคงที่ตลอดการเก็บรักษาเป็นเวลา 72 ชั่วโมง

นำผลการทดลองข้างต้นมาศึกษาโดยคำนวณเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ต (*Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* และ *Streptococcus thermophilus*) ในช่วงที่เริ่มการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ (หลังการหมัก) จนกระทั่งครบ 72 ชั่วโมง วิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 2 ปัจจัย คือ จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงที่มีการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น และช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ไม่มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตและปัจจัยทั้งสองก็ไม่มีอิทธิพลร่วมต่อกันแสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นและช่วงเวลาในการเติม *E. coli* O157:H7 ลงในแต่ละตัวอย่างไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงจำนวนของเชื้อโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาเนื่องจากเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติดังตารางที่ 60

ตารางที่ 60 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตในโยเกิร์ตระหว่างการเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก (%)

ช่วงของการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7	จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น (log cfu/ml)		
	2	4	6
ก่อนการหมัก	$3.97^{a} \pm 0.68$	$3.09^{a} \pm 0.63$	$4.53^{a} \pm 0.67$
หลังการหมัก	$3.75^{a} \pm 1.27$	$3.84^{a} \pm 0.75$	$2.75^{a} \pm 0.68$

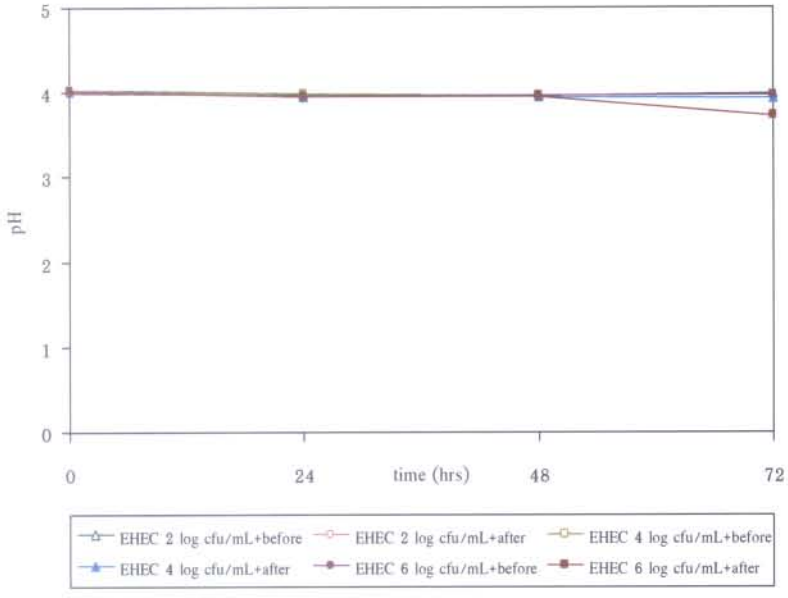
a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

จากตารางที่ 60 พบว่าเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษา 72 ชั่วโมงในโยเกิร์ตที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนการหมัก 2, 4 และ 6 log cfu/mL มีเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตเท่ากับ 3.97, 3.09 และ 4.53 ตามลำดับ ส่วนตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 หลังการหมักที่มี *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 2, 4 และ 6 log cfu/mL พบว่าเปอร์เซ็นต์ log reduction เท่ากับ 3.75, 3.84 และ 2.75 ตามลำดับ ซึ่งจากการวิเคราะห์ทางสถิติพบว่าเปอร์เซ็นต์ log reduction ของเชื้อโยเกิร์ตแต่ละตัวอย่างไม่แตกต่างกัน

จากผลการทดลองข้างต้นแสดงว่าเชื้อโยเกิร์ตไม่มีการเปลี่ยนแปลงมากนักตั้งแต่เริ่มเก็บรักษา จนถึงชั่วโมงที่ 72 และจำนวนในแต่ละตัวอย่างก็ไม่แตกต่างกัน แสดงว่าการเติม *E. coli* O157:H7 ในตัวอย่างทั้งก่อนและหลังการหมักไม่มีผลต่อการเพิ่มหรือลดลงของจำนวนเชื้อโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาภายใน 72 ชั่วโมง

4.4 ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

เมื่อทำการศึกษาความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักพบว่ามีความคล้ายคลึงกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 31



ภาพที่ 31 ความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

จากภาพที่ 31 แสดงความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก พบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่ระหว่างเก็บรักษา แต่ในชั่วโมงที่ 72 มีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย

นำค่าความเป็นกรด-ด่างที่ได้มาศึกษาในช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ (หลังการหมัก) จนกระทั่งตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 3 ปัจจัยคือ จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น ช่วงที่มีการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 และเวลาระหว่างการเก็บรักษา พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น ช่วงที่มีการปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 และเวลาระหว่างการเก็บรักษามีอิทธิพลต่อความเป็นกรด-ด่างและปัจจัยทั้งสามก็มีอิทธิพลร่วมต่อกันแสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น ช่วงที่มีการปนเปื้อนและเวลาระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อความเป็นกรด-ด่างและเมื่อใช้ทั้งสอง หรือ

สามปัจจัยร่วมกันล้วนมีผลให้ความเป็นกรด-ด่างแตกต่างไปจากเดิม เมื่อนำมาวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 61

ตารางที่ 61 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความเป็นกรด-ด่างของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

ตัวอย่างโยเกิร์ต	เวลาในการเก็บรักษา (ชั่วโมง)			
	0	24	48	72
A	4.03^{fg} + 0.03	3.96^{cd} ± 0.01	3.96^{cd} ± 0.01	3.93^{bc} ± 0.00
B	4.04^{g} ± 0.03	3.98^{de} + 0.01	3.97^{d} ± 0.01	3.98^{de} ± 0.01
C	4.03^{fg} ± 0.01	3.96^{cd} ± 0.01	3.95^{b-d} ± 0.00	3.93^{bc} ± 0.01
D	4.03^{fg} ± 0.02	3.98^{de} ± 0.01	3.98^{de} ± 0.01	3.98^{de} ± 0.01
E	4.01^{ef} ± 0.01	3.95^{b-d} ± 0.01	3.95^{b-d} ± 0.00	3.73^{a} ± 0.01
F	4.02^{fg} ± 0.01	3.97^{d} ± 0.01	3.98^{de} ± 0.01	3.98^{de} ± 0.01

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

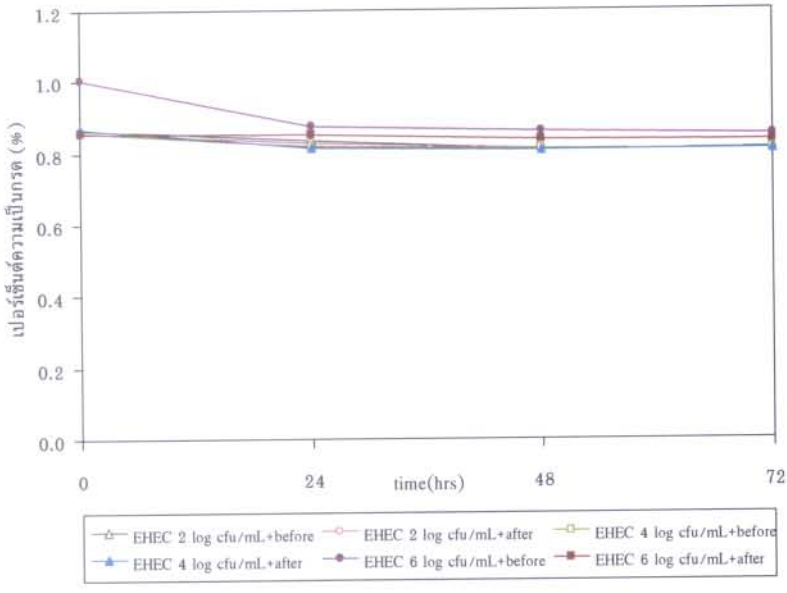
A: EHEC 2 log cfu/mL+before B: EHEC 2 log cfu/mL+after C: EHEC 4 log cfu/mL+before

D: EHEC 4 log cfu/mL+after E: EHEC 6 log cfu/mL+before F: EHEC 6 log cfu/mL+after

จากตารางที่ 61 พบว่าความเป็นกรด-ด่างในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวอย่างที่มีค่าความเป็นกรด-ด่างต่ำที่สุดคือตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนการหมักจำนวน 6 log cfu/mL ที่เก็บรักษา 72 ชั่วโมง คือ 3.73 ส่วนตัวอย่างที่มีความเป็นกรด-ด่างสูงที่สุดคือตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างหลังการหมักจำนวน 2 log cfu/mL ที่เก็บรักษา 0 ชั่วโมง คือ 4.04 และเมื่อพิจารณาจากค่าของตัวอย่างโดยรวมพบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้นความเป็นกรด-ด่างของตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงเล็กน้อย ส่วนตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงไปก่อนการหมักพบว่ามีความเป็นกรด-ด่างต่ำกว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 หลังการหมัก และจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นก็มีผลต่อความเป็นกรด-ด่าง โดยพบว่าตัวอย่างที่มีจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น 6 log cfu/mL ที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนการหมักจะมีค่าที่ต่ำที่สุด แสดงว่า *E. coli* O157:H7 อาจมีส่วนในการผลิตกรดได้ในสภาวะการหมัก ส่วนในสภาวะการเก็บรักษาใช้อุณหภูมิแช่เย็นซึ่งอาจไม่เหมาะในการผลิตกรดของ *E. coli* O157:H7 ทำให้ความเป็นกรด-ด่างไม่ต่ำเท่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนการหมัก ความเป็นกรด-ด่างโดยรวมค่อนข้างใกล้เคียงกับการทดลองที่ 2 และ 3 คือประมาณ 3.9-4.0

4.5 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

เมื่อทำการศึกษาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักพบว่ามีความแตกต่างกันในแต่ละตัวอย่างดังภาพที่ 32



ภาพที่ 32 เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก

จากภาพที่ 32 แสดงเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก พบว่าในช่วงเริ่มการเก็บรักษาเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดลดลงเล็กน้อย แต่หลังจากชั่วโมงที่ 24 ไปพบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดค่อนข้างคงที่ ซึ่งจากภาพจะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.80

นำเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดที่ได้มาศึกษาในช่วงเวลาตั้งแต่เริ่มเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 °ซ จนกระทั่งตรวจไม่พบ *E. coli* O157:H7 เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติโดยศึกษาอิทธิพลของ 3 ปัจจัยคือ จำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้นในแต่ละตัวอย่าง ช่วงที่มีการปนเปื้อนของ *E. coli* O157:H7 และเวลาระหว่างการเก็บรักษา พบว่าทั้งจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น ช่วงเวลาในการเติมเชื้อ และเวลาระหว่างเก็บรักษา มีอิทธิพลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดและปัจจัยทั้งสามก็มีอิทธิพลร่วมต่อกัน แสดงว่าจำนวน *E. coli* O157:H7 เริ่มต้น ช่วงที่มีการเติมเชื้อ และเวลาระหว่างการเก็บรักษามีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดและเมื่อใช้ทั้งสองหรือสามปัจจัยร่วมกันล้วนมีผลให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดต่างไปจากเดิม เมื่อวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยโดยวิธี DMRT พบว่ามีความแตกต่างกันดังตารางที่ 62

ตารางที่ 62 ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของโยเกิร์ตระหว่างเก็บรักษาที่ปนเปื้อน *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก (%)

ตัวอย่างโยเกิร์ต	เวลาในการเก็บรักษา (ชั่วโมง)			
	0	24	48	72
A	$0.87^{fg} + 0.02$	$0.84^{a-e} + 0.01$	$0.81^{a} + 0.02$	$0.81^{a} \pm 0.01$
B	$0.86^{e-g} \pm 0.00$	$0.83^{a-d} \pm 0.01$	$0.81^{a} \pm 0.00$	$0.81^{a} \pm 0.01$
C	$0.86^{e-g} \pm 0.01$	$0.82^{ab} \pm 0.01$	$0.81^{a} \pm 0.01$	$0.81^{a} \pm 0.02$
D	$0.87f^{g} \pm 0.01$	$0.82^{ab} \pm 0.01$	$0.81^{a} \pm 0.01$	$0.81^{a} \pm 0.01$
E	$1.01^{h} \pm 0.02$	$0.88^{g} \pm 0.01$	$0.86^{e-g} \pm 0.01$	$0.85^{c-g} \pm 0.01$
F	$0.86^{e-g} + 0.01$	$0.85^{c-g} + 0.01$	$0.84^{a-e} + 0.01$	$0.83^{a-d} + 0.00$

a, b,...ค่าเฉลี่ยที่มีอักษรต่างกันมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

A: EHEC 2 log cfu/mL+before B: EHEC 2 log cfu/mL+after C: EHEC 4 log cfu/mL+before

D: EHEC 4 log cfu/mL+after E: EHEC 6 log cfu/mL+before F: EHEC 6 iog cfu/mL+after

จากตารางที่ 62 พบว่าเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดในแต่ละตัวอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดต่ำที่สุดคือตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนและหลังกระบวนการหมักจำนวน 2 และ 4 log cfu/mL ที่เก็บรักษา 48 และ 72 ชั่วโมง คือ 0.81 ส่วนตัวอย่างที่มีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงที่สุดคือตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงในตัวอย่างก่อนการหมักจำนวน 6 log cfu/mL ที่เก็บรักษา 0 ชั่วโมง คือ 1.01 และเมื่อพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของตัวอย่างโดยรวมพบว่าเมื่อเวลาในการเก็บรักษานานขึ้น เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของของตัวอย่างมีแนวโน้มลดลงขณะที่ความเป็นกรด-ด่างไม่เปลี่ยนแปลงมากนัก ซึ่งเป็นไปในแนวทางเดียวกับการทดลองที่ 2 และ 3

การลดลงของเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดนี้อาจเนื่องมาจากกรดถูกวัดในรูปของกรดแลกติก ซึ่งในความเป็นจริงอาจมีกรดชนิดอื่นเกิดขึ้นด้วยทำให้กรดถูกตรวจพบได้น้อยกว่าความเป็นจริง ส่วนตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมัก เมื่อวิเคราะห์เปรียบเทียบกับช่วงเวลาอื่นด้วยจะพบว่าการเติม *E. coli* O157:H7 ก่อนและหลังการหมักมีผลต่อเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดของตัวอย่างโดยตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ก่อนการหมักจะมีเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงกว่าตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงไปหลังการหมักซึ่งอาจเนื่องจาก *E. coli* O157:H7 มีส่วนในการผลิตกรดในตัวอย่างด้วยทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดสูงกว่า ส่วนตัวอย่างที่เติม *E. coli* O157:H7 ลงไปหลังการหมัก *E. coli* O157:H7 อาจไม่ผลิตกรดหรือผลิตได้ไม่มากเนื่องจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดค่อนข้างน้อยกว่า ส่วนเปอร์เซ็นต์ความเป็นกรดโดยรวมพบว่าใกล้เคียงกับการทดลองที่ 2 และ 3 คืออยู่ที่ประมาณ 0.8-1.0