บทคัดย่อ

แมคคาเดเมียเป็นถั่วที่มีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวสูง ซึ่งส่งผลให้เกิดกลิ่นหืนหลังการเก็บเกี่ยวได้ง่าย ประกอบกับปริมาณความชื้นหลังการเก็บเกี่ยวที่สูงส่งผลต่อการเสื่อมเสียของแมคคาเดเมียจากจุลินทรีย์ และปฏิกิริยาเคมี ขั้นตอนการลดความชื้นจึงเป็นขั้นตอนสำคัญในการรักษาคุณภาพของแมคคาเดเมีย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่ศึกษาศึกษาวิธีการอบแห้งแมคคาเดเมียที่เหมาะสมเพื่อช่วยรักษาคุณภาพของแมคคาเดเมีย ภายหลังการเก็บเกี่ยว โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงสีน้ำตาล และกลิ่นหืนระหว่างการอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ จากนั้นสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของการอบแห้ง และศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของแมคคาเดเมีย ระหว่างการอบแห้ง เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาจุดเหมาะสมในการออกแบบการอบแห้งแบบหลายขั้นตอนโดยใช้ปั๊มความร้อนแบบดัดแปรบรรยากาศ โดยคำนึงถึงแง่ของจลนพลศาสตร์การอบแห้ง คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และค่าใช้จ่ายในการอบแห้ง ซึ่งการศึกษาในเบื้องต้นพบว่าแมคคาเดเมียที่ปลูกในประเทศไทยมีปริมาณไขมันไม่อิ่มตัวมากกว่า 70% และ การนำเอาเครื่องอบแห้งแบบปั๊มความร้อนมาใช้ในการลดความชื้นแมคคาเดเมียพบว่าสามารถรักษาคุณภาพและประหยัดเวลาในการอบแห้ง เมื่อศึกษาเกณฑ์ในการเปลี่ยนขั้นตอนการอบแห้ง ความชื้นที่เหมาะสมของแมคคาเดเมียในการเปลี่ยนขั้นตอนการอบแห้ง คือ 10-11% (d.b.) การอบแห้งแมคคาเดเมียโดยใช้ปั๊มความร้อนที่ 35-70 °C โดยใช้อากาศเป็นตัวกลางในการอบแห้ง พบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 35 °C จะใช้เวลาในการอบแห้งนานที่สุด และการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70°C จะใช้เวลาในการอบแห้งสั้นที่สุด และสมการของ Page มีความเหมาะสมในการทำนายค่าความชื้นและเวลาในการอบแห้งแมคคาเดเมียมากที่สุดโดยให้ค่า R^2 สูงสุดและค่า MSE ต่ำสุด จากการทดลองในขั้นตอนนี้ พบว่าอุณหภูมิ 40-60 °C เป็นอุณหภูมิที่เหมาะสมในการหาจุดที่เหมาะสมในอบแห้งแมคคาเดเมียต่อไป คุณภาพของแมคคาเดเมียในระหว่างการอบแห้งที่ 40-60 °C มีการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในด้านค่าเปอร์ออกไซด์ที่บ่งบอกถึงระดับของกลิ่นหืนที่ 40°C ต่ำกว่าการอบแห้งที่ 50°C และ 60°C ส่วนค่าความสว่างของเมล็ด (L value) และการเกิดสีเหลือง (b value) ทั้งภายนอกและภายในเมล็ดแมคคาเดเมียของทั้งสามสภาวะไม่แตกต่างกัน จึงเลือกอุณหภูมิที่ 40°C ในการอบแห้งขั้นตอนแรกเพื่อลดความชื้นลงเหลือ 10-11% (d.b.) และศึกษาการเพิ่มอุณหภูมิในขั้นตอนที่ 2 ที่ 50°C และ 60°C วิเคราะห์คุณภาพของแมคคาเดเมียในด้านสี กลิ่น และประสิทธิภาพของเครื่องอบแห้ง พบว่าขั้นตอนแรกอบแห้งที่ 40 °C ใช้ไนโตรเจนเป็นตัวกลาง และขั้นตอนที่สองอบแห้งที่ 60 °C ใช้อากาศเป็นตัวกลางเป็นสภาวะที่ดีที่สุดในแง่ของประสิทธิภาพและการประหยัดพลังงาน และสามารถรักษาคุณภาพของแมคคาเดเมียได้ดี มีค่าเปอร์ออกไซด์ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนดและการเกิดสีน้ำตาลน้อย จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของแมคคาเดเมียอบแห้งที่กะเทาะเปลือกแล้วที่บรรจุในถุง Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) และ Alumimiun laminated foil (OPP/AL/PE/LLDPE) (ALF) พบว่าหากเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (27-30 °C) ความชื้นสัมพัทธ์สมดุลต่ำกว่า 40% นั้น บรรจุภัณฑ์ ALF และ LLDPE สามารถเก็บรักษาถั่วแมคคาเดเมียได้ แต่ถ้าความชื้นสัมพัทธ์สมดุลสูงกว่า 40% บรรจุภัณฑ์ชนิด ALF สามารถรักษาคุณภาพของถั่วแมคคาเดเมียได้ดีกว่า

คำสำคัญ; แมคคาเดเมีย ปั๊มความร้อน การอบแห้งแบบหลายขั้นตอน คุณภาพ ไนโตรเจน

Abstract

Macadamia kernels are rich in unsaturated fatty acids. High content of unsaturated fatty acid leads to oxidative reactions and results in rancidity which decreases quality of macadamia nuts. In addition, high moisture content macadamia nut is prone to deteriorate when expose to air. Drying is the most critical step in macadamia processing to prevent deterioration of the nut quality. The proposed research is aimed to investigate suitable drying process of macadamia nut to maintain the nut quality during postharvest. The changes of kernel brown colour and rancidity at different drying strategies were investigated in this study. Drying kinetics, suitable predicted models as well as quality changes during drying at selected temperature (35-70°C) were also observed. Furthermore, performance and energy saving aspects of drying strategies also were chosen to mark the suitable drying process of macadamia nut. Macadamia nut that was harvested in Northern Thailand had high amount of unsaturated fatty acid more than 70%. Preliminary study on possibility of using heat pump drying to reduce the moisture content of nut showed successful quality maintenance and drying time saving. Suitable moisture content for change the stage of drying for two-stage drying was 10-11% (d.b.). Drying kinetics results indicated that 35°C yield the longest drying time while drying at 70°C, drying time was shortest. From drying kinetic and quality observed during drying at single temperature, 40-60°C was selected to optimize two-stage heat pump drying with nitrogen and/or air as the drying medium. Yet, the changes of quality observed at 40°C drying temperature was milder than 50 and 60 $^{\circ}$C during the first stage drying to reduce moisture content down to 10-11% (d.b.) in term of rancidity. However, colour changes was not significant difference during drying at 40-60°C. Therefore, 40°C was selected to employ at the first stage drying and 50-60°C was further used in second stage drying. The analysis of quality of macadamia nut (rancidity and colour) as well as drying performance and energy consumption indicated that using 40°C in the first stage drying combined with nitrogen as drying medium followed by elevating temperature to 60°C combined with air as the second stage drying could maintain quality and exhibited the best performance and lowest energy consumption. Quality of dried macadamia nut in selected packaging materials namely Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) and Alumimiun laminated foil (OPP/AL/PE/LLDPE) (ALF) depends on storage humidity. At relative humidity below 40%, the quality of dried nuts in both packaging materials has changed only little. In contrast, above 40 %RH, the quality of the dried nuts in LLDPE bag has changed significantly when compared to dried macadamia nuts in OPP/AL/PE/LLDPE bag.

Keywords; macadamia nut, heat pump drying, multistage drying, quality, nitrogen