

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้และอุณหภูมิ ต่อสมบัติทางกายภาพและความร้อน สมบัติทางรีโอโลยี และสมบัติทางไดอิเล็กทริกของเนื้อมะละกอดีป่น รวมถึงได้ศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อมะละกอดีป่นที่ผ่านการระเหยน้ำด้วยวิธีต่างๆ

ในส่วน of สมบัติทางกายภาพและความร้อนของเนื้อมะละกอดีป่น ได้ทดลองวัดค่าความหนาแน่นด้วย Pycnometer ค่าความร้อนจำเพาะวัดด้วย Differential Scanning Calorimeter (DSC) และค่าการนำความร้อนวัดด้วยอุปกรณ์วัดค่าการนำความร้อนแบบ Line heat source probe และนำค่าความร้อนจำเพาะ ค่าการนำความร้อน และค่าความหนาแน่นที่วัดได้ ไปคำนวณหาการแพร่กระจายความร้อน จากการศึกษาค่าผลของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และอุณหภูมิของเนื้อมะละกอดีป่น ในช่วงความเข้มข้น 10, 15, 20 และ 25°Brix และในช่วงอุณหภูมิ 40, 50, 60, 70, และ 80°C พบว่ามีความหนาแน่นเฉลี่ยในช่วง 1014.61 - 1098.86 kg/m³ และมีความร้อนจำเพาะเฉลี่ยในช่วง 3.652 - 4.092 kJ/kg°C ส่วนค่าการนำความร้อน และค่าการแพร่กระจายความร้อนมีค่าเฉลี่ยในช่วง 0.452 - 0.685 W/m°C และ 1.127×10^{-7} - 1.650×10^{-7} m²/s ตามลำดับ ทั้งนี้ความหนาแน่นจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น แต่จะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ส่วนค่าความร้อนจำเพาะ ค่าการนำความร้อน และค่าการแพร่กระจายความร้อนจะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น และจะมีค่าลดลงเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น นอกจากนี้แบบจำลองที่เป็นฟังก์ชันของปริมาณของแข็งที่ละลายได้ และอุณหภูมิได้ถูกพัฒนาขึ้นมาจากผลข้อมูลการทดลองของสมบัติดังกล่าว

ในส่วน of จลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อมะละกอดีป่นที่ผ่านการระเหยน้ำด้วยวิธีต่างๆ ได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีระหว่างกระบวนการทำเข้มข้นมะละกอดีป่นด้วยวิธีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม การให้ความร้อนภายใต้ระบบความดันสุญญากาศ และการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ โดยความเข้มข้นเริ่มต้นและความเข้มข้นสุดท้ายของมะละกอดีป่นเป็น 10 และ 25 °Brix ตามลำดับ สภาวะที่ใช้ในการศึกษาในงานวิจัยนี้คือ อุณหภูมิ 70 80 90 °C สำหรับกรณีการให้ความร้อนแบบดั้งเดิมและการให้ความร้อนภายใต้ระบบความดันสุญญากาศ และกำลังของเครื่องไมโครเวฟที่ 200 300 400 วัตต์ สำหรับกรณีการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ เวลาในการระเหยน้ำในการทำเข้มข้นมะละกอดีป่นให้มีความเข้มข้น 25 °Brix คือ 455 340 และ 240 นาที สำหรับการให้ความร้อนแบบดั้งเดิม 38.75 35.25 และ 20.75 นาที สำหรับการให้ความร้อนภายใต้ระบบความดันสุญญากาศ และ 29.75 18.50 และ 15.50 นาที สำหรับการให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม (ΔE) พบว่า จลนพลศาสตร์ของการ

เปลี่ยนแปลงเอนทัลปีรวม (ΔE) เป็นไปตาม ปฏิกิริยาลำดับที่ศูนย์ ในกรณีที่เป็น การให้ความร้อนแบบ คั้งเดิม เป็นไปตามปฏิกิริยาแบบผสม ในกรณีที่เป็น การให้ความร้อนภายใต้ระบบความดันสูญญากาศ และเป็นไปตามปฏิกิริยาลำดับที่ศูนย์ ในกรณีที่เป็น การให้ความร้อนด้วยเครื่องไมโครเวฟ

ในส่วนของการสมบัติทางรีโอโลยีของเนื้อมะละกอดีป่น ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและปริมาณ ของแข็งที่ละลายได้ต่อพฤติกรรมการไหลของเนื้อมะละกอดีป่น ที่มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เท่ากับ 10, 15, 20 และ 25 °Brix ณ อุณหภูมิ 5, 20, 35, 50, 65 และ 80 °C ด้วยเครื่อง rotational viscometer พบว่าสมการของHerschel – Bulkley สามารถอธิบายพฤติกรรมทางการไหลของ มะละกอดีป่นได้ดี เมื่ออัตราเฉือนเพิ่มขึ้นเนื้อมะละกอดีป่นมีพฤติกรรมการไหลแบบซูโดพลาสติกที่มีความเค้นคลาก นอกจากนี้พบว่าความหนืดปรากฏเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้น และอุณหภูมิลดลง

ในส่วนของการสมบัติทางไดอิเล็กทริกของเนื้อมะละกอดีป่น ได้ศึกษาผลของปริมาณของแข็งที่ ละลายได้ และอุณหภูมิของเนื้อมะละกอดีป่น ในช่วงความเข้มข้น 10, 15, 20 และ 25 °Brix และ ในช่วงอุณหภูมิ 40, 50, 60, 70, และ 80°C ด้วยวิธี open-ended coaxial probe พบว่าค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีค่าลดลงเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้เพิ่มขึ้นและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ณ ความถี่ 915 และ 2450 MHz ในขณะที่ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียไดอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณของแข็งที่ละลายได้ เพิ่มขึ้นและอุณหภูมิเพิ่มขึ้น ณ ความถี่ 915 MHz แต่ที่ความถี่ 2450 MHz ผลของอุณหภูมิไม่มี แนวโน้มที่ชัดเจน

คำสำคัญ : เนื้อมะละกอดีป่น / ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ / อุณหภูมิ / ความหนาแน่น / ความร้อนจำเพาะ / การนำความร้อน / การแพร่กระจายความร้อน / สี / วิธีการระเหย / แบบจำลองทาง จลนพลศาสตร์/ ความหนืดปรากฏ / ค่าคงที่ไดอิเล็กทริก / ค่าแฟกเตอร์การสูญเสียไดอิเล็กทริก

ABSTRACT

The effects of soluble solids content and temperature on engineering properties; i.e., thermophysical properties, rheological properties and dielectric properties of papaya puree with different soluble solids contents were experimentally determined at various temperatures. In addition, the study of kinetics of color change of papaya puree undergoing different evaporation methods was carried out.

For thermophysical properties of papaya puree, density and specific heat were measured using pycnometer and differential scanning calorimeter (DSC), respectively while thermal conductivity was measured using line heat source probe. Thermal diffusivity was then calculated from the experimental results of the specific heat, thermal conductivity and density. Thermal properties of papaya puree were experimentally determined at soluble solids contents of 10, 15, 20 and 25 °Brix and at temperatures of 40, 50, 60, 70 and 80°C. The density, specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity of papaya puree were found to be in the ranges of 1014.6 to 1098.9 kg/m³, 3.652 to 4.092 kJ/kg °C, 0.452 to 0.685 W/m °C and 1.127×10^{-7} to 1.650×10^{-7} m²/s, respectively. Density increased with increasing soluble solids content but decreased with increasing temperature. Whereas specific heat, thermal conductivity and thermal diffusivity increased with increasing temperature but decreased with increasing soluble solids content. Moreover, the empirical models for each property as a function of soluble solids content and temperature were obtained.

For color degradation and kinetics, color change of papaya puree during different evaporation processes (i.e., conventional evaporation, rotary vacuum evaporation, and microwave heating processes) was investigated. The initial and final soluble solids contents of papaya puree were approximately 10°Brix and 25°Brix, respectively. The conditions studied in this research were the temperatures of 70, 80, 90°C for the conventional and rotary vacuum evaporation methods and microwave powers of 200W, 300W, and 400W for the microwave heating method. Total color difference (ΔE) was used to evaluate the total color change. The zero-order, first-order and a combined kinetics models were applied to the change in color. Results indicated that variation in ΔE of papaya puree obtained from conventional evaporating and microwave heating followed a

zero-order kinetics model. Whereas variation in ΔE of papaya puree obtained from rotary vacuum evaporating followed a combined kinetics model.

For rheological properties of papaya puree, the rotational rheometer was used to evaluate the flow parameters. Rheological properties of papaya puree were experimentally determined at soluble solids contents of 5, 15, 20 and 25 °Brix and at temperatures of 5, 20, 35, 50, 65 and 80°C. The flow behavior of papaya puree was adequately described by the Herschel-Bulkley model. As shear rate increased, papaya puree exhibited a pseudoplastic behavior with a yield stress. In addition, it was found that the apparent viscosity increased with an increase in soluble solids content and a decrease in temperature.

For dielectric properties of papaya puree, the open-ended coaxial probe method was applied in this research. Dielectric properties of papaya puree were experimentally determined at soluble solids contents of 10, 15, 20 and 25 °Brix and at temperatures of 40, 50, 60, 70 and 80°C. Results showed that dielectric constant decreased with increasing soluble solids content and increasing temperature at 915 and 2450 MHz. Whereas dielectric loss factor increased with increasing soluble solids content at 915 and 2450 MHz. In addition, dielectric loss factor increased with increasing temperature at 915 MHz but at 2450 MHz the influence of temperature on dielectric loss factor did not show the obvious trend.

Keywords: Papaya puree, Soluble solids content, Temperature, Density, Specific heat, Thermal conductivity, Thermal diffusivity, Color, Evaporation method, Kinetic model, Apparent viscosity, Dielectric constant, Dielectric loss factor