

เมธี ชลไมตรี : การพัฒนาอุปกรณ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยวสำหรับสุนัข

(DEVELOPMENT OF A BACTERIA SYERILIZATION APPARATUS FOR MUNCHY AND

RAWHIDE DOG CHEWS) อ.ที่ปรึกษา: ศ.ดร. วิวัฒน์ คันทะพานิชกุล, อ.ที่ปรึกษาร่วม: ผศ. ดร. ศิริพร

ดำรงศักดิ์กุล, 196 หน้า. ISBN 974-17-2409-8

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาและสร้างอุปกรณ์ร่อนสำหรับฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Salmonella ที่จ้องใจใส่ป่นเปื้อนในผลิตภัณฑ์ขบเคี้ยวสำหรับสุนัข พร้อมทั้งหาเงื่อนไขที่เหมาะสมกับการฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Salmonella อย่างสมบูรณ์ เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานในการออกแบบอุปกรณ์ฆ่าเชื้อดังกล่าวในระดับอุตสาหกรรม โดยผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาทดลอง คือ กระดูกอัดขนาด 12 นิ้ว เพราะมีขนาดใหญ่ที่สุดและฆ่าเชื้อให้หมดได้ยาก เงื่อนไขการฆ่าเชื้อที่นำมาพิจารณา ได้แก่ อุณหภูมิภายในกึ่งกลางของปลายด้านหนึ่งของชิ้นกระดูก, ความดันภายในเครื่องฆ่าเชื้อ, ระยะเวลาที่ให้ความร้อน และความชื้นหรือน้ำหนักที่เพิ่มขึ้นในผลิตภัณฑ์ จากนั้นจะทำการออกแบบอุปกรณ์ฆ่าเชื้อแบคทีเรียในระดับอุตสาหกรรม โดยมีอัตราการผลิตประมาณ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง

ผลการทดลองในเครื่องระดับโต๊ะทดลอง (Bench Scale) โดยใช้หม้อนึ่งความดันไอบรรจุวิธีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำ ความดันต่ำ สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Salmonella ที่จ้องใจใส่ภายในส่วนลึกของผลิตภัณฑ์ได้หมด โดยใช้เงื่อนไขคือ ความอุณหภูมิภายในกึ่งกลางกระดูกไม่ต่ำกว่า 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 15 นาที ในแง่คุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการทดลอง พบว่า ผิวผลิตภัณฑ์เป็นขุย ปริออกมา และมีสีซีด เมื่อทดลองแก้ปัญหาโดยการนำผลิตภัณฑ์ไปหุ้มด้วยถุงพลาสติกที่ทนร้อน แล้วนำไปทำการทดลองฆ่าเชื้อ พบว่า ลักษณะภายนอกและสีของชิ้นกระดูกหลังการทดลองมีสีที่เปลี่ยนและใกล้เคียงกับก่อนการทดลอง แต่โดยรวมแล้วต้องต้องเสียเวลาในการใส่กระดูกแต่ละชิ้นในถุงและรัดปากถุงด้วยหนังสติก และใช้เวลาในการฆ่าเชื้อเพิ่มขึ้นประมาณ 50% เมื่อเทียบกับกรณีไม่หุ้มด้วยถุงร้อน ซึ่งจะนำไปสู่ค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้นและผลผลิตที่ต่ำลงค่อนข้างมาก ในกรณีไม่หุ้มด้วยถุงร้อนผลการทดลองที่อุณหภูมิให้ความร้อนสูงขึ้นโดยการเพิ่มความดันไอน้ำเป็นระยะเวลานาน ในช่วงแรกของการให้ความร้อน (Initial Heating Phase) ปรากฏว่า สามารถลดระยะเวลาการให้ความร้อนได้ ประมาณ 5 นาทีจากเดิมประมาณ 20 นาที แต่ลักษณะของผิวผลิตภัณฑ์หลังการทดลอง พบว่า ผิวยังเป็นขุย สีซีดลง และหนังยังคงปรืออยู่พอสมควร อนึ่งได้ทำการทดลองโดยลดปริมาณน้ำที่ใส่ในหม้อนึ่งความดันไอบอก่อนเริ่มการทดลองจาก 500 มิลลิลิตรซึ่งมากเกินไปเหลือ 20-10 มิลลิลิตร ผลการทดลองพบว่า ลักษณะของผิวชิ้นกระดูกเป็นขุยน้อยลง หนังไม่ปรือ แต่ผิวนอกจะดูแห้งมาก และเกิดการพองตัว อีกทั้งน้ำหนักของผลิตภัณฑ์จะลดลงในกรณี 10 มิลลิลิตร ซึ่งหมายความว่า เกิดการลดของความชื้นลงเหลือในชิ้นกระดูกหลังฆ่าเชื้อ จึงสรุปได้ว่า ในกรณีการใช้น้ำหม้อนึ่งความดันไอน้ำ มีค่าเหมาะสมของปริมาณน้ำที่ใส่ไว้ตอนแรกในหม้อนึ่งความดันไอน้ำ คือ 20 มิลลิลิตร

ผลการทดลองในเครื่องระดับนำร่องที่ออกแบบและประกอบขึ้นที่โรงงานของบริษัท เวลด์เพ็คอินเตอร์เนชั่นแนล จำกัด พบว่า วิธีการให้ความร้อนโดยตรงโดยใช้ไอน้ำ และการให้ความร้อนแบบแห้งโดยการแผ่รังสีผ่านผนังในเครื่องนำร่อง และวิธีใช้ลมร้อนในเครื่องอบแห้งขนาดใหญ่ของโรงงาน ในแง่คุณภาพผลิตภัณฑ์ ผิวผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงจากระดับมากไปน้อยตามวิธีการให้ความร้อน ดังนี้ การใช้ไอน้ำ > การให้ความร้อนผ่านผนัง > การใช้ลมร้อน ตามลำดับ ในขณะที่พิจารณาแง่การฆ่าเชื้อพบว่า การให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำ สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Salmonella ได้หมด แต่การให้ความร้อนผ่านผนังและการใช้ลมร้อน ไม่สามารถฆ่าเชื้อแบคทีเรีย Salmonella ได้หมด

ด้วยเหตุผลดังกล่าวข้างต้น การออกแบบเครื่องฆ่าเชื้อในระดับอุตสาหกรรมโดยมีอัตราการผลิตประมาณ 150 กิโลกรัมต่อชั่วโมง จึงได้เลือกใช้วิธีการให้ความร้อนโดยตรงโดยใช้ไอน้ำ ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนหลักคือ ส่วนควบคุมการป้อนไอน้ำ, ส่วนตัวเครื่องฆ่าเชื้อ และส่วนการดึงสูญญากาศ รายละเอียดของผลการออกแบบในเชิงวิศวกรรมมีอยู่ใน บทที่ 8 ของวิทยานิพนธ์

This work is devoted to the development and construction of a pilot-scale sterilizer for use in sterilizing an intentionally contaminated with rowhide dogchew product *Salmonella* Bacteria. The optimum condition for complete sterilization is also determined for use in the design of a industrial sterilizer. The 12-inch rowhide dogchew, which is of the largest product size and hardest to completely sterilize, is used in the sterilization experiments. The effects on sterilization process of four operating conditions, i.e. internal middle temperature at one end of a sample, internal pressure of the sterilizer, temperature-holding time and final moisture or the increase in sample weight, are experimentally studied. The experimental results are used in the design and sizing of an industrial sterilizer at a production rate of 150 kg/h.

Experimental results from a bench-scale autoclave show that complete sterilization was achieved by low-pressure steam heating at a controlled sample's internal temperature of 70°C maintained for 15 minutes. The sample surface is observed to be napped, parted and paler in color. An effort to overcome the quality deterioration is carried out by wrapping the dogchew with heat-resistance plastic bags before starting the sterilization process, and it is found, after sterilization, that the sample surface appeared better and almost the same as that before sterilization. However, it results in increased operating time for both the wrapping and 50% longer holding time with lead to higher operating cost and much lowered productivity. For sterilization of unwrapped dogchew, increased the heating temperature at the initial heating phase by briefly increasing steam pressure is observed to reduce heating time for 5 minutes out of 30 minutes. In addition, experiments were conducted at a decreased initial volume of water from 500 ml to 20-10 ml in the autoclave. The experimental results show improvement in the sample surface with less napping and negligible parting but, in the case 10 ml of water, the sample surface was dry and swollen. The final sample weight also decreased due to loss in its moisture quantity. This indicates that the optimum content of water filled in the autoclave is 20 ml.

Additional, experiments were conducted using a pilot-scale sterilizer designed fabricated and set up at World Pet International Co., LTD. The effects on sample surface quality of three types of heating modes, i.e. direct steam heating and heating by thermal radiation from the wall in the pilot-scale unit and heating by hot air in a full-scale dryer, were studied. From the experiments, it is found that the in decreasing order of surface quality effect of these three heating modes is direct steam heating, heating by radiation and heating by hot air. In view of sterilizing effectiveness, a complete sterilization was achieved only by the direct steam heating method whereas, the other two heating modes failed to give complete sterilization.

The design and sizing of an industrial sterilizer is carried out at a production rate of 150 kg/h composed of three main sections, i.e. steam supply contraller, sterilizing vessel and vacuum maker is carried out. Chapter 8 of this thesis is devoted to a complete detail of the description of the sterilizer.