

การศึกษาผลของลักษณะของแผ่นกระจายไอน้ำและชั้นวางวัสดุที่มีต่อ ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึมผ่านหีบห่อวัสดุในห้องสเตอริไลซ์ ของเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง

A Study of the Effects of Characteristic of Steam Distributor and Tray
on the Heat Penetration Time through Wrapped Packages in Sterilized
Chamber of the Gravity Displacement Steam Sterilizer

อนุสรณ์ ชินสุวรรณ*

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาถึงผลของลักษณะของแผ่นกระจายไอน้ำและชั้นวางวัสดุที่มีต่อระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ผ่านหีบห่อวัสดุในห้องสเตอริไลซ์ของเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer) แบบตั้งทรงกระบอกในแนวนอน ขนาดความจุ 200 ลิตร มีห้องสเตอริไลซ์และถังชั้นนอกขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 610 และ 634 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีความยาว 914 มิลลิเมตร โดยการทดสอบได้ครอบคลุมถึง แผ่นกระจายไอน้ำที่มีลักษณะเป็นแผ่นเรียบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 และ 450 มิลลิเมตร และแผ่นกระจายไอน้ำที่มีลักษณะเป็นทรงกรวยที่มีมุมยอดกรวย 150° ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐาน 450 มิลลิเมตร ชั้นวางวัสดุแบบที่ใช้ในปัจจุบันและชั้นวางวัสดุที่เป็นแบบตะแกรงที่มีช่องขนาด 1 นิ้ว X 1 นิ้ว ทั้งนี้โดยใช้หีบห่อขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว เป็นวัสดุทดสอบ ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ชั้นวางวัสดุแบบตะแกรงและแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) แบบทรงกรวยสามารถลดระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ผ่านหีบห่อวัสดุลงได้ ผลที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลในการปรับปรุงเครื่องอบฆ่าเชื้อชนิดเดียวกันนี้ให้ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ผ่านหีบห่อวัสดุลงได้ นอกจากนี้ยังสามารถนำผลที่ได้ไปใช้เป็นบรรทัดฐานในการประมาณช่วงระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ผ่านของวัสดุหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีการห่อหุ้มก่อนเข้าห้องสเตอริไลซ์ได้โดยตรงอีกด้วย

Abstract

The purpose of this research was to study the effects of the characteristic of steam distributor and tray on the heat penetration time through wrapped packages in sterilized chamber of the gravity displacement steam sterilizer which had a capacity of 200 liters, sterilize chamber and jacket diameters of 610 and 634 millimeters respectively and a length of 914 millimeters. The experiments included cases employing flat plate distributor having diameters of 275 and 450 millimeters and conical type steam distributor having an apex angle of 150° with diameter of 450 millimeters, the conventional tray and 1 inch x 1 inch meshed tray. 12 inch x 12 inch x 20 inch linen packing was used as the test material. The experimental results show that meshed tray and conical type steam distributor could reduce the heat penetration time through the material. The results could be applied for the improvement this type of steam sterilizer to have a shorter heat penetration time. In addition, they could be used as a criterion for estimation of heat penetration time of wrapped materials in the sterilization process.

คำสำคัญ: เครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง, เครื่องอบฆ่าเชื้อด้วยไอน้ำ, เครื่องอบฆ่าเชื้อ

Keywords: Gravity Displacement Steam Sterilizer, Steam Sterilizer, Autoclave.

* ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

บทนำ

เครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer) แบบถังทรงกระบอกในแนวนอน ขนาดความจุ 200 ลิตร เป็นเครื่องอบฆ่าเชื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ที่นิยมใช้กันโดยทั่วไปในโรงพยาบาลและสถานพยาบาลต่างๆ เนื่องจากเป็นเครื่องมีโครงสร้างไม่ซับซ้อนทำให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง และง่ายต่อการควบคุม

กระบวนการสเตอริไลซ์หรือกระบวนการอบฆ่าเชื้อ เป็นกระบวนการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์ให้มีจำนวนลดลงจนกระทั่งเชื้อดังกล่าวมีปริมาณอยู่ในระดับความเชื่อมั่นที่ยอมรับได้ (Gardner, J.F., 1986) กระบวนการดังกล่าวนั้น ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิ ความดัน ชนิดของวัสดุ อุปกรณ์ที่ต้องการอบฆ่าเชื้อ และระยะเวลาของกระบวนการ

ระยะเวลาของกระบวนการอบฆ่าเชื้อ (total exposure time) หมายถึง ระยะเวลาของช่วงอุ่นเครื่องให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ (warm-up time) และระยะเวลาของกระบวนการสเตอริไลซ์ (sterilization time) (Fuller, 1994) สำหรับในกรณีที่มีการเตรียมวัสดุหรืออุปกรณ์ที่ต้องการอบฆ่าเชื้อโดยการห่อหุ้มด้วยผ้าสะอาดก่อนเข้าห้องอบฆ่าเชื้อ (sterilize chamber) แล้ว ระยะเวลาของกระบวนการสเตอริไลซ์ (sterilization time) คือ ระยะเวลาของระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ไปถึงวัสดุที่ต้องการอบฆ่าเชื้อ และระยะเวลาที่ใช้ในการคงอุณหภูมิไว้ตามกำหนด (holding time) ความสัมพันธ์ของช่วงระยะเวลาต่างๆที่กล่าวมาเป็นดัง รูปที่ 1

สำหรับวัสดุหนึ่งๆ ที่ต้องการอบฆ่าเชื่อนั้น อาจสามารถเลือกอุณหภูมิและระยะเวลาที่ใช้ในการคงอุณหภูมิไว้ตามกำหนด (holding time) โดยระยะเวลานั้นเริ่มนับตั้งแต่วัสดุทั่วทั้งก้อนมีอุณหภูมิเท่ากับอุณหภูมิของกระบวนการสเตอริไลซ์ ดังตารางที่ 1

อนึ่ง เนื่องจากความดันและอุณหภูมิของไอน้ำอิ่มตัว (saturated steam) มีความสัมพันธ์กันอย่างแน่นอน (Wylene, 1994) ทำให้สามารถทราบถึงช่วงระยะเวลาที่ห้องอบฆ่าเชื้อ (sterilize chamber) มีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิสเตอริไลซ์ได้ ทั้งนี้สังเกตได้จากการปล่อยไอน้ำออกจากห้องอบฆ่าเชื้อ (sterilize chamber) โดยวาล์วนิรภัย (safety valve) อย่างไรก็ตาม ยังขาดข้อมูลในส่วนของระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ไปถึงวัสดุ หรืออุปกรณ์เครื่องมือทางการแพทย์ที่ต้องการอบฆ่าเชื้อ ดังนั้น การวิจัยในครั้งนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะศึกษาถึงผลของแผ่นกระจายไอน้ำ (distributor plate) และชั้นวางวัสดุในห้องอบฆ่าเชื้อที่มีต่อระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึมผ่านหีบห่อขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว ที่อุณหภูมิ 121°C โดยการศึกษาจะครอบคลุมถึง แผ่นกระจายไอน้ำ (distributor plate) ที่มีลักษณะเป็นแผ่นแบนเรียบ (flat plate) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 และ 450 มิลลิเมตร และแผ่นกระจายไอน้ำ (distributor plate) ที่มีลักษณะเป็นทรงกรวยที่มุมยอดกรวยเป็น 150 องศา โดยมีเส้นผ่าศูนย์กลางของฐานกรวยเป็น 450 มิลลิเมตร ส่วนชั้นวางวัสดุนั้นจะศึกษารวมแบบที่ใช้ในปัจจุบันและแบบที่มีลักษณะเป็นตะแกรงที่มีขนาดช่องห่างเป็น 1 นิ้ว X 1 นิ้ว

อุปกรณ์และวิธีการวิจัย

เครื่องที่อบฆ่าเชื้อที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเครื่องอบฆ่าเชื้อที่ใช้ไอน้ำเป็นตัวกลางในการพาความร้อน และระบบไล่อากาศออกจากเครื่องเป็นแบบแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer) ทำงานที่ความดัน 14.4 kg/cm²G หรือที่อุณหภูมิ 121°C โดยมีลักษณะโดยทั่วไป ดังรูปที่ 2 โดยที่ห้องสเตอริไลซ์และถังชั้นนอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 610 และ 634 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีความยาวเป็น 914 มิลลิเมตร ไอน้ำที่ออกจากหม้อกำเนิดไอน้ำจะไหลเข้า

ช่องว่างระหว่างผนังถึงชั้นนอกและผนังของห้องสเตอริไลซ์ ผ่านท่อไอน้ำ ผ่านวาล์วปิด-เปิด V1 แล้วจึงไหลเข้าสู่ห้องสเตอริไลซ์ที่ฝาปิดหลังของเครื่อง เพื่อให้เกิดการกระจายไอน้ำภายในห้องสเตอริไลซ์ได้ดี ดังนั้นจึงมีการติดตั้งแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) ไว้ที่หน้าหัวฉีดไอน้ำ (steam nozzle) รายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3

แผ่นกระจายไอน้ำ

แผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) ที่ใช้ในการศึกษาในครั้งนี้สร้างขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาประมาณ 0.8 มิลลิเมตร โดยแบ่งออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 เป็นแผ่นแบนเรียบที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 มิลลิเมตร

แบบที่ 2 เป็นแผ่นแบนเรียบที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร

แบบที่ 3 เป็นแบบรูปทรงกรวยที่มีมุมยอดกรวยเป็น 150 องศา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐานเป็น 450 มิลลิเมตร

ชั้นวางวัสดุ

ชั้นวางวัสดุถูกติดตั้งไว้ในห้องสเตอริไลซ์โดยวางสูงกว่าผนังล่างสุดของห้องสเตอริไลซ์เป็นระยะ 70 มิลลิเมตร ชั้นวางวัสดุที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ แบ่งเป็น 2 แบบ ดังนี้

แบบที่ 1 ชั้นวางวัสดุที่ใช้ในปัจจุบัน ซึ่งสร้างจากแผ่นสแตนเลสโดยมีรายละเอียด ดังรูปที่ 4

แบบที่ 2 ชั้นวางวัสดุที่มีลักษณะเป็นตะแกรงสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีช่องขนาด 1 นิ้ว X 1 นิ้ว สร้างจากลวดที่มีขนาด 1.5 มิลลิเมตร

วิธีการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้จะใช้ผ้าผืนใหญ่พับให้มีขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว แล้ววางเรียงกันให้ได้ยาว 20 นิ้ว แล้วห่อด้วยผ้าอีกชั้นหนึ่ง ขนาดของท่อผ้าดังกล่าวเป็นขนาดใหญ่ที่สุดที่สามารถยึดยอมให้เข้าเครื่องอบได้ (Perkins, 1956) มาเป็นวัสดุทดสอบ

การทดลองเพื่อหาข้อมูลการกระจายอุณหภูมิที่เกิดขึ้นภายในห้องผ้าดังกล่าว ทำโดยการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิล (thermocouple) ไว้ที่จุดต่างในท่อผ้า รายละเอียดเป็นไปตาม รูปที่ 5

ข้อมูลของการกระจายอุณหภูมิภายในห้องอบฆ่าเชื้อ (chamber temperature) นั้น ได้การวัดอุณหภูมิจากเทอร์โมคัปเปิลที่ได้ติดตั้งไว้ในห้องอบฆ่าเชื้อโดยมีการติดตั้งไว้ที่ตำแหน่งต่าง ๆ ภายในห้องอบ ดังรายละเอียดที่แสดงไว้ในรูปที่ 6 เทอร์โมคัปเปิลทั้งหมด 13 จุด ที่แสดงดังรูปที่ 5 และรูปที่ 6 ได้ต่อเข้ากับเครื่องบันทึกอุณหภูมิที่ตั้งให้อ่านค่าทุก ๆ 10 วินาที

การทดลองนั้นเริ่มจาก ปิดวาล์วปิด-เปิด V1 V2 และ V3 ดังแสดงในรูปที่ 2 ทั้งสามตัว เปิดสวิตช์หลอดทำความร้อนรอให้หม้อกำเนิดไอน้ำสามารถผลิตไอน้ำจนได้ความดันตามต้องการ ในช่วงนี้ไอน้ำจะไหลผ่านช่องว่างระหว่างผนังของถึงชั้นนอกและผนังของห้องอบ เมื่อมาตรวัดความดัน P1 อ่านค่าได้ 1.4 kg/cm²G พร้อมกับวาล์วนิรภัยมีการระบายไอน้ำออกจากห้องอบ เริ่มเปิดวาล์ว V1 เพื่อให้ไอน้ำไหลเข้าห้องสเตอริไลซ์ (sterilize chamber) พร้อมกับเริ่มบันทึกอุณหภูมิที่จุดต่าง ๆ จากนั้นคอยจนกระทั่งอุณหภูมิทุกจุดในห้องผ้ามีค่าเท่ากับ 121°C ปล่อยให้กระบวนการดำเนินต่อจากจุดนี้ไปอีก 30 นาที จากนั้นหยุดการปล่อยไอน้ำเข้าห้องสเตอริไลซ์ (sterilize chamber) โดยการปิดวาล์ว V1 แล้วปล่อยให้ไอน้ำออกจากห้องสเตอริไลซ์ (sterilize chamber) โดยการเปิดวาล์ว V2 และ V3 ทำการทดลองเช่นนี้ซ้ำกับทุก ๆ แบบของแผ่นกระจายไอน้ำและทุกแบบของชั้นวางวัสดุ

ผลการวิจัย

จากข้อมูลที่ได้จากการวิจัยดังรูปที่ 7 ถึงรูปที่ 12 ได้นำมาสรุปเป็นผลการวิจัยได้ตารางที่ 2

ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่า ลักษณะของแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) และลักษณะของชั้นวางวัสดุมีผลต่อระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม

(penetration time) ห่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว ดังนี้

การใช้ชั้นวางวัสดุแบบที่ใช้ในปัจจุบันร่วมกับแผ่นกระจายความร้อน (steam distributor) แบบแผ่นเรียบนั้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของแผ่นเรียบไม่มีผลต่อระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) อย่างไรก็ตาม หากเปลี่ยนแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) มาเป็นแบบทรงกรวยแล้ว จะทำให้สามารถลดระยะเวลาดังกล่าวลงได้ 15 นาที

เมื่อเปลี่ยนชั้นวางวัสดุจากแบบที่ใช้ในปัจจุบันมาเป็นแบบตะแกรงแล้วจะสามารถลดเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ลงได้ 15 นาที และ 10 นาที เมื่อใช้ร่วมกับแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) แบบแบนเรียบที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 มิลลิเมตร และ 450 มิลลิเมตร ตามลำดับ และ 10 นาที หากแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) เป็นแบบทรงกรวยขนาดที่มีมุมยอดเป็น 150° เส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร

สรุปและวิจารณ์ผล

ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ผ่านห่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว สำหรับเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer) แบบถังทรงกระบอกในแนวนอน ขนาดความจุ 200 ลิตร ที่มีชั้นวางวัสดุแบบที่ใช้ในปัจจุบัน สามารถลดลงได้ 15 นาที เมื่อเปลี่ยนแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) มาเป็นแบบทรงกระบอกที่มีมุมยอดเป็น 150° ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐานเป็น 450 มิลลิเมตร สำหรับทุก ๆ แบบของแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) ที่ใช้ในการวิจัยแล้ว ลักษณะของชั้นวางวัสดุมีผลต่อเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time)

จะเห็นว่าเมื่อนำแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) แบบกรวยที่มีมุมยอดเป็น 150° ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐาน 450 มิลลิเมตร ใช้ร่วมกับชั้นวาง

วัสดุที่มีลักษณะเป็นตะแกรงที่สร้างจากลวดขนาด 1.5 มิลลิเมตร โดยมีขนาดช่องเป็น 1 นิ้ว X 1 นิ้ว แล้ว จะมีเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ห่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว น้อยที่สุด

ผลของการวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการปรับปรุงการกระจายไอน้ำของเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer) แบบถังทรงกระบอกในแนวนอน ขนาด 200 ลิตร ที่มีห้องสเตอริไลซ์และถึงชั้นนอกมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเป็น 610 และ 634 มิลลิเมตร ตามลำดับ และมีความยาวเป็น 914 มิลลิเมตร ได้โดยการเปลี่ยนชั้นวางวัสดุให้เป็นแบบตะแกรง และเปลี่ยนแผ่นกระจายไอน้ำให้เป็นแบบทรงกรวยที่มีมุมยอดเป็น 150° ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางฐาน 450 มิลลิเมตร นอกจากนี้ยังสามารถใช้ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ที่ได้จากการวิจัยในครั้งนี้ไปเป็นบรรทัดฐานในการประมาณระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึม (penetration time) ของวัสดุหรืออุปกรณ์ทางการแพทย์ที่มีการห่อผ้าก่อนเข้าห้องสเตอริไลซ์ได้โดยตรงอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของ โครงการวิจัย การปรับปรุงเครื่องอบฆ่าเชื้ออุปกรณ์และเครื่องมือทางการแพทย์ แบบควบคุมอัตโนมัติ ที่สนับสนุนทุนวิจัยโดย สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.) ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณหน่วยงานดังกล่าวมา ณ ที่นี้ด้วย

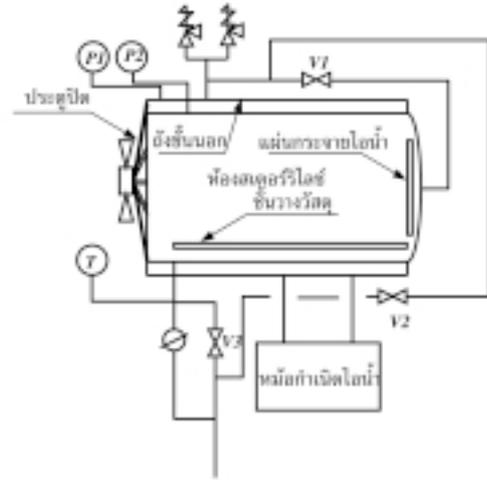
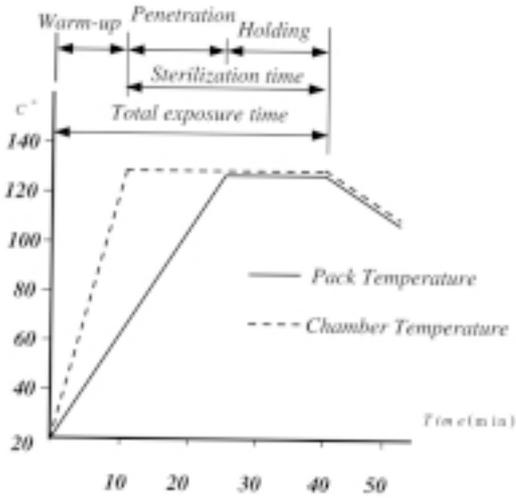
เอกสารอ้างอิง

- Gardner, J.F. and Peel, M.M.. 1986. **Introduction to Sterilization and Disinfection.** Melbourne: Churchill Livingstone.
- Perkins, J.J. 1956. **Principles and Methods of Sterilization.** Springfield: Charles C Thomas.

- Wyllen, G.V., Sonntag, R. and Borgnakke. 1994. **Fundamentals of Classical Thermodynamics**. New York : John Wiley & Sons.
- Fuller, J.R.. 1994. **Surgical Technology : Principle and Practice**. Philadelphia : W.B. Saunders.

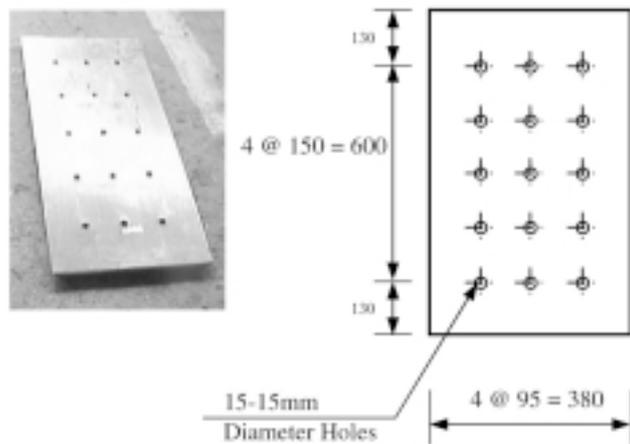
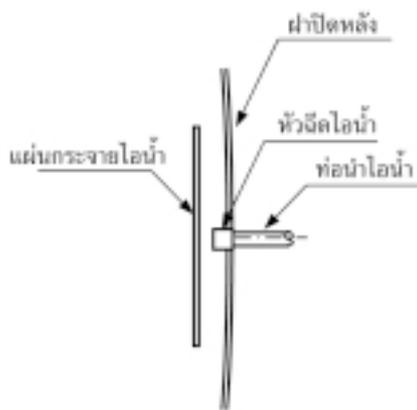
ตารางที่ 1 ระยะเวลาใช้ในการคงอุณหภูมิไว้ตามกำหนด (holding time) ต่ำสุดมาตรฐานสำหรับการสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำโดยเริ่มนับเมื่อวัสดุมีอุณหภูมิถึงอุณหภูมิสเตอริไลซ์ ใช้สำหรับเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Fuller, 1994)

Materials	Minimum Time Required	
	121°C (250°F) ^a	132°C (270°F) ^a
Brushes, in dispensers, in cans, or individually wrapped	30 min	15 min
Dressings, metal in paper or muslin	30 min	15 min
Glassware ,empty, inverted I	15 min	3 min
Instruments, metal only, any number (unwrapped)	15 min	3 min
Instruments, metal, combined with suture, tubing, or other porous materials (unwrapped)	20 min	10 min
Instruments, metal only, in covered and /or padded tray	20 min	10 min
Instruments, metal, combined with other materials (in covered and/or padded tray)	30 min	15 min
Instruments wrapped in double-thickness muslin	30 min	15 min
Linen, packs (maximum size 12 x 12 x 20 inches and weight 12 pounds)	30 min	
Needles, individually packaged in glass tubes or paper, lumen moist	30 min	15 min
Needles, unwrapped (lumen moist)	15 min	3 min



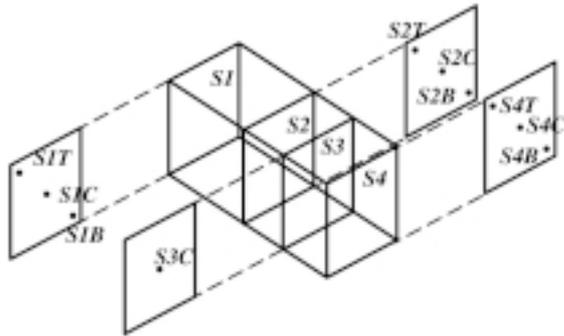
รูปที่ 1 ความสัมพันธ์ของระยะเวลาต่างในกระบวนการอบฆ่าเชื้อ

รูปที่ 2 ลักษณะโดยทั่วไปของเครื่องสเตอริไลซ์ด้วยไอน้ำชนิดแทนที่ด้วยแรงโน้มถ่วง (Gravity Displacement Steam Sterilizer)

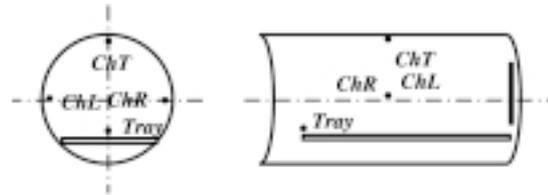


รูปที่ 3 ตำแหน่งการจัดวางของแผ่นกระจายไอน้ำ (steam distributor) และหัวฉีดไอน้ำ (steam nozzle)

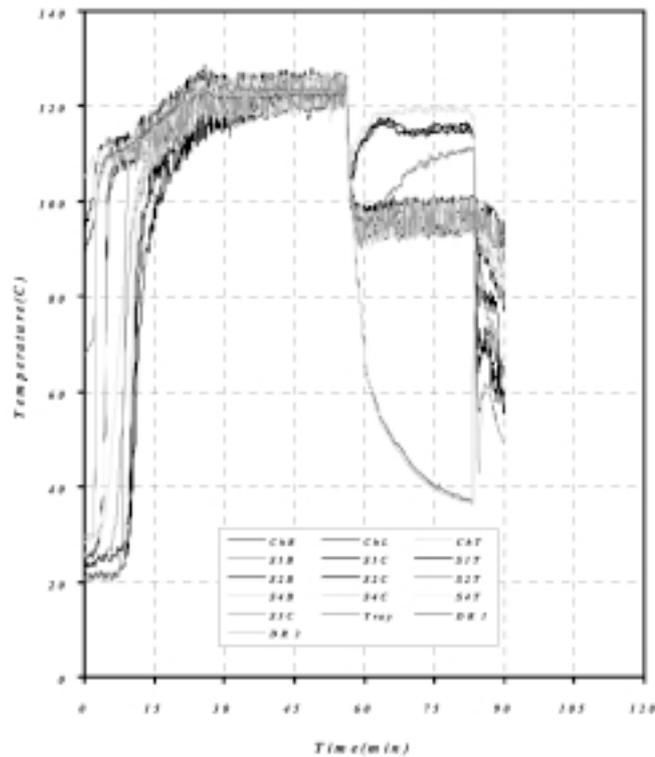
รูปที่ 4 ชั้นวางวัสดุที่ใช้ในปัจจุบัน



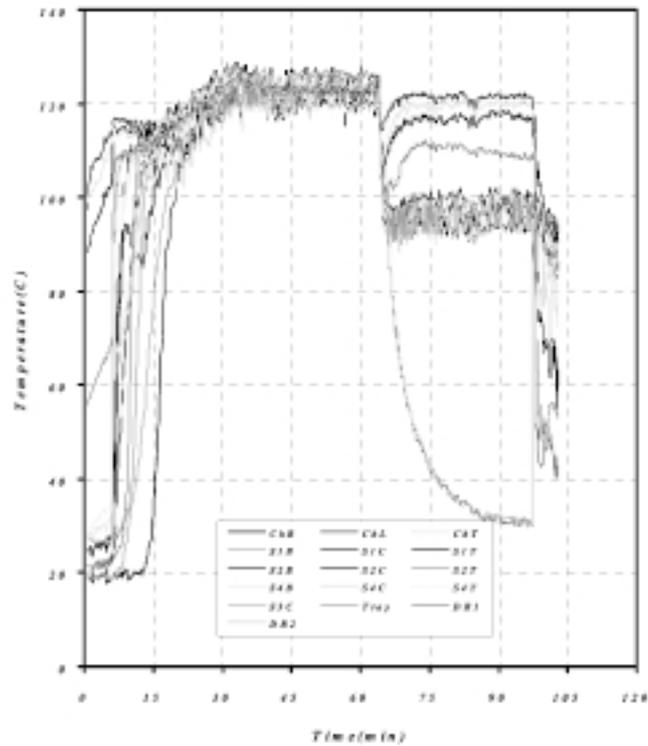
รูปที่ 5 ตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในถาด



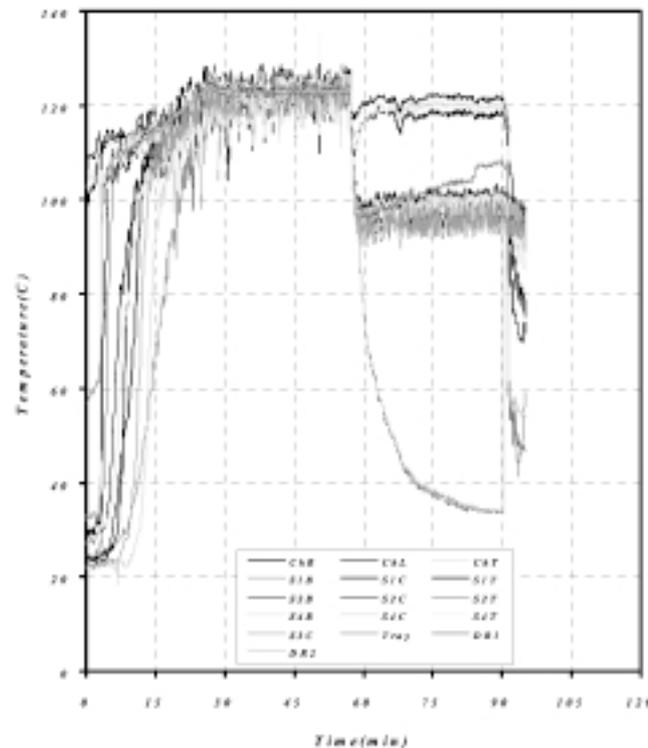
รูปที่ 6 ตำแหน่งการติดตั้งเทอร์โมคัปเปิลในห้องอบ



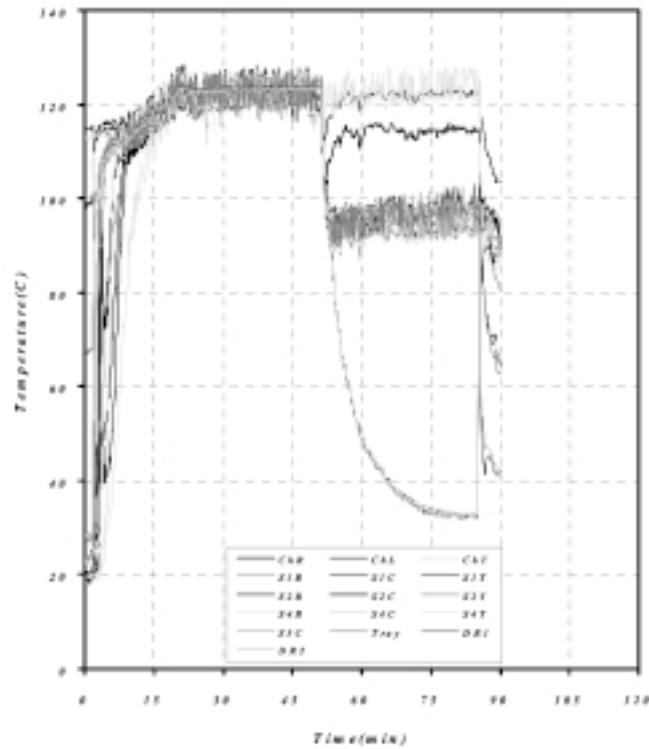
รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เกิดขึ้นภายในห้องขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว เมื่อใช้แผ่นกระจาย
ไอน้ำแบบแผ่นแบนเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 มิลลิเมตร และชั้นวางวัสดุแบบที่ใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 10 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เกิดขึ้นภายในท่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว เมื่อใช้แผ่นกระจายไอน้ำแบบแผ่นแบนเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มิลลิเมตร และชั้นวางวัสดุแบบตะแกรง



รูปที่ 11 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เกิดขึ้นภายในท่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว เมื่อใช้แผ่นกระจายไอน้ำแบบทรงกรวยที่มีมุมยอดกรวยเป็น 150° และชั้นวางวัสดุแบบที่ใช้ในปัจจุบัน



รูปที่ 12 ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับเวลาที่เกิดขึ้นภายในหีบห่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว เมื่อใช้แผ่นกระจายไอน้ำแบบทรงกรวยที่มีมุมยอดกรวยเป็น 150° และชั้นวางวัสดุแบบตะแกรง

ตารางที่ 2 ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึมผ่านหีบห่อผ้าขนาด 12 นิ้ว x 12 นิ้ว x 20 นิ้ว ที่อุณหภูมิ 121°C

แผ่นกระจายไอน้ำ	ชั้นวางวัสดุ	ระยะเวลาที่ความร้อนใช้ในการแทรกซึมไปทั่ววัสดุ
แบบที่ 1 แผ่นแบนเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 275 มม.	แบบที่ 1 แบบที่ไฮโนปัจจุบัน	45
แบบที่ 2 แผ่นแบนเรียบเส้นผ่าศูนย์กลาง 450 มม.	แบบที่ 2 แบบตะแกรง	30
แบบที่ 3 ทรงกรวยเส้นผ่าศูนย์กลางฐาน 450 มม.	แบบที่ 1 แบบที่ไฮโนปัจจุบัน	30
	แบบที่ 2 แบบตะแกรง	20