การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างพื้นผิวเพื่อตรวจสอบจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดบนพื้นผิวสัมผัสอาหาร

ปกปิด

นางสาวอรพินท์ พรเรืองทรัพย์

1312347117

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีทางอาหาร ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2556
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5372381623

Comparison of surface sampling methods for detecting some pathogens on food contact surfaces

Miss Orapin Pornruangsarp

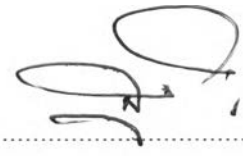
1312347117

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Science Program in Food Technology
Department of Food Technology
Faculty of Science
Chulalongkorn University
Academic Year 2013

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างพื้นผิวเพื่อตรวจสอบจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิดบนพื้นผิวสัมผัสอาหาร
โดย	นางสาวอรพินท์ พรเรืองทรัพย์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีทางอาหาร
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กีรติพิบูล

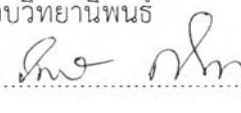
คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต



.....คณบดีคณะวิทยาศาสตร์

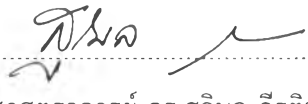
(ศาสตราจารย์ ดร.สุพจน์ หารหนองบัว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



.....ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล)

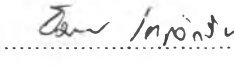


.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กีรติพิบูล)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นจิต ประกิตชัยวัฒนา)



.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ธมลวรรณ เหล่าวิทยานุรักษ์)

อรพินท์ พรเรืองทรัพย์ : การเปรียบเทียบวิธีการสุ่มตัวอย่างพื้นผิวเพื่อตรวจสอบจุลินทรีย์ก่อโรคบางชนิด บนพื้นผิวสัมผัสอาหาร. (Comparison of surface sampling methods for detecting some pathogens on food contact surfaces) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สุวิมล กีรติพิบูล , 104 หน้า.

การปนเปื้อนของจุลินทรีย์ก่อโรคบนพื้นผิวสัมผัสอาหารในโรงงานอุตสาหกรรมถือเป็นสาเหตุสำคัญที่ส่งผลต่อความปลอดภัยในผลิตภัณฑ์อาหารและสุขภาพของผู้บริโภค จึงจำเป็นต้องมีการตรวจสอบการปนเปื้อนของแบคทีเรียก่อโรคในโรงงานผลิตอาหาร วิธีที่นิยมใช้คือ เทคนิคการสวอบ งานวิจัยนี้ได้ศึกษาปัจจัย (ชนิดสวอบ, ประเภทพื้นผิว, ความขรุขระของพื้นผิว การสวอบขณะพื้นผิวเปียกและพื้นผิวแห้งและชนิดของแบคทีเรียที่อยู่บนพื้นผิว) ที่มีผลต่อประสิทธิภาพในการเก็บเชื้อจากพื้นผิว สวอบที่ใช้มี 4 ชนิดคือ สวอบสำลี (cotton) สวอบโฟมพอลิยูรีเทน (PU foam) ผ้าก๊อซ (gauze) และฟองน้ำเซลลูโลส (sponge) ทำการเก็บเชื้อ *Salmonella* Typhimurium, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* และ *Escherichia coli* จากพื้นผิวสเตนเลสและพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนแบบเก่าและใหม่ โดยในขั้นแรกได้ศึกษาลักษณะทางกายภาพของสวอบทั้ง 4 ชนิดโดยใช้กล้องจุลทรรศน์ (light microscope) พบว่า โครงสร้างของสวอบโฟมมีรูพรุนขนาดเล็กกว่า ฟองน้ำเซลลูโลส สวอบสำลีมีเส้นใยขนาดเล็กเรียงซ้อนกัน ต่างจากผ้าก๊อซมีลักษณะโครงสร้างรูกว้างและวัดความขรุขระ (Roughness, Ra) ของพื้นผิวทั้ง 3 ประเภท พบว่าค่าความขรุขระของผิวสเตนเลส พอลิเอสเทอร์ยูรีเทนแบบใหม่และเก่าอยู่ที่ 0.14±0.00, 0.05±0.00 และ 1.44±0.01μm ตามลำดับ จากนั้นจึงศึกษาการปล่อยแบคทีเรียออกจากสวอบเมื่อใส่เชื้อที่มีความเข้มข้นของเซลล์ที่ระดับ 5 log CFU/ml ลงบนสวอบโดยตรงพบว่า ประสิทธิภาพการปล่อยแบคทีเรียทั้ง 4 ชนิด จากฟองน้ำเซลลูโลส สวอบโฟมพอลิยูรีเทนและ ผ้าก๊อซ มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 94.09-99.34% มากกว่าสวอบสำลีที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 80.76-87.17% จากนั้นได้นำสวอบไปทดสอบประสิทธิภาพการเก็บเชื้อจากพื้นผิวทั้งสามชนิด โดยเก็บพื้นผิวในสภาวะเปียกและแห้ง พบว่าประสิทธิภาพการเก็บเชื้อบนพื้นผิวเปียกของฟองน้ำเซลลูโลส สวอบโฟมพอลิยูรีเทน และผ้าก๊อซ มีค่าอยู่ในช่วง 80.12-98.19%, 87.30-98.54% และ 77.93-100.87% ตามลำดับ ซึ่งมากกว่าสวอบสำลีที่มีค่าอยู่ในช่วง 79.01-92.49% และประสิทธิภาพการเก็บเชื้อขณะพื้นผิวแห้งของสวอบทุกชนิดมีค่าน้อยกว่าการสวอบบนพื้นผิวเปียกซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง 33.85-63.40% โดยฟองน้ำเซลลูโลสให้ค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในช่วง 52.31-78.40% สวอบโฟมพอลิยูรีเทนมีค่า 47.97-70.44% ผ้าก๊อซมีค่า 46.72-74.40% และสวอบสำลีให้ค่าเฉลี่ยต่ำสุดอยู่ในช่วง 33.85-63.31% ประสิทธิภาพการเก็บไบโอฟิล์ม พบว่า ฟองน้ำเซลลูโลส และสวอบโฟมพอลิยูรีเทนมีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 47.68-54.97% และ 48.29-55.16% ตามลำดับ ซึ่งสูงกว่าสวอบสำลีและผ้าก๊อซที่มีค่าเฉลี่ยอยู่ในช่วง 45.10-50.09% และ 48.29-55.16% ตามลำดับ จากผลการวิจัยนี้พบว่า ชนิดสวอบและสภาวะพื้นผิวขณะสวอบ (แห้งและเปียก) มีผลต่อประสิทธิภาพในการเก็บจุลินทรีย์ก่อโรคจากพื้นผิว ดังนั้นการเลือกใช้สวอบที่เหมาะสมกับลักษณะของพื้นผิว จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเก็บเชื้อจากพื้นผิว ทำให้ทราบถึงปัญหาการปนเปื้อนที่แท้จริงในอุตสาหกรรมอาหาร ซึ่งจะทำให้โรงงานสามารถแก้ไขปัญหาการปนเปื้อนได้อย่างทันท่วงที

T161247117

ภาควิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา เทคโนโลยีทางอาหาร ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก .....

ปีการศึกษา 2556

5372381623 : MAJOR FOOD TECHNOLOGY
KEYWORDS: SWAB / FOOD CONTACT SURFACE / FOODBORNE PATHOGEN / BACTERIAL RECOVERY EFFICIENCY

ORAPIN PORNRUANGSARP: Comparison of surface sampling methods for detecting some pathogens on food contact surfaces. ADVISOR: ASSOC. PROF. SUWIMON KEERATIPIBUL, Ph.D., 104 pp.

Contamination of foodborne pathogen in food product is the major concern in food industry. To ensure safety of finished product, it is necessary to control the cleanliness of the production environment. The most common technique used for hygiene monitoring in a processing line is swabbing technique. The purpose of this study is to identify several factors (types of swab, surface and bacteria) which affect swab efficiency when using this technique to inspect foodborne pathogen available on surfaces. Four types of swab including cotton, polyesterurethane foam (PU foam), sponge and gauze swab were used to recover pathogens (*Salmonella* Typhimurium, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli* and *Listeria monocytogenes*) from stainless steel and polyesterurethane (old and new) coupons. Efficiency of bacterial releasing from different swab type was evaluated, bacterial suspension (5 log CFU/ml) was directly inoculated in each swab type and observed amount of bacteria released. Sponge, PU foam and gauze swab show higher releasing efficiency (average range of 4 pathogens: 94.09-99.34%) comparing to cotton swab (80.76-87.17%). The efficiency of each swab to recover bacteria from each surface condition (wet and dry surfaces) was investigated. Swabbing on a wet surface using sponge (80.12-98.19%), PU foam (87.30-98.54%) and gauze (77.93-100.78%) yield no significant difference of bacterial recovery efficiency which is considered to be higher than cotton swab (79.01-92.49%). In addition, swabbing on dry surface using sponge shows the highest bacterial recovery efficiency (52.31-78.40%), while cotton swab exhibit the lowest bacterial recovery (33.85-63.31%). Moreover, swabbing on dry surface condition decreased bacterial recovery efficiency of all swab types to 33.85-78.40%. The efficiency of each swab to recover bacterial biofilm from surface was also determined. Sponge (47.68-54.97%) and PU foam (48.29-55.16%) show higher percentage recovery of bacterial biofilm than cotton (45.10-50.09%) and gauze swab (48.29-55.16%). The results of this study clearly show that swab and surface types with dry/wet surface condition can affect bacterial recovery efficiency. Therefore, choosing appropriate type of swab related to conditions of surface can increase bacterial recovery efficiency from surface and help food industry to get more actual contamination situation in processing line. Higher efficiency of swab can help food industry to take immediate and appropriate corrective action in order to prevent product contamination.

Department: Food Technology Student's Signature .....

Field of Study: Food Technology Advisor's Signature .....

Academic Year: 2013

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เรื่องนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณจากทุนอุดหนุนวิทยานิพนธ์สำหรับนิสิต (CU.Graduate school thesis grant) บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.สุวิมล กีรติพิบูล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่ให้แนวคิดและโอกาสในการริเริ่มงานวิจัยนี้ตลอดจนสละเวลาให้คำปรึกษา คำแนะนำ ข้อคิดเห็น ข้อมูลทางวิชาการและความช่วยเหลืออื่นๆที่เป็นประโยชน์ รวมไปถึงกำลังใจที่มีค่าแก่ผู้วิจัยตลอดระยะเวลาการทำวิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไขวิทยานิพนธ์จนเสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณ Assistant Professor Hajime Takahashi และ ดร.ยุพคุณ จตุรงคสัมฤทธิ์ที่ให้ความกรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ให้การดูแล ให้ความช่วยเหลือ และให้คำแนะนำที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดจากการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.รมณี สงวนดีกุล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชื่นจิต ประกิตชัยวัฒนา และ คุณธมลวรรณ เหล่าวิทยานุรักษ์ ที่สละเวลามาร่วมเป็นกรรมการในการสอบวิทยานิพนธ์ และให้คำแนะนำ ความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์ รวมทั้งแนวทางแก้ไขปรับปรุงทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ บริษัท 3เอ็ม ประเทศไทย จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์อุปกรณ์สวอบสำหรับการวิจัย บริษัท เอส.ซี. เซอร์วิส แอนด์ ซัพพลาย จำกัด ที่อนุเคราะห์เหล็กกล้าไร้สนิม บริษัท ต้าเหรียญ อินดัสทรีส์ จำกัด และบริษัท เบทาโกร จำกัด ที่อนุเคราะห์สายพานพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ Department of Food Science and Technology, Tokyo University of Marine Science and Technology ประเทศญี่ปุ่นที่เอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำวิจัย

ขอขอบพระคุณเจ้าหน้าที่ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหารและเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการทุกท่านที่ช่วยดูแลและคอยอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ และน้องๆ ระดับปริญญาโท ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย สำหรับมิตรไมตรีอันดีงาม คำแนะนำ ความมีน้ำใจและกำลังใจที่มีให้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ญาติพี่น้อง รวมทั้งผู้ที่มีส่วนช่วยเหลือโดยมิได้กล่าวนาม ที่คอยเป็นกำลัง ให้คำปรึกษา ให้ความช่วยเหลือและให้การสนับสนุนในทุกๆด้านเป็นอย่างดีเสมอมาจนข้าพเจ้าสำเร็จการศึกษา

1312347117

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ฎ

สารบัญภาพ ..... ฑ

บทที่ 1 บทนำ 1

บทที่ 2 วารสารปริทัศน์ 3

2.1 แบคทีเรียก่อโรค (pathogens) 3

2.1.1 เอสเชอริเชีย โคไล (*Escherichia coli*) 4

2.1.2 สแตปไฟโลคอกคัส ออเรียส (*Staphylococcus aureus*) 5

2.1.3 ซัลโมเนลลา ไทฟิมูเรียม (*Salmonella* Typhimurium) 6

2.1.4 ลิสทีเรีย โมโนไซโตจีเนส (*Listeria monocytogenes*) 6

2.1.5 คุณสมบัติของเซลล์แบคทีเรียที่มีผลต่อการเกาะบนพื้นผิว 8

2.1.5.1 พื้นผิวของแบคทีเรีย 8

2.1.5.1.1 แคปซูล (capsules) 8

2.1.5.1.2 ฟิมบรี (fimbriae) หรือ พิไล (pili) 9

2.1.5.1.3 Outer membrane polymers 9

2.1.5.1.4 S layers 9

2.1.5.2 สารที่ถูกปล่อยออกมานอกเซลล์แบคทีเรีย 10

2.1.5.3 การเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อมภายนอก 10

2.1.5.3.1 ผลจากสิ่งแวดล้อมในการเจริญเติบโต 10

2.1.5.3.2 ระยะ stationary phase (การปรับตัวสู่ภาวะการอดอาหาร) 11

2.2 ไบโอฟิล์ม (Biofilm) 11

2.2.1 การเกิดไบโอฟิล์ม 11

2.2.1.1 การเกาะของแบคทีเรีย 11

2.2.1.2 การเกิดเป็นกลุ่มของเซลล์ 13

หน้า

2.2.1.3 การพัฒนาเป็นไบโอฟิล์มที่สมบูรณ์ 13
2.2.2 การยึดเกาะและไบโอฟิล์มของแบคทีเรียก่อโรค 13
2.3 พื้นผิวสัมผัสอาหาร (food contact surfaces) 15
2.3.1 สเตนเลส (stainless steel) 15
2.3.2 พอลิเอสเทอร์ยูรีเทน (polyesterurethane) 17
2.4 อุปกรณ์ที่ใช้เก็บจุลินทรีย์จากพื้นผิวสัมผัสอาหาร 17
2.4.1 สวอบอนามัย (hygiene swabs) 17
2.4.2 ฟองน้ำเซลลูโลส (cellulose sponge) 18
2.4.3 ผ้าก๊อซ (gauze) 19
2.4.4 สวอบโฟมพอลิยูรีเทน (polyurethane foam) 20
2.4.5 การสวอบ 20
2.4.6 การใช้อุปกรณ์สวอบเก็บแบคทีเรียจากพื้นผิว 21
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีดำเนินการวิจัย 25
3.1 จุลินทรีย์ทดสอบ 25
3.2 อุปกรณ์และสารเคมี 25
3.2.1 พื้นผิวทดสอบและสวอบ 25
3.2.2 อาหารเลี้ยงเชื้อ 25
3.2.3 สารเคมี 26
3.2.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย 26
3.3 การวิเคราะห์ลักษณะของสวอบและพื้นผิวสัมผัสอาหาร 27
3.1.1 ศึกษาลักษณะพื้นผิวและสวอบด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบใช้แสง 27
3.1.2 ศึกษาความขรุขระและลักษณะโครงสร้าง 3 มิติของพื้นผิว 27
3.4 การเตรียมแบคทีเรีย พื้นผิวและสวอบ 27
3.4.1 การเตรียมแบคทีเรีย 27
3.4.2 การเตรียมสวอบ 28
3.4.3 การเตรียมตัวอย่างพื้นผิว 29
3.5 การวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียที่ได้จากสวอบหลังจากการใส่เชื้อลงบนสวอบโดยตรง 29

1312347117

หน้า

3.6 การวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียที่เก็บได้จากพื้นผิวโดยใช้สวอบชนิดต่างๆ 30
3.6.1 การสวอบขณะพื้นผิวทดสอบเปียก 30
3.6.2 การสวอบขณะพื้นผิวทดสอบแห้ง 31
3.7 การวิเคราะห์จำนวนแบคทีเรียที่เก็บได้จากไบโอฟิล์มที่สร้างขึ้นบนพื้นผิวโดยใช้สวอบชนิดต่างๆ 31
3.7.1 การสร้างไบโอฟิล์ม 31
3.7.2 การสวอบไบโอฟิล์ม 32
3.8 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 32
บทที่ 4 ผลและวิจารณ์การทดลอง 33
4.1 ผลการวิเคราะห์ลักษณะสวอบและพื้นผิว 33
4.2 ผลการวิเคราะห์ความขรุขระพื้นผิวสายพานอาหาร 34
4.2 ผลการศึกษาประสิทธิภาพจำนวนแบคทีเรียที่ปล่อยออกจากสวอบ 35
4.3 ผลการศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อประสิทธิภาพการเก็บแบคทีเรียจากพื้นผิวสัมผัสอาหาร 37
4.3.1 จำนวนแบคทีเรียแต่ละชนิดที่เก็บจากพื้นผิว 38
4.3.2 ชนิดพื้นผิวสัมผัสอาหารที่มีผลต่อการใช้เทคนิคสวอบเก็บแบคทีเรีย 38
4.3.3 อุปกรณ์สวอบที่มีผลต่อจำนวนแบคทีเรียที่เก็บได้จากพื้นผิวสัมผัสอาหาร 43
4.4 ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์มแบคทีเรียบนพื้นผิวต่างๆ 47
4.4.1 ชนิดพื้นผิวสัมผัสอาหารที่มีผลต่อการเก็บไบโอฟิล์มของแบคทีเรีย 47
4.4.2 อุปกรณ์สวอบที่มีผลต่อการเก็บไบโอฟิล์มของแบคทีเรียจากพื้นผิวสัมผัสอาหาร 51
52
4.5 เปรียบเทียบประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บแบคทีเรียก่อโรคและไบโอฟิล์มจากพื้นผิวสัมผัสอาหาร 54
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 55
..... 56
รายการอ้างอิง 56
ภาคผนวก 63
ภาคผนวก ก วิธีการเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อและสารละลายที่ใช้ในการทดลอง 64
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ 70

หน้า

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 104

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2. 1 เปรียบเทียบระหว่างเส้นใยธรรมชาติและเส้นใยประดิษฐ์ 19
3. 1 ปัจจัยที่ใช้ในการเลี้ยงแบคทีเรียแต่ละชนิด..... 28
4. 1 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพในการปล่อยเชื้อแบคทีเรียของสวอบโดยการใส่เชื้อลงบนสวอบโดยตรง..... 37
4. 2 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์จำนวนแบคทีเรียแต่ละชนิดที่เก็บได้จากพื้นผิวขณะเปียกและแห้ง 40
4. 3 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บแบคทีเรียบนพื้นผิวสัมผัสอาหาร 46
4. 4 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์มบนพื้นผิวแต่ละชนิด 48
4. 5 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์สวอบในการเก็บแบคทีเรียจากพื้นผิวสัมผัสอาหาร..... 52
4. 6 เปรียบเทียบช่วงเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเฉลี่ยของอุปกรณ์สวอบแต่ละชนิดในการเก็บแบคทีเรียก่อโรค 54
4. 7 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพเฉลี่ยของอุปกรณ์สวอบแต่ละชนิดในการเก็บแบคทีเรียก่อโรค 54
ข. 1 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของของสวอบในการปล่อยแบคทีเรีย ด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test..... 70
ข. 2 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการปล่อยแบคทีเรีย 71
ข. 3 การเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยการปล่อยเชื้อออกจากสวอบแต่ละชนิดด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test..... 72
ข. 4 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บ *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆ 73
ข. 5 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บ *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆ 74
ข. 6 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บ *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test..... 76
ข. 7 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บ *S. aureus* จากพื้นผิวต่างๆ 78
ข. 8 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บ *S. aureus* จากพื้นผิวต่างๆ ... 79
ข. 9 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บ *S. aureus* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test..... 80
ข. 10 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บ *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆ 82
ข. 11 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บ *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆ 83

ข. 12 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บ *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 85
ข. 13 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บ *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆ 87
ข. 14 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บ *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆ 88
ข. 15 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บ *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 90
ข. 16 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บไบโอฟิล์ม *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆ 92
ข. 17 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บไบโอฟิล์ม *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆ 93
ข. 18 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *E. coli* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 94
ข. 19 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บไบโอฟิล์ม *S. aureus* จากพื้นผิว 95
ข. 20 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บไบโอฟิล์ม *S. aureus* จากพื้นผิวต่างๆ 96
ข. 21 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *S. aureus* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 97
ข. 22 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บไบโอฟิล์ม *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆ 98
ข. 23 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บไบโอฟิล์ม *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆ 99
ข. 24 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *S.* Typhimurium จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 100
ข. 25 การวิเคราะห์ความแปรปรวนของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการเก็บไบโอฟิล์ม *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆ 101
ข. 26 ค่าเฉลี่ยสูงสุดและต่ำสุดของสวอบทั้ง 4 ชนิดในการในการเก็บไบโอฟิล์ม *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆ 102

1312347117

ข. 27 การเปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *L. monocytogenes* จากพื้นผิวต่างๆด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test 103

1312347117

สารบัญภาพ

รูปที่ **หน้า**

2. 1 สัดส่วนการแพร่ระบาดที่ทำให้เกิดการป่วยจากกลุ่มอาหารแต่ละชนิด 3
2. 2 โครงสร้างทางเคมีของโมเลกุลเซลลูโลส 18
2. 3 สวอบสำลี (A) ผ้าก๊อซ (B) และฟองน้ำเซลลูโลสแบบแห้ง 3M (C) 19
2. 4 โครงสร้างของพอลิยูรีเทน (PUR) 20
2. 5 ตัวอย่างการสวอบบนพื้นผิวสเตนเลสด้วยสวอบสำลี (A) และฟองน้ำ (B) 20
2. 6 ทิศทางการสวอบ แนวตั้ง (A) แนวนอน (B) และแนวทแยง (C) 21
3. 1 ลักษณะการเจริญของแบคทีเรียแต่ละชนิดบน selective agar 28
4. 1 โครงสร้างของ สวอบสำลี (A) สวอบโฟมพอลิยูรีเทน (B) ผ้าก๊อซ (C) และฟองน้ำเซลลูโลส (D) ด้วยกล้องจุลทรรศน์ 33
4. 2 พื้นผิวของสเตนเลส (A) พอลิเอสเทอร์ยูรีเทนใหม่ (B) และพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนเก่า (C) 34
4. 3 โครงสร้าง 3 มิติ ของสเตนเลส (A), พอลิเอสเทอร์ยูรีเทนใหม่ (B) และพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนเก่า (C) 35
4. 4 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์สวอบในการเก็บ *E. coli* จากพื้นผิวขณะเปียกและแห้ง 41
4. 5 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์สวอบในการเก็บ *S. aureus* จากพื้นผิวขณะเปียกและแห้ง 41
4. 6 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์สวอบในการเก็บ *S.* Typhimurium จากพื้นผิวขณะเปียกและแห้ง 42
4. 7 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของอุปกรณ์สวอบในการเก็บ *L. monocytogenes* จากพื้นผิวขณะเปียกและแห้ง 42
4. 8 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวสเตนเลส 44
4. 9 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนเก่า 45
4. 10 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนใหม่ 45
4. 11 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *S. aureus* 49
4. 12 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *E. coli* 49
4. 13 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *L. monocytogenes* 50
4. 14 เปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์ม *S.* Typhimurium 50

4. 15 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์มของเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวสเตนเลส.....52
4. 16 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์มของเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนเก่า.....53
4. 17 เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ประสิทธิภาพของสวอบในการเก็บไบโอฟิล์มของเชื้อทั้ง 4 ชนิดจากพื้นผิวพอลิเอสเทอร์ยูรีเทนใหม่.....53