

|                        |                                                        |
|------------------------|--------------------------------------------------------|
| หัวข้อวิทยานิพนธ์      | การถ่ายเทความร้อนและมวลของการทอดในเครื่องทอดสุญญากาศ   |
| หน่วยกิตของวิทยานิพนธ์ | 12 หน่วย                                               |
| โดย                    | นางสาวจริญญา จิโรจน์กุล                                |
| อาจารย์ที่ปรึกษา       | รศ.ดร.ศักรินทร์ ภูมิรัตน<br>อาจารย์สุวิษ ศิริวัฒนโชริน |
| ระดับการศึกษา          | วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต                                 |
| ภาควิชา                | วิศวกรรมอาหาร                                          |
| ปีการศึกษา             | 2541                                                   |

### บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับกลไกการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลในการทอดแบบจุ่มในน้ำมัน (deep-fat frying) ภายใต้อุณหภูมิและความดันต่ำกว่าบรรยากาศ และผลของปัจจัยการผลิตต่างๆ ได้แก่ อุณหภูมิของน้ำมัน ความดันขณะทอด เวลาที่ใช้ทอดและขนาดรูปร่างของชิ้นอาหารที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอด

ปัจจัยของความดันที่ใช้ทอดมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณความชื้น การทอดที่ความดันต่ำทำให้ผลิตภัณฑ์มีการสูญเสียความชื้นมากกว่าการทอดปกติ และอุณหภูมิน้ำมันมีผลโดยตรงต่อการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิและปริมาณความชื้น ที่อุณหภูมิน้ำมันสูงผลิตภัณฑ์มีอัตราการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลสูงขึ้นสูงกว่าการทอดในน้ำมันอุณหภูมิต่ำ ส่วนขนาดรูปร่างของอาหารมีผลโดยตรงต่อปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ สัดส่วนของ crust/core ที่เกิดขึ้นใน cubed potato มากกว่า slab potato จึงมีปริมาณน้ำมันที่ถูกดูดซับในผลิตภัณฑ์สูงกว่า

ในการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อย่างง่ายของการทอดแบบจุ่มในน้ำมันภายใต้อุณหภูมิและความดันต่ำกว่าบรรยากาศนี้ได้ตั้งสมมติฐานว่า crust มีความหนาแน่นน้อยกว่าระบบการทอดจึงเป็น non-moving boundary problem และแยกศึกษาการถ่ายเทความร้อนและการถ่ายเทมวลออกจากกัน

การถ่ายเทความร้อนใน core region เกิดจากการนำความร้อนเพียงอย่างเดียว มีค่าการแพร่กระจายความร้อนโดยรวมของผลิตภัณฑ์มันฝรั่งในช่วงอุณหภูมิ  $120^{\circ}\text{C}$ - $160^{\circ}\text{C}$  เท่ากับ  $1.61 \times 10^{-7}$

$3.36 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  และ  $4.17 \times 10^{-7} - 6.34 \times 10^{-7} \text{ m}^2/\text{s}$  ที่ความดันบรรยากาศและความดันต่ำกว่าบรรยากาศตามลำดับ ส่วนการถ่ายเทมวลใน core region ถูกควบคุมโดยการแพร่เนื่องมาจากความแตกต่างของความเข้มข้น มีค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ความชื้นโดยรวม ที่ระดับอุณหภูมิ  $120^\circ\text{C} - 160^\circ\text{C}$  เท่ากับ  $2.23 \times 10^{-9} - 1.09 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  และ  $5.83 \times 10^{-9} - 1.49 \times 10^{-8} \text{ m}^2/\text{s}$  ที่ความดันบรรยากาศ และที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศตามลำดับ

crust ในผลิตภัณฑ์มันฝรั่งทอดมีขนาดบางมาก และเป็นที่สะสมของน้ำมันที่ถูกดูดซับเข้าไปในผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของ crust จึงใกล้เคียงกับอุณหภูมิน้ำมัน และสามารถทำนายความหนาของ crust ได้จากปริมาณน้ำมันในผลิตภัณฑ์ อัตราการเกิด crust มีความสัมพันธ์เชิงเส้นกับอุณหภูมิของน้ำมัน เมื่อใช้อุณหภูมิน้ำมันสูงจะมีอัตราการเกิด crust สูงกว่าการทอดในน้ำมันอุณหภูมิต่ำ และการทอดด้วยความดันต่ำทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตราการเกิด crust สูงกว่าที่ความดันปกติ

คำสำคัญ(Keywords): การทอดแบบจุ่มในน้ำมัน / การทอดความดันต่ำ / เครื่องทอด / มันฝรั่ง / การดูดซับน้ำมัน / การแพร่ / การนำความร้อน