

การกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ในโรงพยาบาลสกลนคร

สถาพร โมรรราช พบ.*

พิศมัย กองทรัพย์ พย.ม.**

ภูวนาท โพธิ์ชัย สศ.บ.***

สมหมาย พิงแสงสุ วท.บ.****

บทคัดย่อ

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลการกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำในโรงพยาบาลสกลนคร โดยการปรับปรุงแนวทางการปฏิบัติการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาล และดำเนินการอบรมบุคลากรให้ทราบถึงการกำจัดขยะติดเชื้อแบบใหม่ เครื่องมือในการศึกษาประกอบด้วย 1) แบบสอบถามที่ประยุกต์จากแบบประเมินการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ ICC ROUND No.9 โรงพยาบาลสกลนคร 2) แบบบันทึกปริมาณขยะติดเชื้อจากทุกหน่วยงานในโรงพยาบาลรวมทั้งขยะติดเชื้อจากสถานบริการเครือข่ายในเขตอำเภอเมือง 29 แห่ง และปริมาณขยะตกค้าง 3) แบบบันทึกค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า และรายจ่ายในการกำจัดขยะติดเชื้อ และ 4) แบบบันทึกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เก็บข้อมูลในเดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2464 วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ ค่าความถี่ และระยะเวลาคืนทุนของการกำจัดขยะติดเชื้อแบบใหม่

ผลการศึกษา คณะผู้วิจัยร่วมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล ได้ดำเนินการปรับปรุงแนวทางการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลฉบับใหม่ และอบรมบุคลากรจำนวน 78 หน่วยงาน คิดเป็นร้อยละ 83.87 บุคลากรรับทราบแนวปฏิบัติ คิดเป็นร้อยละ 100 คัดแยกขยะได้ถูกต้องร้อยละ 96.15 ต้นทุนการกำจัดขยะเท่ากับ 6.3 บาทต่อกิโลกรัม เมื่อเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับการนำขยะไปกำจัดโดยหน่วยงานเอกชนที่มีต้นทุนเท่ากับ 12 บาทต่อกิโลกรัม ในห้วงเวลาเดียวกันกับปี พ.ศ. 2563 พบว่า ลดค่าใช้จ่ายได้ 5.7 บาทต่อกิโลกรัม ระยะเวลาคืนทุนของระบบกำจัดขยะติดเชื้ออยู่ที่ 6 ปี 6 วัน ปริมาณขยะตกค้างลดลงร้อยละ 87.50 ทำให้โรงพยาบาลมีการกำจัดขยะที่ปลอดภัย เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม บริเวณที่พักขยะเป็นระเบียบและสะอาดมากขึ้น ไม่เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาถังพักขยะ

คำสำคัญ: ขยะติดเชื้อ การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ต้นทุน ระยะเวลาคืนทุน เครื่องบดสับ

* นายแพทย์ชำนาญการพิเศษ ประธานคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาลสกลนคร

หัวหน้ากลุ่มงานสัตวศาสตร์ออร์โธปิดิกส์ โรงพยาบาลสกลนคร

** พยาบาลวิชาชีพชำนาญการ กลุ่มงานสูตินรีเวชกรรม โรงพยาบาลสกลนคร

*** นักระบาดวิทยาชำนาญการ กลุ่มงานเวชกรรมสังคม โรงพยาบาลสกลนคร

**** นักวิชาการ กลุ่มงานบริหารงานทั่วไป โรงพยาบาลสกลนคร

Elimination of Infectious Wastes by Hybrid Technology of Shredder and Autoclave in Sakon Nakhon Hospital

Sthaporn Morarach M.D.*

Pissamai kongsap M.N.S**

Puwanat Pothichai B.P.H***

Somma Pungsangsu B.S****

Abstract

This descriptive study aimed to study the outcome elimination of infectious waste using the hybrid technology of shredder and autoclave in Sakon Nakhon hospital. The practice guideline for elimination of infectious waste was improved then the personnel's training for acknowledging new guideline was conducted. The study tools consisted of 1) the questionnaires adopted from ICC ROUND no. 9, evaluation form for prevention and control of infection, Sakon Nakhon hospital 2) record form for infectious waste quantity from all sectors in hospital and 29 network services in Muang district and the leftovers 3) water supply, record form for electricity bill and other expenses and 4) record form for environmental effect. Data were collected from January to June, 2021 and analyzed using the descriptive statistics; average, percentage. The unit cost and break-even point for elimination of infectious waste were then calculated.

The result showed that the new practice guideline for elimination of infectious waste were developed and were applied in personnel training. Seventy-eight sectors (83.87%) were participated. The acknowledgment of personnel was 100%. The proper waste sorting of the personnel was 96.15%. The unit cost for elimination of infectious waste was 6.3 baht/kilogram which was decreased 5.7 baht/kilogram when compared with those of 12.0 baht/kilogram managed by private sector in the same period of year 2020. The payback period of this waste eliminated machine was 6 year and 6 days. The leftover waste was decreased by 87.5%. This waste elimination was safe and environmentally-friendly, cleaner waste storage area and as a result, not a source of germs. The hospital budget allocation for waste tank was not necessary.

Keywords: Infectious wastes, Autoclave, Unit cost, Payback period, Shredder

* Medical Physician (Senior Professional Level), Chairman of Committee of Environment and Safety and Head of Department of Orthopaedics, Sakon Nakhon Hospital

** Registered Nurse (Professional Level), Department of Obstetrics and Gynaecology, Sakon Nakhon Hospital

*** Epidemiologist (Professional Level), Department of Epidemiology, Sakon Nakhon Hospital

**** Academician, Department of General Administration, Sakon Nakhon Hospital

บทนำ

จากนโยบายกระทรวงสาธารณสุขมีนโยบายให้ทุกโรงพยาบาลพัฒนามาตรฐานสิ่งแวดล้อมให้ได้ตามเกณฑ์ GREEN & CLEAN Hospital¹ และสถานการณ์ระบาดของโรคโควิด-19 มีประกาศจากกระทรวงสาธารณสุข ให้มีการดำเนินการเร่งด่วนในการกำจัดขยะมูลฝอยติดเชื้อให้ปลอดภัยจากการแพร่กระจายเชื้อไม่ให้ส่งผลกระทบต่อสุขอนามัยของประชาชนและสิ่งแวดล้อมเร็วที่สุด² โดยต้องมีการตรวจสอบ เกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพตามหลักเกณฑ์ประกาศในราชกิจจานุเบกษา³ จากรายงานขององค์การอนามัยโลก (WHO) ปี ค.ศ. 2017 พบว่า ประเทศในแถบอเมริกามีขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลมากที่สุด คือ ปริมาณ 3-8.2 กิโลกรัมต่อเตียง รองลงมาประเทศแถบยุโรปมี 2-3.6 กิโลกรัมต่อเตียง ส่วนในแถบเอเชียตะวันออกเฉียงใต้น้อยที่สุด คือ 0.2-0.8 กิโลกรัมต่อเตียง⁴ ในประเทศไทยมีขยะติดเชื้อปี พ.ศ. 2563 เกิดขึ้น 47,962 ตัน⁵ และจากปริมาณขยะที่เกิดจากโควิด-19 ปริมาณขยะติดเชื้อที่เพิ่มขึ้นเกือบสองเท่า คาดการณ์ว่าจะมีต้นทุนในการบริหารจัดการกว่า 920 ล้านบาท⁶ โรงพยาบาลหลายแห่งประสบปัญหาเนื่องจากปริมาณขยะติดเชื้อเพิ่มขึ้นมาก มีปัญหาด้านการควบคุมคุณภาพ จึงให้บริษัทเอกชนกำจัดขยะ โดยมีค่าใช้จ่ายประมาณ 11.9 บาทต่อกิโลกรัม โรงพยาบาลสมเด็จพระราชเทวี ณ ศรีราชา มีค่าใช้จ่าย 15 บาทต่อกิโลกรัม และหลายโรงพยาบาลมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะติดเชื้อประมาณ 4 ล้านบาทต่อปี⁷ บางแห่งมีค่าใช้จ่าย 12-13 บาทต่อกิโลกรัม⁸ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะติดเชื้อมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ก่อให้เกิดปัญหาเป็นภาระค่าใช้จ่ายของทุกโรงพยาบาล

ปริมาณขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลสกลนครมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี โดยในปี พ.ศ. 2561-2563 มีขยะติดเชื้อปริมาณ 296,214, 357,829 และ 351,507 กิโลกรัมต่อปี ตามลำดับ ซึ่งเป็นขยะจากสถานบริการเครือข่าย ทั้ง 29 แห่ง ในเขตอำเภอเมือง ปี พ.ศ. 2564 จำนวน 76,420 กิโลกรัม คิดเป็นร้อยละ 16.82 ของขยะทั้งหมด โรงพยาบาลสกลนครมีค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะติดเชื้อโดยหน่วยงานเอกชน ปี พ.ศ. 2561-2563 จำนวน 3,132,027, 3,721,425 และ 3,655,672 บาทต่อปี ตาม

ลำดับ ปัญหาในการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลสกลนคร ได้แก่ ขยะล้นโรงเรือนพักขยะจากขยะติดเชื้อตกค้างรอเอกชนนำไปกำจัด และถังพักขยะติดเชื้อไม่เพียงพอ⁹ ในปีงบประมาณ 2564 คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาลสกลนครจัดทำแผนพัฒนาการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลสกลนคร โดยใช้เทคโนโลยีใหม่คือเครื่องบดสับและอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ¹⁰ ซึ่งได้รับรางวัลเหรียญทองจากการประกวดผลงานนวัตกรรมด้านการพัฒนาเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ อุปกรณ์อัจฉริยะพลังงานและสิ่งแวดล้อมประจำปี 2563 ในงานนวัตกรรมงานวิจัยแห่งชาติ 2563¹¹ จากงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า กำจัดขยะด้วยไอน้ำสามารถลดค่าใช้จ่ายในการกำจัดขยะติดเชื้อ โดยมีต้นทุนอยู่ที่ 3.185 บาทต่อกิโลกรัม นอกจากต้นทุนต่ำแล้วยังปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม สอดคล้องกับการศึกษาต้นทุนการกำจัดขยะปี พ.ศ. 2555 ของโรงพยาบาลเชียงใหม่รวมที่มีต้นทุน 13.17 บาทต่อกิโลกรัม จากการเผาโดยหน่วยงานเอกชน มีต้นทุนที่ 16.00 บาทต่อกิโลกรัม ลดลงร้อยละ 18 ส่วนโรงพยาบาลหาดใหญ่มีต้นทุนการเผาขยะติดเชื้อ 26 บาทต่อกิโลกรัม ต้นทุนกำจัดขยะโดยใช้เครื่องบดสับไอน้ำอยู่ที่ 10.92 บาทต่อกิโลกรัม ซึ่งลดค่าใช้จ่ายค่ากำจัดขยะติดเชื้อได้ร้อยละ 58¹² จากความสำคัญดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาผลการกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำในโรงพยาบาลสกลนคร โดยทำการศึกษารายงานปริมาณขยะติดเชื้อ ต้นทุนระยะเวลาต้นทุน ปริมาณขยะติดเชื้อมากำ และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในโรงพยาบาล เปรียบเทียบผลกับการกำจัดขยะวิธีเดิมโดยหน่วยงานเอกชนในช่วงเวลาเดียวกันกับปีที่ผ่านมา

วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาผลการกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ เปรียบเทียบกับการกำจัดขยะติดเชื้อวิธีเดิมโดยหน่วยงานเอกชน โดยศึกษาด้านต้นทุนต่อหน่วยในการกำจัดขยะติดเชื้อ จุดคุ้มทุนของเครื่อง ปริมาณขยะตกค้าง และผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

วิธีการวิจัย

เป็นการวิจัยเชิงพรรณนา โดยการเก็บข้อมูลย้อน

หลังและไปข้างหน้าใน เดือนมกราคมถึงมิถุนายน พ.ศ. 2464 ดำเนินการปรับปรุงแนวทางการกำจัดขยะติดเชื้อ และให้ความรู้บุคลากรเกี่ยวกับแนวทางการกำจัดขยะโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำในเดือน พฤศจิกายน พ.ศ.2564 จำนวน 78 หน่วยงาน

เก็บข้อมูลปริมาณขยะติดเชื้อจากทุกหน่วยบริการ ค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า ปริมาณขยะติดเชื้อคงค้าง รายจ่าย ในการกำจัดขยะติดเชื้อในบัญชีรายจ่ายของโรงพยาบาล เปรียบเทียบช่วงเวลาเดียวกับที่ดำเนินการโดยหน่วยงาน เอกชนในปี พ.ศ. 2563

กลุ่มตัวอย่าง คือ เจ้าหน้าที่หอผู้ป่วยทุกหน่วยงาน ที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดขยะติดเชื้อ

เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา ประกอบด้วย

1) แบบสอบถามการปฏิบัติตามมาตรฐานการกำจัดขยะที่ประยุกต์จากแบบประเมินการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อ ICC ROUND เลขที่ 9¹³ งานป้องกันและควบคุมการติดเชื้อโรงพยาบาลสกลนคร ปรับปรุงเมื่อวันที่ 25 พฤศจิกายน พ.ศ. 2560

2) แบบบันทึกปริมาณขยะติดเชื้อจากทุกหน่วยงาน ในโรงพยาบาลรวมทั้งขยะติดเชื้อจากสถานบริการเครือข่ายในเขตอำเภอเมือง 29 แห่ง และปริมาณขยะตกค้าง

3) แบบบันทึกค่าน้ำประปา ค่าไฟฟ้า และรายจ่าย ในการกำจัดขยะติดเชื้อ

4) แบบบันทึกผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

คำสำคัญ

ขยะติดเชื้อ หมายถึง ขยะที่สงสัยว่าปนเปื้อนสิ่งที่มี ก่อให้เกิดโรค เช่น แบคทีเรีย ไวรัส ปรสิตร เชื้อรา ที่มีความ เข้มข้นหรือปริมาณเพียงพอที่เป็นสาเหตุให้เกิดโรค¹⁴

การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ หมายถึง การใช้ไอน้ำใน การทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อเป็นการใช้ไอน้ำอิมตัวภาย ใต้ความดัน เพื่อทำลายจุลินทรีย์ในมูลฝอย เป็นเทคโนโลยี หนึ่งที่ใช้บำบัดมูลฝอยติดเชื้อให้ปลอดภัยต่อเชื้อโรค ซึ่งต้อง ควบคุมความดันร่วมกับอุณหภูมิและระยะเวลาหนึ่งอบที่

เหมาะสม เพื่อให้การทำลายหรือฆ่าเชื้อโรคในมูลฝอยติด เชื้อมีประสิทธิภาพ¹⁵

ต้นทุน หมายถึง ต้นทุนการผลิตต่อหน่วย เป็นการ คำนวณโดยใช้ต้นทุนทั้งหมดต่อจำนวนรายการสินค้าที่ ผลิตได้ทั้งหมด¹⁶

ระยะเวลาดำเนินทุน คือ ระยะเวลาที่ทราบว่าได้ทุนคืน มาเท่าที่ลงทุนมาระยะเวลาใด¹⁷

ข้อพิจารณาทางด้านจริยธรรม

การวิจัยนี้ผ่านการพิจารณาและได้รับอนุมัติให้ ดำเนินการวิจัยจากคณะกรรมการจริยธรรมวิจัยในมนุษย์ โรงพยาบาลสกลนคร เลขที่เอกสารอ้างอิง SKHREC No.018/2564 เมื่อได้รับอนุมัติแล้วจึงดำเนินการเก็บ ข้อมูล และนำเสนอผลการวิจัยในภาพรวมเท่านั้น

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูลโดยสถิติ เิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ร้อยละ และจำนวนต้นทุนต่อ หน่วย และจุดคุ้มทุนตามสูตรดังต่อไปนี้^{18, 19}

$$\text{ต้นทุนต่อหน่วย} = \frac{\text{ต้นทุนวัตถุดิบ} + \text{ค่าใช้จ่ายในการผลิต}}{\text{จำนวนสินค้าที่ผลิตได้ในงวดนั้น}}$$

$$\text{ระยะคืนทุน} = \frac{\text{เงินลงทุน}}{\text{รายได้สุทธิต่อปี}}$$

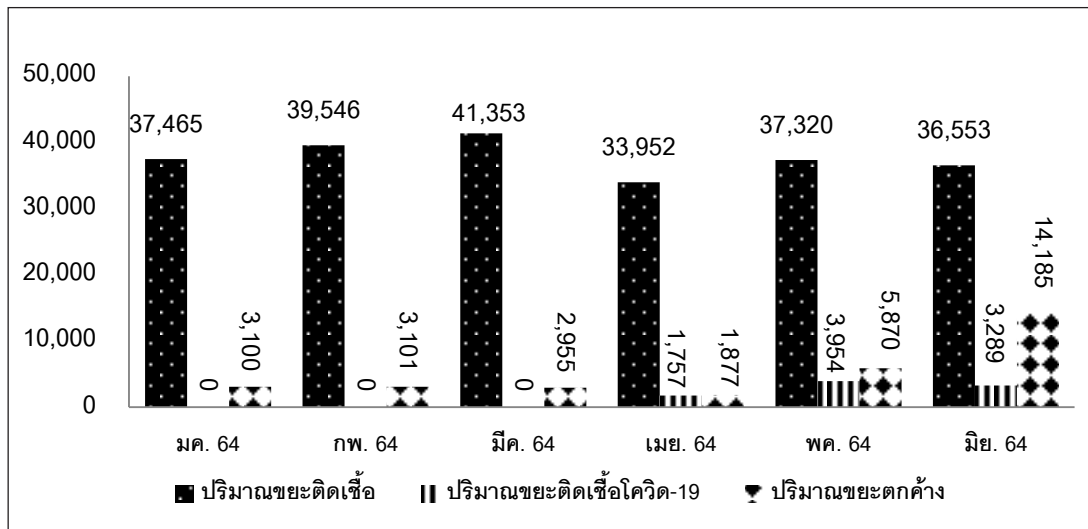
ผลการวิจัย

1. ปริมาณขยะติดเชื้อจากทุกหน่วยงาน จากการ เก็บข้อมูล 6 เดือน พบว่า มีปริมาณขยะทั้งสิ้น 226,189.00 กิโลกรัม มีขยะติดเชื้อทั่วไปรวมกับขยะติดเชื้อโควิดเฉลี่ย 1,362.80 กิโลกรัมต่อวัน พบว่า ใน 3 เดือนหลังเกิด สถานการณ์การระบาดของโรคโควิด-19 มีปริมาณขยะติด เชื้อโควิด-19 เพิ่มขึ้น ซึ่งมีปริมาณเฉลี่ย 120 กิโลกรัมต่อ วัน ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย 50.02 บาทต่อวัน ค่าน้ำประปาเฉลี่ย 188.90 บาทต่อวัน ค่าแรง 3 คน เฉลี่ย 1,186.81 บาท ต่อวัน รายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ปริมาณขยะติดเชื้อ (กิโลกรัม) ปริมาณขยะติดเชื้อโควิด (กิโลกรัม) ปริมาณขยะตกค้าง (กิโลกรัม) ค่าน้ำประปา (บาท) ค่าไฟฟ้า (บาท) และค่าแรง (บาท) ตั้งแต่เดือน มกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2564

เดือน	ปริมาณขยะติดเชื้อทั่วไป	ปริมาณขยะติดเชื้อโควิด-19	ปริมาณขยะตกค้าง	ค่าน้ำประปา	ค่าไฟฟ้า	ค่าแรง
มกราคม 2564	37,465.00	0.00	3,100.00	1,540.00	6,420.00	36,000.00
กุมภาพันธ์ 2564	39,546.00	0.00	3,101.00	1,500.00	10,980.00	36,000.00
มีนาคม 2564	41,353.00	0.00	2,955.00	1,568.00	4,200.00	36,000.00
เมษายน 2564	33,952.00	1,757.00	1,877.00	1,488.00	4,140.00	36,000.00
พฤษภาคม 2564	37,320.00	3,954.00	5,870.00	1,552.00	3,720.00	36,000.00
มิถุนายน 2564	36,553.00	3,289.00	14,185.00	1,456.00	4,920.00	36,000.00
รวม	226,189.00	9,000.00	30,988.00	9,104.00	34,380.00	216,000.00
เฉลี่ย/วัน	1,242.80	120.00	170.26	50.02	188.90	1,186.81
ประมาณการทั้งปี	452,378.00	18,000.00	61,976.00	18,208.00	68,760.00	432,000.00

กราฟที่ 1 ปริมาณขยะติดเชื้อ (กิโลกรัม) ปริมาณขยะติดเชื้อโควิด (กิโลกรัม) ปริมาณขยะตกค้าง (กิโลกรัม) ตั้งแต่เดือนมกราคม - มิถุนายน พ.ศ. 2564



2. ต้นทุนต่อหน่วย

คำนวณต้นทุนต่อหน่วยของการกำจัดขยะโดยใช้เทคโนโลยีใหม่เครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ ได้เท่ากับ 6.3 บาทต่อกิโลกรัม โดยการเปรียบเทียบกับระบบเก่า

พบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายได้ 5.7 บาทต่อกิโลกรัม (หน่วยงานเอกชนเสนอราคาค่ากำจัดขยะติดเชื้อในปีงบประมาณ 2564 เท่ากับ 12 บาทต่อกิโลกรัม) รายละเอียดดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ต้นทุนต่อหน่วยของการกำจัดขยะโดยใช้เทคโนโลยีใหม่เครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

รายละเอียด	จำนวนเงิน (บาท)
มูลค่าระบบบำบัดขยะ	14,950,000 (2,990,000 บาท/ปี)
มูลค่าโรงเรือน	2,898,000 (115,920 บาท/ปี)
มูลค่าการลงทุนรวม	17,848,000
ค่าไฟฟ้าต่อปี	68,760
ค่าน้ำประปาต่อปี	9,104
ค่าจ้างคนงาน (3 คน) ต่อปี	434,700
ค่าใช้จ่ายรวมรายปี	512,564
มวลของขยะ	1,362.80
ระยะเวลาการทำงาน	365
อายุการใช้งาน อาคารถาวร (N, y)	25 (ค่าเสื่อมต่อปีร้อยละ 4)
ค่าเสื่อมครุภัณฑ์ เครื่องจักรอายุการใช้งาน (N, y)	5 (ค่าเสื่อมต่อปีร้อยละ 20)
ค่าต้นทุนต่อหน่วย	6.3 บาทต่อกิโลกรัม

$$\text{ต้นทุนต่อหน่วย} = \frac{2,990,000 + 115,920}{1,362.80 \text{ กิโลกรัม} \times 365 \text{ วัน}} = 6.3 \text{ บาทต่อกิโลกรัม}$$

3. ระยะเวลาคืนทุนของเครื่องกำจัดขยะติดเชื้อ โดยเทคโนโลยีเครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

เนื่องจากเครื่องกำจัดขยะเป็นการเช่าซื้อ การ
คำนวณคำนึงถึงค่าเสื่อมตามสูตรดังนี้

$$\text{ปีที่ 1 - 3} = \left[\frac{2,990,000 + 115,920}{(1,362.80 \times 12 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน}) - (1,362.80 \times 6.3 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน})} \right] \times 3 = 3.29 \text{ ปี}$$

$$\text{ปีที่ 4 - 5} = \left[\frac{2,990,000 + 115,920 + 512,564}{(1,362.80 \times 12 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน}) - (1,362.80 \times 6.3 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน})} \right] \times 2 = 2.55 \text{ ปี}$$

$$\text{ปีที่ 6} = \left[\frac{115,920 + 512,564}{(1,362.80 \times 12 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน}) - (1,362.80 \times 6.3 \text{ บาท} \times 365 \text{ วัน})} \right] = 0.22 \text{ ปี}$$

รวม = 6.06 ปี

สรุปว่า ระยะเวลาคืนทุนอยู่ที่ 6 ปี 6 วัน ซึ่ง
สอดคล้องกับตารางเปรียบเทียบต้นทุนกับรายจ่ายค่า
กำจัดขยะต่อปี ดังตารางที่ 3 พบว่าในปีที่ 6 ส่วนต่างที่
มากกว่าต้นทุน คิดเป็นกำไรในปีที่ 6 เป็นต้นไป

ตารางที่ 3 การคำนวณความคุ้มค่าของเครื่องกำจัดขยะติดเชื้อโดยเทคโนโลยีเครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

ปีที่	เครื่องกำจัดขยะ	โรงพักขยะ	ค่าแรง	รายจ่ายทุกปี	ค่ากำจัดขยะต่อปี	รายรับรวมทุกปี
ปีที่ 1	2,990,000	115,920	-	3,105,920	3,133,758.60	3,133,758.60
ปีที่ 2	2,990,000	115,920	-	6,211,840	3,133,758.60	6,267,517.20
ปีที่ 3	2,990,000	115,920	-	9,317,760	3,133,758.60	9,401,275.80
ปีที่ 4	2,990,000	115,920	512,564	12,936,244	3,133,758.60	12,535,034.40
ปีที่ 5	2,990,000	115,920	512,564	16,554,728	3,133,758.60	15,668,793.00
ปีที่ 6	-	115,920	512,564	17,183,212	3,133,758.60	18,802,551.60
รวม			17,183,212		18,802,551.60	

4. จำนวนขยะคงค้าง

การกำจัดขยะทุกวันทำให้ปริมาณขยะตกค้างลดลงจากที่เคยตกค้าง ปี พ.ศ. 2563 รอหน่วยงานเอกชนมารับไปกำจัด 2-3 วัน ประมาณ 2500-3,000 กิโลกรัม แต่หลังใช้เครื่องกำจัดขยะแบบใหม่พบว่า ในปี พ.ศ. 2564 มีขยะตกค้างลดลงเหลือประมาณวันละ 170 กิโลกรัม ดังตารางที่ 1 จำนวนขยะคงค้างลดลงร้อยละ 87.50 ทำให้โรงพยาบาลสกลนครมีการกำจัดที่ปลอดภัยและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม บริเวณที่พักขยะเป็นระเบียบและสะอาดมากขึ้น ไม่เป็นแหล่งเพาะเชื้อโรคและไม่สิ้นเปลืองงบประมาณในการจัดหาถังพักขยะเพิ่ม

5. การปรับปรุงแนวทางปฏิบัติการกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีใหม่เครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ

คณะผู้วิจัยร่วมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล ดำเนินการปรับปรุงระเบียบปฏิบัติการกำจัดขยะติดเชื้อของโรงพยาบาลสกลนคร จากกำจัดขยะติดเชื้อโดยเอกชนเปลี่ยนเป็นโรงพยาบาลกำจัดเองโดยใช้เครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ และอบรมบุคลากรที่เกี่ยวข้องให้ทราบถึงการกำจัดขยะติดเชื้อแบบใหม่ของโรงพยาบาล และทบทวนการปฏิบัติเกี่ยวกับการคัดแยกขยะในหน่วยงาน เมื่อเดือนพฤศจิกายน พ.ศ. 2564 บุคลากรเข้าร่วมอบรม 78 หน่วยงาน คิดเป็นร้อยละ 83.87 บุคลากรรับทราบแนวปฏิบัติคิดเป็นร้อยละ 100 และคัดแยกขยะได้ถูกต้องร้อยละ 96.15

วิจารณ์และสรุป

ผลการกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีใหม่เครื่องบดสับและฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ สามารถสรุปได้ดังนี้

ในปี พ.ศ. 2563 โรงพยาบาลสกลนครจ่ายค่ากำจัดขยะติดเชื้อให้หน่วยงานเอกชนอัตรา 12 บาทต่อกิโลกรัมรวมเป็นเงินทั้งสิ้น 3,655,472 บาท เมื่อเปรียบเทียบกับต้นทุนการกำจัดขยะติดเชื้อแบบใหม่ซึ่งมีต้นทุนเท่ากับ 6.3 บาทต่อกิโลกรัม พบว่า สามารถลดค่าใช้จ่ายให้โรงพยาบาลได้ 5.7 บาทต่อกิโลกรัม คิดเป็นค่าใช้จ่ายลดร้อยละ 52.50 คำนวณเป็นเงินประมาณ 1,736,472 บาทต่อปี ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาในโรงพยาบาลลำปางที่มีต้นทุนการกำจัดขยะเท่ากับ 3.185 บาทต่อกิโลกรัมและ²⁰ การกำจัดขยะติดเชื้อโดยหน่วยงานเอกชนของโรงพยาบาลสกลนคร ปี พ.ศ. 2563 หน่วยงานเอกชนมารับขยะติดเชื้อไปกำจัดทุก 2-3 วัน ทำให้มีขยะตกค้างเฉลี่ยวันละ 2500-3000 กิโลกรัมต่อ ภายหลังมีการปรับเปลี่ยนเป็นกำจัดขยะติดเชื้อโดยเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำวันละ 5-7 รอบต่อวัน ทำลายขยะได้ 200-300 กิโลกรัมต่อรอบ ใช้เวลารอบละ 1 ชั่วโมง ทำให้ปริมาณขยะติดเชื้อตกค้างลดลงเหลือเฉลี่ย 170 กิโลกรัมต่อวัน คิดเป็นร้อยละ 87.50 ให้ลดค่าใช้จ่ายในการซื้อถังขยะรองรับ ลดแหล่งเพาะเชื้อโรคและสัตว์นำโรคบริเวณรอบโรงพักขยะมีสภาพสะอาดและเป็นระเบียบมากขึ้น

การคำนวณระยะเวลาคืนทุนของระบบกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วย

ไอน้ำใน อยู่ที่ 6 ปี 6 วัน หมายความว่า ความคุ้มค่าคุ้มราคาในการลงทุนจัดทำระบบการกำจัดขยะติดเชื้อในปีที่ 6 เป็นต้นไป เป็นจุดที่เป็นกำไรของระบบการกำจัดขยะติดเชื้อแบบใหม่

คณะผู้วิจัยร่วมกับคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาล มีการปรับปรุงแนวทางปฏิบัติการกำจัดขยะติดเชื้อ ฉบับใหม่ ปี พ.ศ. 2564 มีการอบรมบุคลากรรับทราบข้อมูลการกำจัดขยะติดเชื้อ โดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ และทบทวนกระบวนการในการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลสกนนคร ซึ่งแบบเดิมเป็นการนำขยะติดเชื้อไปกำจัดโดยเอกชน ทบทวนการคัดแยกขยะ เชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องเข้าร่วมประชุม ได้รับการทบทวนความรู้และการปฏิบัติในการคัดแยกขยะผ่านเกณฑ์มาตรฐานการป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล

การกำจัดขยะติดเชื้อโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ มีระบบกำจัดที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ไม่มีก๊าซพิษที่เกิดจากการเผาไหม้ ไม่สร้างภาวะเรือนกระจก การเผาขยะทุกวันทำให้ปริมาณขยะตกค้างลดลง ไม่เป็นแหล่งเพาะพันธุ์เชื้อโรคและสัตว์นำโรค สิ่งแวดล้อมภายในและรอบ ๆ บริเวณโรงพักขยะโรงพยาบาลจึงมีความสะอาดและความปลอดภัยมากขึ้น สอดคล้องกับงานวิจัยของโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติที่พบว่า การทำลายขยะติดเชื้อด้วยไอน้ำมีข้อดี คือ ลดมลภาวะทางอากาศและฝุ่น ขยะที่ทำการฆ่าเชื้อถูกบดย่อยแล้วนำไปยังโรงปูนและโรงไฟฟ้าเพื่อใช้งานในรูปของเชื้อเพลิงแข็งเป็นพลังงานทดแทนตามนโยบาย Green society and clean energy²¹

ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาต่อเนื่อง

1. ขยะที่ได้จากการบดสับและทำลายเชื้อแล้วควรนำไปใช้ประโยชน์ต่อ เช่น ทำอิฐบล็อก ทำกระถางต้นไม้ถมที่ ทำโต๊ะและเก้าอี้ เป็นต้น

2. ควรเพิ่มรายได้ให้โรงพยาบาลสกนนครโดยการ

รับทำลายขยะติดเชื้อจากโรงพยาบาลใกล้เคียง

3. ควรเพิ่มกำลังการผลิตโดยการเพิ่มขนาดเครื่องบดสับและทำลายเชื้อด้วยไอน้ำจากทำลายขยะติดเชื้อได้ 300 เป็น 1,000 กิโลกรัมต่อรอบ เพื่อรองรับปริมาณขยะจากทั้งภายในโรงพยาบาลและสถานบริการเครือข่ายในเขตอำเภอเมืองที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้น

4. ควรเสนอแนะให้ห้องปฏิบัติการปกครองส่วนท้องถิ่น องค์การบริหารส่วนจังหวัดหรือเทศบาล พิจารณาจัดหาเครื่องกำจัดขยะติดเชื้อจากแหล่งชุมชน เช่น คลินิก โรงพยาบาลส่งเสริมสุขภาพประจำตำบล โรงพยาบาลสนาม เพื่อลดปริมาณงานและภาระค่าใช้จ่ายของโรงพยาบาลสกนนคร

5. ควรจัดอบรมเรื่องการบริหารจัดการขยะ และการคัดแยกขยะอย่างต่อเนื่อง ทั้งในโรงพยาบาลและชุมชน

6. ควรมีการมอบหมายผู้ควบคุมกำกับ รับผิดชอบ และเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการกำจัดขยะอย่างสม่ำเสมอ

7. ควรมีการติดตั้งระบบความปลอดภัยอื่นๆ เช่น กล้องวงจรปิดในโรงพักขยะ

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิจัยครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ด้วยความกรุณาจากผู้ช่วยศาสตราจารย์นุจิรา โคตรหานาม อาจารย์คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสกนนคร ดร.จุฑารัตน์ ฤทธิฤกษ์ หัวหน้างานธนาคารเลือด โรงพยาบาลสกนนคร และนางสาวมัลลิกา จันทะสาย หัวหน้างานบัญชี โรงพยาบาลสกนนคร ที่เสียเวลาอันมีค่าเป็นที่ปรึกษาและให้คำแนะนำอย่างดีที่เป็นประโยชน์ และเพื่อให้งานวิจัยฉบับนี้ถูกต้องและสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณคณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัยในโรงพยาบาลสกนนคร ที่ร่วมเก็บข้อมูลและปรับปรุงแนวทางปฏิบัติการกำจัดขยะติดเชื้อในโรงพยาบาลสกนนคร และขอขอบคุณผู้ให้ข้อมูลต่างๆที่เป็นประโยชน์และเปิดโอกาสให้ผู้วิจัยเข้าถึงข้อมูลเป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

1. สำนักอนามัยและสิ่งแวดล้อม กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการดำเนินงาน GREEN & CLEAN Hospital 2559. พิมพ์ครั้งที่ 3. นนทบุรี: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกกระทรวงสาธารณสุข; 2561.
2. กฎกระทรวงว่าด้วยเรื่องกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ. 1 มีนาคม 2564. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 138 ตอนที่ 14 ก. หน้า 15. เลขหน้า 1.
3. ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่องวิธีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีอื่น. 17 กันยายน 2564. ราชกิจจานุเบกษา. เล่มที่ 138 ตอนพิเศษ. หน้า 14. เลขหน้า 1.
4. Celliton. Why the Integrated Sterilizer & Shredder? [Internet]. 2018 [Cited 2021 mar 5]. Available from: <https://celitron.com/en/blog/why-the-integrated-sterilizer-shredder>
5. กรมควบคุมมลพิษ กระทรวงทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม. สถานการณ์คุณภาพสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย ปี 2563 [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 5 มีนาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://www.pcd.go.th/pcd_news/11873
6. ปรานต์ สุวรรณทัต. ผลจากวิกฤตโควิดระบอบ ต้นทุนการจัดการเกือบพันล้านบาทต่อปี [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 23 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://brandinside.asia/infectious-waste-in-thailand-increase-2-times/>
7. สำนักข่าวสิ่งแวดล้อมกรีนนิวส์. ชยะติดเชื้อแผลใหม่จากอุบัติเหตุโรคระบาด หรือแค่เปิดแผลเก่า [อินเทอร์เน็ต]. 2563 [เข้าถึงเมื่อ 20 กรกฎาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: <https://greennews.agency/?p=2143>
8. กรุงเทพธุรกิจ. พาณิชย์กระตุกท้องถิ่นกำหนดเพดานราคาเก็บชยะติดเชื้อ [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 23 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://www.bangkokbiznews.com/business/963429>
9. คณะกรรมการสิ่งแวดล้อมและความปลอดภัย. นำเสนอสรุปผลงาน ประจำปี 2563. สกลนคร: โรงพยาบาลสกลนคร; 2563.
10. งานพัสดุ. คุณลักษณะเฉพาะเครื่องบดย่อยและฆ่าเชื้อมูลฝอยติดเชื้อด้วยไอน้ำชนิดอัตโนมัติภายในเครื่องเดียวกัน. สกลนคร: โรงพยาบาลสกลนคร; 2563.
11. มหาวิทยาลัยแม่โจ้. ผลงานวิจัยอาจารย์ ม.แม่โจ้ “ผลิตไฟฟ้าจากการกำจัดชยะติดเชื้อทางการแพทย์” [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 23 สิงหาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://green.mju.ac.th/?p=5481>
12. ศิริอรุณ สุขเจริญ, ปิยาภัสร์ ชูแก้วงาม, วิไลลักษณ์ วิสาชะ, ดารารัตน์ ดำรงกุลชาติ. การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ ณ แหล่งกำเนิด โดยเทคโนโลยีการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ. ว. ส่งเสริมสุขภาพและอนามัยสิ่งแวดล้อม กระทรวงสาธารณสุข 2558;38(4):68-82.
13. งานป้องกันและควบคุมการติดเชื้อในโรงพยาบาล. แบบประเมินการปฏิบัติการกำจัดชยะติดเชื้อ. สกลนคร:โรงพยาบาลสกลนคร; 2560.
14. World Health Organization. health-care-waste [Internet]. 2561 [Cited 2021 dec 8]. Available from: <https://th.wikipedia.org/wiki> <https://www.who.int/news>
15. สำนักอนามัย สิ่งแวดล้อม. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. คู่มือแนวทางการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ โดยเทคโนโลยีการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ณ แหล่งกำเนิด. นนทบุรี: องค์การสงเคราะห์ทหารผ่านศึกกระทรวงสาธารณสุข; 2555.
16. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. การคำนวณต้นทุนอย่างง่าย [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 8 ธันวาคม 2563]. เข้าถึงได้จาก: <https://bsc.dip.go.th/th/category/account2/fs-productcost>

17. วิกิพีเดีย. ระยะเวลาคืนทุน [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://hmong.in.th/wiki/Payback_period
18. กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. การคำนวณต้นทุนการผลิตแบบง่าย. [อินเทอร์เน็ต]. [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://nyaccount-cloud.com>.
19. Pair. ระยะเวลาคืนทุน [อินเทอร์เน็ต]. 2564 [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: <https://greedisgoods.com>
20. กรมอนามัย กระทรวงสาธารณสุข. แนวทางการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ โดยเทคโนโลยีการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ณ แหล่งกำเนิด [อินเทอร์เน็ต]. 2555 [เข้าถึงเมื่อ 12 ธันวาคม 2564]. เข้าถึงได้จาก: https://env.anamai.moph.go.th/webupload/migrated/files/env/n539_312f58c362910b7adaa9b4571ba05774_f003.pdf
21. ดามพวรรณ จงเลิศวณิชกุล. การกำจัดขยะติดเชื้อโรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ. ว. โรงพยาบาลธรรมศาสตร์เฉลิมพระเกียรติ 2560;3(1):17-28.