



การประเมินและพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยา ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สิริวรรณ ศรีวงศ์* นพนันท์ โคตรสาอุประ** ขวัญฤทัย ชาวเมืองโขง***พลวัฒน์ ดิ่งเพชร**** ศักรินทร์ ภูพานิล***** ศราวุธ ลากมณีย์*****

Received: April 7, 2020

Revised: May 4, 2020

Accepted: May 19, 2020

บทคัดย่อ

ศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ตระหนักถึงความปลอดภัยของสถานที่และสภาพแวดล้อมภายในพื้นที่ปฏิบัติงาน ดังนั้น การประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาจึงมีความสำคัญและสามารถส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและสวัสดิภาพสัตว์ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราที่ปนเปื้อนในอากาศและพื้นผิวภายในห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์และพื้นที่สนับสนุนของศูนย์สัตว์ทดลองด้วยวิธีการวางจานเพาะเชื้อและวิธีการเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว จากนั้นนำผลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ

ผลการศึกษาพบว่า คุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยา พ.ศ. 2559-2560 ภายในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลองอยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม ห้องเก็บอุปกรณ์และทางเดินหลักอยู่ในเกณฑ์ดี โดยไม่พบความแตกต่างของอุณหภูมิห้องและความชื้นสัมพัทธ์ อย่างไรก็ตาม ค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรียของร่องเท้าผู้ปฏิบัติงานเดือนตุลาคม 2559 สูงกว่าในแต่ละเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง (16.0 ± 1.8 cfu/100 cm², $P = 0.002$) และอยู่ในเกณฑ์เฝ้าระวัง ฉะนั้นจึงพัฒนาแนวทางปฏิบัติและติดตามผลการทำความสะอาดร่องเท้าและแผ่นร่องเท้า เป็นระยะเวลา 1 ปี (พ.ศ. 2561-2562) ผลการศึกษาพบว่า ค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรียของร่องเท้าลดลงในทุกเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่างและสถานะสุขาภิบาลเดือนตุลาคม 2561 อยู่ในเกณฑ์ดี (10.0 ± 4.1 cfu/100 cm²) ดังนั้น ผลการศึกษานี้แสดงถึงประสิทธิภาพการพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาและเป็นแนวทางปฏิบัติเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและสัตว์ทดลองตามมาตรฐานสากล

คำสำคัญ: ศูนย์สัตว์ทดลอง / ห้องปฏิบัติการสัตว์ทดลอง / คุณภาพสิ่งแวดล้อม / จุลชีววิทยา

ผู้รับผิดชอบบทความ : * นางสาวสิริวรรณ ศรีวงศ์ ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, E-mail: siriwan.lactu@gmail.com

***** อาจารย์ ดร. ศราวุธ ลากมณีย์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม, E-mail: sarawut.lap@siam.edu .

* วท.บ. (จุลชีววิทยา) นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

** วท.บ. (เทคนิคการสัตวแพทย์) นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

*** วท.ม. (สัตววิทยา) นักวิทยาศาสตร์ประจำศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

**** พบ. ปร.ด. (จุลชีววิทยา) อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

***** ปร.ด. (วิทยาศาสตร์ชีวภาพประยุกต์) อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

***** ปร.ด. (สรีรวิทยาและประสาทวิทยา) อาจารย์ประจำคณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม



The Assessment and Improvement of Microbiological Environmental Quality in the Laboratory Animal Center, Thammasat University, Thailand

Siriwan Sriwong* Noppanan Kotsaouppara** Khawanruthai Chawmuangkhong***Pholawat Tingpej****
Sakkarin Bhubhanil***** Sarawut Lapmanee*****

Abstract

Laboratory Animal Center, Thammasat University concerns with safe workplace environment; therefore, the monitoring of microbiological quality is important and can affect the efficiency of operators and animal welfare. This study aimed to quantify the bacteria and fungi in the air and the surface area in the animal room, laboratory and supporting area of Laboratory Animal Center by using agar settle plates and surface swabbing. Thereafter, the results of the microbiological quality were compared to the National Laboratory Animal Center Criteria. The results found that levels of sanitation in the animal rooms were excellent, while the storage rooms, and main corridor were good in 2017-2018. No significant difference in room temperature and relative humidity was observed. However, the bacteria colonies of the shoes in October, 2017 was significantly higher than other sampling months (16.0 ± 1.8 cfu/100 cm², $P = 0.002$), indicated as fair sanitation. Therefore, the guidelines for cleaning shoes and shoe pads was developed and followed up for 1 year (2018-2019). There was a decreased in the bacteria colonies from the shoes in all monitoring periods with good sanitation level in October, 2018 (10.0 ± 4.10 cfu/100 cm²). These results suggested that the effectiveness of microbiological environmental quality improvement and could be safety procedures for operators and experimental animals in accordance with international standards.

Keywords: Animal center / Animal laboratory / Environmental quality / Microbiology



ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 ประจำเดือนกรกฎาคม – ธันวาคม 2563

Corresponding Author: * Siriwan Sriwong, Laboratory Animal Center, Thammasat University, E-mail: siriwan.lactu@gmail.com

***** Sarawut Lapmanee, Faculty of Medicine, Siam University, E-mail: sarawut.lap@siam.edu

* B.Sc. (Microbiology), Scientist, Laboratory Animal Center, Thammasat University

** B.Sc. (Veterinary Technology), Scientist, Laboratory Animal Center, Thammasat University

*** M.Sc. (Zoology), Scientist, Laboratory Animal Center, Thammasat University

**** M.D., Ph.D. (Microbiology), Lecturer, Faculty of Medicine, Thammasat University

***** Ph.D. (Applied Biological Science), Lecturer, Faculty of Medicine, Siam University

***** Ph.D. (Physiology & Neurosciences), Lecturer, Faculty of Medicine, Siam University



1. บทนำ

ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เป็นหน่วยงานภาครัฐแห่งหนึ่งที่ให้บริการสอนและฝึกอบรมการเลี้ยงสัตว์ทดลองเพื่องานวิจัยด้านวิทยาศาสตร์และนวัตกรรมทางการแพทย์ ความปลอดภัยของสถานที่และสิ่งแวดล้อมภายในศูนย์สัตว์ทดลองจึงมีความสำคัญและอาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพการทำงานของผู้ปฏิบัติงานและสวัสดิภาพสัตว์ทดลอง รวมถึงคุณภาพของงานวิจัย โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจสอบคุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาของห้องเลี้ยงสัตว์และพื้นที่ส่วนสนับสนุน การตรวจสอบคุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาครอบคลุมถึงกระบวนการทำความสะอาด การเก็บตัวอย่าง วิธีการเก็บตัวอย่าง การเพาะเชื้อจุลินทรีย์ การวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ การเฝ้าระวังและติดตาม เพื่อประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดที่อาจก่อโรคและควบคุมปริมาณไม่ให้เกินค่ามาตรฐานที่กำหนด (วิภาวี วิสวาท และคณะ, 2554) ทั้งนี้ เชื้อจุลินทรีย์ที่สามารถเจริญและมีชีวิตรอดในอากาศ ได้แก่ แบคทีเรียและเชื้อรา เมื่อเชื้อจุลินทรีย์เหล่านี้กระจายเข้าสู่ร่างกายอาจส่งผลกระทบต่อสุขภาพและต่อระบบทางเดินหายใจ (วีรานุช หลาง, 2554) ดังนั้น การควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาของระบบการเลี้ยงสัตว์ทดลองจึงเป็นวิธีป้องกันการปนเปื้อนจุลินทรีย์ที่ในอากาศและผิวสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้เลี้ยงสัตว์ทดลอง อีกทั้งช่วยลดโอกาสการติดเชื้อจากจุลินทรีย์ก่อโรคทั้งเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในผู้ปฏิบัติงานและสัตว์ทดลอง (สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการแห่งชาติ, 2555)

อาคารเลี้ยงสัตว์ของศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์จึงออกแบบให้มีลักษณะเป็นอาคารปิดประกอบด้วยห้องปฏิบัติการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลองที่มีการป้องกันการปนเปื้อนเชื้อโรคด้วยการติดตั้งระบบกรองอากาศ (high efficiency particulate air filter) และป้องกันเชื้อออกสู่ภายนอกด้วยแรงดันอากาศที่เป็นลบ (negative pressure) ทำให้การเลี้ยงของศูนย์สัตว์ทดลองมีการควบคุมความสะอาดของสิ่งแวดล้อมเป็นแบบระบบอนามัยเข้ม (strict hygienic conventional system) ซึ่งควบคุมสภาพแวดล้อมและที่อยู่อาศัยอย่างคงที่ ได้แก่ อุณหภูมิ (21-23 องศาเซลเซียส) ความชื้นสัมพัทธ์ (30-70%) การระบายอากาศ (10-15 รอบต่อชั่วโมง) ความเข้มแสง 130-325 ลักซ์ การให้แสงสว่าง (ช่วงมีแสงสว่าง 12 ชั่วโมง ช่วงมืด 12 ชั่วโมง) และค่าระดับเสียงเฉลี่ย 24 ชั่วโมงด้วยค่าถ่วงน้ำหนักความถี่แบบ A ไม่เกิน 85 เดซิเบล รวมทั้งมีการทำความสะอาดภายในศูนย์สัตว์ทดลองด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อโรคและรมควันด้วยก๊าซไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ นอกจากนี้ผู้ปฏิบัติงานต้องอาบน้ำและเปลี่ยนชุดก่อนเข้าปฏิบัติงาน ผู้ปฏิบัติงานต้องเริ่มต้นปฏิบัติงานจากบริเวณสะอาดไปยังบริเวณปนเปื้อนและไม่มีการย้อนกลับไปยังบริเวณเดิม (ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2558)

การติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาเพื่อหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอาหาร น้ำดื่ม วัสดุรองนอน กรงเลี้ยง และสารเคมีกำจัดเชื้อโรค เป็นวิธีปฏิบัติพื้นฐานของห้องปฏิบัติการภายในศูนย์สัตว์ทดลอง เพื่อป้องกันและแก้ไขผลกระทบที่อาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและสัตว์ทดลอง รวมถึงความเสียหาย



ต่อสิ่งแวดล้อม (จอมจิน จันทรสกุล, 2553) อย่างไรก็ตาม ยังไม่มีการตรวจทางจุลชีววิทยา (microbiological monitoring) เพื่อประเมินการปนเปื้อนของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดในอากาศภายในพื้นที่ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ผลการศึกษานี้นำมาใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานสำหรับการทบทวนและกำหนดแนวทางปฏิบัติตามเกณฑ์การควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและจรรยาบรรณการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลอง ยิ่งไปกว่านั้น ยังเป็นการส่งเสริมให้สัตว์ทดลองมีความเป็นอยู่ที่ดีและเกิดความปลอดภัยแก่ผู้ใช้สัตว์และผู้เลี้ยงสัตว์ ซึ่งเป็นไปตามข้อกำหนดและมาตรฐานเอแอลเคอินเตอร์เนชันแนล (Association for Assessment and Accreditation of Laboratory Animal Care; AAALAC International) และสภาวิจัยแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2011)

2. วัตถุประสงค์

เพื่อประเมินปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดที่ปนเปื้อนในอากาศและพื้นผิวภายในห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์และพื้นที่สนับสนุนของศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

3. วิธีดำเนินการวิจัย

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงสำรวจในการประเมินคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาของศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์เป็นระยะเวลาทุก 3 เดือน จำนวน 4 ครั้ง ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2559 ถึงเดือนกรกฎาคม 2560 และติดตามผลการพัฒนาแนวทางในการทำความสะอาดในช่วงเดียวกันของปี พ.ศ. 2561-2562 โดยทำการวิเคราะห์ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราทั้งหมดในอากาศด้วยวิธีการวางจานเพาะเชื้อ (settle plate) และทดสอบประสิทธิภาพการทำความสะอาดด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว (surface swab) ภายในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง ห้องปฏิบัติการใช้สัตว์ทดลอง ห้องเตรียมน้ำดื่ม ห้องพักสัตว์ทดลองและห้องเก็บอุปกรณ์ (ภาพที่ 1) อาหารเลี้ยงเชื้อถูกทำการตรวจสอบการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ก่อนทำการเก็บตัวอย่าง (field blank) ผลการประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์และเชื้อราทั้งหมดนำมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานของศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ ซึ่งแบ่งระดับความสะอาดเป็น 3 ระดับคือ (1) สถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (excellent sanitation; ES) มีค่าทางจุลชีววิทยาน้อยกว่า 5 cfu/ft²/min หรือ cfu/100 cm² (2) สถานะสุขาภิบาลที่ดี (good sanitation; GS) มีค่าทางจุลชีววิทยา 5-15 cfu/ft²/min หรือ cfu/100 cm² และ (3) สถานะสุขาภิบาลที่ต้องเฝ้าระวังและติดตามผล (fair sanitation; FS) มีค่าทางจุลชีววิทยามากกว่า 15 cfu/ft²/min หรือ cfu/100 cm² ตามลำดับ (วิภาวี วิสาวะโท และคณะ, 2554) โครงการวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและให้การรับรองจากคณะกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิด้านความปลอดภัยทางชีวภาพ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ (หนังสือรับรองเลขที่ 028/2559)



3.2.2 วิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว (Surface Swab) ป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิวที่ต้องการทดสอบแต่ละตำแหน่งในพื้นที่ขนาด 100 ตารางเซนติเมตร รวมถึงทำการตรวจจากมือผู้ปฏิบัติงานทุกคน เสื้อปฏิบัติการและรองเท้าที่สวมใส่ภายในห้องปฏิบัติการทั้งหมด ผู้วิจัยได้เลือกเก็บ 2 ตำแหน่งในแต่ละชนิดตัวอย่างและจำนวนสิ่งส่งตรวจสำหรับเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิวระบุในตารางที่ 1 จากนั้นนำขวดหลอดที่เผาและจุ่มแอลกอฮอล์ 95% วางบนพื้นผิวที่ต้องการทดสอบ แล้วจุ่มในหลอดที่บรรจุสารละลายบัฟเฟอร์ แล้วป้ายพื้นที่ภายในหลอดเพื่อเก็บตัวอย่างใส่ลงในจาน (ทำซ้ำ 2 ครั้ง) ที่ใส่อาหารเพาะเลี้ยงปราศจากเชื้อและบ่มที่อุณหภูมิ 35 ± 1 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 48 ชั่วโมง นับจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดที่เจริญในจานเพาะเลี้ยงโดยไม่มีการระบุชนิดของแบคทีเรียหรือเชื้อราและบันทึกผลเป็นจำนวนโคโลนีต่อตารางเซนติเมตรเพื่อบ่งชี้ประสิทธิภาพการทำมาสะอาด (Aycicek, Oguz, & Karci, 2006)

3.2.3 วิธีการความสะอาดพื้นที่เลี้ยงและปฏิบัติงาน ด้วยน้ำยาฆ่าเชื้อฟอร์เวิร์ด ดีซี (Forward DC®) ที่มีประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อโรคในคนและสัตว์ (Shahid, Abubakar, Hameed, & Hassan, 2009) ร่วมกับการรมควันด้วยก๊าซไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ด้วยเครื่องพ่นกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและพื้นผิว

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การรายงานผลใช้สถิติเชิงพรรณนา (descriptive statistics) นำเสนอค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมกับแปลผลตามเกณฑ์สถานะสุขภาพ การเปรียบเทียบความแตกต่างทางสถิติของข้อมูลหลายกลุ่มด้วยการวิเคราะห์ความแปรปรวนทางเดียว (one-way analysis of variance; ANOVA) ที่ระบุค่า F และค่า P เพื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในช่วงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง กำหนดให้ค่านัยสำคัญทางสถิติน้อยกว่า 0.05

ตารางที่ 1 จำนวนจานอาหารเลี้ยงเชื้อและสิ่งส่งตรวจสำหรับเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์

กลุ่มตัวอย่าง	พื้นที่ (ตารางฟุต)	จำนวนจานเพาะเชื้อ ตัวอย่างทั้งหมด ตลอดการศึกษา (จาน)	จำนวนตัวอย่าง ที่ป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อ บริเวณพื้นผิวทั้งหมด ตลอดการศึกษา
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง			
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 1	226	24	72
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 2	226	24	72
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 3	226	24	72
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 4	226	24	72
ห้องเลี้ยงสัตว์ทดลอง 5	484	40	72



ตารางที่ 1 (ต่อ)

กลุ่มตัวอย่าง	พื้นที่ (ตารางฟุต)	จำนวนงานเพาะเชื้อ ตัวอย่างทั้งหมด ตลอดการศึกษา (งาน)	จำนวนตัวอย่าง ที่ป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อ บริเวณพื้นผิวทั้งหมด ตลอดการศึกษา
ห้องปฏิบัติการ			
ห้องปฏิบัติการ 1	172	16	48
ห้องปฏิบัติการ 2	172	16	48
ห้องปฏิบัติการ 3	172	16	48
ห้องเก็บอุปกรณ์			
ห้องเก็บอุปกรณ์ 1	107	16	48
ห้องเก็บอุปกรณ์ 2	107	16	48
ห้องเก็บอุปกรณ์ 3	118	16	48
ห้องเก็บอุปกรณ์ 4	204	16	48
ห้องเตรียมน้ำ	129	16	48
ห้องพักสัตว์	204	16	48
ทางเดิน			
ทางเดิน 1	150	16	48
ทางเดิน 1	150	16	48
ทางเดิน 1	150	16	48
ทางเดินหลัก	570	48	144
มือผู้ปฏิบัติงาน	-	-	48
เสื้อปฏิบัติการ	-	-	48
รองเท้า	-	-	48

4. ผลการศึกษา

4.1 การศึกษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาภายในพื้นที่ห้องเลี้ยงสัตว์จำนวน 5 ห้อง และพื้นที่สนับสนุนการเลี้ยงสัตว์ทดลองจำนวน 13 บริเวณ ซึ่งประเมินทุก 3 เดือน รวมจำนวน 4 ครั้งต่อปี พบว่าจำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดภายในห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์ทดลองและพื้นที่ส่วนสนับสนุน



ส่วนใหญ่อยู่ในสถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยมและบางพื้นที่อยู่ในสถานะสุขาภิบาลที่ดี ได้แก่ ห้องเตรียมน้ำ ห้องเก็บอุปกรณ์ 1 ห้องเก็บอุปกรณ์ 3 และทางเดินหลัก (เดือนมกราคม 2560) (ตารางที่ 2) ผลการประเมินตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิวพบว่า จำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราทั้งหมดภายในห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์ทดลองและพื้นที่ส่วนสนับสนุนอยู่ในสถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (ตารางที่ 3) เมื่อเปรียบเทียบวิธีการเก็บตัวอย่างต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดภายในศูนย์สัตว์ทดลอง พบว่า การวางงานเพาะเชื้อตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อรามากกว่าการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว (ตารางที่ 2 และ 3)

4.2 เนื่องด้วยศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ตระหนักถึงความเป็นอยู่และความปลอดภัยของสัตว์ทดลองรวมทั้งผู้ใช้สัตว์และผู้เลี้ยงสัตว์จึงทำการศึกษาปัจจัยที่มีผลปริมาณเชื้อจุลินทรีย์กับการควบคุมสภาพแวดล้อมของสัตว์ทดลอง ได้แก่ พื้นที่ของห้องเลี้ยงและห้องพักสัตว์ทดลองพบว่า อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในพื้นที่เลี้ยงสัตว์ทดลองคงที่และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละเดือนของการเก็บตัวอย่าง (อุณหภูมิห้อง $F = 2.771, P = 0.068$ และความชื้นสัมพัทธ์ $F = 2.488, p = 0.089$) (ตารางที่ 4)

4.3 เมื่อเปรียบเทียบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์บริเวณมือ ชุดปฏิบัติงาน และรองเท้าของผู้ปฏิบัติงานด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิวพบว่า มือผู้ปฏิบัติงานและเสื้อปฏิบัติการอยู่ในสถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม ยกเว้น รองเท้าอยู่ในเกณฑ์สถานะที่ต้องเฝ้าระวัง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเดือนตุลาคม 2559 พบว่า ปริมาณค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรียสูงกว่าเดือนอื่น ๆ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($16 \pm 1.8 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$, $F = 42.01, p = 0.002$) (ตารางที่ 5) จึงปรับเปลี่ยนแนวทางวิธีการทำความสะอาดรองเท้าและแผ่นรองเท้าสำหรับปฏิบัติงานแล้วติดตามปริมาณเชื้อจุลินทรีย์เป็นระยะเวลา 1 ปี (พ.ศ. 2561-2562)

4.4 เมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลาเดียวกันผลการทำความสะอาดรองเท้าและแผ่นรองเท้าโดยทำการซักด้วยน้ำยาทำความสะอาดและรังสีอัลตราไวโอเล็ตฆ่าเชื้อทุกสัปดาห์ ร่วมกับการฉีดพ่นแอลกอฮอล์ 70% ก่อนสวมใส่ปฏิบัติงานและเดินผ่านแผ่นกาวดักฝุ่น (sticky mat) แล้วเก็บตัวอย่างด้วยวิธีป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิวที่ควบคุมจำนวนงานเพาะเชื้อและขั้นตอนการเพาะเลี้ยงเช่นเดิม ผลการศึกษาพบว่า ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลงในทุกช่วงเวลาที่ทำกรเก็บตัวอย่าง (เดือนตุลาคม 2561 มีค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรีย $10.0 \pm 4.1 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$ และเชื้อรา $1.00 \pm 0.5 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$ เดือนมกราคม 2562 มีค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรีย $8.2 \pm 3.8 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$ เดือนเมษายน 2562 มีค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรีย $4.2 \pm 2.0 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$ และเดือนกรกฎาคม 2562 มีค่าเฉลี่ยเชื้อแบคทีเรีย $9.6 \pm 1.7 \text{ cfu/ft}^2/\text{min}$ ตามลำดับ) ซึ่งอยู่ในสถานะสุขาภิบาลดีถึงดีเยี่ยม (ตารางที่ 6) ดังนั้น การพัฒนาแนวทางปฏิบัติการทำความสะอาดรองเท้าสามารถควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายในศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น



ตารางที่ 2 จำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องเลี้ยง ห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์ทดลอง และพื้นที่ ส่วนสนับสนุน ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการวางจานเพาะเชื้อ พ.ศ. 2559-2560

สถานที่	ต.ค. 59			ม.ค. 60			เม.ย. 60			ก.ค. 60		
	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ
	(cfu/ft ² /min)			(cfu/ft ² /min)			(cfu/ft ² /min)			(cfu/ft ² /min)		
	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi		
ห้องเลี้ยง 1	4.9±3.2	0	ES	4.6±3.1	0	ES	1.6±1.4	0	ES	0.6±0.8	0	ES
ห้องเลี้ยง 2	1.9±1.1	0	ES	3.0±2.6	0	ES	2.4±1.8	0	ES	2.4±1.4	0	ES
ห้องเลี้ยง 3	2.5±2.1	0	ES	2.8±1.4	0	ES	3.3±2.3	0	ES	0.3±0.5	0	ES
ห้องเลี้ยง 4	2.2±1.0	0	ES	3.1±2.4	0	ES	3.0±1.6	2.0±0.0	ES	1.4±1.9	0	ES
ห้องเลี้ยง 5	3.0±1.9	0	ES	1.5±1.3	0	ES	1.6±1.3	0	ES	0.7±1.1	0	ES
ห้องพักสัตว์	1.2±1.3	0	ES	2.1±1.7	0	ES	1.2±1.3	0	ES	0.7±1.0	0	ES
ห้องเตรียมน้ำ	0.5±1.0	0	ES	5.4±4.9	0	GS	0.9±1.4	0	ES	0.9±0.8	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 1	2.6±1.5	0	ES	5.0±2.8	0	GS	0.9±0.8	0	ES	1.9±1.4	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 2	2.6±2.8	0	ES	4.5±2.9	0	ES	3.8±2.8	0	ES	1.4±1.3	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 3	1.4±1.7	0	ES	9.7±1.5	0	GS	0.9±0.8	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 4	2.6±2.1	0	ES	2.4±1.0	0	ES	1.7±1.7	0	ES	2.6±2.2	0	ES
ปฏิบัติการ 1	1.6±0.6	1.0±0.0	ES	3.1±2.1	0	ES	0.9±0.8	0	ES	2.1±2.1	0	ES
ปฏิบัติการ 2	0.7±1.0	0	ES	1.4±1.7	0	ES	1.2±1.5	0	ES	0.2±0.5	0	ES
ปฏิบัติการ 3	2.6±1.7	0	ES	1.9±1.8	0	ES	1.7±1.7	0	ES	0.7±1.0	0	ES
ทางเดิน 1	1.9±0.8	0	ES	2.8±1.4	0	ES	4.2±3.5	0	ES	1.2±1.0	0	ES
ทางเดิน 2	3.3±1.7	0	ES	4.5±1.7	0	ES	2.4±1.3	0	ES	0.7±1.0	0	ES
ทางเดิน 3	3.3±1.7	0	ES	0.7±1.0	0	ES	1.2±1.0	0	ES	0.5±1.0	0	ES
ทางเดินหลัก	3.2±2.0	4.0±0.0	ES	6.0±2.9	0	GS	0.9±1.1	0	ES	1.5±1.4	0	ES

หมายเหตุ : Bact. = แบคทีเรีย

ES = สถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (excellent sanitation)

GS = สถานะสุขาภิบาลที่ดี (good sanitation)



ตารางที่ 3 จำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์ภายในห้องเลี้ยง ห้องปฏิบัติการเลี้ยงสัตว์ทดลอง และพื้นที่ ส่วนสนับสนุน ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเช็บบริเวณ พื้นผิว พ.ศ. 2559-2560

สถานที่	ต.ค. 59			ม.ค. 60			เม.ย. 60			ก.ค. 60		
	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ
	(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)		
	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi		
ห้องเลี้ยง 1	3.2±4.7	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องเลี้ยง 2	1.7±0.4	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องเลี้ยง 3	0.0±0.0	0	ES	0.2±0.4	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.3±0.8	0	ES
ห้องเลี้ยง 4	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0.2±0.4	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องเลี้ยง 5	1.0±0.3	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.1±0.4	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องพักสัตว์	1.0±1.4	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องเตรียมน้ำ	1.5±2.4	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 1	0.5±0.6	0	ES	1.0±2.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.5±1.0	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 2	1.0±0.6	1.0±0.5	ES	0.8±1.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.3±0.5	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 3	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ห้องอุปกรณ์ 4	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ปฏิบัติการ 1	0.8±1.5	1.0±0.0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.3±0.5	0	ES
ปฏิบัติการ 2	0.8±0.5	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.3±0.5	0	ES
ปฏิบัติการ 3	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ทางเดิน 1	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ทางเดิน 2	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ทางเดิน 3	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES
ทางเดินหลัก	0.3±0.7	2.0±0.0	ES	0.3±0.6	0	ES	0.0±0.0	0	ES	0.0±0.0	0	ES

หมายเหตุ : Bact. แบคทีเรีย

Fungi = เชื้อรา

ES สถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (excellent sanitation)



ตารางที่ 4 อุณหภูมิและความชื้นภายในห้องเลี้ยงและห้องพักสัตว์ ศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ พ.ศ. 2559-2560

สถานที่	ต.ค. 59		ม.ค. 60		เม.ย. 60		ก.ค. 60	
	อุณหภูมิ (°C)	ความชื้น (%)						
ห้องเลี้ยง 1	22.4±0.9	55.6±2.6	20.9±0.7	60.0±4.9	21.9±0.2	58.0±1.7	22.2±0.1	55.3±1.5
ห้องเลี้ยง 2	21.0±1.3	55.2±1.4	21.8±0.4	59.2±1.5	22.3±0.1	54.3±0.9	22.2±0.1	53.8±1.6
ห้องเลี้ยง 3	21.3±0.1	55.8±1.9	22.0±0.4	58.2±2.0	22.2±0.2	55.3±0.5	22.1±0.2	55.1±1.3
ห้องเลี้ยง 4	21.2±0.1	55.5±1.0	21.8±0.4	60.9±3.0	21.8±0.1	61.0±0.9	22.0±0.1	59.5±1.7
ห้องเลี้ยง 5	21.4±0.5	60.6±1.2	22.0±0.6	61.0±2.7	21.6±0.2	57.8±0.8	21.5±0.1	57.2±1.4
ห้องพักสัตว์	21.1±0.1	59.9±1.6	21.9±0.4	60.2±2.9	21.9±0.2	59.7±1.0	21.7±0.2	59.6±1.5

ตารางที่ 5 จำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณมือ ชุดปฏิบัติงาน และรองเท้าของผู้ปฏิบัติงาน ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว พ.ศ. 2559-2560

บริเวณที่เก็บตัวอย่าง	ต.ค. 59			ม.ค. 60			เม.ย. 60			ก.ค. 60		
	ค่าเฉลี่ย		ระดับคุณภาพ									
	(cfu/100 cm ²)	ระดับ		(cfu/100 cm ²)	ระดับ		(cfu/100 cm ²)	ระดับ		(cfu/100 cm ²)	ระดับ	
	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi		
มือ	0.3±0.5	0	ES	0.3±0.5	0	ES	0.8±1.0	0	ES	0	0	ES
ชุดปฏิบัติการ	0	0	ES									
รองเท้า	16±1.8	0	FS**	11.3±3.0	0	GS	11±3.2	0	GS*	14.5±4.2	0	GS*

หมายเหตุ : Bact. แบคทีเรีย

ES สถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (excellent sanitation)

GS สถานะสุขาภิบาลที่ดี (good sanitation)

FS สถานะสุขาภิบาลที่ต้องเฝ้าระวังและติดตามผล (fair sanitation)



ตารางที่ 6 จำนวนค่าเฉลี่ยของเชื้อจุลินทรีย์บริเวณมือ ชุดปฏิบัติงาน และรองเท้าของผู้ปฏิบัติงาน ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ด้วยวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างเชื้อบริเวณพื้นผิว ปี พ.ศ. 2561-2562

บริเวณ ที่เก็บ ตัวอย่าง	ต.ค. 61			ม.ค. 62			เม.ย. 62			ก.ค. 62		
	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ	ค่าเฉลี่ย		ระดับ คุณภาพ
	(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)			(cfu/100 cm ²)		
	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi	Bact.	Fungi		
รองเท้า	10±4.1	1.0±0.5	GS	8.2±3.8	0	GS	4.4±2.0	0	ES	9.6±1.7	0	GS

หมายเหตุ : Bact. แบคทีเรีย

ES สถานะสุขาภิบาลดีเยี่ยม (excellent sanitation)

GS สถานะสุขาภิบาลที่ดี (good sanitation)

5. อภิปรายผล

ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์สามารถควบคุมปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและผิวสัมผัสได้อย่างคงที่ด้วยการพัฒนาแนวทางปฏิบัติในการดูแลความสะอาดและติดตามคุณภาพสิ่งแวดล้อมเป็นประจำอย่างสม่ำเสมอ ทำให้สถานะสุขาภิบาลอยู่ในระดับดีถึงดีเยี่ยมที่เป็นไปตามข้อกำหนดสภาพสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยของสัตว์ของสภานิติบัญญัติแห่งชาติประเทศสหรัฐอเมริกา (National Research Council, 2011) เช่นเดียวกับมาตรฐานเอแอลเอไอเอ็นซีเอ็นแอล (AAALAC International) ซึ่งเป็นระบบคุณภาพมาตรฐานด้านการเลี้ยงสัตว์ทดลองและใช้สัตว์ทดลองที่มีข้อกำหนดด้านอาชีวอนามัยและความปลอดภัย โดยมุ่งเน้นให้มีการดูแลและใช้สัตว์อย่างมีมนุษยธรรมรวมถึงส่งเสริมให้มีการปฏิบัติที่ทำให้สัตว์สุขภาพดี ทำให้ข้อมูลที่ได้จากสัตว์ทดลองและงานวิจัยมีความน่าเชื่อถือ ดังนั้น การประเมินและพัฒนาคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาจึงช่วยป้องกันการติดเชื้อระบบเลี้ยงสัตว์ทดลองและส่งเสริมความปลอดภัยและสุขภาพอนามัยของผู้ปฏิบัติงานรวมถึงสวัสดิภาพของสัตว์ภายในศูนย์สัตว์ทดลอง

จากผลการศึกษาทำให้ทราบถึงความจำเพาะของวิธีการประเมินปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ด้วยการวางจานเพาะเชื้อและการป้ายเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นผิว โดยวิธีการวางจานเพาะเชื้อสามารถตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้มากกว่าวิธีการป้ายเก็บตัวอย่างบริเวณพื้นผิวทุกพื้นที่ภายในศูนย์สัตว์ทดลอง แสดงถึงการปนเปื้อนของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและประสิทธิภาพการทำความสะอาดพื้นผิว ซึ่งภายในห้องเลี้ยงและห้องพักสัตว์มีการใช้วัสดุรองนอนและวางอาหารแก่สัตว์ทดลอง ฉะนั้น การค้ำเชื้อวัสดุรองนอนและอาหารอาจทำให้มีการฟุ้งกระจายของละอองฝุ่นในอากาศที่สามารถเป็นแหล่งเจริญของเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราได้ (วิภาวี วิสวาเวโท และคณะ, 2554; บุศรา แก้วสมุทร, 2562) นอกจากนี้ ศูนย์สัตว์ทดลองได้กำหนดข้อปฏิบัติ



ให้ทำความสะอาดพื้นผิวหลังจากใช้พื้นที่ปฏิบัติงานจึงทำให้เหลือเชื้อจุลินทรีย์บนพื้นผิวน้อยเมื่อเทียบกับในอากาศ

แม้ว่าศูนย์สัตว์ทดลองมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ภายในพื้นที่ของห้องเลี้ยงและห้องพักระหว่างทดลองได้อย่างคงที่ในทุกช่วงเดือนที่ทำการเก็บตัวอย่าง แต่มีการตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรียและเชื้อราในบางพื้นที่ ซึ่งอาจมีปัจจัยส่งเสริมการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศ เช่น ฝุ่นละอองขนาดเล็กและการระบายอากาศภายในอาคาร เป็นต้น (Wilkins, & Water, 2004) สอดคล้องกับผลการศึกษาปริมาณเชื้อแบคทีเรียและไวรัสในโรงพยาบาลเด็กประเทศสหรัฐอเมริกา โดยไม่พบความสัมพันธ์ปริมาณเชื้อแบคทีเรียและไวรัสกับช่วงฤดูกาล (Prussin, Bibby, & Marr, 2016) ดังนั้นช่วงเวลาหรือฤดูกาลไม่มีผลต่อปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศและผิวสัมผัสจากสิ่งแวดล้อมและวัสดุอุปกรณ์ภายในพื้นที่ศูนย์สัตว์ทดลอง ฉะนั้นจึงควรเพิ่มจำนวนงานเพาะเชื้อหรือเก็บตัวอย่างด้วยเครื่องเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อ (volumetric air sampler) (Sandle, 2011) ที่ตรวจวัดค่าฝุ่นละอองซึ่งแบคทีเรียสามารถเจริญในฝุ่นหรืออนุภาคแขวนลอยอยู่ในอากาศ (วีรานูช หลาง, 2554) เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศภายในศูนย์สัตว์ทดลอง

จากการตรวจพบปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่รองเท้าของผู้ปฏิบัติงานทำให้ศูนย์สัตว์ทดลองพัฒนาแนวทางวิธีการทำสะอาดรองเท้าและแผ่นรองเท้าด้วยน้ำยาทำความสะอาดและฉายรังสีอัลตราไวโอเล็ตฆ่าเชื้อ รวมทั้งฉีดพ่นแอลกอฮอล์ 70% และเดินผ่านแผ่นกาวดักฝุ่น (sticky mat) ซึ่งสามารถฆ่าเชื้อจุลินทรีย์และดักจับฝุ่นละอองบนพื้นผิว (Pereira et al., 2008; Dahmardehei et al., 2016; Schlapp, Arévalo, & Crispo, 2018) ส่งผลให้ปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ลดลง โดยที่ควบคุมให้จำนวนงานเพาะเชื้อและสิ่งส่งตรวจเท่ากัน แสดงถึงการบริหารจัดการสิ่งแวดล้อมในการป้องกันและฟื้นฟูคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาภายในศูนย์สัตว์ทดลอง

มากไปกว่านั้น หากมีการระบุชนิดจุลินทรีย์ภายในศูนย์สัตว์ทดลองจะทำให้ทราบถึงเชื้อที่ก่อโรคและแนวทางป้องกันเพื่อไม่ให้ผู้ปฏิบัติงานและสัตว์ได้รับการติดเชื้อ (Roque et al., 2016) เช่น การตรวจพบเชื้อจุลินทรีย์ที่รองเท้าผู้ปฏิบัติงานในฟาร์มเลี้ยงไก่และโคนม โดยตรวจพบปริมาณเชื้อแบคทีเรีย *Campylobacter jejuni*, *L. monocytogenes* และ *Mycobacterium avium paratuberculosis* เป็นต้น สามารถป้องกันการป่วยของสัตว์ภายในฟาร์มได้ (Ramabu, Boxall, Madie, & Fenwick, 2004 ; Rückerl et al. 2014) ดังนั้น จึงมีควรทำการศึกษาเชิงคุณภาพด้วยการระบุชนิดของจุลชีพเพื่อชี้วัดคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาและลดความเสี่ยงต่อการติดเชื้อจุลินทรีย์ที่ก่อโรครภายในศูนย์สัตว์ทดลอง

ดังนั้น ศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์สามารถประเมินและควบคุมคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาในอากาศ รวมทั้งพัฒนาแนวทางทำความสะอาดรองเท้าสำหรับผู้ปฏิบัติงาน เพื่อลดปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ภายในพื้นที่ของศูนย์สัตว์ทดลอง ก่อให้เกิดความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงานและความเป็นอยู่ของสัตว์ทดลองตามข้อกำหนดของมาตรฐานสากล



6. ข้อเสนอแนะ

วิธีการที่ใช้ตรวจเชื้อจุลินทรีย์ในอากาศด้วยวิธีการวางจานเพาะเชื้ออาจไม่เพียงพอจึงควรใช้เครื่องเก็บตัวอย่างจุลินทรีย์ในอากาศด้วยอาหารเลี้ยงเชื้อและระบุชนิดของแบคทีเรียด้วยการวิเคราะห์ลำดับเบสของยีน รวมถึงปริมาณฝุ่นภายในพื้นที่ศูนย์สัตว์ทดลอง ทำให้ศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์สามารถประเมินและติดตามผลคุณภาพสิ่งแวดล้อมทางจุลชีววิทยาได้อย่างครอบคลุม

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณบุคลากรศูนย์สัตว์ทดลองมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ที่ให้ความร่วมมือในการดำเนินงานวิจัย และทุนอุดหนุนการวิจัย กองทุนวิจัยมหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ในการสนับสนุนงานวิจัยนี้ (สัญญารับทุน เลขที่ 35/2559)

8. เอกสารอ้างอิง

- จอมจิน จันทรสกุล. (2553). มาตรฐานการเลี้ยงและใช้สัตว์ทดลอง. *ว.โลहितวิทยาและเวชศาสตร์ บริการโลहित*. 20(4), 297-301.
- บุศรา แก้วสมุทร. (2562). การตรวจหาปริมาณเชื้อจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนในอากาศ ผงั ง ฝุ่น ในพื้นที่เลี้ยงสัตว์ และพื้นที่สนับสนุนการเลี้ยงสัตว์ทดลอง. ขอนแก่น: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วิภาวี วิสวาเวโท และคณะ. (2554). คุณภาพอากาศทางจุลชีววิทยาในห้องเลี้ยงสัตว์ทดลองและส่วนสนับสนุน การเลี้ยงของศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ มหาวิทยาลัยมหิดล. *การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัย เกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 49, ประเทศไทย*, 594-600.
- วีรานุช หลาง. (2554). *จุลชีววิทยาสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการแห่งชาติ. (2555). *เพื่อพัฒนางานเลี้ยงและใช้สัตว์เพื่องานทางวิทยาศาสตร์ (สสช.) สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ (วช.) มาตรฐานคณะกรรมการกำกับดูแลการเลี้ยงและใช้ สัตว์ของสถาบัน (มคกส.)*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศูนย์สัตว์ทดลอง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์. (2558). *รายงานประจำปี 2558*. ปทุมธานี: โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย ธรรมศาสตร์.
- Aycicek, H., Oguz, U., & Karci, K. (2006). Comparison of results of ATP bioluminescence and traditional hygiene swabbing methods for the determination of surface cleanliness at a hospital kitchen. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 209(2), 203-206.



- Dahmardehei, M., Alinejad, F., Ansari, F., Bahramian, M., & Barati, M. (2016). Effect of sticky mat usage in control of nosocomial infection in Motahary Burn Hospital. *Iranian journal of microbiology*, 8(3), 210-213.
- Napoli, C., Marcotrigiano, V., & Montagna, M.T. (2012). Air sampling procedures to evaluate microbial contamination: a comparison between active and passive methods in operating theatres. *BMC Public Health*, 12:594.
- National Research Council (US) Committee for the Update of the Guide for the Care and Use of Laboratory Animals. (2011). *Guide for the Care and Use of Laboratory Animals*. 8th edition. Washington (DC): National Academies Press (US).
- Prussin, A.J., Vikram, A, Bibby, K.J., & Marr, L.C. (2016). Seasonal Dynamics of the Airborne Bacterial Community and Selected Viruses in a Children's Daycare Center. *PLoS One*, 11(3), e0151004.
- Pereira, R.S., Tipple, A.V., Reis, C., Cavalcante, F.O., & Belo, T. (2008). Microbiological analysis of high speed handpiece submitted to the decontamination with ethylic alcohol 70%. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 17(44), 124-32.
- Ramabu, S., Boxall, N., Madie, P., & Fenwick, S. (2004). Some potential sources for transmission of *Campylobacter jejuni* to broiler chickens. *Letters in Applied Microbiolog*, 39, 252-256.
- Roque, K., et al. (2016). Epizootiological characteristics of viable bacteria and fungi in indoor air from porcine, chicken, or bovine husbandry confinement buildings. *Journal of veterinary science*, 17(4), 531-538.
- Rückerl, I., Muhterem-Uyar, M., Muri-Klinger, S., Wagner, K.H., Wagner, M. & Stessl, B. (2014). *L. monocytogenes* in a cheese processing facility: learning from contamination scenarios over three years of sampling. *International Journal of Food Microbiology*, 189, 98-105.
- Sandle, T. (2011). *Environmental monitoring*. In: Microbiology and sterility assurance in pharmaceuticals and medical devices. New Delhi: Business Horizons, 293-326.
- Schlapp, G., Fernández-Graña, G., Arévalo, A.P., & Crispo, M. (2018). Establishment of an environmental microbiological monitoring program in a mice barrier facility. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 90(3), 3155-3164.
- Shahid, M.A., Abubakar, M., Hameed, S., & Hassan, S. (2009). Avian influenza virus (H5N1); effects of physico-chemical factors on its survival. *Virology Journal*. 6:38.
- Wilkins, K.C. & Water, A.B. (2004). HVAC design in animal facilities. *Ashrae Journal*, 46:35-40.