

คู่มือสำหรับผู้ประเมิน (Auditors) การพัฒนาคุณภาพระบบบริการอนามัยสิ่งแวดล้อมขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

กฎหมายเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อ

1. พระราชบัญญัติ

1) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535

ตาม พรบ. สาธารณสุข พ.ศ.2535 นิยามคำว่า “มูลฝอย” หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ หรือ ชากสัตว์ รวมตลอดถึงสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่นๆ

กระทรวงสาธารณสุขได้เสนอแก้ไขเพิ่มเติมในฉบับที่2 พ.ศ.2550 โดย นิยามคำว่า “มูลฝอย” หมายถึง มูลฝอย หมายความว่า เศษกระดาษ เศษผ้า เศษอาหาร เศษสินค้า เศษวัตถุ ถุงพลาสติก ภาชนะที่ใส่อาหาร ถ้ำ มูลสัตว์ ชากสัตว์ หรือสิ่งอื่นใดที่เก็บกวาดจากถนน ตลาด ที่เลี้ยงสัตว์ หรือที่อื่น และหมายความรวมถึง มูลฝอยติดเชื้อ มูลฝอยที่เป็นพิษหรืออันตรายจากชุมชน

นอกจากนี้ได้มีกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ.2545 นิยามเพิ่มเติมว่า มูลฝอยติดเชื้อ หมายรวมถึงให้หน่วยงานส่วนท้องถิ่นต่างๆ จัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อปฏิบัติตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ.2545

2) พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ.2535

กฎหมายฉบับนี้ให้คำนิยามเกี่ยวกับของเสียที่ครอบคลุมกว่ากฎหมายฉบับอื่นๆ กล่าวคือ คำว่าของเสียตามมาตรา 4 หมายความว่า ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล น้ำเสีย อากาศเสีย มลสารหรือวัตถุอันตรายอื่นใดซึ่งถูกปล่อยทิ้งหรือมีที่มาจากแหล่งกำเนิดมลพิษ รวมทั้งกาก ตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้นที่อยู่ในสภาพของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ

2. อำนาจหน้าที่ในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

1) พระราชบัญญัติองค์การบริหารส่วนจังหวัด พ.ศ.2540

อำนาจหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) ตามมาตรา 45 (7) คือ การคุ้มครอง ดูแล และบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม โดยมาตรา 46 ให้อบจ. สามารถจัดทำกิจการใดๆ อันเป็นอำนาจหน้าที่ของราชการส่วนท้องถิ่นอื่นของ อบจ. อื่นที่อยู่นอกเขตจังหวัดได้ เมื่อได้รับความยินยอมจากราชการส่วนท้องถิ่นอื่น หรือ อบจ.อื่นที่เกี่ยวข้อง ตามหลักเกณฑ์ วิธีการและเงื่อนไขที่กำหนดในกฎกระทรวง ฉบับที่ 2 (พ.ศ.2541) คือ (1) เมื่อเป็นการที่จำเป็นต้องกระทำและเกี่ยวเนื่องกับกิจการที่ดำเนินการตามอำนาจหน้าที่ของ อบจ. และได้รับความยินยอมจากสภาแห่งราชการส่วนท้องถิ่นหรือสภา อบจ. ที่เกี่ยวข้อง โดยมี

กฎกระทรวง (พ.ศ.2541) กำหนดกิจการกำจัดขยะมูลฝอย และสิ่งปฏิกูลกับการบำรุงรักษาทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมเป็นรายการหนึ่งในกิจการที่ราชการส่วนท้องถิ่นอื่นสมควรให้องค์การบริหารส่วนจังหวัดร่วมดำเนินการหรือให้ อบจ. จัดทำ

2) พระราชบัญญัติสภาตำบลและองค์การบริหารส่วนตำบล พ.ศ.2537

อำนาจหน้าที่ของสภาตำบลตามมาตรา 23 และอำนาจหน้าที่ขององค์การบริหารส่วนตำบล (อบต) ตามมาตรา 67 รวมถึงการกำจัดมูลฝอยและสิ่งปฏิกูลในเขตของตน ส่วนมาตรา 71 วรรคแรกบัญญัติว่า “องค์การบริหารส่วนตำบล อาจออกข้อบังคับตำบลเพื่อใช้ ในตำบลได้เท่าที่ไม่ขัดต่อกฎหมาย หรืออำนาจหน้าที่ ของ อบต. ในการนี้ จะกำหนดค่าธรรมเนียมที่จะเรียกเก็บ และกำหนดโทษปรับสำหรับผู้ฝ่าฝืนด้วยก็ได้ แต่มิให้กำหนดโทษปรับเกินห้าร้อยบาท”และมาตรา 73 เปิดช่องให้ อบต. สามารถทำกิจกรรมนอกเขตของตน หรือร่วมกับสภาตำบล อบต. อบจ. หรือหน่วยบริหารราชการส่วนท้องถิ่น เพื่อกระทำการร่วมกันได้ เมื่อได้รับความยินยอมจากหน่วยที่เกี่ยวข้องนั้น และกิจการนั้นเป็นเรื่องที่จำเป็นต้องทำหรือเป็นการเกี่ยวเนื่องกับ กิจการที่อยู่ในอำนาจหน้าที่ของตน

3) พระราชบัญญัติการกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ. 2542

ตามมาตรา 13 ของกฎหมายฉบับนี้ให้อำนาจคณะกรรมการกระจายอำนาจสามารถแต่งตั้ง อนุกรรมการต่างๆขึ้นมาเพื่อดำเนินการในกิจการเฉพาะขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นได้ โดยเฉพาะการ จัดการเกี่ยวกับสิ่งปฏิกูลมูลฝอย ซึ่งหมายรวมถึงการจัดการเกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อด้วย

4) พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535

พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 มาตรา 18 วรรคแรก กำหนดว่าการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูล ฝอยในเขตราชการส่วนท้องถิ่นใด ให้เป็นอำนาจหน้าที่ของราชการส่วนท้องถิ่นนั้น ซึ่งคำว่าราชการส่วนท้องถิ่น ตามนิยาม ในมาตรา 4 หมายถึง เทศบาล อบจ. กทม. เมืองพัทยา และองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นตาม กฎหมาย ซึ่งย่อมรวมถึง อบต. ด้วย ในกรณีที่มีเหตุอันสมควร ราชการส่วนท้องถิ่นสามารถมอบให้บุคคลใด ดำเนินการกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยแทนภายใต้การควบคุมดูแลของราชการส่วนท้องถิ่น หรือสามารถอนุญาต ให้บุคคลใดเป็นผู้ดำเนินกิจการรับเก็บ ขน หรือ กำจัดสิ่งปฏิกูลมูลฝอยโดยทำเป็นธุรกิจหรือโดยได้รับประโยชน์ ตอบแทนด้วยการคิดค่าบริการได้ และมาตรา 20 ให้อำนาจราชการส่วนท้องถิ่นเกี่ยวกับการจัดการสิ่งปฏิกูล หรือมูลฝอยให้ถูกสุขลักษณะ และกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการให้บริการในการเก็บและขนสิ่งปฏิกูลหรือ มูลฝอยภายใต้เขตแดนที่กำหนดไว้ ตามกฎกระทรวงว่าด้วยอัตราค่าธรรมเนียมการให้บริการเก็บขนและกำจัดสิ่ง ปฏิกูลหรือมูลฝอย และอัตราค่าธรรมเนียมอื่นๆ พ.ศ.2545 ข้อ 2 ซึ่งได้รวมมูลฝอยติดเชื้อเอาไว้ด้วย และใน กรณีของมูลฝอยติดเชื้อก็มีกฎกระทรวงว่าด้วยกำหนดเขตแดนตามบัญชีอัตราค่าธรรมเนียมทำกฎกระทรวงนี้ไว้ ในเรื่องของสิ่งปฏิกูลหรือมูลฝอยธรรมดาการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ.2545 ออกมาใช้บังคับในระดับเทศบาล เมืองทุกแห่งให้ต้องปฏิบัติตามมาตรฐานความปลอดภัยภายใต้ข้อกำหนดอย่างละเอียดทั้งในเรื่องของการเก็บ การขน และการกำจัด โดยในข้อ 29 ของกฎกระทรวงฉบับนี้ให้ราชการส่วนท้องถิ่นสามารถกำหนดอัตรา

ค่าบริการขั้นสูงในการรับเก็บ ขน และกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ที่ผู้ได้รับอนุญาตตามมาตรา 19 จะเรียกเก็บจาก ผู้ใช้บริการ โดยคำนึงถึงความเป็นไปได้ในการประกอบกิจการและความเหมาะสมกับฐานะทาง เศรษฐกิจของ ประชาชนในท้องถิ่นนั้น แต่ยังคงต้องอยู่ภายใต้เพดานที่กฎกระทรวงว่าด้วยค่าธรรมเนียม ที่กำหนดไว้ด้วยตนเอง

5) พระราชบัญญัติว่าด้วยการให้เอกชนเข้าร่วมงานหรือดำเนินการในกิจการของรัฐ พ.ศ.2535

กฎหมายนี้เป็นกลไกให้ส่วนราชการหรือราชการส่วนท้องถิ่นสามารถเปิดช่องให้เอกชน เข้ามาร่วมหรือดำเนินการในส่วนที่เป็นกิจการของรัฐซึ่งเป็นโครงการมีวงเงินตั้งแต่ หนึ่งพันล้านบาท

3. บทบาทหน้าที่เกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. 2535 พระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 และพระราชบัญญัติกำหนดแผนและขั้นตอนการกระจายอำนาจให้แก่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น พ.ศ.2542 กำหนดให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีอำนาจหน้าที่ในการกำจัดสิ่งปฏิกูลและมูลฝอยในเขต ท้องถิ่นโดยที่มูลฝอย มีความหมายครอบคลุมถึงมูลฝอยติดเชื้อ ประกอบกับกระทรวงสาธารณสุขได้ออก กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ.2545 โดยให้องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มีหน้าที่ต้องปฏิบัติ ตามกฎกระทรวง สรุปได้ดังนี้

1) ตามพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ.2535 ราชการส่วนท้องถิ่นซึ่งหมายถึงองค์กรปกครองส่วน ท้องถิ่น ในฐานะเจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจหน้าที่โดยตรงในการดำเนินการเก็บ ขน และกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ในเขตท้องถิ่นตน ดังนั้น กรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น จัดบริการเก็บ ขน หรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อให้ สถานบริการการสุขหรือห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายในเขตท้องถิ่นแห่งตน จะต้องดำเนินการเก็บ ขน และกำจัด ตามหลักเกณฑ์มาตรฐานตามที่กำหนดในกฎกระทรวงฯ

2) ออกข้อกำหนดของท้องถิ่น กำหนดวิธีการถ่าย เท ทิ้งมูลฝอยติดเชื้อในที่ หรือ ทางสาธารณะ หรือ จัดให้มีสถานที่ถ่าย เท หรือ ทิ้งมูลฝอยติดเชื้อในที่หรือทางสาธารณะเพื่อประโยชน์สำหรับประชาชนโดยทั่วไป ที่อาจก่อให้เกิดมูลฝอยติดเชื้อในบ้านเรือนที่จะนำมาทิ้งได้

3) ต้องควบคุมและกำกับดูแลกิจการสถานบริการการสาธารณสุข และห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายในเขต ราชการส่วนท้องถิ่นตน ให้ปฏิบัติตามหลักเกณฑ์และวิธีการเกี่ยวกับการเก็บ ขน หรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่ กำหนดไว้ในกฎกระทรวง

4) ตรวจสอบระบบกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของสถานบริการการสาธารณสุข หรือห้องปฏิบัติการเชื้อ อันตรายที่มีระบบกำจัดของตนเอง ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดปัญหาด้านสุขลักษณะต่อชุมชนข้างเคียง

5) ราชการส่วนท้องถิ่นซึ่งหมายถึงองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น ต้องแต่งตั้งเจ้าหน้าที่อย่างน้อย 1 คน ซึ่งมีวุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรีสาขาวิทยาศาสตร์ (ด้านสาธารณสุข /สุขาภิบาล /ชีววิทยา/วิทยาศาสตร์ การแพทย์) หรือวิศวกรรมศาสตร์ (ด้าน สุขาภิบาล /วิศวกรรมสิ่งแวดล้อม/วิศวกรรมเครื่องกล) เป็น ผู้รับผิดชอบดูแลระบบการเก็บขน และกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในเขตราชการส่วนท้องถิ่นนั้น

ส่วนกรณีที่ราชการส่วนท้องถิ่นร่วมมือกันหลายท้องถิ่น อาจแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ของท้องถิ่นใดท้องถิ่นหนึ่งให้เป็นผู้รับผิดชอบดูแลร่วมกันได้ หรืออาจแต่งตั้งบุคคลภายนอกที่มีคุณสมบัติเช่นนั้นได้

6) กรณีที่องค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น มอบให้ผู้อื่นดำเนินการแทนหรืออนุญาตให้เอกชนทำเป็นธุรกิจ ให้ราชการส่วนท้องถิ่นกำหนดระยะเวลาและเส้นทางการเก็บขน ตลอดจนเงื่อนไข หรือข้อปฏิบัติใดๆ เพื่อให้เป็นไปตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อไว้ด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อเท็จจริงและความจำเป็นตามสภาพของกระบวนการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของท้องถิ่นนั้นๆ เช่น

- การกำหนดช่วงเวลาที่เหมาะสมในการเก็บขนหรือการกำจัด
- การกำหนดให้มีใบกำกับมูลฝอยติดเชื้อตลอดเส้นทางจนถึงขั้นตอนการกำจัด
- การกำหนดให้ผู้ได้รับอนุญาตรับทำการเก็บขนหรือกำจัดต้องทำสัญญากับห้องปฏิบัติการ

เชื้ออันตรายหรือสถานบริการสาธารณสุขเพื่อให้เป็นหลักประกันว่ามีการจัดการมูลฝอยติดเชื้อในสถานที่ดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง จริงจัง

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

ในการดำเนินการและบริหารจัดการมูลฝอยติดเชื้อ ให้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องอาศัยความร่วมมือจากหลายฝ่ายทั้งจากราชการส่วนกลาง ราชการส่วนท้องถิ่น โรงพยาบาล/สถานบริการสาธารณสุข ประชาชน โดยการจัดการมูลฝอยติดเชื้อมีรายละเอียดดังนี้

1.แหล่งกำเนิดมูลฝอยติดเชื้อ

สถานบริการสาธารณสุขหรือสถานพยาบาลเป็นหน่วยบริการสุขภาพประเภทหนึ่งที่ทำให้แก่ประชาชนทั้งการรักษาพยาบาล ส่งเสริม ป้องกันโรคและฟื้นฟูสุขภาพ ฉะนั้นกิจกรรมต่างๆ ในโรงพยาบาลที่ก่อให้เกิดของเสียและมูลฝอย มีทั้งมูลฝอยทั่วไป มูลฝอยอันตรายอื่นๆ มูลฝอยทางการแพทย์ที่ติดเชื้อและไม่ติดเชื้อ ซึ่งล้วนแต่ต้องการการบริหารจัดการเป็นพิเศษ โดยเฉพาะมูลฝอยติดเชื้อที่เป็นมูลฝอยที่เกิดจากกระบวนการให้บริการรักษาพยาบาล การตรวจวินิจฉัย การให้ภูมิคุ้มกันโรค การศึกษาวิจัยที่ดำเนินการทั้งในมนุษย์และสัตว์ ซึ่งมีเหตุอันสมควรสงสัยว่ามีหรือมีเชื้อโรค ซึ่งเกิดจากการบริการคนไข้ ซึ่งสถานบริการสาธารณสุขหมายความว่า

- สถานพยาบาลตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล และหมายความรวมถึงสถานพยาบาลของทางราชการ

- สถานพยาบาลสัตว์ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาลสัตว์ และหมายความรวมถึงสถานพยาบาลสัตว์ของทางราชการ

รวมถึงห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายที่มีได้ตั้งอยู่ภายในสถานบริการสาธารณสุขด้วย

1.1 วิธีการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

ให้โรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขมีระบบการคัดแยกและเก็บรวบรวมมูลฝอยติดเชื้อที่ถูกสุขลักษณะและไม่ส่งผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยรวมถึงการบรรจุให้โรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุข คัดแยกมูลฝอยติดเชื้อออกจากมูลฝอยประเภทอื่น ณ แหล่งกำเนิด(จุดให้บริการรักษา) และเก็บรวบรวม(เก็บขนเคลื่อนย้าย)มูลฝอยติดเชื้อออกจากมูลฝอยทั่วไปและนำมาไว้ที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุข และดำเนินการเก็บ ขน ขนถ่าย/รวบรวมมูลฝอยติดเชื้อจากที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อของโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขมาดำเนินการกำจัด

1) การเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ

(1) การเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องดำเนินการให้ถูกสุขลักษณะ ดังนี้

- ต้องขนโดยยานพาหนะสำหรับขนมูลฝอยติดเชื้อเท่านั้น
- ต้องขนอย่างสม่ำเสมอตามวันและเวลาที่กำหนด
- ผู้ขับขี่ และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะ ต้องมีความรู้เกี่ยวกับมูลฝอยติดเชื้อ โดยผ่านการฝึกอบรมการป้องกัน และระงับการแพร่เชื้อ หรืออันตรายที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ
- ต้องมีเครื่องป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสม สำหรับผู้ขับขี่ และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะ ขนมูลฝอยติดเชื้อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือสำหรับป้องกันอุบัติเหตุ ที่อาจเกิดจากการตกหล่น หรือการรั่วไหลของมูลฝอยติดเชื้อ อุปกรณ์ หรือเครื่องมือป้องกันอัคคีภัย และอุปกรณ์หรือเครื่องมือสื่อสาร สำหรับใช้ติดต่อแจ้งเหตุ อยู่ในยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ตลอดเวลาที่ทำการขนมูลฝอยติดเชื้อ
- ผู้ขับขี่ยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องระมัดระวังมิให้มูลฝอยติดเชื้อ และภาชนะสำหรับบรรจุมูลฝอยติดเชื้อตกหล่นในระหว่างการขนส่ง
- ห้ามยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ไปใช้ในกิจการอย่างอื่น และให้ทำความสะอาด และฆ่าเชื้ออย่างน้อยสัปดาห์ละครั้ง ยกเว้นกรณีภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อแตก หรือมีการรั่วไหล ต้องทำความสะอาดทันทีที่สามารถจะทำได้

(2) ยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ต้องมีลักษณะดังนี้

- ตัวถังปิดทึบ ผนังด้านในต้องบุด้วยวัสดุที่ทนทาน ทำความสะอาดได้ง่าย ไม่รั่วซึม
- ในกรณีที่เป็นยานพาหนะสำหรับใช้ขนมูลฝอยติดเชื้อ จากที่พักรวมมูลฝอยติดเชื้อที่เก็บไว้นานกว่า 7 วัน ภายในตัวถังของยานพาหนะนั้น ต้องสามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ 10 องศาเซลเซียส หรือต่ำกว่านั้นได้ และจะต้องติดเครื่องเทอร์โมมิเตอร์ ที่สามารถอ่านค่าอุณหภูมิภายในตัวถังไว้ด้วย
- มีข้อความสีแดงที่มีขนาดสามารถมองเห็นได้ชัดเจน ปิดไว้ที่ภายนอกตัวถัง ด้านข้างทั้งสองด้านว่า "ใช้เฉพาะขนมูลฝอยติดเชื้อ"
- ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายส่วนบุคคลที่เหมาะสมสำหรับผู้ขับขี่และผู้ปฏิบัติงานประจำยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ และเครื่องมืออุปกรณ์จำเป็นสำหรับป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดจากการตกหล่น รั่วไหลของมูลฝอยติดเชื้อ อุปกรณ์หรือเครื่องมือป้องกันอัคคีภัย อุปกรณ์เครื่องมือสื่อสารใช้ติดต่อแจ้งเหตุอยู่ในยานพาหนะขนมูลฝอยติดเชื้อ ตลอดเวลาที่ทำการขนมูลฝอยติดเชื้อ

2) การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

กรณีโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขดำเนินการกำจัดเอง

ต้องแจ้งองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น เพื่อดำเนินการส่งเจ้าหน้าที่ไปตรวจสอบระบบกำจัดมูลฝอยติดเชื้อให้เป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด ต้องได้รับความเห็นชอบจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นก่อน จึงจะดำเนินการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อของตนเองได้

กรณีโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขดำเนินการส่งกำจัดนอกแหล่งกำเนิด

การจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่เสนอแนะเป็นการจัดการมูลฝอยติดเชื้อที่ประกอบด้วย การเก็บรวบรวมจากแหล่งกำเนิดในชุมชนแต่ละแห่ง ได้แก่ สถานบริการการสาธารณสุข ครอบคลุม โรงพยาบาล คลินิก สถานพยาบาลสัตว์ ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตราย ทั้งของรัฐและเอกชน โดยให้สถานบริการสาธารณสุขคัดแยกมูลฝอยติดเชื้อแยกออกจากขยะทั่วไป มูลฝอยติดเชื้อที่แยกเก็บและคัดแยกแล้วจากสถานบริการการสาธารณสุข จะถูกรวบรวมและนำไปไว้ที่พักรวมของมูลฝอยติดเชื้อและถูกเก็บขนไปยังศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อเพื่อบำบัด/กำจัดต่อไป วิธีการจัดการมูลฝอยติดเชื้อดังกล่าวจึงประกอบด้วยกิจกรรมหลัก ได้แก่

1) กรณีโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขให้บริการระบบการจัดการมูลฝอยติดเชื้อขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

ก. โรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขแจ้งความประสงค์ขอรับบริการตามแบบฟอร์ม

ข. ศูนย์กำจัดมูลฝอยติดเชื้อตอบรับ/จัดทำทะเบียนประวัติและนัดหมายการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อ

2) กรณีโรงพยาบาล/สถานบริการการสาธารณสุขให้บริการระบบการจัดการมูลฝอยติดเชื้อของบุคคลหรือเอกชนซึ่งได้รับอนุญาตจากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่น

กรณีโรงพยาบาลดำเนินการว่าจ้างเอกชนกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ตั้งแต่การเก็บ ขน จนถึงขั้นตอนการกำจัดทำลาย ในการขนส่งเพื่อการนำมูลฝอยติดเชื้อไปกำจัดทำลาย ณ สถานที่กำจัดทำลายนั้น โรงพยาบาลหรือผู้ว่าจ้างและเอกชนหรือผู้รับจ้างต้องดำเนินการให้เป็นไปตามมาตรฐานในกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. ๒๕๔๕ รวมทั้งต้องดำเนินการตามกระบวนการกฎหมายที่เกี่ยวข้องอย่างถูกต้องทุกขั้นตอน โดยเน้นย้ำให้โรงพยาบาลหรือผู้ว่าจ้างต้องดำเนินการกำกับหรือตรวจสอบอย่างเข้มงวดต่อเอกสาร/หลักฐานของเอกชนหรือผู้รับจ้างให้ถูกต้อง ตาม กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. ๒๕๔๕ และกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

(1) เทคโนโลยีการบำบัด/กำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อเป็นการทำลายเชื้อโรคที่มีอยู่ในมูลฝอยติดเชื้อเพื่อป้องกันอันตรายหรือผลกระทบต่อสุขภาพอนามัยและสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ขั้นตอนคือ การทำลายเชื้อโรค และการกำจัดขั้นสุดท้าย

การทำลายเชื้อเป็นการทำลายเชื้อโรคด้วยวิธีมาตรฐานตามที่กำหนดไว้ใน กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 เทคโนโลยีที่นำมาเลือกใช้สำหรับการบำบัดและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อควรมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงสุขอนามัยและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม เทคโนโลยีที่เลือกควรสามารถนำไปปฏิบัติได้อย่างปลอดภัยและเหมาะสม

มูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาลมีองค์ประกอบที่หลากหลาย ทางเลือกในการบำบัดและกำจัดควรสอดคล้องกับคุณลักษณะของมูลฝอยติดเชื้อ แต่การจะใช้วิธีใดขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ ได้แก่ ปริมาณและคุณลักษณะของมูลฝอยติดเชื้อที่เกิดขึ้น วิธีการคัดแยก กฎระเบียบที่เกี่ยวข้อง รวมถึงความเหมาะสมทาง

เศรษฐกิจ สถานที่เกิดและที่บำบัดมูลฝอยติดเชื้อ ชุมชนเมืองและชนบทมีความเหมาะสมต่างกันอาจแบ่งวิธีการบำบัดได้เป็น การบำบัดโดยสถานที่ต้นกำเนิด (On-Site) หรือส่งหน่วยงานอื่นดำเนินการแทน

ตาราง 2) -1 ประเด็นที่ต้องคำนึงถึงในการบำบัดและกำจัดมูลฝอยติดเชื้อจากสถานพยาบาล

<ul style="list-style-type: none"> ● การทำลายมูลฝอยที่มีลักษณะเป็นอันตราย 	<ul style="list-style-type: none"> ● การทำลายจุลินทรีย์ก่อโรค ● การทำลายมูลฝอย/ใช้กับมูลฝอยประเภทเส็ดซ์ภัณฑ์และยา หรือการเปลี่ยนสภาพมูลฝอยให้อยู่ในรูปที่ไม่เป็นอันตราย ● การทำลายมูลฝอยประเภทของมีคมและวัตถุอื่นๆที่เป็นสาเหตุให้เกิดการบาดเจ็บ ● ขั้นสุดท้ายของการกำจัดหรือทำลายชิ้นส่วนของร่างกาย เนื้อเยื่อ เลือดและสารอินทรีย์ชนิดอื่นๆ ● ร่างกาย เนื้อเยื่อ เลือดและสารอินทรีย์อื่นหรือในรูปที่ไม่เป็นอันตราย
<ul style="list-style-type: none"> ● การควบคุมกระบวนการ 	<ul style="list-style-type: none"> ● เป็นวิธีที่แน่ใจว่ามีศักยภาพนานพอที่จะทำลายมูลฝอยที่มีลักษณะเป็นอันตราย ● เป็นระบบที่สามารถดำเนินการกำจัดและบำบัดได้ครอบคลุมถึงความผันแปรของมูลฝอย
<ul style="list-style-type: none"> ● ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม 	<ul style="list-style-type: none"> ● หลีกเลี่ยงหรือให้มีผลกระทบที่เกิดขึ้นหลังจากการบำบัด (secondary impact) น้อยที่สุด ● ป้องกันเชื้อที่จะเข้าสู่มนุษย์หรือกิจกรรมที่เกิดจากการเก็บมูลฝอย ● ควบคุมการปนเปื้อนสู่ดิน อากาศ หรือน้ำ ● หลีกเลี่ยงสิ่งมีชีวิตที่เป็นพาหะนำโรค เช่น แมลง หนู เป็นต้น

ก) กระบวนการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ ณ สถานบริการสาธารณสุข (On-Site Technologies)
 การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ ณ แหล่งกำเนิด มักเป็นระบบบำบัดขนาดเล็กเพื่อบำบัดมูลฝอยที่เกิดขึ้นภายในแหล่งกำเนิดนั้นๆ อาจใช้เทคโนโลยีบำบัดได้หลายวิธี ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปได้แก่ การเผาในเตาเผา การทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ และการย่อยขนาดร่วมกับใช้สารเคมีทำลายเชื้อ การฆ่าเชื้อด้วยไมโครเวฟ การย่อยขนาดร่วมกับการทำลายด้วยรังสี และการใช้พลาสมา

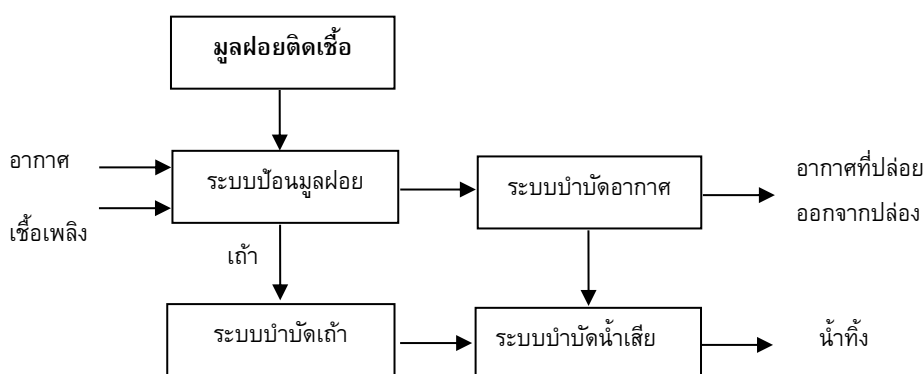
ความร้อนสูง

ข) กระบวนการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อนอกสถานบริการ
 การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อนอกสถานบริการ สามารถใช้เทคโนโลยีเดียวกันกับการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ ณ แหล่งกำเนิด เพียงแต่ต่างกันที่ขนาดของระบบบำบัด ระบบบำบัดนอกแหล่งกำเนิด จะมีขนาดใหญ่สามารถบำบัดมูลฝอยติดเชื้อได้ในปริมาณมาก โดยหลักการและการทำงานของระบบบำบัดมูลฝอยติดเชื้อประเภทต่างๆ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

● การเผามูลฝอยติดเชื้อด้วยเตาเผา

การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยเตาเผาเป็นการบำบัดที่สามารถทำได้ทั้งลดปริมาณและเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางกายภาพและทางเคมีของมูลฝอย และทำลายเชื้อ ซึ่งเป็นวิธี ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากสามารถลดปริมาณมูลฝอยได้อย่างดีและสามารถนำความร้อนไปใช้ประโยชน์ได้อีกด้วย โดยมูลฝอยภายหลังการบำบัดต้องปราศจากเชื้อโรค ไม่พบจุลินทรีย์ทุกชนิด และสามารถกำจัดร่วมกับมูลฝอยทั่วไปได้

- (1) หลักการทำลายเชื้อด้วยการเผาในเตาเผา
 เนื่องจากวัตถุประสงค์ในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อคือการทำลายเชื้อในมูลฝอย ในการเผาจะต้องมั่นใจว่าเชื้อโรคถูกทำลายได้หมด ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อด้วยการเผานั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลัก 2 ประการ คือ อุณหภูมิ และเวลาในการเผา หากไม่เหมาะสมจะทำให้การทำลายเชื้อไม่ประสบผลสำเร็จ
- (2) สาเหตุที่ทำให้การทำลายเชื้อด้วยการเผาไม่ประสบผลสำเร็จอาจมาจาก
- เริ่มเผามูลฝอยติดเชื้อที่อุณหภูมิในห้องเผาไหม้ไม่สูงพอ
 - ผนังห้องเผามีความร้อนไม่สูงพอ
 - อุณหภูมิในการเผาไม่คงที่
 - ความเร็วลมในเตาเผาสูงเกินไป
 - ใส่มูลฝอยในเตามากเกินไป
 - มีความชื้นในเตาเผามากเกินไป
- (3) ชนิดและประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมสำหรับการบำบัดด้วยการเผาในเตาเผา
 เตาเผาเป็นระบบการทำลายมวลสารโดยใช้ความร้อน ซึ่งความร้อนส่วนใหญ่มาจากค่าความร้อนของมูลฝอยที่ถูกเผา มีเพียงเล็กน้อยที่มาจากเชื้อเพลิง ดังนั้นคุณสมบัติของมูลฝอยที่จะนำไปเผา ต้องคำนึงถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้อง เช่น ค่าความร้อน ปริมาณความชื้นในมูลฝอย
- (4) ชนิดและประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่ไม่เหมาะสมสำหรับการบำบัดด้วยการเผาในเตาเผา
 มูลฝอยที่เป็นกระป๋องบรรจุก๊าซความดันสูง มูลฝอยที่มีองค์ประกอบของสารเคมีที่ทำปฏิกิริยารุนแรง มีสารกัมมันตรังสี ฟิล์ม แก้ว ของเงิน หรือพลาสติกที่มี คลอรีนเป็นองค์ประกอบ หรือมีองค์ประกอบของปรอท แคดเมียม เช่น เทอร์โมมิเตอร์วัดไข้ แบตเตอรี่ใช้แล้ว ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่ฉาบผิวด้วยตะกั่ว รวมทั้งกระเปาะยาที่ยังไม่ได้เปิดหรือกระเปาะบรรจุโลหะหนัก
- (5) กระบวนการหลักในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยการเผา
 กระบวนการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยการเผาประกอบด้วยกระบวนการหลัก 5 ขั้นตอน
- (5.1) กระบวนการป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา
 - (5.2) กระบวนการเผามูลฝอยในเตาเผา
 - (5.3) กระบวนการบำบัดมลพิษทางอากาศจากเตาเผา
 - (5.4) กระบวนการบำบัดน้ำเสีย
 - (5.5) กระบวนการกำจัดเถ้า



แผนภาพ 2) -1 กระบวนการหลักในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยการเผา

(6) องค์ประกอบหลักของเตาเผา

เตาเผาแต่ละชนิดอาจมีองค์ประกอบปลีกย่อยและหลักการทำงานแตกต่างกันบ้าง แต่มีองค์ประกอบหลักร่วมกันพอสรุปโดยสังเขปดังนี้

(6.1) จุดรับมูลฝอย เป็นจุดที่มูลฝอยถูกนำเข้าเตาเผาควรมีประตูปิดมิดชิดหลังนำมูลฝอยเข้าเตา

(6.2) ห้องเผา เป็นห้องที่มีการเผาไหม้อาจมี 1 ห้อง หรือมากกว่า เตาเผาหนึ่งห้องมักเป็นเตาเผาขนาดเล็ก เตาแบบนี้มักมีการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์และเกิดมลพิษทางอากาศ จึงไม่ควรใช้ นอกจากนี้เตาเผาสำหรับมูลฝอยติดเชื้อควรมีห้องเผาชนิดที่ไม่มีตะแกรงรองมูลฝอย เนื่องจากอาจมีมูลฝอยแหลมคมและมูลฝอยขนาดเล็กลอคตกลงมาทำให้ไม่สามารถเผาหรือทำลายเชื้อได้อย่างสมบูรณ์

(6.3) หัวเผา เป็นจุดที่เชื้อเพลิงติดไฟเพื่อใช้ในการเผาไหม้มูลฝอยที่หัวเผานี้จะเป็นจุดที่เชื้อเพลิงและอากาศเข้ามาเพื่อเผาไหม้มูลฝอย หัวเผาอาจติดอยู่ด้านบน ด้านข้าง หรือด้านล่าง หรือฝังเดียวกับเส้นทางการป้อนมูลฝอย ขึ้นอยู่กับชนิดเตาและชนิดมูลฝอยที่จะเผา เช่น เตาสำหรับมูลฝอยทั่วไปมักมักเป็นแบบที่หัวเผาอยู่ฝังเดียวกับเส้นทางการป้อนมูลฝอย ในขณะที่เตาเผาของเสียที่เป็นของเหลวจะมีหัวเผาอยู่ฝังตรงข้ามเพื่อไม่ให้ของเหลวไหลลดอุณหภูมิของเตา ณ จุดที่กำลังมีการเผาไหม้

(6.4) ระบบหมุนเวียนอากาศในห้องเผา มีไว้เพื่อให้มีการเผาไหม้ที่สมบูรณ์และช่วยนำกระแสอากาศออกจากห้องเผาไหม้ห้องแรกไปยังห้องเผาควัน อาจเป็นการติดตั้งพัดลมระบายอากาศ หรืออาจเป็นช่องลมเล็กๆ เพื่อก่อให้เกิดการไหลเวียนของกระแสอากาศ หรือออกแบบในห้องเผาที่เอื้ออำนวยต่อการหมุนเวียนอากาศ

(6.5) บ่อกักเก็บเถ้าและจุดนำเถ้าออก เป็นที่กักเก็บเถ้าที่เกิดจากการเผาต้องมีประตูเปิดเพื่อนำเถ้าออก

(6.6) ปล่องระบายอากาศ เป็นปล่องที่ระบายอากาศที่ผ่านการบำบัดมลพิษทางอากาศแล้วออกสู่สิ่งแวดล้อม

ตาราง 2) -2 ข้อดีและข้อจำกัดของการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยเตาเผา

ข้อดี	ข้อจำกัด
<ul style="list-style-type: none">• สามารถลดปริมาตรของขยะมูลฝอยลงจากเดิมได้มาก• สามารถฆ่าเชื้อโรคได้อย่างมีประสิทธิภาพ• เถ้า กากที่เหลือจากการเผาไหม้มีปริมาณน้อย• ประหยัดพื้นที่ในการกำจัดมูลฝอยมากกว่าแบบอื่น• เตาเผาสามารถตั้งอยู่ใกล้กับบริเวณที่เกิดขยะ จึงสามารถลดปัญหาด้านการขนส่ง	<ul style="list-style-type: none">• ต้องมีการคัดแยกประเภทมูลฝอยที่ไม่เหมาะสมกับการเผาออกก่อน• ค่าก่อสร้างและค่าดำเนินการสูง• จะต้องมีผู้ชำนาญการในการควบคุมเตาเผาขยะ ตลอดจนการบำรุงรักษาและซ่อมแซม

(7) ชนิดของเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

เตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่นิยมใช้ทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 3 แบบ หลักการทั่วไปของเตาเผาทั้ง 3 แบบมีดังนี้

(7.1) เตาเผาหลายห้องเผา (Multi Chamber Incinerator)

เตาเผาประเภทนี้มีห้องเผามากกว่า 1 ห้องเผา เนื่องจากเตาเผาประเภทนี้มักใช้อากาศจำนวนมาก บางครั้งถูกเรียกว่า excess air incinerator อย่างไรก็ตาม เตาเผาที่ใช้อากาศน้อย (starved air incinerator หรือ controlled air incinerator) เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln Incinerator) อาจมีห้องเผามากกว่า 1 ห้องก็ได้ ในเตาเผาประเภทนี้ถูกแบ่งให้มีหลายห้องเพื่อช่วยให้ฝุ่นละอองและวัสดุที่เผาไหม้ไม่หมดฟุ้งกระจายออกนอกเตาน้อยที่สุด และเนื่องจากใช้อากาศมากจึงเป็นเหตุให้เกิดมลพิษทางอากาศสูง เตาเผาชนิดนี้จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ป้องกันมลพิษทางอากาศ และนอกจากนี้เตาเผามักจะมีตะแกรงรองมูลฝอยในห้องเผาแรกเพื่อช่วยให้ไฟสัมผัสมูลฝอยจากด้านล่างได้ มูลฝอยติดเชื้อและมูลฝอยแหลมคมที่ผ่านตะแกรงลงมาจะไม่สามารถถูกเผา

หรือทำลายเชื้อได้อย่างสมบูรณ์ เตาเผาหลายห้องอาจมีทั้งแบบที่ใช้ตะแกรง และไม่ใช้ตะแกรงรองมูลฝอยในห้องเผา แต่เตาสำหรับมูลฝอยติดเชื้อไม่ควรใช้แบบตะแกรง เนื่องจากมูลฝอยติดเชื้อที่เป็นของเหลว หรือมีขนาดเล็กและของมีคมขนาดเล็กลอมผ่านตะแกรงลงมาทำให้ไม่ถูกเผา และไม่ถูกทำลายเชื้อในการเผาไหม้ มูลฝอยในห้องเผาแรก (primary chamber) ทำหน้าที่เผามูลฝอยติดเชื้อรวมทั้งระเหยน้ำและสารระเหยในมูลฝอย อุณหภูมิห้องเผาไม่ควรต่ำกว่า 760 °C และระยะเวลาที่กระแสอากาศร้อนหมุนเวียนในเตาประมาณ 1-2 วินาที และระยะเวลาที่มูลฝอยอยู่ในห้องเผาประมาณ 1-1.5 ชั่วโมง ก๊าซที่เกิดจากการเผาไหม้ในห้องแรกประกอบด้วย CO₂ ไอน้ำ และหากเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะมีคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) และสารระเหยที่เป็นผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ การเผาไหม้ในห้องนี้จึงควรใช้อากาศแบบเกินพอ (excess air) ห้องเผาไหม้ที่ 2 อุณหภูมิประมาณ 1000-1200 °C เนื่องจากเตาเผาแบบนี้ถูกออกแบบให้มูลฝอยสัมผัสเปลวไฟด้านบนก่อน (surface combustion) จึงต้องมีการให้อากาศแก่หัวเผาด้านบน (over fine air) และจำกัดการให้อากาศด้านล่าง (under fine air) ในห้องเผาแรก ส่วนจะใช้ excess air อยู่ในช่วงระหว่าง 300-600% ของปริมาณอากาศสำหรับออกซิเจนสมมูล เตาเผาแบบนี้ควรทำงานเป็นกะ หรือกึ่งอัตโนมัติ ต้องมีการเอาแก๊สออกหลังการเผาทุกครั้ง การป้อนมูลฝอยและการนำแก๊สออกเป็นแบบ manual อย่างไรก็ตาม อาจใช้เครื่องจักรในการป้อนมูลฝอยได้ เตาเผาหลายห้องมีข้อเสียหลายประการ ได้แก่

- มักเกิดปัญหาฝุ่น เนื่องจากเป็นการเผาไหม้จากด้านบนและใช้ excess air ในห้องเผาแรกทำให้เกิดฝ้าบิน
- การใช้ excess air ในห้องเผาแรก การดำเนินการแบบ manual หรือกึ่งอัตโนมัติ ประกอบกับลักษณะองค์ประกอบที่หลากหลายของมูลฝอยติดเชื้อทำให้ไม่สามารถควบคุมระดับอากาศที่ใช้ในการเผาไหม้และอัตราเร็วของกระแสอากาศในห้องเผาได้ดี ทำให้เผาไหม้ได้ไม่สมบูรณ์
- การเผาไหม้ภายใต้สภาวะ excess air ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานเนื่องจากอากาศส่วนเกินจะไปลดอุณหภูมิของเตาเผา

(7.2) เตาเผาแบบใช้อากาศน้อย (Starved air incinerator)

หลักการการทำงานของเตาเผาแบบนี้คือการทำให้เกิดเผาไหม้อย่างต่อเนื่องในห้องเผาสองห้อง โดยห้องแรกเป็นการเผาแบบใช้อากาศน้อย คือ ใช้อากาศต่ำกว่าปริมาณสมมูลสำหรับการเผาไหม้ โดยใช้อากาศประมาณ 40-70% ของค่าทางทฤษฎี ส่วนใหญ่เข้าทางด้านล่างหรือด้านข้างเตาเผา ในห้องนี้น้ำหรือสารระเหยในมูลฝอยจะระเหยกลายเป็นไอและเกิด pyrolysis ของมูลฝอยในห้องเผาแรกยังมีสมบัติเป็นเชื้อเพลิงทำให้เพิ่มค่าความร้อนในการเผาไหม้ทำให้อุณหภูมิในการเผาไหม้สูง มูลฝอยจะถูกเผาไหม้ในสภาวะที่มีออกซิเจนเกินพอและอุณหภูมิสูงการเผาไหม้จึงสมบูรณ์ เกิดมลพิษทางอากาศน้อย นอกจากนี้ยังประหยัดพลังงานด้วยการทำงานของเตาเผาแบบนี้ส่วนใหญ่เป็นแบบอัตโนมัติทั้ง 2 ห้อง โดยเตาเผาขนาดเล็กขนาดประมาณ 227 กิโลกรัม/ชั่วโมง มักเป็นระบบกะ เตาเผาขนาดใหญ่ไม่เกิน 455 กิโลกรัม/ชั่วโมง มักเป็นกึ่งอัตโนมัติ เตาเผาขนาดใหญ่กว่านี้นิยมใช้เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเตาเผาแบบนี้มีข้อดีมากกว่าเตาเผาหลายห้อง ในปัจจุบันจึงนิยมใช้เตาเผาประเภทนี้มากกว่า

(7.3) เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln)

เตาเผาแบบหมุน (Rotary Kiln) มี 2 ห้องเผา โดยห้องแรกมีลักษณะเป็นทรงกระบอกที่วางในแนวนอนและทำมุมเอียงกับพื้นที่บริเวณต้นห้องที่ป้อนมูลฝอยเข้ามีระดับสูงกว่าท้ายห้อง ระดับความเอียงห้องหมุนนี้นิยมคิดในรูปของสัดส่วนระหว่างความยาวต่อเส้นผ่านศูนย์กลางของห้องเผาประมาณ 2:1-10:1 และห้องเผาแรกสามารถหมุนได้ โดยมีความเร็วรอบอยู่ประมาณ 0.24-4 รอบต่อนาที (rpm) ส่วนห้องที่ 2 เป็นห้องเผาควัน จากการเผาไหม้ให้สมบูรณ์การที่ห้องเผาห้องแรกหมุนได้ช่วยให้มีความปั่นป่วนในเตาสูง

ทำให้การเผาไหม้มีประสิทธิภาพดี และความเอียงของเตาช่วยให้เถ้าที่เหลือจากการเผาถูกลำเลียงออกจากเตาทางด้านท้ายโดยง่าย การเผาไหม้ในห้องแรกเป็นแบบใช้ออกซิเจนจนเกินพอเช่นเดียวกับเตาเผาแบบหลายห้อง ดังนั้นจึงมีปัญหามลพิษทางอากาศประเภทฝุ่นสูง เตาประเภทนี้จึงต้องมีระบบบำบัดมลพิษอากาศด้วย อย่างไรก็ตามปัจจุบันมีการใช้ระบบเผาห้องแรกแบบใช้อากาศน้อย โดยห้องเผา (kiln) ต้องปิดให้มิดชิดไม่ให้อากาศเข้าได้ ต้องมีการดูแลที่ดีกว่า แต่การทำงานของเตามีประสิทธิภาพสูงกว่า เตาแบบหมุนนี้นิยมใช้อย่างกว้างขวางในการเผามูลฝอยอันตราย แต่เพิ่งมีการนำมาประยุกต์ใช้กับมูลฝอยติดเชื้อไม่นานมานี้ ถึงแม้เตาเผาประเภทนี้จะมีประสิทธิภาพสูง แต่ก็มีข้อเสียบางประการที่ต้องคำนึง ได้แก่

- 1) มีค่าก่อสร้าง ดำเนินการ บำรุงรักษา และค่าซ่อมสูงกว่าเตาประเภทอื่น
- 2) สำหรับเตาขนาดเล็ก อาจจำเป็นต้องมีการบดย่อยขนาดของมูลฝอยก่อนทำการเผา ซึ่งหากดำเนินการไม่ดี อาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนได้

ตาราง 2) -3 เปรียบเทียบข้อดีและข้อจำกัดของเตาเผาแบบหลายห้อง แบบใช้อากาศน้อย และแบบหมุน

เตาเผา	ข้อดี	ข้อจำกัด
เตาเผาแบบหลายห้อง (ใช้อากาศเกินพอ)	<ul style="list-style-type: none"> ● การดำเนินการง่ายกว่า 	<ul style="list-style-type: none"> ● ห้องเผาไหม้ใหญ่ควบคุมการเผาไหม้ลำบาก ● ใช้อุณหภูมิสูงอาจมีปัญหาตะกรัน ก้นเตาจากการหลอมของโลหะบางชนิด ● ใช้อากาศมาก ทำให้เป็นปัญหาเรื่องฝุ่น ● จำเป็นต้องมีระบบบำบัดอากาศเสียที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นมาก
เตาเผาอากาศน้อย	<ul style="list-style-type: none"> ● สภาพการเผาไหม้ในห้องเผาแรกไม่รุนแรงเหมือนเตาแบบหลายห้องเผา คือ อุณหภูมิที่ใช้ต่ำกว่าเตาแบบหลายห้อง จึงลดปัญหาการเกิดตะกรันและฝุ่น ● มีมลพิษทางอากาศน้อยกว่าแบบหลายห้องเผา ● การเผาไหม้ในสภาวะอากาศน้อยในห้องแรกเกิดเป็นก๊าซเชื้อเพลิงช่วยในการเผาไหม้ในห้องเผาควัน ● ประหยัดเชื้อเพลิง 	<ul style="list-style-type: none"> ● การควบคุมดูแลระบบต้องอาศัยความรู้ความชำนาญมากกว่าเตาเผาแบบหลายห้องเผา ● ค่าก่อสร้างสูง
เตาเผาแบบหมุน	<ul style="list-style-type: none"> ● มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงกว่าเนื่องจากมูลฝอยมีการกลับตัวตลอดเวลา ● ความลาดเอียงของห้องหมุนช่วยเอื้ออำนวยในการนำเถ้าออกจากเตา 	<ul style="list-style-type: none"> ● ค่าก่อสร้างสูง ● ใช้อากาศมากทำให้มีปัญหาเรื่องฝุ่น ● ต้องมีระบบบำบัดอากาศที่มีประสิทธิภาพสูง เนื่องจากมีมลพิษทางอากาศเกิดขึ้นมาก

(8) ปัญหามลพิษจากการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อและแนวทางการแก้ไข

(8.1) มลพิษทางอากาศ

การเผามูลฝอยติดเชื้อสามารถก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะมลพิษทางอากาศจำเป็นต้องมีระบบบำบัดที่เหมาะสม มลพิษที่สำคัญได้แก่

- ฝุ่น เกิดจากการฟุ้งกระจายของสารที่เผาไหม้ไม่ได้ เช่น เกลือต่างๆ และซิลิกา หรือเผาไหม้ไม่หมด

เช่น ถ่าน คาร์บอน สาเหตุจากปริมาณอากาศในห้องเผาไหม้มากเกินไปจะทำให้เกิดการฟุ้งกระจายของฝุ่นเหล่านี้และยังทำให้อุณหภูมิภายในเตาตกลง ทำให้เกิดการเผาไหม้ไม่หมด อีกด้วย

- โลหะมีพิษ ปริมาณการปล่อยโลหะเป็นพิษจากเตาเผาสูงสิ่งแวดล้อมขึ้นอยู่กับปริมาณโลหะที่ปนอยู่กับมูลฝอยในเตาเผา โลหะที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ เช่น อาร์เซนิก (As) แคดเมียม (Cd) นิกเกิล (Ni) ปรอท (Hg) ตะกั่ว (Pb) สังกะสี (Zn)

- สารอินทรีย์ที่มีพิษ หากสารอินทรีย์ในมูลฝอยติดเชื้อถูกเผาไหม้ไม่สมบูรณ์จะเกิดเป็นสารอินทรีย์ใหม่หลายตัวซึ่งเรียกรวมกันว่า ผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ ส่วนใหญ่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ ที่สำคัญเป็นสารก่อมะเร็ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเผาผลาญที่มีองค์ประกอบของคลอรีนผลิตภัณฑ์จากการเผาไหม้ที่ไม่สมบูรณ์เหล่านี้จะรวมกับคลอรีนเกิดเป็นสารประกอบที่เป็นอันตรายต่อสุขภาพ เช่น ไดออกซิน และฟูแรน มูลฝอยที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบได้แก่ อุปกรณ์ที่มีองค์ประกอบของพลาสติกพวก พีวีซี เช่น ถังมือพีวีซี อุปกรณ์ฉีดยาเข้าเส้นเลือดดำ หลอดฉีดยา เข็มฉีดยา หรือยาบางชนิด

- คาร์บอนมอนอกไซด์ เกิดจากการเผาไหม้สารอินทรีย์ในสภาวะอากาศไม่เพียงพอเมื่อเข้าสู่ร่างกายจะทำปฏิกิริยากับ Hemoglobin ในเลือดทำให้ร่างกายได้รับออกซิเจนน้อยและตายได้

- ก๊าซกรด เมื่อเผาสารประกอบที่มีธาตุ ไนโตรเจน ซัลเฟอร์ หรือคลอรีน จะก่อให้เกิดก๊าซกรด ก๊าซกรดที่สำคัญที่เกิดจากการเผาผลาญติดเชื้อได้แก่ HCL, NOX, SO2, โดย จะเกิดกรด HNO3 และ H2SO4 ตามลำดับ การควบคุม HCL โดยไม่เผาผลาญที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ ส่วนการควบคุมการปล่อย NOX ทำได้ยากแม้จะทำการควบคุมการเผาไหม้ เพราะไนโตรเจนไม่ได้มาจากอากาศเพียงอย่างเดียว แต่ในมูลฝอยมักมีไนโตรเจนสูง เช่น เนื้อเยื่อซัลเฟอร์ ส่วนใหญ่มาจากเชื้อเพลิง สามารถควบคุมได้โดยเลือกใช้เชื้อเพลิงที่มีซัลเฟอร์ต่ำ

ก. แนวทางการบำบัดมลพิษทางอากาศ

การที่จะลดมลพิษทางอากาศจากการเผาผลาญติดเชื้อนั้นต้องเริ่มตั้งแต่การไม่ใช้ อุปกรณ์ที่เผาแล้วเกิดมลพิษ หรือมีการคัดแยกมูลฝอยเหล่านี้ออกก่อน รวมถึงการคัดเลือกเตาเผาที่เหมาะสม การควบคุมระบบเตาเผาที่ดี การเก็บแก๊สอย่างสม่ำเสมอ หากปริมาณมลพิษจากการเผาไหม้ เกินมาตรฐานที่กำหนดต้องมีระบบบำบัดอากาศเสีย ระบบบำบัดอากาศเสียที่นิยมมีหลายประเภท เช่น wet scrubber, dry scrubber, settling chamber, mechanical cyclone, electrostatic precipitator เนี้ อ ง จ า ก settling chamber, mechanical cyclone ประสิทธิภาพไม่ดีพอ ส่วน electrostatic precipitator มีราคาสูงเกินไป จึงกล่าวถึงเฉพาะวิธี wet scrubber และ dry scrubber โดยสรุปดังนี้

ก1. Wet scrubber

เป็นวิธีที่นิยมมากที่สุดในปัจจุบัน สามารถกำจัดได้ทั้งก๊าซกรด ฝุ่น ใช้หลักการ impaction/diffusion และ absorption โดย impaction หรือการตกกระทบช่วยจับฝุ่นขนาดใหญ่ diffusion ช่วยจับฝุ่นขนาดเล็ก absorption ด้วยน้ำหรือสารละลายต่างช่วยจับก๊าซกรด Wet scrubber สามารถแบ่งได้ 3 ประเภท สรุปข้อเด่น ข้อด้อยของแต่ละประเภทดังแสดงในตาราง 2-4 ชนิดของ Wet Scrubber

ตาราง 2) - 4 ระบบบำบัดอากาศเสียชนิดของ Wet Scrubber

ชนิดของ Wet scrubber	จุดเด่น	จุดด้อย
Venturi	1. เป็นที่นิยมมากที่สุด 2. กำจัดฝุ่นเป็นหลัก	1. จับก๊าซได้ไม่ดีเท่า Packed-bed

ชนิดของ Wet scrubber	จุดเด่น	จุดด้อย
	3. กำจัดฝุ่นขนาดเล็กได้ดี 4. ใช้ร่วมกับ Packed-bed ได้	
Packed-bed	1. กำจัดก๊าซกรดเป็นหลัก 2. ใช้ร่วมกับ Venturi ได้ดี	1. จับฝุ่นได้ไม่ดีเท่า Venturi
Spray	1. กำจัดทั้งฝุ่นและก๊าซกรด 2. กำจัดฝุ่นขนาดใหญ่ได้ดี จึงเหมาะกับเตาเผาแบบ multi chamber 3. ควรใช้ร่วมกับ scrubber ชนิดอื่น	1. ประสิทธิภาพต่ำกำจัดฝุ่นขนาดเล็กไม่ดี

ก2. Dry Scrubber

ใช้แผ่นกรองหรือถุงกรอง สำหรับการกรองฝุ่น และมักมีการฉีดน้ำปูนขาวในลักษณะเป็น slurry (spray-dryer/fabric filter) หรือฉีดผงปูนขาว (dry-injection/fabric-filter) เพื่อช่วยกำจัดก๊าซกรด การใช้ระบบ spray-dryer/fabric filter มีประสิทธิภาพสูงกว่าแต่มีค่าใช้จ่ายสูงกว่าเช่นกัน เกณฑ์การเลือกใช้ให้ดูตามความเหมาะสมของชนิดและขนาดเตาเผา โดยเตาเผาขนาดเล็กควรใช้ Venturi มากกว่า Dry Scrubber เนื่องจากเหตุผลดังนี้

- ค่าก่อสร้างถูกกว่า
- ประสิทธิภาพไม่ตกในช่วงอุ่นเตาหรือดับเตา
- bag house ไม่ทนต่ออุณหภูมิสูง
- Venturi ใช้พื้นที่น้อยเป็นต้น

(8.2) ปัญหาและการบำบัดน้ำเสีย

การบำบัดอากาศเสียจะเห็นได้ว่าเป็นการบำบัดก๊าซกรดและเถ้าบินออกจากกระแสอากาศที่ออกจากเตาเผา ก่อนปล่อยสู่สิ่งแวดล้อม ในการใช้ระบบ wet scrubber จะก่อให้เกิดน้ำทิ้งที่มีค่าความเป็นกรดต่างสูง ต้องทำการปรับค่า pH ของน้ำหรือคุณสมบัติต่างๆ ของน้ำทิ้งก่อนปล่อยสู่แหล่งน้ำสาธารณะ

(8.3) การกำจัดเถ้า

ปริมาณโลหะหนักที่มีในเถ้าขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ปริมาณโลหะหนักในมูลฝอย ประสิทธิภาพการจับโลหะของระบบบำบัดมลพิษ รวมถึงอุณหภูมิของเตาและกระแสอากาศ เถ้าที่เป็นเถ้าหนักและเถ้าบินจะมีปริมาณโลหะหนักอยู่จึงจัดเป็นของเสียอันตรายประเภทหนึ่งไม่สามารถนำไปฝังกลบรวมกับมูลฝอยทั่วไปได้ จำเป็นต้องฝังกลบที่สถานที่ฝังกลบมูลฝอยอันตราย

• การทำลายเชื้อโดยวิธีใช้ไอน้ำ (Autoclaving or Steam sterilization)

การใช้ไอน้ำในการทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อเป็นการใช้ไอน้ำอ้อมตัวภายใต้ความดันเพื่อทำลายจุลินทรีย์ในมูลฝอย วิธีนี้เป็นการใช้ความร้อนและความดันร่วมกันในการทำลายเชื้อโรค ซึ่งเป็นวิธีที่ใช้ในการทำลายเชื้อในอุปกรณ์การแพทย์และยาตามสถานพยาบาล

(1) หลักการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ

ในการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำนั้น ภาวะที่บรรจุมูลฝอยติดเชื้อจะถูกบรรจุเข้าไปภายในห้องบำบัดของตัวเครื่อง ซึ่งมีโครงสร้างเป็นโลหะทนความร้อนและความดัน เนื่องจากการทำลายเชื้อด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิสูง ดังนั้นในขั้นตอนแรกของการทำลายเชื้อจะต้องแทนที่อากาศด้วยไอน้ำก่อนซึ่งจะทำให้อุณหภูมิภายในห้องบำบัดเพิ่มขึ้น

ผลคืออุณหภูมิของมูลฝอยเพิ่มขึ้นจนอยู่ในสภาวะที่เพียงพอต่อการฆ่าเชื้อโรค เมื่อไอน้ำซึมผ่านเข้าสู่มูลฝอยจะมีการถ่ายเทความร้อนอากาศจะถูกกำจัดจากห้องบำบัดอย่างสมบูรณ์ ต้องไม่มีอากาศเหลืออยู่ภายในห้องบำบัด คืออยู่ในสภาพไอน้ำอิ่มตัวได้ความดันที่เหมาะสม ดังนั้นประสิทธิภาพการบำบัดจะขึ้นอยู่กับระดับของไอน้ำผ่านเข้าสู่มูลฝอยเป็นสำคัญ เนื่องจากความแปรผันของอุณหภูมิในห้องบำบัดใช้ระยะเวลาเวลานาน เพื่อให้อุณหภูมิสูงสุด ดังนั้นการบำบัดมูลฝอยจึงสัมพันธ์กับระยะเวลาที่ใช้ สภาวะทั่วไปของการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อขึ้นต่ำ คือ อุณหภูมิ 121 องศาเซลเซียส ความดันอย่างน้อย 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาอย่างน้อย 60 นาที จะมีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดและสปอร์ของแบคทีเรียได้ หากเพิ่มอุณหภูมิเป็น 134 องศาเซลเซียส ความดันจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยเพิ่มขึ้นเป็น 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที จะทำให้มีประสิทธิภาพในการทำลายจุลินทรีย์ทุกชนิดและสปอร์ของแบคทีเรียได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้ ปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อกระบวนการฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำมี 3 ประการ คือ อุณหภูมิ ความดันและเวลาในการฆ่าเชื้อ นอกจากนี้ยังขึ้นอยู่กับ การแทรกผ่านของไอน้ำเข้าสู่มูลฝอย ขนาดและองค์ประกอบมูลฝอย การกำจัดอากาศออกจากห้องบำบัด ภาชนะบรรจุมูลฝอย การใช้ถุงพลาสติกที่มีความต้านทานความร้อนในการบรรจุมูลฝอยอาจจะขัดขวางการแทนที่ของอากาศในส่วนล่าง และอาจขัดขวางอัตราการหมุนเวียนของไอน้ำในห้องบำบัด ดังนั้น การใช้ถุงพลาสติกพิเศษที่ไอน้ำสามารถแทรกผ่านได้ หรือการเพิ่มอุณหภูมิ ความดัน และอุณหภูมิ ให้สูงขึ้นเพื่อให้ถุงมูลฝอยแตกในขณะที่ทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ หรือการบดย่อยมูลฝอยในห้องนึ่งมูลฝอย รวมถึงการแยกวัสดุที่ไม่เหมาะสมออก เป็นวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพการทำลายเชื้อที่ดี

(2) ลักษณะของมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมกับการบำบัดโดยวิธีใช้ไอน้ำ

- วัสดุของมีคม เช่น เข็ม ไข่มด กระจกฉีกขาด หลอดแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยแก้ว สไลด์ และแผ่นกระจกปิดสไลด์

- วัสดุซึ่งสัมผัสหรือสงสัยว่าจะสัมผัสกับเลือดเช่น สำลี

ผ้าก๊อซ ผ้าต่างๆ และท่อยาง ส่วนประกอบของเลือด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด สารน้ำจากร่างกายของมนุษย์ หรือสัตว์ หรือวัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิต

- เชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อและวัสดุที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และการวินิจฉัยที่สัมผัสกับเชื้อทั้งทางตรงและทางอ้อม

ได้แก่เชื้อโรค อาหารเลี้ยงเชื้อ จานเลี้ยงเชื้อที่ใช้แล้วตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายเชื้อและกวนเชื้อ

- มูลฝอยทุกชนิดที่มาจากห้องรักษาผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรง เช่น ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรงที่ต้องระมัดระวังเป็น

พิเศษ ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายสูง เป็นต้น

- วัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิตและภาชนะบรรจุ ได้แก่ วัคซีนป้องกันโรควัณโรค โรคโปลิโอ หัด หัดเยอรมัน โรคคางทูม ไข้รากลดน้อยชนิดรับประทานได้ เป็นต้น

(3) ลักษณะของมูลฝอยติดเชื้อที่ไม่เหมาะสมกับการบำบัดโดยวิธีใช้ไอน้ำ ได้แก่

- ซากหรือชิ้นส่วนของมนุษย์หรือสัตว์ที่เป็นผลมาจากการผ่าตัด และการตรวจชิ้นสูตรศพหรือซากสัตว์และการใช้

สัตว์ทดลอง เนื่องจากความหนาแน่นของมูลฝอยประเภทนี้จะขัดขวางการผ่านเข้าไปของไอน้ำเข้าไปไม่ถึง

- มูลฝอยที่กัมมันตรังสี สารละลายอินทรีย์ หรือสารเคมี มูลฝอยจากเคมีบำบัด

(4) การดำเนินการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ โดยวิธีใช้ไอน้ำ

- ก่อนการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ โดยวิธีใช้ไอน้ำ ต้องแยกวัสดุที่ไม่เหมาะสมที่จะบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีใช้ไอน้ำออกก่อน

- ภาชนะบรรจุมูลฝอย เมื่อนำเข้าเครื่องต้องขยับปากถุง หรือต้องเจาะรูให้อากาศสามารถแทรกซึมเข้าไปได้ ไม่ควรเคลื่อนย้ายภาชนะที่เปิด หรือเจาะรูแล้วออกจากเครื่องบำบัด หากจำเป็นให้ใส่ภาชนะอีกชั้นหนึ่ง
 - ต้องตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่อง ที่จะใช้ก่อนใส่มูลฝอยทุกครั้ง
 - ในกรณีที่เป็นเครื่องที่มีระบบบดย่อยมูลฝอย อุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัดต้องไม่น้อยกว่า 121 องศาเซลเซียส และความดันไม่ต่ำกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลาที่ใช้ทั้งวัฏจักร ต้องไม่ต่ำกว่า 30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ และภาชนะบรรจุหากมีความหนาแน่นมาก ต้องใช้เวลานานขึ้น
 - ในกรณีที่เป็นเครื่องที่ไม่มีระบบ บดย่อยมูลฝอยอุณหภูมิที่ใช้ในการบำบัด ต้องไม่น้อยกว่า 121 องศาเซลเซียส และความดันไม่ต่ำกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว เวลาที่ใช้ทั้งวัฏจักร ต้องไม่ต่ำกว่า 60 นาที หรือเพิ่มอุณหภูมิขึ้นเป็น 134 องศาเซลเซียส ความดันจะสัมพันธ์กับอุณหภูมิ โดยเพิ่มขึ้นเป็น 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ใช้เวลาอย่างน้อย 30 นาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณมูลฝอยติดเชื้อ และภาชนะบรรจุหากมีความหนาแน่นมาก ต้องใช้เวลานานขึ้น
 - การทำลายเชื้อในมูลฝอยในขั้นแรก เกิดจากการที่ไอน้ำผ่านเข้าสู่มูลฝอย หลังจากนั้น มีการถ่ายเทความร้อนต่อมา ด้วยวิธีนำความร้อน ดังนั้น จึงต้องปิดฝาเครื่องให้สนิททุกครั้ง
 - เปิดเครื่องเมื่อได้เวลาตามกำหนด และไม่มี ความดันในเครื่องบำบัด
 - ต้องปฏิบัติตามคู่มือ การทำงานอย่างเคร่งครัด
- (5) การตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีใช้ไอน้ำ
- การตรวจสอบสภาพการทำงานของเครื่อง ให้อยู่ในมาตรฐานทุกๆ 6 เดือน
 - การตรวจสอบประสิทธิภาพในการฆ่าเชื้อด้วย Bacillus Stearothermophilus
 - ต้องมีแผนสำรองสำหรับการบำบัด กรณีที่เครื่องไม่สามารถทำงานได้
 - ต้องมีการบันทึกการทำงานของเครื่อง เช่น วันและเวลาที่ใช้ การทำงานของเครื่องอุณหภูมิสูงสุดที่ใช้ ความร้อน ชนิดและปริมาณของมูลฝอย สภาพของภาชนะบรรจุ เป็นต้น

ตาราง 2) - 5 ข้อดีและข้อจำกัดของการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยไอน้ำ

ข้อดี	ข้อจำกัด
<ul style="list-style-type: none"> ● ปริมาตรของมูลฝอยลดลงพลาสติกบางชนิดไม่เปลี่ยนสภาพ ● ดัชนีทางชีววิทยา เพื่อการตรวจสอบคุณภาพการฆ่าเชื้อทดสอบได้ง่าย ● ดำเนินการง่าย เป็นเทคโนโลยีที่รู้และสะดวกที่ใช้ในสถานพยาบาล ● สามารถกำจัดสิ่งปนเปื้อนในมูลฝอยสถานพยาบาลและเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการกำจัดมูลฝอยห้องปฏิบัติการ ● ไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศ 	<ul style="list-style-type: none"> ● ไม่เหมาะกับมูลฝอยบางชนิด เช่น ไม่สามารถบำบัดมูลฝอยอันตราย เกล็ดไขมันและ cytotoxic ● ต้องการหม้อต้มน้ำที่ปล่อยสามารถควบคุมการระบายอากาศได้ ● ต้องมีการแยกและเพิ่มเติมในส่วนบรรจุภัณฑ์ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อ ● ก่อให้เกิดกลิ่นไม่พึงประสงค์ ● ประสิทธิภาพในการทำลายเชื้อแปรตามสภาพการดำเนินการ

- (6) หลักและแนวทางการการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในมูลฝอยติดเชื้อด้วยไอน้ำ
- มูลฝอยที่ผ่านการบำบัดด้วยไอน้ำแล้วควรนำไปกำจัดร่วมกับมูลฝอยทั่วไป ดังนั้น มูลฝอยต้องปราศจากเชื้อโรค และสามารถกำจัดร่วมกับมูลฝอยทั่วไปได้ โดยปกติ ควรทำลายเชื้อโรคให้หมด ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานทาง

ชีวภาพจึงไม่ควรพบเชื้อโรค ภายหลังจากบำบัด ส่วนการตรวจสอบประสิทธิภาพนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนสารเคมีมากกว่า จึงเป็นเชื้อเป้าหมายในการตรวจสอบใช้ *Bacillus subtilis*. เป็นตัวตรวจสอบ

(7) ปัญหามลพิษจากการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อและแนวทางการแก้ไข

เนื่องจากน้ำทิ้งที่ออกมาจากการกำจัดที่อุณหภูมิสูง และน้ำจากการควบแน่นของไอน้ำที่ผ่านมูลฝอยอาจมีค่า BOD และ COD สูง ดังนั้น จึงไม่สามารถปล่อยสู่สิ่งแวดล้อมได้โดยตรงต้องบำบัดก่อน สำหรับมลพิษทางอากาศมีปัญหारेื่องฝุ่นละอองจากการบดหลังการบำบัดด้วยไอน้ำแล้ว ระบบจึงต้องติดตั้งเครื่องกรองฝุ่น แต่ปัญหามลพิษทางอากาศไม่ชัดเจนเท่าเท่าเผา ซึ่งวิธีการบดได้รับการพัฒนาให้บดในห้องหนึ่งซึ่งเป็นระบบปิดป้องกันฝุ่น และการแพร่กระจายเชื้อได้ดี

• การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี

การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยสารเคมีเป็นการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในมูลฝอยติดเชื้อ โดยใช้ปฏิกิริยาทางเคมีที่ใช้ทำลายโครงสร้างหรือกิจกรรมของจุลินทรีย์ โดยปกติเป็นการลดปริมาณจุลินทรีย์ไม่ได้ลดปริมาณมูลฝอย แต่ความหนาแน่นของมูลฝอยหลังการบำบัดอาจเพิ่มขึ้น หากใช้เครื่องจักรกลในกระบวนการเพื่อทำลายด้วย เพื่อลดขนาดของมูลฝอยให้เล็กลงและสัมผัสกับสารเคมีได้มากขึ้น เช่นทำให้มูลฝอยเป็นชิ้นเล็กๆ แล้วใช้แคลเซียมออกไซด์แห้งฆ่าเชื้อโดยผสมกับมูลฝอยที่มีน้ำอยู่ด้วย เป็นต้น

(1) หลักการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยสารเคมี

เป็นการใช้สารเคมีในรูปของสารละลาย ทำลายเชื้อที่ติดมากับมูลฝอยติดเชื้อ โดยการสัมผัสกับมูลฝอยติดเชื้อภายในระยะเวลาสัมผัสที่เหมาะสมและความเข้มข้นของสารเคมีต้องมีฤทธิ์มากพอที่จะทำลายเชื้อโรคได้

การทำลายเชื้อด้วยสารเคมี เพื่อให้พื้นที่ผิวมูลฝอยสัมผัสกับของเหลว ซึ่งเป็นสารที่มีคุณสมบัติในการฆ่าเชื้อได้อย่างทั่วถึง วิธีการคือโดยการนำเอามูลฝอยมาผสมกับสารเคมีฆ่าเชื้อ ขนาด ความพรุน และการซึมผ่านของมูลฝอยจึงเป็นปัจจัยสำคัญ สารเคมีที่ฆ่าเชื้อที่ใช้แล้วก็จะถูกปล่อยออกตามระบบท่อของเสีย ส่วนมูลฝอยที่ฆ่าเชื้อแล้วก็จะถูกนำกำจัดโดยการฝังกลบ

(2) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยสารเคมี

การฆ่าเชื้อด้วยสารเคมีเป็นวิธีการบำบัดที่เหมาะสมกับมูลฝอยที่เป็นของเหลวมากที่สุด เช่น เลือด ปัสสาวะ อุจจาระ หรือน้ำเสียจากโรงพยาบาล อย่างไรก็ตามสามารถใช้ได้กับมูลฝอยติดเชื้อที่เป็นของแข็ง วัสดุมีคม รวมทั้งมูลฝอยจากการเลี้ยงเชื้อจุลินทรีย์ที่เกิดขึ้นในสถานพยาบาลได้เช่นกัน

(3) มูลฝอยติดเชื้อที่ไม่เหมาะสมในการบำบัดด้วยสารเคมี

มูลฝอยที่ไม่เหมาะสมในการบำบัดด้วยสารเคมีได้แก่ ชิ้นส่วนของร่างกาย มูลฝอยปนเปื้อนรังสี สารอันตราย และ cytogenic waste

(4) สารเคมีที่นิยมใช้ในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อ

สารเคมีที่นิยมใช้ในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อมากที่สุด คือ สารประกอบคลอรีน ได้แก่ โซเดียมไฮโปคลอไรด์และคลอรีนออกไซด์ โดยกลไกการทำลายเชื้อของสารประกอบคลอรีนเกิดเนื่องจากที่สารประกอบคลอรีนเป็นสารออกซิไดซ์ (Oxidizing agent) โดยเฉพาะไฮโปคลอไรด์อ็อกซิเจน (OCL⁻) เป็นหมู่ที่แสดงความเป็นสารละลายต่างอย่างรุนแรง (strongly alkaline solution) เมื่อผ่านเข้าไปในเซลล์จะทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับสารละลายและเอนไซม์ต่างๆ ภายในเซลล์ โดยสารประกอบไนโตรเจนจะถูกออกซิเดชันโดยสารประกอบคลอรีนและถูกเปลี่ยนเป็นคลอรามิน (N-chloro compound) จนผลสุดท้ายทำให้ผนังเซลล์ของจุลินทรีย์แตกออก ทำให้จุลินทรีย์ไม่สามารถดำรงอยู่ได้ ดังนั้นสารประกอบคลอรีน จึงสามารถทำลายเชื้อได้ทุกชนิดที่อยู่ในเลือด อุจจาระ และเนื้อเยื่อ

ตาราง 2) - 6 ข้อดีและข้อจำกัดของการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยสารเคมี

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. มูลฝอยมีปริมาตรลดลงเนื่องจากการบดอัด 60-90% แต่มีกลิ่นไม่ลด	1. สารเคมีที่ใช้ในการฆ่าเชื้อต้องมีระบบกำจัดรองรับก่อนทิ้งลงระบบบำบัดน้ำเสีย ขึ้นอยู่กับ ชนิดและกระบวนการของสารเคมี
2. ไม่สิ้นเปลืองพลังงานเนื่องจากไม่ต้องใช้เชื้อเพลิง	2. สารเคมีบางชนิดมีอันตรายต้องใช้อย่างระมัดระวังและรู้ถึงวิธีการใช้อย่างปลอดภัย
3. เป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพสูง การดำเนินงานไม่ซับซ้อน	3. ไม่สามารถใช้ได้กับมูลฝอยบางชนิด สารเคมีและยา
4. มลพิษทางอากาศมีน้อยเมื่อเทียบกับการเผา	

(5) หลักและแนวทางการการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในมูลฝอยหลังการบำบัดด้วยสารเคมี โดยปกติสารเคมีควรทำลายเชื้อโรคได้หมด ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพจึงไม่ควรพบเชื้อโรคในมูลฝอยหลังการบำบัด การตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนสารเคมีมากกว่า เชื้อที่เป็นเป้าหมายในการตรวจสอบใช้ *Bacillus subtilis*.

(6) มลพิษที่เกิดการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยสารเคมี

(6.1) มลพิษทางน้ำ

เนื่องจากการใช้สารเคมีในการทำลายเชื้อ ในกรณีที่สารเคมีมีความเข้มข้นสูงอาจส่งผลกระทบต่อระบบบำบัดน้ำเสีย ก่อนปล่อยเข้าสู่ระบบบำบัดต้องมีระบบกำจัดความเป็นพิษของสารเคมีเสียก่อน ทั้งนี้ควรควบคุมความเข้มข้นของสารเคมีในน้ำทิ้งก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดโดยอาจใช้เกณฑ์ของการนิคมอุตสาหกรรม ตามประกาศการนิคมอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย ที่ 13/2530 เรื่อง หลักเกณฑ์ทั่วไปในการระบายน้ำเสียลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลางซึ่งเป็นเกณฑ์ในกาควบคุมปริมาณสารเคมีไม่ให้ปล่อยลงสู่ระบบบำบัดน้ำเสียส่วนกลาง เพื่อป้องกันการสูญเสียประสิทธิภาพของระบบ

(6.2) มลพิษทางอากาศ

สารเคมีที่ใช้จะมีฤทธิ์ในการกัดกร่อนสูง อาจเกิดอันตรายได้จากการสูดดม การตัดมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลงเพื่อให้มีผิวสัมผัสกับสารเคมีได้มากขึ้น อาจมีการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคและมีฝุ่นเกิดขึ้น ดังนั้นต้องมีผ้าปิดปาก ปิดจมูกป้องกันการระคายเคืองจากการสูดดม/การหายใจสารเคมีเข้าสู่ร่างกาย อุปกรณ์กรองอากาศเพื่อป้องกันเชื้อโรคกระจายออกสู่ภายนอก กรณีมีการตัดย่อยมูลฝอย

• การทำลายเชื้อด้วยความร้อนแห้ง (Dry Heat Technology)

การทำลายเชื้อโรคด้วยความร้อนแห้งกับมูลฝอยติดเชื้อ เป็นการทำให้มูลฝอยติดเชื้อได้รับความร้อนที่อุณหภูมิในเวลาที่เพียงพอ เพื่อยับยั้งจุลินทรีย์ ประสิทธิภาพการทำลายเชื้อโรคด้วยความร้อนแห้งน้อยกว่าทำลายเชื้อด้วยไอน้ำ ดังนั้นจึงต้องใช้อุณหภูมิสูงและเวลาในการฆ่าเชือนานกว่า

(1) หลักการทำลายเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

การทำลายเชื้อด้วยความร้อนแห้งนำมาใช้กับมูลฝอยติดเชื้อที่เป็นของแข็ง เทคนิคนี้มูลฝอยได้รับความร้อนในเตาอบ (Oven) ซึ่งปกติจะทำงานด้วยไฟฟ้ากับเครื่องกลช่วยพาความร้อน (mechanical air convection) ซึ่งหลักการทำงานของระบบการทำลายเชื้อ เป็นการให้ความร้อนโดยการกระจายอุณหภูมิในเตาอบ ความร้อนที่เกิดขึ้นได้เกิดจากการพาความร้อนจากอากาศแห้งโดยตรงหรือตัวพาความร้อน (heat carrier) เช่น น้ำมันหรือน้ำ อุณหภูมิที่ใช้ในการทำลายเชื้อด้วยความร้อนทั่วไปคือ 160 องศาเซลเซียส ที่ความดัน 1 บรรยากาศ เป็นเวลา 2 ชั่วโมง

(2) กระบวนการทำให้ปราศจากเชื้อ (Sterilization process)

ก่อนการนำมูลฝอยติดเชื้อเข้าเตาอบ จะต้องทำตุ๋นมีอุณหภูมิสูงก่อน (preheat) ก่อนที่จะถึงอุณหภูมิฆ่าเชื้อ วัฏจักรการฆ่าเชื้อเป็นดังนี้

- การให้ความร้อนภายใน Chamber ตามอุณหภูมิการฆ่าเชื้อที่เลือกไว้
- การฆ่าเชื้อมูลฝอย
- การทำให้เย็นลง

โดยทั่วไป ตุ๋นและระบบให้ความร้อนจะออกแบบให้อยู่ในช่วง 160-180 องศาเซลเซียส ภายในเวลาจำเพาะ เช่น 45 นาที จากที่เริ่มตั้งเวลาใน Chamber ที่เย็นและไม่มียุณหภูมิอยู่ ขั้นตอนการฆ่าเชื้อให้มีประสิทธิภาพ และเวลาในการฆ่าเชื้อ ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังนี้

- เวลาที่ความร้อนที่แทรกผ่านเข้าสู่มูลฝอย (Heat penetration time)
- ระยะเวลาการฆ่าเชื้อที่เมื่อถึงอุณหภูมิการฆ่าเชื้อแล้วอุณหภูมิคงที่ตลอดการฆ่าเชื้อ (Holding time)

- เวลาที่ความร้อนแทรกผ่านเข้าสู่มูลฝอย แปรผันอยู่ในช่วงกว้าง ขึ้นอยู่กับชนิดมูลฝอย สำหรับการฆ่าเชื้อในอุปกรณ์ขนาดเล็กหรือ syringe ในแต่ละแพ็ค ใช้เวลา 15 นาที ถึง 4 ชั่วโมงหรือมากกว่าหรือมากกว่าสำหรับ canister ที่ใส่ปิเปตแก้วจนเต็ม Powder และ Oil เวลาที่ความร้อนแทรกผ่านเข้าสู่มูลฝอยนาน เพราะนำความร้อนได้ไม่ดี

ตาราง 2) - 7 เวลาในการฆ่าเชื้อ (holding time) ของการทำให้ปราศจากเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	เวลา (นาที)
160	120
170	60
180	30

ตาราง 2) - 8 ข้อดีและข้อจำกัดของการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ปริมาตรลดลง 80 % น้ำหนักลดลง 20% 2. ความร้อนแห้งสามารถแทรกเข้าไปในของแข็ง non aqueous liquids และ close cavities 3. ไม่กัดกร่อนโลหะในพวกที่ไม่ใช่สแตนเลสและเครื่องมือที่มี fine cutting edges	1. ใช้เครื่องมือพลังงานสูง อุณหภูมิสูงและใช้เวลานาน

(3) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยความร้อนแห้ง

- วัสดุ ชาก หรือชิ้นส่วนของมนุษย์และสัตว์ที่ได้และเป็นผลมาจากการผ่าตัด การตรวจชันสูตร การใช้สัตว์ทดลองเกี่ยวกับโรคติดต่อ

- วัสดุที่ใช้ในการให้บริการทางการแพทย์ เช่น สำลี ผ้าก๊อซ ผ้าต่างๆ ท่อยาง เป็นต้น ซึ่งสัมผัสหรือสงสัยว่าจะสัมผัสกับเลือด ส่วนประกอบของเลือด เช่น น้ำเหลือง เม็ดเลือด ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเลือด สารน้ำในร่างกาย เช่น ปัสสาวะ เสมหะ น้ำลาย น้ำเหลือง น้ำหนอง เป็นต้น

- ของมีคมที่ใช้ในกิจการดังกล่าว เช่น เข็ม ใบมีด กระบอกฉีดยา หลอดแก้ว ภาชนะที่ทำด้วยแก้ว สไลด์ แผ่นกระจกปิดสไลด์ ทั้งที่ใช้ในการบริการ การวิจัย และในห้องปฏิบัติการ

- เชื้อและอาหารเลี้ยงเชื้อที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ และการวินิจฉัยที่สัมผัสกับเชื้อทางตรงและทางอ้อม ได้แก่ เชื้อโรค ชีววัตถุต่างๆ อาหารเลี้ยงเชื้อ งานเลี้ยงเชื้อที่ใช้แล้ว ตลอดจนเครื่องมือที่ใช้ในการถ่ายเชื้อและกวนเชื้อ

- วัคซีนที่ทำจากเชื้อโรคที่มีชีวิตและภาชนะบรรจุ ได้แก่ วัคซีนป้องกันวัณโรค โรคโปลิโอ หัด หัดเยอรมัน โรคคางทูม วัคซีนไข้วรากสาดน้อยชนิดรับประทานได้ เป็นต้น

- มูลฝอยทุกประเภทที่มาจากห้องติดเชื้อร้ายแรง เช่น ห้องแยกผู้ป่วยติดเชื้อร้ายแรงที่ต้องระมัดระวังเป็นพิเศษ ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายสูง เป็นต้น

(4) หลักและแนวทางการตรวจสอบเชื้อจุลินทรีย์ในมูลฝอย

หลังการบำบัดด้วยความร้อนแห้งมูลฝอยที่ผ่านการบำบัดแล้วจะต้องนำไปกำจัดรวมกับมูลฝอยทั่วไป ดังนั้นมูลฝอยต้องปราศจากเชื้อโรคและสามารถกำจัดร่วมกับมูลฝอยทั่วไปได้ ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพจึงไม่ควรพบเชื้อโรคในมูลฝอยหลังการบำบัด การตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดนั้นเชื้อจุลินทรีย์ที่ทนสารเคมีมากกว่า เชื้อเป้าหมายในการตรวจสอบใช้ *Bacillus stearothomophilus*. เป็นตัวตรวจสอบ

(5) มลพิษที่เกิดจากการทำลายเชื้อด้วยความร้อนแห้ง

ในการบำบัดด้วยวิธีนี้ น้ำเสียจะเกิดจากระบบรวมกับน้ำเสียจากการทำความสะอาดอุปกรณ์ น้ำเสียที่เกิดที่ก่อกำเนิดต้องมีระบบบำบัดน้ำเสียรองรับส่วนมลพิษทางอากาศจะไม่มีเนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ประมาณ 170 องศาเซลเซียส ไม่เกิดกระบวนการเผาไหม้ พลาสติกยังไม่สลาย ประกอบกับกำหนดให้มีการติดตั้ง HEPA(High Efficiency Particulate Arrestance เป็นแผ่นใยแก้ว ได้รับการจัดมาตรฐานด้วยอัตราการกรองที่สามารถกรองอนุภาคขนาด 0.3 ไมครอน ที่ตัวเครื่องเพื่อกรองฝุ่นและจุลินทรีย์

• การทำลายเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ (Microwave Disinfection)

คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความถี่อยู่ระหว่าง 300 MHz ถึง 300 GHz ซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่คาบเกี่ยวระหว่างความยาวคลื่นอินฟราเรดและคลื่นวิทยุ ปัจจุบันคลื่นไมโครเวฟนำมาใช้ประโยชน์ได้สามทาง คือ 1) ด้านวิทยุสื่อสาร 2) เรดาร์ 3) การให้ความร้อน การใช้คลื่นไมโครเวฟในการทำลายเชื้อเป็นการใช้ประโยชน์ด้านการก่อให้เกิดความร้อนของคลื่นมาทำลายเชื้อ ช่วงคลื่นที่เป็นประโยชน์ในด้านความร้อนอยู่ในช่วงที่มีความถี่จำกัด เพื่อหลีกเลี่ยงการรบกวนคลื่นไมโครเวฟเพื่อการสื่อสาร ปัจจุบันคลื่นที่ใช้ในการให้ความร้อนที่นิยมใช้คือ 2545 + 50 MHz ทั้งไมโครเวฟในบ้านและไมโครเวฟสำหรับการทำลายเชื้อ

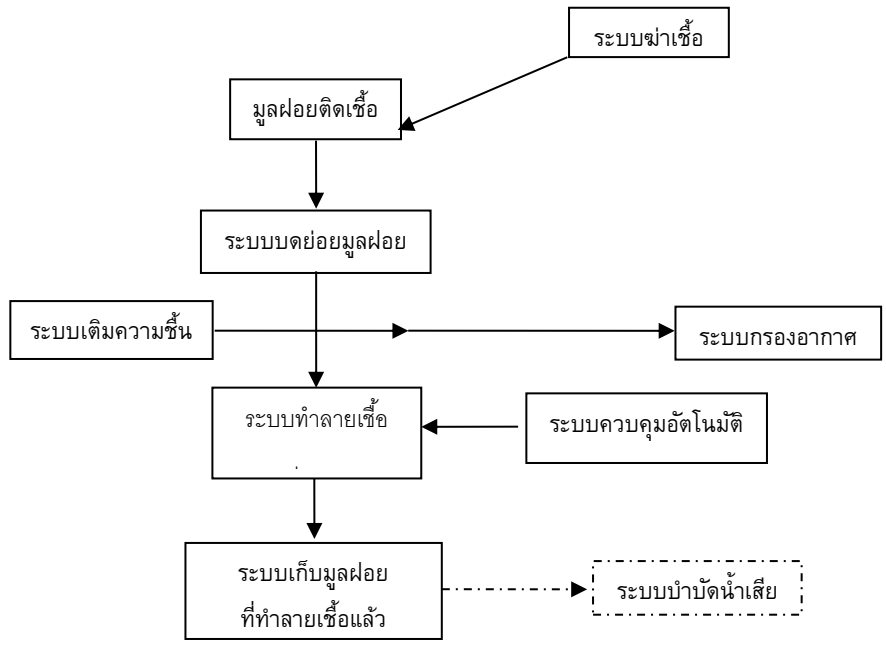
(1) การก่อให้เกิดความร้อนในมวลสารจากเครื่องไมโครเวฟ

เนื่องจากพลังงานของคลื่นไมโครเวฟไม่สูงพอที่จะทำให้เกิดการแตกพันธะทางเคมี จึงไม่เกิดการแตกตัวของสารเคมีที่เป็นองค์ประกอบของจุลินทรีย์ที่ต้องการฆ่าเชื้อ แต่คลื่นไมโครเวฟก่อให้เกิดกระบวนการ dielectric heating คือการก่อให้เกิดความร้อนในเนื้อของสารเนื่องจากการเกิดโพลาริเซชัน (Polarization) ของสสารนั้น โดยโพลาริเซชันเป็นการเรียงตัวของประจุในสสารที่อยู่ในสนามไฟฟ้าซึ่งเหนี่ยวนำที่ก่อกำเนิดขึ้นในบริเวณที่มีคลื่นไมโครเวฟ สนามไฟฟ้านี้จะทำให้แกนพันธะของสารพวก dielectric ประเภทที่มีขั้ว เช่น น้ำเกิดการสั่นสะเทือนก่อให้เกิดความร้อน นอกจากนี้ สารพวกไม่มีขั้ว เช่น ไขมัน และสารอินทรีย์บางตัวก็สามารถถูกเหนี่ยวนำให้เกิด โพลาริเซชัน (Polarization) ได้ จึงเกิดเป็นความร้อนขึ้น ความร้อนในวัสดุนี้หากสูงพอก็จะทำลายเชื้อได้ นอกจากนี้ ภายในเซลล์ของจุลินทรีย์ปกติที่องค์ประกอบหลักเป็นน้ำก็จะถูกทำให้ร้อนขึ้นทำให้จุลินทรีย์ตายได้

คุณสมบัติทางเคมี และลักษณะทางกายภาพของมูลฝอยมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำลายเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ โดยเฉพาะ ความชื้น ขนาด และความเป็นเนื้อเดียวกันของมูลฝอย ดังนั้นจะต้องมีการเตรียมมูลฝอยให้เหมาะสมก่อนการบำบัด ดังแสดงใน ไดอะแกรมระบบการบำบัดมูลฝอยด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ก. ระบบบำบัดมูลฝอยติดเชื้อมีคลื่นไมโครเวฟ

คุณสมบัติทางเคมี และกายภาพของมูลฝอยมีความสำคัญต่อประสิทธิภาพการทำลายเชื้อด้วยไมโครเวฟ โดยเฉพาะความชื้น ขนาด และความเป็นเนื้อเดียวกันของมูลฝอย ดังนั้นต้องมีการเตรียมมูลฝอยให้เหมาะสมก่อนการบำบัด ระบบบำบัดมูลฝอยติดเชื้อมีคลื่นไมโครเวฟประกอบด้วยระบบย่อยๆที่ต่อเนื่องกัน ดังแสดงในแผนภาพ 2) - 3 ไดอะแกรมระบบที่จำเป็นในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อมีคลื่นไมโครเวฟ



แผนภาพ 2) - 1 ไดอะแกรมระบบที่จำเป็นในการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อมีคลื่นไมโครเวฟ

- (ก1) ระบบบดย่อยมูลฝอย เพื่อย่อยขนาดมูลฝอยให้เล็กพอที่จะได้รับความร้อนทั่วถึง
- (ก2) ระบบกำจัดฝุ่นและเชื้อโรคจากการย่อยมูลฝอยติดเชื้อ เพื่อกรองฝุ่นที่เกิดจากการย่อย และฆ่าเชื้อโรคในห้องบดย่อยหลังการบดย่อยทุกครั้ง ตัวกรองจะต้องเป็นตัวกรองที่มีประสิทธิภาพในการกรองสูง (HEPA)
- (ก3) ระบบเพิ่มความชื้น เพื่อเพิ่มความชื้นให้เพียงพอในการก่อให้เกิดความร้อนสำหรับการทำลายเชื้อ ความชื้นอาจให้โดยการฉีดน้ำเป็นละอองลงมูลฝอยขณะบด หรือการพ่นไอน้ำ ส่วนใหญ่นิยมพ่นไอน้ำมากกว่าเนื่องจากไอน้ำสามารถแทรกซึมเข้าไปในมูลฝอยได้ทั่วถึง
- (ก4) ระบบนำส่งมูลฝอยเข้าเครื่องไมโครเวฟ เพื่อลำเลียงมูลฝอยติดเชื้อที่บดและมีความชื้นเพียงพอแล้วเข้ารับคลื่นไมโครเวฟ ระบบลำเลียงอาจเป็นระบบสายพาน หรือระบบ screw conveyer ก็ได้ ระบบ screw conveyer จะช่วยทำให้มีการกลับมูลฝอยติดเชื้อระหว่างที่รับคลื่นเพื่อทำลายเชื้อ จึงทำให้มูลฝอยมีการกระจายความชื้นที่ดีขึ้น มูลฝอยจะได้รับการทำลายเชื้อทั่วถึงกว่า
- (ก5) ระบบเก็บรวบรวมมูลฝอย เพื่อเก็บรวบรวมมูลฝอยที่ทำการฆ่าเชื้อแล้ว
- (ก6) ระบบตรวจสอบอัตโนมัติสำหรับอุณหภูมิ ความชื้น เพื่อตรวจสอบ อุณหภูมิ ความชื้นของมูลฝอยในเครื่อง
- (ก6.1) ระบบเก็บตัวอย่างตรวจเชื้อ เพื่อเก็บตัวอย่างมูลฝอยที่บำบัดแล้วไปตรวจสอบเชื้อ และตรวจสอบประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อ

(ก6.2) ระบบเก็บและบำบัดของเสีย หากมีปัญหาเกิดจากการบำบัด ซึ่งมักมาจากจุดบดมูลฝอย และจุดเติมความชื้น ควรมีระบบบำบัดกลิ่น เช่นติดตั้งระบบระบายอากาศและระบบกรองที่เหมาะสม เช่น เครื่องกรองถ่านกัมมันต์ หากมีน้ำเสียเกิดขึ้น จะต้องรวบรวมไปกำจัดให้ถูกต้อง

(2) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยไมโครเวฟ

- เชื้อในอาหารเลี้ยงเชื้อ
- วัสดุติดเชื้อทั่วไป
- มูลฝอยประเภทพยาธิวิทยา เช่น ชิ้นส่วนของร่างกาย หรือซากสัตว์ทดลอง ที่มีการบดย่อยขนาดแล้ว เลือด สารคัดหลั่ง เป็นต้น

(3) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่ไม่เหมาะสมในการบำบัดด้วยไมโครเวฟ

- มูลฝอยที่มีขนาดใหญ่ มีความแข็ง และแหลมคมมากที่อาจทำให้อุปกรณ์บดย่อยขนาดมูลฝอยเสียหาย
- สารเคมีเป็นพิษ สารกัมมันตรังสี และ cytotoxic waste

ตาราง 2) - 9 ข้อดีและข้อเสียของการทำลายเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟ

ข้อดี	ข้อจำกัด
<p>1. ประสิทธิภาพการเกิดความร้อนสูงเนื่องจากไม่มีการสูญเสียความร้อนให้กับอากาศ อุปกรณ์และห้องฉายคลื่น</p> <p>2. การบดมูลฝอยก่อนหรือหลังการทำลายเชื้อทำให้ปริมาตรมูลฝอยลดลงได้มาก อาจถึง 80 % แต่น้ำหนักไม่เปลี่ยนแปลง อาจเพิ่มขึ้นเล็กน้อยจากน้ำที่เพิ่มขึ้น</p> <p>3. ระบบที่ใช้เป็นระบบปิดมีการปนเปื้อนน้อย</p> <p>4. มีมลพิษที่ปล่อยออกสู่สิ่งแวดล้อมน้อยเมื่อเทียบกับเตาเผา</p>	<p>1. ค่าลงทุนและค่าดำเนินการสูง</p> <p>2. มีการปล่อยสารระเหยได้ (Volatile material)</p> <p>3. เนื่องจากมีปัจจัยหลายประการที่ส่งผลต่ออุณหภูมิในการทำลายเชื้อของมูลฝอย จึงต้องมีการเตรียมมูลฝอยให้มีคุณสมบัติเหมาะสมสำหรับการฉายคลื่น</p> <p>4. เป็นเทคนิคที่ต้องอาศัยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญเรื่องคลื่นในการให้ความร้อนในการควบคุมการดำเนินการ</p> <p>5. เป็นเทคนิคใหม่ในการทำลายเชื้อในมูลฝอย จึงยังขาดข้อมูลพื้นฐานที่จำเป็นเกี่ยวกับการทำลายเชื้อในมูลฝอย</p> <p>6. อาจเกิดการทำลายเชื้อไม่สมบูรณ์ หากอุณหภูมิไม่สูงพอจึงต้องมีการตรวจสอบเชื้ออย่างสม่ำเสมอ ประกอบกับการตรวจสอบ ระยะเวลา และอุณหภูมิที่ใช้ในการทำลายเชื้ออย่างใกล้ชิด</p>

(4) วิธีการตรวจสอบคุณภาพการทำลายเชื้อ

มูลฝอยที่ผ่านการบำบัดแล้วจะต้องนำไปกำจัดรวมกับมูลฝอยทั่วไป ดังนั้นมูลฝอยต้องปราศจากเชื้อโรคและสามารถกำจัดร่วมกับมูลฝอยทั่วไปได้ ดังนั้นเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพจึงไม่ควรพบเชื้อโรคในมูลฝอยหลังการบำบัด โดยใช้ *Bacillus subtilis*. เป็นตัวตรวจสอบประสิทธิภาพการบำบัดเนื่องจากมีความทนทานต่อสารเคมีมากที่สุด

(5) มลพิษที่เกิดจากการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยวิธีใช้คลื่นไมโครเวฟ

(5.1) มลพิษทางอากาศ

การตัดมูลฝอยให้มีขนาดเล็กลง ก่อนนำมูลฝอยเข้าระบบทำลายเชื้อ อาจมีการฟุ้งกระจายของเชื้อโรคและมีฝุ่นเกิดขึ้น ต้องติดตั้งแผ่นกรอง เช่น แผ่นกรองกัมมันต์ และแผ่นกรองประสิทธิภาพสูง HEPA นอกจากนี้อาจมีกลิ่นเหม็นจากการระเหย หรือปฏิกิริยาของสารอินทรีย์ในมูลฝอยกับคลื่นไมโครเวฟ

(5.2) มลพิษทางน้ำ

ในการบำบัดด้วยวิธีนี้ น้ำทิ้งจากการแยกมูลฝอยออกจากระบบทำลายเชื้อด้วยเชื้อด้วยคลื่นไมโครเวฟมีน้อยมาก หากน้ำเสียส่วนใหญ่มาจากการทำความสะอาดอุปกรณ์และสถานที่บำบัด อย่างไรก็ตามหากมีน้ำส่วนเกินจากระบบ จะต้องมีการบำบัดก่อนปล่อย สู่สิ่งแวดล้อม

• การบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยพลาสมาเทคโนโลยี (Plasma Technology of Medical Waste)

(1) หลักการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยพลาสมาเทคโนโลยี

พลาสมา หมายถึง ก๊าซที่เกิดขึ้นจากความร้อนด้วยกระแสไฟฟ้า ช่วงอุณหภูมิ 3,800-12,000 องศาเซลเซียส การบำบัดมูลฝอยด้วยพลาสมาเทคโนโลยี เป็นกระบวนการบำบัดโดยใช้ความร้อนของไฟฟ้าจากพลาสมาอาร์คทอร์ช (Plasma Arc torch) เพื่อเปลี่ยนสารอินทรีย์ในรูปของแข็ง หรือของเหลวให้เป็นก๊าซ โดยผ่านกระบวนการที่เรียกว่า คอนโทรลไฟโรไลซิส หรือคอนโทรลแก๊สซิฟิเคชัน ความร้อนที่เกิดขึ้นคงที่ในระหว่างกระบวนการให้สารอินทรีย์สลายตัวได้หมด โลหะระเหยและก๊าซที่เป็นกรดถูกควบคุมให้อยู่ในระดับต่ำ ในการบำบัดที่มีสารอินทรีย์สูง กระบวนการไพโรไลซิสทำให้เกิดก๊าซไฮโดรเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ ในปริมาณสูงจนสามารถนำมาใช้ประโยชน์เป็นแหล่งพลังงานได้

ในขณะที่คอนโทรลไฟโรไลซิส สลายสารอินทรีย์ ความร้อนที่เกิดขึ้นสามารถหลอมสาร อินทรีย์ เช่น แก้ว ดิน โลหะ และเถ้า ให้กลายเป็นตะกรันแก้ว ซึ่งสามารถกักเก็บโลหะไว้ได้โดยกระบวนการทำให้เป็นแก้ว ในกรณีที่มีโลหะมาก เช่นเหล็ก กระบวนการทำให้เป็นแก้วจะแยกออกเป็น 2 ชั้น คือ ชั้นแก้วและชั้นโลหะ กระบวนการนี้จึงถูกนำมาใช้ในการนำโลหะกลับคืนมาใช้ใหม่ได้ (Metal recovery)

(2) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยพลาสมาเทคโนโลยี

- มูลฝอยทางชีวภาพและมูลฝอยจากการเพาะเลี้ยงเชื้อ
- มูลฝอยประเภทของเหลวจากมนุษย์ สัตว์ รวมทั้งเลือดและผลิตภัณฑ์จากเลือด
- มูลฝอยประเภทพยาธิวิทยา
- มูลฝอยประเภทของมีคม

(3) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่ไม่เหมาะสมในการบำบัดด้วยพลาสมาเทคโนโลยี

- มูลฝอยประเภทกัมมันตรังสี
- มูลฝอยที่เป็นพิษ สารอินทรีย์ระเหย มูลฝอยจากการรักษาโรคมะเร็ง

ตาราง 2) -10 ข้อดีและข้อจำกัดของการบำบัดมูลฝอยด้วยพลาสมาเทคโนโลยี

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. เป็นระบบที่ใช้ไฟฟ้าทำลายมูลฝอย ไม่มีกระบวนการเผาไหม้ จึงเป็นผลดีต่อสิ่งแวดล้อม emission ต่ำ 2. ไม่ต้องมีการคัดแยกมูลฝอย สามารถจัดการมูลฝอยอันตรายทางชีวภาพมูลฝอยติดเชื้อประเภทต่างๆ รวมทั้ง ไม้ โลหะ กากตะกอนของเสียจากการปศุสัตว์ (Livestock sewer sludge) 3. ผลพลอยได้จากกระบวนการนี้ปลอดภัยต่อสิ่งแวดล้อม ของแข็งที่เหลือจากกระบวนการเป็น กากตะกรัน และเถ้า ซึ่งของเหล่านี้อันตราย non-leaching ตรวจสอบได้ด้วย Toxic Characteristic Leaching Procedure (TCLP) 4. ความร้อนที่ได้สามารถหมุนเวียนกลับไปใช้ได้ สามารถเปลี่ยนความร้อนที่เกิดขึ้นเป็นไอน้ำซึ่งนำกลับไปใช้ประโยชน์ได้ 5. สามารถนำโลหะกลับคืนมาใช้ได้ 6. สามารถใช้ในระบบ on site และ off site ได้ 7. มีหลายขนาด ทั้งเล็กและใหญ่	1. ราคาแพง ใช้ไฟฟ้าสูง 2. ยังไม่เป็นที่แพร่หลายในประเทศไทย 3. อุปกรณ์ประกอบมีหลายส่วน 4. เป็นเทคโนโลยีขั้นสูง ต้องการผู้ดูแลที่มีความรู้ความชำนาญ 5. ต้องมีการกำจัดหรือใช้ประโยชน์จากตะกรันแก้ว

(4) มลพิษที่เกิดจากการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยเทคโนโลยีพลาสมา

(4.1) มลพิษทางอากาศ

มลพิษทางอากาศมีน้อยมากเนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงและ syngas ที่ได้จากระบวนการ Thermo cracking เป็นเชื้อเพลิงจึงนำไปใช้ได้หมด

(4.2) มลพิษทางน้ำ

มีน้ำเสียเกิดขึ้นจากการพ่นไอน้ำเพื่อเป็นการควบคุมกระบวนการไพโรไลซิส และน้ำเสียที่เกิดจากระบวนการดักจับก๊าซกรดและก๊าซอื่นๆ ที่ไม่ต้องการ นอกจากนี้มีมลพิษที่ปนเปื้อนในน้ำเสียส่วนใหญ่เป็นฝุ่นคาร์บอนขนาดเล็กที่เกิดจากระบบบำบัดก๊าซและอากาศเสีย

(4.3) ตะกั่ว

ในกรณีที่ระบบบำบัดไม่มีระบบคัดแยกโลหะออกจากของเสียที่มีการบำบัดด้วยระบบพลาสมา ตะกั่วที่เกิดขึ้นจะมีโลหะหนักผสมอยู่ ดังนั้นจึงต้องมีการจัดการเช่นเดียวกับมูลฝอยอันตราย ตามประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ. 2548 โดยตะกั่วจากการบำบัดด้วยระบบพลาสมา ขึ้นอยู่กับชนิดกระบวนการ สามารถแบ่งได้ 2 ลักษณะอาจสรุปได้ดังนี้

- กรณีมูลฝอยไม่มีองค์ประกอบของแก้วไม่เพียงพอจะก่อให้เกิดการหลอมเป็นแก้วของตะกั่ว ซึ่งตะกั่วจะเป็นตะกั่วที่ยังไม่เสถียรต้องทำให้เสถียรก่อน เช่นการทำก้อนแข็ง หรือการหลอมด้วยแก้ว จึงจะสามารถนำไปฝังกลบในที่ตั้งสำหรับมูลฝอยอันตรายได้

- กรณีมูลฝอยมีองค์ประกอบของแก้วเพียงพอ ทำให้เกิดเป็นตะกั่วแก้วขึ้น ไม่ต้องทำเสถียรอีก สามารถนำไปฝังกลบในที่ตั้งสำหรับมูลฝอยอันตรายได้เลย

• การทำลายเชื้อด้วยรังสี (Sterilization by Ionizing Irradiation)

พลังงานรังสีสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่มตามระดับความถี่ของคลื่น คือ รังสีที่ก่อให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุลของสารที่ถูกรังสี เรียกว่า ionizing radiation และรังสีที่ไม่ก่อให้เกิดการ ionization ซึ่งเรียกว่า non-ionization radiation รังสี non-ionization radiation ได้แก่ รังสีอัลตราไวโอเล็ต (UV) คลื่นไมโครเวฟ (microwave) คลื่นความร้อน (infrared) การทำลายเชื้อมูลฝอยที่อยู่ในหัวข้อนี้เป็นการทำลายเชื้อโดยใช้รังสี ionizing radiation

รังสี ionizing radiation ได้แก่รังสีแกมมา รังสีเบตา และรังสีแอลฟา ที่เกิดจากการแตกตัวของสารกัมมันตรังสี รวมถึงรังสีเอกซ์ และกระสุนอิเล็กตรอนพลังงานสูง

รังสีแกมมาและรังสีเอกซ์ เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าพลังงานสูง ส่วน accelerated electron beam รังสีเบตาและแอลฟาเป็นรังสีอนุภาค รังสีเหล่านี้ มีพลังงานสูง สามารถก่อให้เกิดการแตกตัวของโมเลกุล ทำให้เป็นอันตรายต่อเซลล์ของสิ่งมีชีวิต จึงสามารถนำไปใช้ในการทำลายเชื้อได้ อย่างไรก็ตาม รังสีเบตาและรังสีแอลฟา มีกำลังทะลุทะลวงต่ำกว่ารังสีแกมมา รังสีเอกซ์และ accelerated electron beam จึงไม่นำมาใช้ในการฆ่าเชื้อ

(1) ชนิดของรังสี Ionizing radiation ที่ใช้ในการฆ่าเชื้อมูลฝอยติดเชื้อ

- รังสีแกมมา

สารกัมมันตรังสีที่นิยมใช้เป็นแหล่งของรังสีแกมมาสำหรับการฆ่าเชื้อคือ โคบอลต์ -60 (^{60}Co) ซึ่งมีครึ่งชีวิตเท่ากับ 5.272 ปี และสามารถปล่อยพลังงานออกมาที่สองระดับคือ 1.173 และ 1.332 MeV

- รังสีเอกซ์

เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ช่วงพลังงานใกล้เคียงกับรังสีแกมมา เพียงแต่แตกต่างที่ลักษณะการเกิด โดยรังสีแกมมาเกิดจาก de-excitation ในนิวเคลียส ในขณะที่รังสีเอกซ์ เกิดจาก de-excitation ของ electron ใน electron shell นอกนิวเคลียส รังสีเอกซ์ สามารถสร้างขึ้นได้จากกระแสไฟฟ้าแรงสูง โดยเกิดจากการยิงกระแสอิเล็กตรอนหรือรังสีแคโทด (cathode ray beam) ไปที่โลหะหนักเป้าหมาย (bombardment of heavy metal target)

- ลำอิเล็กตรอนพลังงานสูง (accelerated electron beam)

เป็นการใช้เครื่องเร่งอิเล็กตรอน เพื่อเร่งให้กระแสอิเล็กตรอนที่ออกมาจากผิวของเส้นลวดที่มีความร้อนสูง ซึ่งปกติมีความเร็วต่ำวิ่งผ่านในสุญญากาศด้วยความเร็วสูง (accelerated electrons) จะทำให้อิเล็กตรอนมีพลังงานและมีความสามารถทะลุทะลวงสูง อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติจะจำกัดไม่ให้มีพลังงานเกิน 10 MeV เพราะอาจกระตุ้นให้เกิดรังสีขึ้นมา

(2) หลักการบำบัดมูลฝอยติดเชื้อด้วยรังสี (Accelerated electron beam)

ไม่ว่าจะเป็นมูลฝอยติดเชื้อ อาหาร ยา อุปกรณ์ทางการแพทย์ หลักการทำลายเชื้อจุลินทรีย์ด้วยรังสีแกมมาหรือลำอิเล็กตรอนพลังงานสูงมีหลักการเหมือนกันคือ รังสีจะทำลายจุลินทรีย์ที่ปนเปื้อนอยู่ในวัสดุที่ต้องการทำลายเชื้อนั้นโดยก่อความเสียหายแก่เซลล์โดยความเสียหายเป็นผลทางตรงและทางอ้อม

ผลโดยตรงคือ รังสีจะถ่ายทอดพลังงานให้กับองค์ประกอบของเซลล์โดยตรง ก่อให้เกิดความเสียหายกับองค์ประกอบของเซลล์ เช่น ผนังเซลล์ ของเหลวภายในเซลล์ เอนไซม์ รวมทั้ง กรดนิวคลีอิกซึ่งกรดนี้เป็นองค์ประกอบพื้นฐานสำคัญของสิ่งมีชีวิตที่ประกอบขึ้นเป็นเซลล์ เช่น DNA ซึ่งเป็นตัวควบคุมการทำงานของเซลล์ต่างๆ

ผลทางอ้อมคือเกิดการแตกตัวขององค์ประกอบส่วนใหญ่ภายในเซลล์ซึ่งเป็นของเหลวและน้ำเกิดเป็นอนุมูลอิสระที่มีความไวต่อการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ภายในเซลล์จึงจึงอาจก่อให้เกิดอันตรายกับเซลล์ได้

ปฏิกิริยาของรังสีต่อเซลล์สิ่งมีชีวิต อาจพิจารณาได้ 3 ขั้นตอน ซึ่งในแต่ละขั้นตอนมีช่วงเวลาสั้นๆ

- การทำให้เซลล์แตกเป็นไอออน
- การเกิดอนุมูล
- การเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี

(3) ชนิด/ประเภทมูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยรังสี

(3.1) มูลฝอยที่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- มูลฝอยทางชีวภาพและมูลฝอยจากการเพาะเลี้ยงเชื้อ
- มูลฝอยประเภทของเหลวจากมนุษย์และสัตว์ รวมทั้งเลือดและผลิตภัณฑ์จากเลือด
- มูลฝอยประเภทของมีคม
- มูลฝอยประเภทอื่นเช่น พลาสติก แก้ว กระดาษ

(3.2) ประเภทของมูลฝอยที่ไม่อยู่ในกลุ่มเดียวกัน

- มูลฝอยประเภทพยาธิวิทยา
- สารเคมีเป็นพิษ หรือ radiological waste

มูลฝอยที่ผ่านการทำลายเชื้อด้วยรังสี ต้องจำแนกมูลฝอยก่อนเข้าสู่การบำบัดขั้นที่ 2 เช่น การบด ตัดอัด ซึ่งจะทำให้ปริมาตรลดลง หลังจากนั้น อาจนำไปกำจัดรวมกับมูลฝอยชุมชน

ตาราง 2) - 11 ข้อดีและข้อจำกัดในการทำลายเชื้อมุลฝอยติดเชื้อด้วยรังสี

ข้อดี	ข้อจำกัด
1. ไม่มีมลพิษเกิดขึ้นจากการบำบัด	1. เทคโนโลยีการฉายรังสีไอออนไนซิ่ง เป็นวิธีการที่ซับซ้อนผู้ปฏิบัติงานต้องเป็นผู้ได้รับการฝึกอบรมเป็นอย่างดี 2. ต้นทุนในการดำเนินการสูง 3. ต้องการพื้นที่มากพอ เพื่อเป็นเขตป้องกันรังสี ต้องมีการตรวจร่างกายของผู้ปฏิบัติงานอย่างสม่ำเสมอ ต้องมีระบบป้องกันความปลอดภัยด้านรังสี มีข้อจำกัดด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดที่ทำจากพลาสติกไม่คงทน การฆ่าเชื้อด้วยลำอิเล็กตรอนมีข้อจำกัดของการทะลุทะลวงต่ำ ในผลิตภัณฑ์ที่มีความหนาแน่นต่ำ ปริมาณน้อย

(4) มลพิษที่เกิดจากการบำบัดมุลฝอยติดเชื้อด้วยรังสี

การบำบัดมุลฝอยติดเชื้อด้วยรังสีไม่ก่อให้เกิดมลพิษทางอากาศและน้ำ ยกเว้นใช้สารกัมมันตรังสีเป็นแหล่งกำเนิดพลังงานรังสี กากกัมมันตภาพรังสีที่หมดอายุต้องส่งไปกำจัดด้วยวิธีพิเศษ

• การทำลายเชื้อด้วยก๊าซหรือไอก๊าซ

การทำลายเชื้อด้วยก๊าซหรือไอก๊าซเป็นวิธีการหนึ่งที่ใช้ทำลายเชื้อจุลินทรีย์ในอุปกรณ์ทางการแพทย์ ก๊าซหรือไอก๊าซที่นิยมใช้มี 2 ชนิด คือ ก๊าซเอทิลีนออกไซด์และฟอร์มาลดีไฮด์ ซึ่งก๊าซทั้ง 2 ชนิดนั้นเป็นสารก่อมะเร็ง ผู้ใช้ต้องมีความระมัดระวังเมื่อจะใช้ต้องพิจารณาถึงอันตรายที่จะได้รับ ปกติการใช้เอทิลีนในการฆ่าเชื้อต้องใช้ร่วมกับความร้อน ส่วนฟอร์มาลดีไฮด์ในการฆ่าเชื้อสิ่งของใช้ครั้งเดียวทิ้งที่มีการปนเปื้อน

(1) ชนิด/ประเภทมุลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสมในการบำบัดด้วยก๊าซ

- ก๊าซเอทิลีนออกไซด์

ใช้ได้กับสิ่งของบางชนิด ดังแสดงในตาราง 4.2.2) -12 ต้องมีวิธีการเตรียมดังนี้ สิ่งของต้องชะล้างด้วยน้ำกลั่นแล้วทิ้งไว้ให้แห้งที่อุณหภูมิห้อง เพื่อหลีกเลี่ยงการสูญเสียน้ำมากเกินไปและต้องไม่พบหยดน้ำในส่วนกลวงของเครื่องมือ

ปัจจุบันการใช้ก๊าซเอทิลีนออกไซด์ในโรงพยาบาลมักนำมาใช้ทำลายเชื้อในอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ไม่สามารถใช้วิธีที่อุณหภูมิสูงได้แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. อุปกรณ์ทางการแพทย์อย่างง่ายที่ใช้แล้วทิ้ง

2. อุปกรณ์ทางการแพทย์ที่ซับซ้อนที่ใช้เกี่ยวกับการผ่าตัดหรือการวินิจฉัยโรค ซึ่งต้องใช้วิธีที่เหมาะสมในการทำให้ปราศจากเชื้อโรคแล้วนำกลับมาใช้ใหม่

ตาราง 2) - 12 ตัวอย่างสิ่งของในโรงพยาบาลที่ทำให้ปราศจากเชื้อโดยใช้ก๊าซเอทิลีนออกไซด์

ชนิดของวัสดุอุปกรณ์	ตัวอย่าง
Anaesthetic and respiratory therapy equipment	Airway Endothacheal tube Masks (other rubber items) Tourniquets
Cardiac equipment	Cardiac catheters, Heart lung apparatus Transducers
Devices and materials for implantation	Breast implants Cardiac pacemakers and leads Cardiac valves, Orthopaedic prostheses
Diathermy equipment	Tissue implants, Cautery pencils

ชนิดของวัสดุอุปกรณ์	ตัวอย่าง
	Cautery tips Electrical leads
Endoscopic instruments Medical and dental equipment	Arthroscopes, Laparoscopes, resectoscope Centrifuge bowl (for blood cell separation)) Cryoprobes, Dental handpeices (air rotor type) Dermatomes (some type), Drills (battery powder) Electronics equipment, Mechanical ventilators Microsurgical accessories, Nebulizers Oxygen tents, plastic bath linings Urological stone extractors

การติดตามตรวจสอบ

1.แนวทางการตรวจสอบ และติดตามระบบขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ

- 1) การกำหนดเส้นทาง ระยะเวลา หลักเกณฑ์และเงื่อนไขในการเก็บ ขน มูลฝอยติดเชื้อ จากแหล่งกำเนิดต่าง ๆ
- 2) การดูแลรักษา ซ่อมบำรุง ยานพาหนะ และอุปกรณ์ที่ใช้เก็บ ขน มูลฝอยติดเชื้อให้สะอาดและสามารถใช้งานได้อยู่เสมอ
- 3) การกำหนดมาตรการป้องกันผลกระทบจากการเก็บ ขน มูลฝอยติดเชื้อ เช่น กลิ่น ภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อแตกรั่วไหล การแพร่กระจายเชื้อโรค ฯลฯ
- 4) การป้องกันผลกระทบต่อสุขภาพต่อผู้ปฏิบัติงาน มีการจัดเตรียมชุดป้องกันอันตรายส่วนบุคคลและสวมใส่ใช้งาน การตรวจสุขภาพประจำปี
- 5) ควบคุมแหล่งกำเนิดมูลฝอยติดเชื้อทุกแห่งให้ปฏิบัติตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ตั้งแต่การแยกประเภทมูลฝอยติดเชื้อออกจากมูลฝอยประเภทอื่น การแยกมูลฝอยที่ติดเชื้อประเภทมีคมและไม่มีคมลงในภาชนะบรรจุให้ถูกต้อง การเก็บรวบรวม การเคลื่อนย้าย การเก็บขน และ การกำจัดมูลฝอยติดเชื้อแหล่งกำเนิด การแต่งตั้งเจ้าหน้าที่ผู้รับผิดชอบในการจัดการมูลฝอยติดเชื้อประจำหน่วยงาน การแจ้งท้องถิ่นถึงการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อในสถานบริการการสาธารณสุข กรณีให้หน่วยงานอื่นกำจัดนอกสถานบริการการสาธารณสุข อปท. ต้องติดตาม/ควบคุม/กำกับการเก็บขน ให้ได้มาตรฐานและมีเอกสารกำกับการขนส่ง สถานที่กำจัด/เตาเผามูลฝอยติดเชื้อต้องได้มาตรฐาน การให้อนุญาตแก่เอกชนที่ทำการเก็บ ขน หรือกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ โดยการทำเป็นธุรกิจการเก็บขนมูลฝอยติดเชื้อจากแหล่งกำเนิดมูลฝอยติดเชื้อใดๆ ภายในพื้นที่ เป็นต้น การประเมินคุณภาพการจัดการมูลฝอยติดเชื้อสำหรับสถานบริการการสาธารณสุขหรือแหล่งกำเนิดทุกแห่งให้นำหลักการในแบบประเมินคุณภาพการจัดการมูลฝอยติดเชื้อสำหรับสถานบริการการสาธารณสุขมาประยุกต์ใช้ให้เหมาะสม
- 6) ควบคุมกำกับการปฏิบัติในการเก็บขนให้เป็นไปตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2545 ได้แก่ ลักษณะของยานพาหนะที่ใช้ในการเก็บขน มีบุคลากรที่รับผิดชอบในการเก็บขน และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานต้องผ่านการอบรมตามหลักสูตรระดับและป้องกันการแพร่กระจายเชื้อที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ การกำหนดเส้นทางการเก็บขน มูลฝอยติดเชื้อที่เหมาะสม ตลอดจนการดูแลรักษา ซ่อมบำรุง ยานพาหนะและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บขน ตามมาตรฐานที่กำหนดในกระทรวงฯ

2. แนวทางการตรวจสอบ และติดตามการใช้งานของวิธีการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อที่เดินระบบในประเทศไทย

ไทย

2.1 เตาเผามูลฝอยติดเชื้อ

1) การปฏิบัติงานเพื่อเดินระบบกำจัดมูลฝอยติดเชื้อต้องเป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานของเทคโนโลยีเตาเผามูลฝอยติดเชื้อที่ใช้กำจัด และเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2) ตรวจสอบระบบการกำจัดและระบบควบคุมมลพิษอย่างสม่ำเสมอ เพื่อเฝ้าระวังผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสุขภาพ เช่น

2.1) ให้ตรวจสอบสภาพ และรับรองประสิทธิภาพการทำงานของเตา และอุปกรณ์เตาเผาเพื่อหาจุดแตกจุดรั่วของเตา และซ่อมแซม โดยหน่วยงานที่ได้รับอนุญาตเป็นอย่างสม่ำเสมอ อย่างน้อยทุกๆ 6 เดือน

2.2) มีการตรวจสอบและรับรองคุณภาพอากาศจากปล่อง อย่างน้อยทุกๆ 6 เดือน โดยหน่วยงานที่ได้รับอนุญาต หากเกินมาตรฐานคุณภาพอากาศจากปล่องเตาเผาที่กำหนด ให้ดำเนินการแก้ไขภายในเวลาที่กำหนด

3) มีการจดบันทึกการเผามูลฝอยติดเชื้อในแต่ละวัน ประกอบไปด้วยข้อมูล

- ปริมาณมูลฝอยที่เข้า

- ปริมาณมูลฝอยที่เผา

- ปริมาณมูลฝอยที่ค้าง (หากไม่สามารถเผาหมดได้ ภายในวันนั้น มูลฝอยที่ตกค้าง จะต้องทำการเผาให้หมดไป ในวันรุ่งขึ้นต่อไป)

- วัดปริมาณเชื้อเพลิง และไฟฟ้าที่ใช้

- อุณหภูมิในห้องเผา

4) ควรเลือกตรวจสอบ และติดตามการใช้งานในช่วงที่มีการเดินระบบเตาเผา เพื่อสังเกตการปฏิบัติงานในทุกขั้นตอนของการเผากำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ดังนี้

- ในขณะที่เดินระบบอุณหภูมิของห้องเผาเป็นไปตามชนิด ประเภทของเตาเผาตามมาตรฐานหรือคู่มือการใช้งานหรือไม่

- ความถี่ในการป้อนมูลฝอย ถ้าป้อนมูลฝอยถี่มากอาจทำให้การเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ เกิดมลพิษที่ปลายปล่อง หรือการป้อนมูลฝอยน้อยมากหรือการไม่ป้อนมูลฝอยขณะทำการตรวจสอบเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหามลพิษที่อาจเกิดจากการชำรุดหรือการเดินระบบที่ผิดปกติ ให้ตรวจสอบตามการจดบันทึก และสังเกตผลที่เกิดขึ้น

- สภาพแวดล้อมหรือสิ่งแวดล้อมโดยรอบโรงงานเผากำจัด ขนาดและการใช้งานห้องพักรวมมูลฝอย การปนเปื้อน/การแตกรั่วไหลของมูลฝอยก่อนป้อนมูลฝอยเข้าเตาเผา การควบคุมการแพร่กระจายเชื้อโรค สุขลักษณะและทำความสะอาดสถานที่กำจัด

2.2 การทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อโดยวิธีใช้ไอน้ำ (Autoclaving or Steam sterilization)

1) การปฏิบัติงานเพื่อเดินระบบกำจัดมูลฝอยติดเชื้อต้องเป็นไปตามมาตรฐานการปฏิบัติงานของเทคโนโลยีการทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อโดยวิธีใช้ไอน้ำ และเป็นไปตามข้อกำหนดของกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

1.1) จะต้องดำเนินการให้ได้ตามเกณฑ์มาตรฐานทางชีวภาพ โดยมีประสิทธิภาพที่สามารถทำลายเชื้อแบคทีเรีย เชื้อรา ไวรัส และพาราสิต ในมูลฝอยติดเชื้อได้หมด คือ ดำเนินการตรวจสอบว่า มูลฝอยติดเชื้อได้ผ่านการกำจัดเชื้อโรคได้ตามเกณฑ์มาตรฐานตามนั้น ให้ใช้วิธีการตรวจวิเคราะห์โดยวิธีการเพาะเชื้อบะซิลลัส สะเทียโรเธอร์โมฟิลลัส (*Bacillus stearothermophilus*) หรือเชื้อบะซิลลัส ซับทิลิส (*Bacillus*

subtilis) ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบ มาตรฐานทางชีวภาพในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2546

1.2) ให้สถานบริการการสาธารณสุข ห้องปฏิบัติการเชื้ออันตราย หรือผู้ที่ได้รับอนุญาต ดำเนินการทำลายเชื้อในมูลฝอยติดเชื้อโดยวิธีใช้น้ำร้อนนั้นตรวจวิเคราะห์ตามประกาศกระทรวงสาธารณสุข เรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบ มาตรฐานทางชีวภาพในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ พ.ศ. 2546 เพื่อตรวจสอบ เกณฑ์มาตรฐานในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อเป็นประจำทุกเดือน และให้รายงานผลการตรวจวิเคราะห์นั้นให้ ราชการส่วนท้องถิ่นทราบเป็นประจำภายในวันที่ห้าของทุกเดือน

2) ตรวจสอบระบบการใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโรคในมูลฝอยติดเชื้อ อย่างปลอดภัยและเป็นไปตาม หลักการทางวิชาการ การปฏิบัติงานด้านสุขาภิบาลสิ่งแวดล้อม และกฎข้อบังคับที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

2.1) ความเสี่ยงที่เกี่ยวข้อง (Associated Risks)

เครื่องนึ่งทำลายเชื้อ(Autoclave) มูลฝอยติดเชื้อ เป็นเครื่องนึ่งที่ใช้อุณหภูมิและความดันสูง ซึ่งผู้ปฏิบัติงานมีความเสี่ยงอันตรายในเรื่องต่อไปนี้:

- ความร้อนจากวัสดุอุปกรณ์ ผนังห้อง และประตูเครื่องนึ่ง
- ไอน้ำร้อนที่หลงเหลือและสิ่งของที่นึ่งแล้วเสร็จในรอบการทำงาน
- ของเหลวที่ต้มนิ่งและล้น กระเด็นกระจายในเครื่อง
- อันตรายที่มีมือและแขนขณะปิดประตู
- อันตรายที่ลำตัวหากมีการระเบิดหรือได้รับไอร้อนกะทันหัน

2.2) การจัดการความเสี่ยง (Risk Management)

2.2.1) ใช้ชุดป้องกันความร้อนลวกและไหม้

2.2.2) การฝึกอบรมการใช้งาน (OPERATOR INSTRUCTIONS Training)

2.2.3) การเตรียมสิ่งของในการนึ่ง(Material Preparation) ให้เหมาะสม

2.2.4) การขนสิ่งของเข้าในเครื่องนึ่ง

- ใส่ถุงมือฉนวนกันความร้อน, รองเท้านิรภัยกันอันตรายหัวแม่เท้า
- ใส่สิ่งของที่นึ่งเข้าในเครื่อง ห้ามใส่สิ่งของที่เข้ากันไม่ได้เข้าเครื่อง
- ห้ามใส่สิ่งของนึ่งเกินภาระเครื่อง; เหลือช่องว่างในห้องนึ่งเพื่อการไหลเวียนของไอน้ำ ถ้าจำเป็นต้องใส่ของนึ่งเต็มกำลังการนึ่ง ให้หลีกเลี่ยง การขัดขวางการไหลเวียนของอากาศ
- ปิดประตูห้องนึ่งและลงสลักประตูอย่างแน่นหนา

2.2.5) การเดินระบบเครื่องนึ่ง

2.2.6) การนำสิ่งของออกจากเครื่องนึ่ง

- ใส่ถุงมือฉนวนกันความร้อนและรองเท้านิรภัยกันอันตรายหัวแม่เท้า
- ต้องแน่ใจว่าความดันในห้องนึ่งลดลงอยู่ที่ '0' ก่อนเปิดประตู
- การสวมถุงมือ การยืนด้านหลังประตูและการเปิดประตูไม่เกิน 1 นิ้ว(2.5 ซม.) เพื่อการปลดปล่อยไอน้ำร้อนที่ละน้อย เป็นมาตรการป้องกันไว้ล่วงหน้า
- การปล่อยให้สิ่งของที่นึ่งอยู่ในห้องนึ่ง 10 นาที เพื่อให้ไอน้ำร้อนจางลง เป็นการลดความเสี่ยงอันตรายแก่ผู้ปฏิบัติงาน

2.2.7) การลงบันทึก (Autoclave Log)

2.2.8) การดูแลรักษาและซ่อมบำรุง

2.2.9) แผนป้องกันอุบัติเหตุ (CONTINGENCY PLAN)

3) การบำรุงรักษาและสอบเทียบเครื่องนึ่งทำลายเชื้อ

การใช้งานเครื่องนึ่งฆ่าเชื้อโรคในมูลฝอยติดเชื้อให้มีประสิทธิภาพและเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด จะต้องเข้าใจแนวทางบำรุงรักษา ตรวจสอบ และสอบเทียบเครื่องนึ่งทำลายเชื้อ(Autoclave) ซึ่งต้องดำเนินการตามคู่มือการใช้เครื่องนึ่งทำลายเชื้อจากผู้ผลิต (Operating Manual) และมาตรฐานการปฏิบัติงาน วิธีการใช้เครื่องนึ่งทำลายเชื้อของแต่ละเครื่อง

ผนวก 1

กฎหมาย ระเบียบ และข้อบังคับที่เกี่ยวกับการจัดการมูลฝอยติดเชื้อ

- พระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. ๒๕๓๕ (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ๒๕๕๐)
- กฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อพ.ศ. ๒๕๔๕
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง ตราหรือสัญลักษณ์สำหรับพิมพ์บนภาชนะบรรจุมูลฝอยติดเชื้อพ.ศ. 2546
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง หลักเกณฑ์และวิธีการตรวจสอบ มาตรฐานทางชีวภาพในการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อพ.ศ. 2546
- ประกาศกระทรวงสาธารณสุขเรื่อง หลักสูตรการฝึกอบรมการป้องกันและระงับการแพร่เชื้อหรืออันตรายที่อาจเกิดจากมูลฝอยติดเชื้อ
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดให้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ซึ่งห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผามูลฝอยติดเชื้อปล่อยอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผาติดเชื้อ
- ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทิ้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช้วิธีการเจือจาง (Dilution) กรณีเอกชนที่ดำเนินการ

๑ เอกชน/ผู้รับจ้างรับทำการเก็บ และขนมูลฝอยติดเชื้อ

- ต้องขออนุญาตรับทำการเก็บ และขนมูลฝอยติดเชื้อตามมาตรา ๑๙ แห่งพระราชบัญญัติการสาธารณสุข พ.ศ. ๒๕๓๕ (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ๒๕๕๐) จากองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบพื้นที่ที่โรงพยาบาลตั้งอยู่เป็นผู้อนุญาต
- ต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อพ.ศ. ๒๕๔๕
- สธ.ได้พัฒนาแบบฟอร์มเอกสารกำกับการขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Waste Manifest System) และออกคำสั่งกระทรวงสาธารณสุขที่ 1852/2556 เรื่อง กำหนดให้สถานบริการการสาธารณสุขและห้องปฏิบัติการเชื้ออันตรายในสังกัดกระทรวงสาธารณสุข ที่มีการจ้างเอกชนดำเนินการขนส่งมูลฝอยติดเชื้อใช้เอกสารกำกับการขนส่งมูลฝอยติดเชื้อ (Infectious Waste Manifest System)
- ต้องขออนุญาตประกอบการขนส่งตามพระราชบัญญัติการขนส่งทางบก พ.ศ. ๒๕๒๒
- มูลฝอยติดเชื้อเป็นวัตถุอันตรายตามพรบ.วัตถุอันตราย พ.ศ.๒๕๓๕ ดังนั้น เอกชนที่เป็นผู้ขนส่งและผู้ประกอบกิจการโรงงานกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ ต้องใช้งานระบบเอกสารกำกับตามระบบของกรมโรงงานด้วย รวมถึง ประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดคุณลักษณะและระบบการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถที่ใช้ในการขนส่งวัตถุอันตราย พ.ศ.๒๕๕๕ และประกาศกรมการขนส่งทางบก เรื่อง กำหนดคุณลักษณะ และระบบการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถสำหรับรถที่ใช้ในการขนส่งวัตถุอันตราย (ฉบับที่ ๒) พ.ศ. ๒๕๕๗ ซึ่งกำหนดให้รถที่นำมาใช้ในการขนส่งวัตถุอันตรายต้องติดตั้งและใช้เครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถ (Global Positioning System:GPS) รวมทั้งกำหนดเกี่ยวกับระบบการทำงานเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถ เงื่อนไขในการรับรองเครื่องบันทึกข้อมูลการเดินทางของรถ และการรายงานข้อมูลการใช้งานของรถ โดยมีศูนย์บริหารจัดการเดินรถด้วยระบบกำหนดตำแหน่งบนโลกเป็นหน่วยงานกำกับดูแลการปฏิบัติตามประกาศดังกล่าว ทั้งนี้ ได้มีการกำหนดให้รถขนส่งวัตถุอันตรายต้องติด

ป้ายและเครื่องหมายแสดงความเป็นอันตรายตามระเภทของวัตถุอันตราย ให้สอดคล้องกับความตกลงว่าด้วยการขนส่งสินค้าอันตรายระหว่างประเทศทางถนน ของคณะกรรมการวิชาการเศรษฐกิจของยุโรปแห่งสหประชาชาติ

๒ เอกชน/ผู้รับจ้างรับทำการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อ

- ต้องขออนุญาตรับทำการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อตามมาตรา ๑๙ แห่งพระราชบัญญัติ การสาธารณสุข พ.ศ. ๒๕๓๕ (ฉบับแก้ไขเพิ่มเติม ๒๕๕๐) จากองค์รปกครองส่วนท้องถิ่นที่รับผิดชอบพื้นที่ที่สถานที่กำจัดตั้งอยู่ เป็นผู้อนุญาต
- ต้องปฏิบัติตามกฎกระทรวงว่าด้วยการกำจัดมูลฝอยติดเชื้อพ.ศ. ๒๕๔๕
- ต้องขออนุญาตประกอบกิจการโรงงานประเภทลำดับที่ ๑๐๑ ตามพระราชบัญญัติโรงงาน พ.ศ. ๒๕๓๕ ของ โรงงานหรือสถานที่กำจัด
- ต้องรายงานการควบคุมมาตรฐานอากาศเสียที่ปล่อยออกจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ ซึ่งต้องเป็นไปตาม ประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดให้เตาเผามูลฝอยติดเชื้อเป็นแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องถูกควบคุมการปล่อยทั้งอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ ซึ่งห้ามมิให้เจ้าของหรือผู้ครอบครองเตาเผา มูลฝอยติดเชื้อปล่อยอากาศเสียออกสู่บรรยากาศ เว้นแต่จะได้ทำการบำบัดอากาศเสียให้เป็นไปตามมาตรฐาน ควบคุมการปล่อยทั้งอากาศเสียจากเตาเผาติดเชื้อ ที่กำหนดไว้ในประกาศกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและ สิ่งแวดล้อม เรื่องกำหนดมาตรฐานควบคุมการปล่อยทั้งอากาศเสียจากเตาเผามูลฝอยติดเชื้อ แต่ทั้งนี้ต้องไม่ใช่ วิธีการเจือจาง (Dilution)