บทที่ 3

ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการกำจัดเชื้อแบคทีเรีย จะจำแนกออกเป็นสองส่วน คือ งานวิจัยที่เกี่ยวกับการกำจัดเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำ และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการกำจัดเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการอื่นๆ

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการกำจัดเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการให้ความร้อนด้วยไอน้ำ มีดังนี้

Michael และคณะ [1] ทำการศึกษากระบวนการ Pasteurization ที่ผิว Hot Dog อย่างรวดเร็ว (Rapid Surface Pasteurization) โดยการป้อนไอน้ำสลับกับการดึงสุญญากาศ เพื่อกำจัดเชื้อ Listeria Innocua ในงานวิจัยนี้ต้องการหาสภาวะที่เหมาะสมซึ่งพารามิเตอร์ที่ต้องการศึกษาได้แก่ อุณหภูมิไอน้ำ, เวลา และจำนวนรอบ โดยเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้น อาศัยหลักการดึงสุญญากาศ ดึงอากาศที่เปรียบเหมือนตัวต้านทาน(Insulating Fluid) ออก จากนั้นป้อนไอน้ำเข้าไปทำให้ไอน้ำควบแน่นเพื่อถ่ายเทพลังงานความร้อนโดยตรงให้กับHot Dog สำหรับการดึงสุญญากาศครั้งที่สองเพื่อลดอุณหภูมิ ซึ่งกระบวนการทั้งหมดจะเกิดขึ้นภายในเวลา 1-2 วินาที จากการทดลองสรุปว่า สภาวะที่เหมาะสมได้แก่ เวลาในการดึงสุญญากาศเริ่มต้น 0.1 วินาที เวลาในการป้อนไอน้ำ 0.3 วินาทีต่อรอบที่อุณหภูมิไอน้ำ 138^{o}C เวลาในการดึงสุญญากาศครั้งที่สองเท่ากับ 0.3 วินาที โดยวนกระบวนการทั้งหมด 2 รอบ พบว่าสามารถลดปริมาณเชื้อ Listeria Innocua ลง 3 log CFU/mlจากเดิม 10^{6}CFU/ml และสามารถลดปริมาณเชื้อจนถึง >5 log CFU/ml โดยการเพิ่มจำนวนรอบ ทั้งนี้ต้องอยู่ในข้อจำกัดที่ไม่ทำให้สภาพผิว Hot Dog เปลี่ยนแปลง

Castillo และคณะ [2] ทำการศึกษาเปรียบเทียบวิธีการลดปริมาณแบคทีเรียบนผิวเนื้อเยื่อวัว โดยการใช้ระบบให้ไอน้ำสลับกับการดึงสุญญากาศ และการใช้โดยประกอบด้วยการฉีดน้ำร้อนและฉีดด้วยกรด Lactic ในงานวิจัยนี้จะใช้ชิ้นเนื้อเยื่อของวัว 3 ส่วน คือ ผิวด้านนอก, เนื้อหน้าอก, และก้อนเลือด โดยตัดให้มีขนาด 5 cm^{3}เท่าๆกัน จากนั้นทาอุจจาระวัวปริมาณ 0.025 กรัม ลงบนชิ้นเนื้อเยื่อ สำหรับการวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียจะใช้วิธีวัด Aerobic Plate Counts (APC), นับปริมาณ Enterobacteriacae, นับปริมาณ Coliform, นับปริมาณ Thermotolerant Coliform, และ E. Coli. ไอน้ำที่ฉีดมีอุณหภูมิประมาณ 95 ^{o}C น้ำร้อนที่ใช้มีอุณหภูมิประมาณ 90 ^{o}C และกรด L-Lactic ความเข้มข้น 2% อุณหภูมิ 55 ^{o}C ผลการทดลองพบว่าการใช้ระบบให้ไอน้ำสลับกับการดึงสุญญากาศ

สามารถลดปริมาณแบคทีเรียได้ประมาณ 3 log CFU/cm^2 สำหรับทุกวิธีที่วัด และกรณีเพิ่มด้วยการฉีดน้ำร้อนและฉีดด้วยกรด Lactic พบว่าสามารถลดปริมาณแบคทีเรียได้ประมาณ 4.4 log CFU/cm^2 สำหรับการวัด APC ในการวัดด้วยวิธีอื่น ปรากฏว่าไม่สามารถวัดค่าได้ (เชื้อมีปริมาณ<1 log CFU/cm^2) สามารถสรุปได้ว่าการเพิ่มวิธีการฉีดน้ำร้อนและฉีดด้วยกรด Lacticหลังการใช้ระบบให้ไอน้ำสลับกับการดึงสุญญากาศ จะช่วยลดปริมาณแบคทีเรียได้เพิ่มมากขึ้น โดยชิ้นเนื้อเยื่อวัวทั้ง 3 ประเภทให้ผลในทางเดียวกัน และการลำดับของแต่ละกระบวนก็ให้ผลเหมือนกัน

Abbey และคณะ [4] ทำการทดลองการใช้กระบวนการ Steam Pasteurization ในกระบวนการผลิตเนื้อสำหรับการพาณิชย์ ผลของกระบวนการ Steam Pasteurization สำหรับการลดจำนวนแบคทีเรียบนชิ้นเนื้อวัวถูกนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ โดยใช้เนื้อวัวในการทดลองจำนวน 140 ชิ้น แต่ละชิ้นจะตรวจเชื้อแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังการทำ Steam Pasteurization และอีกทั้งที่เวลา 24 ชั่วโมงหลังการ Pasteurization อนึ่งชนิดของเชื้อแบคทีเรียที่ใส่เติมที่ผิวของชิ้นเนื้อ คือ Aerobic Bacteria, E. col, Coliform และ Enterobacteria จากการทดลองพบว่าจำนวนแบคทีเรียทุกชนิดมีปริมาณลดลง การศึกษานี้ชี้ให้เห็นว่า กระบวนการ Steam Pasteurization เป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพสำหรับการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนชิ้นเนื้อได้เกือบหมด

Randall และคณะ [3] ทำการทดลองเปรียบเทียบกระบวนการ Steam Pasteurization และวิธีอื่นสำหรับการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนผิวชิ้นเนื้อวัวสด อนึ่งนอกจากกระบวนการ Steam Pasteurization แล้วอาจจะใช้วิธีการเล็มด้วยมีด การล้างน้ำที่อุณหภูมิประมาณ 35 ^{0}C การล้างผิวเนื้อด้วยน้ำร้อนหรือไอน้ำที่สุญญากาศ และวิธีการการฉีดล้างผิวเนื้อด้วยกรด Lactic ความเข้มข้น 2% โดยปริมาตร การทดลองจะศึกษาทั้งแยกแต่ละวิธีและทั้งรวมหลายวิธีเข้าด้วยกัน โดยเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง คือ Listeria Monocytogens Scott A,E. coli O157:H7 และSalmonella Typhimurium เชื้อแต่ละชนิดจะถูกใส่ที่ผิวของเนื้อวัวปริมาณ 5 log CFU/cm^2 เท่าๆกัน และจะวัดปริมาณเชื้อแบคทีเรียทั้งก่อนและหลังกระบวนการ จากผลการทดลองพบว่ากระบวนการ steam pasteurization มีประสิทธิภาพในการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนผิวชิ้นเนื้อวัวมากกว่าวิธีอื่นข้างต้น

Arthur และคณะ [5] ได้ทำการศึกษาการ Pasteurization ที่ผิวเนื้อสดโดยใช้ไอน้ำอุณหภูมิสูง(Ultra High Temperature) และใช้เวลาน้อย(Ultra Short Time) โดยการสร้างเครื่อง Pasteurization ที่ประกอบด้วย 4 ขั้นตอน คือ การดึงสุญญากาศ การขจัดก๊าซออกจากเนื้อโดยใช้ไอน้ำอุณหภูมิต่ำ(Low Temperature Steam) การให้ความร้อนโดยใช้ไอน้ำอิ่มตัว(Saturated Steam) และการลดอุณหภูมิ(Cooling) โดยที่Cycle Time ทั้งหมดน้อยกว่า 1 วินาที ในการทดลองจะใช้เนื้อไก่ หมูและวัว โดยเชื้อแบคทีเรียที่ใช้ในการทดลอง คือ Listeria Innocua ที่ปริมาณเริ่มต้น 10^7 ตัว

ผลการทดลองพบว่า เวลาในการดึงสุญญากาศมีผลต่อลักษณะผิวของเนื้อ ผลของการใช้ Superheated Steamในการฆ่าเชื้อจุลินทรีย์พบว่า จำนวนเชื้อลดลงน้อยกว่าการใช้Saturated Steam เมื่อเวลาเท่ากัน ผลของเวลาการขจัดก๊าซออกจากเนื้อโดยใช้ไอน้ำอุณหภูมิต่ำ เมื่อใช้เวลานานขึ้น ในช่วงนี้จะสามารถลดจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ได้ ผลของอุณหภูมิไอน้ำ พบว่าสำหรับเนื้อไก่ จำนวนเชื้อจุลินทรีย์จะลดลงมากที่สุด (4 log Kill) ที่อุณหภูมิไอน้ำประมาณ 138^0Cสำหรับเวลา 26 millisecond และจะลดลงต่อเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น

สำหรับงานวิจัยที่เกี่ยวกับการกำจัดเชื้อแบคทีเรียด้วยวิธีการอื่นๆ มีดังนี้

Christopher และคณะ [8] ทำการศึกษาการดึงสุญญากาศสลับกับการใช้ไอน้ำ (Steam-Vacuum-Steam) ร่วมกันการฉายรังสี (Ionizing Radiation) เพื่อกำจัดเชื้อ Listeria Innocua จากแฮม โดยใช้ไอน้ำที่อุณหภูมิ 138^0C สำหรับการฉายรังสีใช้รังสีแกมมา ^{137}Csในอัตรา0.096 kg Gy/min ใช้เชื้อเริ่มต้นปริมาณ 8 log CFU จากการทดลองพบว่า การใช้วิธีดึงสุญญากาศสลับกับการใช้ไอน้ำสามารถลดปริมาณเชื้อได้ 1.69 log CFUสำหรับเนื้อแฮม และ 2.35 log CFUสำหรับผิวแฮม จากนั้นนำไปฉายรังสีพบว่าเมื่อฉายรังสีปริมาณ 2 kGy จะช่วยลดปริมาณเชื้อได้ 4.40 log CFUสำหรับเนื้อแฮม และ 4.85 log CFUสำหรับผิวแฮม โดยที่คุณภาพยอมรับได้

Kathleen และคณะ [7] ทำการศึกษาการลดปริมาณเชื้อแบคทีเรียบนSprouts ด้วยวิธีการฉายรังสี (Ionization Radiation) โดยำการวัดหาค่า Radiation D-Value (ปริมาณรังสีในหน่วย Kilogray ที่ทำให้ปริมาณเชื้อแบคทีเรียลดลง 1 log Cycle) ในงานวิจัยนี้ ทดลองโดยใช้แบคทีเรีย E. Coli O157:H7 และ Salmonella ที่เพาะเชื้อจากชิ้นเนื้อและผักที่ติดเชื้อ สำหรับรังสีจะใช้รังสีแกมมา ^{137}Cs ในอัตรา 0.105 kGy/min ส่วนตัวอย่างที่ใช้ทดลอง คือ Sprout ของผักกาด, ถั่ว Alfalfa และ ผัก Broccoli จากการทดลองพบว่า การฉายรังสีสามารถลดปริมาณเชื้อแบคทีเรีย E. Coli O157:H7 และ Salmonella ได้โดยไม่ทำให้คุณภาพเปลี่ยนไป สำหรับค่า Radiation D-Value ของเชื้อ Salmonella เท่ากับ 0.54 และ 0.46 kGy ที่เพาะจากชิ้นเนื้อและผัก ตามลำดับ และค่า Radiation D-Value ของเชื้อแบคทีเรีย E. Coli O157:H7 เท่ากับ 0.34 และ 0.30 kGy ที่เพาะจากชิ้นเนื้อและผัก ตามลำดับ

Pilar และคณะ [6] ทำการทดลองกำจัดเชื้อ Salmonella Enteritidis, Salmonella Typhimurium และSalmonella Sentftenberg ด้วยวิธีการใช้คลื่นเหนือเสียงภายใต้ความดัน โดยใช้ค่า D- Value (เวลาที่ใช้ฆ่าเชื้อไป 1 log Cycle) เป็นตัวเปรียบเทียบ ในการทดลองใส่เชื้อ Salmpnella ในตัวกลาง 2 ชนิดคือ Citrate-phosphate Buffer และ ในไข่ขาว จากการทดลองพบว่า ค่าของ D-Value ลดลงเมื่อเพิ่ม Amplitude ของคลื่นเหนือเสียงในทุกสายพันธุ์ของSalmonella ทั้งนี้เนื่องจาก

คลื่นเหนือเสียงทำให้เซลล์ของ Salmonellaแตกตัว และเมื่อทดลองเพิ่มความดัน พบว่าเมื่อความดันเพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้เซลล์แตกตัวมากขึ้น ทำให้ค่า D- Value ลดลงมากขึ้น

สิทธิพงษ์ [9] ได้ทำการศึกษา ระบบทำลายเชื้อจุลินทรีย์โดยการฉีดไอน้ำเข้าสัมผัสโดยตรงกับสารป้อน ในอัตราการไหลสูงสุดของสายป้อน 6 ลิตร/นาที โดยการศึกษาจลนศาสตร์การตายของสปอร์จุลินทรีย์โดยใช้ความร้อนในช่วงอุณหภูมิ 85-100^{0}C และศึกษาการกระจายของเวลาสัมผัสในส่วนรักษาความร้อน(holding section) ของระบบทำลายเชื้อที่สร้างขึ้น ซึ่งจะใช้สปอร์ของ Bacillus Stearothermophilus เป็นดัชนีในการทดลอง จากการทดลองพบว่า ที่อุณหภูมิต่ำจลนศาสตร์การตายของสปอร์จุลินทรีย์แบบอนุกรมจะให้ค่าใกล้เคียงกับผลการทดลองมากกว่าจลนศาสตร์การตายของสปอร์ จุลินทรีย์แบบปฏิกิริยาอันดับหนึ่ง แต่ที่อุณหภูมิสูงแบบจำลองทั้งสองจะให้ผลใกล้เคียงกัน และจากการศึกษาผลศึกษาการกระจายของเวลาสัมผัส(residence time distribution) ที่อุณหภูมิ 130 ^{0}C สรุปได้ว่าการไหลเป็นแบบ 2 วัฏภาคมีลักษณะการไหลแบบปลั๊ก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย