



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การนำเทคโนโลยีสะอาดและประหยัดพลังงาน(โกลดิสชาร์จ)มาใช้แบบ
ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาของเนยและไส้กรอก
Clean Technology and Power Saving(Glow Discharge) are being
used on value added and shelf life extension for butter and
sausage

ดร.มณชัย เดชสังกรานนท์
นางสาวรุ่งนภา สันติธรรม
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์พันธุ์ รัตนปนัดดา

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
2561
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต



รายงานการวิจัย
เรื่อง

การนำเทคโนโลยีสะอาดและประหยัดพลังงาน(โกลดิสชาร์จ)มาใช้แบบ
ต่อเนื่องเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาของเนยและไส้กรอก
Clean Technology and Power Saving(Glow Discharge) are being
used on value added and shelf life extension for butter and
sausage

ดร.มณชัย เดชสังกรานนท์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
นางสาวรุ่งนภา สันติธรรมมา
คณะวิทยาการจัดการ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์พันธุ์ รัตนปนัดดา
คณะวิทยาการจัดการ

มหาวิทยาลัยสวนดุสิต

2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยสวนดุสิต

(งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากงบประมาณแผ่นดินด้านการวิจัย ปีงบประมาณ 2560)

หัวข้อวิจัย	การนำเทคโนโลยีสะอาดและประหยัดพลังงาน(โกลดิสซาร์จ)มาใช้แบบต่อเนื่องเพื่อเพิ่มมูลค่าและยืดอายุการเก็บรักษาของเนยและไส้กรอก
ผู้ดำเนินการวิจัย	ดร.มณชัย เดชสังกรานนท์ นางสาวรุ่งนภา สันติธรรมมา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ณรงค์พันธุ์ รัตนปนัดดา
หน่วยงาน	คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หลักสูตรการบัญชี คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
ปี พ.ศ.	2561

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของพลาสมาจากสนามไฟฟ้าและก๊าซเฉื่อยต่อคุณสมบัติทางเคมี กายภาพและจุลชีววิทยาของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกและเนย โดยศึกษาปัจจัยจากสนามไฟฟ้า (0-8 KV) อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน (0-0.30 mbar) และเวลา(2-8 นาที) พบว่าสนามไฟฟ้าสามารถลดอัตราการเหลือรอด (N/N_0) ของ E.coli, S.aureus และ Samonella ในไส้กรอก สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์หน้า KV เท่ากับ -0.2040, -0.1091 และ -0.0890 ตามลำดับ จากปัจจัยร่วมของสนามไฟฟ้าและอัตราการไหลของก๊าซตัวพลาสมาอาร์กอนสามารถลดอัตราการเหลือรอด(N/N_0) ของ E.coli, S.aureus และ Samonella สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์หน้า $KV \cdot Ar$ เท่ากับ -0.1208, -0.083 และ -0.308 ตามลำดับเช่นกัน โดยไม่ส่งผลต่อคุณสมบัติทางเคมี(โปรตีนและไขมัน) และกายภาพ(ค่าแรง ความแข็งและค่าสี)ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอนไม่ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงความชื้นของผลิตภัณฑ์ไส้กรอก โดยแต่ละสมการของอัตราการเหลือรอด(N/N_0) ของ E.coli, S.aureus และ Samonella มีค่าสัมประสิทธิ์ (R^2) เท่ากับ ร้อยละ 96.02, ร้อยละ 82.52 และร้อยละ 93.62 ตามลำดับ และเมื่อวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมที่สุดในการลดอัตราการเหลือรอดทั้ง 3 ชนิดพบว่า สภาวะที่เหมาะสม คือ ความเข้มสนามไฟฟ้า 6.8687 KV อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน 0.2455 mbar และเวลา 7.4545 นาที จะทำให้อัตราการเหลือรอดของ E.coli, S.aureus และ Samonella เท่ากับ 0.2605, 0.4666 และ 0.0690 ตามลำดับ ส่วนในผลิตภัณฑ์เนยปัจจัยจากสนามไฟฟ้าสามารถลดอัตราการเหลือรอดของเชื้อราได้ สอดคล้องกับค่าสัมประสิทธิ์หน้า KV เท่ากับ -0.264 และหน้า Ar เท่ากับ -1.52 สภาวะที่เหมาะสมคือ ความเข้มสนามไฟฟ้า 5.9798 KV อัตราการไหลของก๊าซอาร์กอน 0.1818 mbar และเวลา 6.1818 นาที จะทำให้อัตราการเหลือรอดของเชื้อรา เท่ากับ 0.00 ความแตกต่างของผนังเซลล์จุลินทรีย์และพื้นที่ผิวสัมผัสส่งผลต่อประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อด้วยพลาสมาในระบบโกลดิสซาร์จเป็นสำคัญ

Research Title	Clean Technology and Power Saving(Glow Discharge) are being used on value added and shelf life extension for butter and sausage
Researcher	Monchai Dejsungkranont Rungnapa Suntitumma Narongphan Rattanapanadda
Organization	Program of Accountancy , Faculty of Management Science Suan Dusit University
Year	2018

The objectives of this research are to examine the effect of plasma from electric field and inert gas on the chemical, physical and microbiological properties of sausage and butter products. Studying the electric field (0-8 KV), the argon flow rate (0-0.30 mbar) and time (2-8 min.) represent the electric field, which can reduce the survival rate (N/N₀) of E. Coli, S.aureus, and Samonella in sausage that are related to the coefficients of KV were -0.2040, -0.1091 and -0.0890, respectively. The survival rate (N/N₀) of E.coli, S.aureus, and Samonella were reduced by the cofactors between electric field and flow rate of argon, which relate to the coefficient of KV*Ar as -0.1208, -0.083 and -0.308, respectively. The argon flow rate does not affect to change in the moisture content of sausage products. In addition, there is no affection to the chemical (protein and fat) and physical (force, hardness and colour values) properties of sausage products. The survival rate(N/N₀) equation of E. coli, S. aureus and Salmonella were 96.02 %, 82.52 % และ 93.62 %, respectively. When analyzing the optimal conditions for reducing the survival rates of the three bacterial species, the optimum condition is at 6.8687 KV of the electric field, 0.2455 mbar of argon gas rate and 7.4545 minutes of time provided the survival rate of E.coli., S.aureus and Salmonella as 0.2605, 0.4666 and 0.0690, respectively. The differences between cell wall and surface area of microorganisms in food had affected the efficiency of plasma sterilization in a glow discharge system. Electrical field factors can reduce the survival rate of the mould in butter products which relate to -0.264 of the flow coefficient (KV) and -1.52 of the Ar. The optimum conditions for the survival rate of the fungus at 0.00 are 5.9798 KV of the electric field and the 0.1818 mbar of the argon flow rate at 6.1818 minutes.

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริโรจน์ ผลพันธิน อธิการบดีมหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่สนับสนุนให้คณาจารย์ในมหาวิทยาลัยทำงานวิจัยด้านอาหารอย่างต่อเนื่อง ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิชชา ฉิมพลี คณบดีคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่สนับสนุนให้คณาจารย์ทำงานวิจัยด้วยดีเสมอมา ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชนะศึก นิชานนท์ รองอธิการบดีฝ่ายวิจัยและพัฒนาการศึกษา มหาวิทยาลัยสวนดุสิต ที่ให้คำแนะนำในการดำเนินการวิจัย และท้ายสุดขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยสวนดุสิตที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2560 จนงานสำเร็จลงได้ด้วยดี

คณะผู้วิจัย

2561

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญ	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตการวิจัย	3
คำจำกัดความที่ใช้ในงานวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
เทคโนโลยีสะอาด	4
ไส้กรอง	6
เนยแข็ง	10
สนามแม่เหล็ก	12
กระบวนการเทคนิควิธีในการทำฟิล์มบาง	18
วิธีการพื้นที่การตอบสนอง(Response Surface Methodology ; RSM)	27
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	38
กรอบแนวคิดในการวิจัย	42
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	43
วัตถุประสงค์	43
วัสดุ อุปกรณ์ และสารเคมี	43
วิธีการ	44
ประชากรและการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง	43
เครื่องมือในการวิจัยและการตรวจสอบคุณภาพ	43
การเก็บรวบรวมข้อมูล	44
การวิเคราะห์ข้อมูล	45

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	46
ผลของกระบวนการไกลดิซซาร์จต่อผลิตภัณฑ์ไส้กรอก	47
ผลของกระบวนการไกลดิซซาร์จต่อผลิตภัณฑ์เนย	56
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	61
สรุปผลการวิจัย	61
อภิปรายผล	62
ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้	62
ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	62
บรรณานุกรม	63
บรรณานุกรมภาษาไทย	63
บรรณานุกรมภาษาต่างประเทศ	63
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก การวิเคราะห์ทางเคมี	65
ภาคผนวก ข การวิเคราะห์ทางกายภาพ	72
ภาคผนวก ค การวิเคราะห์ทางจุลชีววิทยา	75
ประวัติผู้วิจัย	77

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	จุดรวมของ 3 ปัจจัยในการออกแบบ Composite designs กับคอลัมน์ของค่าคงที่(การออกแบบเมตริก)	30
2.2	แนวทางในการเลือกแผนการทดลองที่เหมาะสมจากจุดประสงค์ของการทดลอง	32
2.3	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของตัวแบบเพื่อคำนวณหาค่าสถิติ F value โดย $k =$ จำนวนสัมประสิทธิ์ และ $n =$ จำนวนการทดลอง	36
4.1	ตัวแปรอิสระที่ใช้ในการศึกษา	46
4.2	คุณสมบัติทางเคมีของไส้กรอก	47
4.3	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการโกลดิซซาร์จ	48
4.4	คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์ไส้กรอกที่ผ่านกระบวนการโกลดิซซาร์จ (N/N_0)	49
4.5	คุณสมบัติทางเคมีของเนย	56
4.6	คุณสมบัติทางเคมีและกายภาพของผลิตภัณฑ์เนยที่ผ่านกระบวนการโกลดิซซาร์จ	57
4.7	คุณสมบัติทางจุลินทรีย์ของผลิตภัณฑ์เนยที่ผ่านกระบวนการโกลดิซซาร์จ(N/N_0)	58

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2.1	ลำดับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม	5
2.2	ระบบการเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีระเหยสาร	18
2.3	ระบบการเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีสปีดเตอริง	19
2.4	กระบวนการสปีดเตอริงภายในแชมเบอร์	21
2.5	การชนกันของอะตอมในลักษณะของลูกบิลเลียด	22
2.6	การเคลื่อนที่ของอนุภาคประจุในสนามแม่เหล็ก	23
2.7	อะตอมของอากาศในสภาวะปกติ	25
2.8	อะตอมของอากาศเมื่อได้รับพลังงานสูงทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกจากอะตอม	25
2.9	เทคนิคของ Two-wire arc spray gun	26
2.10	กระบวนการสังเคราะห์ฟิล์มบางโดยวิธีการตกสะสมไอเคมีด้วยพลาสมา	27
2.11	ค่า Desirability functions เมื่อเลือกค่าเป้าหมาย Is target	37
4.1	พื้นผิวตอบสนองของ E.coli จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซ ตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	50
4.2	เส้นแสดงรูปทรงของ E.coli จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซ ตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	50
4.3	พื้นผิวตอบสนองของ S.aureus จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	52
4.4	เส้นแสดงรูปทรงของ S.aureus จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	52
4.5	พื้นผิวตอบสนองของ Samonella จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซ ตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	54
4.6	เส้นแสดงรูปทรงของ Samonella จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	54
4.7	พื้นผิวตอบสนองของ รา จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	59
4.8	เส้นแสดงรูปทรงของรา จากปัจจัยของความเข้มสนามไฟฟ้า(KV) อัตราการไหลก๊าซตัวพา(Ar) และเวลา(Time)	59
ข-1	เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (Texture analyzer)	73
ข-2	เครื่องวัดค่าสี (Handy colorimeter NR-3000, Japan)	74