

อิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของลำไยแบบคว้านเมล็ดออก
ภายใต้การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและลมร้อน

Effect of temperature on color change of longan without stone undergoing superheated steam
and hot air drying

ปิยะวรรณ มาศิริ¹ และ ยวนารี นามสงวน¹
Piyawan Masiri¹ and Yuvanaree Namsanguan¹

Abstract

The effect of temperature on color change of longan without stone undergoing superheated steam and hot air drying was investigated in this study. The sample sizes of 25-30 mm. in diameter were tested. The experiments were carried out in a superheated steam dryer at the drying steam temperatures of 120-160°C and in a hot air dryer at the drying air temperature of 60-80°C. The color parameters using Hunter Lab system and water activity were studied. It was found that lightness value decreased but redness and yellowness values increased and then decreased during drying and as the drying temperature increased these color parameters changed faster for both drying processes. Except for the drying at the air temperature of 60°C, the results showed that lightness value seemed to be consistent. For superheated steam drying, it was found that the drying time was much shorter than hot air drying resulting in more and faster change in all color parameters. The moisture content of longan desired at the end of each drying process was about 18% d.b. The water activity was found to be not beyond 0.6 for all cases.

Keywords: Color, Longan Drying, Hot Air, Superheated Steam

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีของลำไยแบบคว้านเมล็ดออกภายใต้การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและลมร้อน ทำการทดลองโดยใช้ลำไยพันธุ์คอเสี้ยนผ่านศูนย์กลาง 25-30 มิลลิเมตร โดยทำการอบแห้งลำไยด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120-160 องศาเซลเซียส และลมร้อนที่อุณหภูมิ 60-80 องศาเซลเซียส ทำการวัดค่าสีของเนื้อลำไยในระบบ Hunter Lab และวัดค่า water activity จากการทดลองพบว่าเมื่อระยะเวลาการอบแห้งผ่านไป ค่าความสว่างจะลดลง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองจะเพิ่มขึ้นแล้วลดลง โดยการเปลี่ยนแปลงจะเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้นทั้งสองกระบวนการอบแห้ง ยกเว้นการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าความสว่างจะค่อยข้างสม่ำเสมอ การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งด้วยอุณหภูมิสูงมีผลให้ระยะเวลาการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อนมาก และมีผลให้ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดง และค่าความเป็นสีเหลืองมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและมากกว่าการอบแห้งด้วยลมร้อน เมื่อทำการทดลองอบแห้งลำไยจนมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 18% d.b. พบว่าค่า water activity ที่วัดได้ไม่เกิน 0.6 ทุกกรณี

คำสำคัญ : การอบแห้งลำไย สี อากาศร้อน ไอน้ำร้อนยวดยิ่ง

คำนำ

ลำไยเป็นผลไม้ที่สำคัญทางเศรษฐกิจของไทย มีแหล่งผลิตที่สำคัญอยู่ทางภาคเหนือของประเทศ ในแต่ละปีจะมีผลผลิตลำไยจำนวนมากขายตามท้องตลาด มีทั้งลำไยสดและลำไยแปรรูป โดยลำไยแปรรูปจะแยกเป็นลำไยกระป๋องและลำไยอบแห้ง ลำไยที่นิยมนำมาอบแห้งส่วนใหญ่จะเป็นลำไยพันธุ์คอเพราะลำไยพันธุ์นี้มีน้ำหนักเนื้อมากกว่าพันธุ์อื่นๆโดยทั่วไป การอบแห้งลำไยสีทองของชาวบ้านนิยมทำการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิต่ำ เป็นการลดการสูญเสียคุณภาพสีของลำไย แต่ใช้เวลาการอบแห้งนานทำให้สิ้นเปลืองพลังงานและเวลา การอบแห้งลำไยภายใต้ลมร้อนอุณหภูมิสูงเพื่อให้อัตราการอบแห้งที่สูง อาจทำให้สูญเสียคุณภาพสีของลำไยเพิ่มขึ้น ส่วนการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเป็นกระบวนการอบแห้งที่ให้อัตราการ

¹ สาขาวิศวกรรมพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ เชียงใหม่ 50200

¹ Energy Engineering, Mechanical Engineering Department, Faculty of Engineering, Chiang Mai University, Chiang Mai 50200

อบแห้งสูง คุณภาพหลังการอบแห้งดี เนื่องจากอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่สูงมีผลทำให้น้ำที่อยู่ในวัสดุระเหยออกมาอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดรูพรุนขนาดใหญ่ การหดตัวของวัสดุน้อยลงและทำให้ไม่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ดังนั้นในการทดลองนี้จึงได้ทำการศึกษารูปแบบการเปลี่ยนแปลงสีของลำไยแบบคว้านเมล็ดดอกกระหว่างการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและลมร้อน โดยพิจารณาปัจจัยของอุณหภูมิการอบแห้งในแต่ละกระบวนการอบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ลำไยพันธุ์ดอกเส้นผ่านศูนย์กลาง 25-30 มิลลิเมตร นำไปล้างแล้วทำการคว้านเมล็ดออก จากนั้นทำการทดลองอบแห้งลำไยด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120, 140 และ 160 องศาเซลเซียส และด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส โดยทำการอบแห้งจนได้ความชื้นสุดท้ายประมาณ 18 % d.b. ทำการสุ่มผลลำไยจำนวน 5 ลูก มาตรวจสอบคุณภาพสี โดยบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงสีของเนื้อลำไย โดยใช้เครื่องวัดสีของ Miniscal XE Plus ซึ่งรายงานผลเป็นค่า Hunter scale ได้แก่ ค่า L, a และ b จากนั้นนำลำไยที่วัดค่าสีไปหาค่า water activity ด้วยเครื่องวัดค่า water activity และหาค่าความชื้นสุดท้ายด้วยตู้อบ oven ที่อุณหภูมิ 103 องศาเซลเซียส ใช้เวลา 72 ชั่วโมง

ผล

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลำไยหลังการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120,140 และ 160 องศาเซลเซียส แสดงดัง (Figure 1(a)) ค่าความสว่างจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาอบแห้ง ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อระยะเวลาอบแห้งผ่านไปโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิการอบแห้งเพิ่มขึ้น

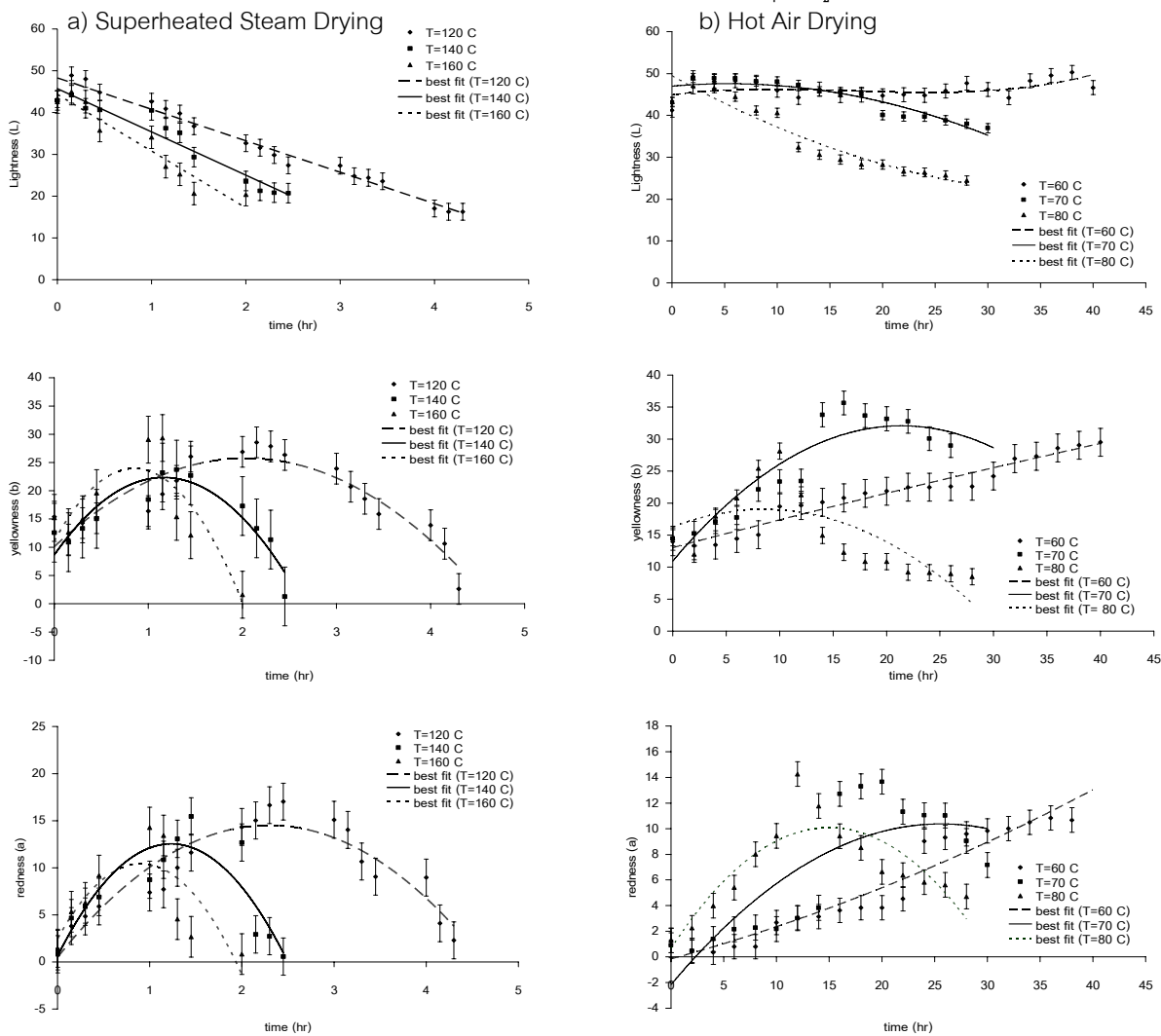


Figure 1 Change of color (L, a and b) in longan without stone undergoing superheated steam drying at 120, 140 and 160 °C and hot air drying at 60, 70 and 80 °C

การเปลี่ยนแปลงค่าสีของเนื้อลำไยหลังการอบแห้งด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส (Figure 1 (b)) พบว่าเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ค่าความสว่างจะลดลงอย่างรวดเร็ว ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงจะเพิ่มขึ้นแล้วลดลง โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส จะเพิ่มขึ้นและลดลงเร็วกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส ส่วนกรณีอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าความสว่างมีการเปลี่ยนแปลงไม่ขึ้นอยู่กับเวลาอบแห้ง ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้น เมื่อระยะเวลาการอบแห้งผ่านไป

ค่าความชื้นของลำไยจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนอุณหภูมิของเนื้อลำไยระหว่างการอบแห้งจะเพิ่มสูงขึ้นในช่วงแรกแล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเข้าใกล้ค่าของอุณหภูมิที่ใช้ออบแห้ง (Figure 2)

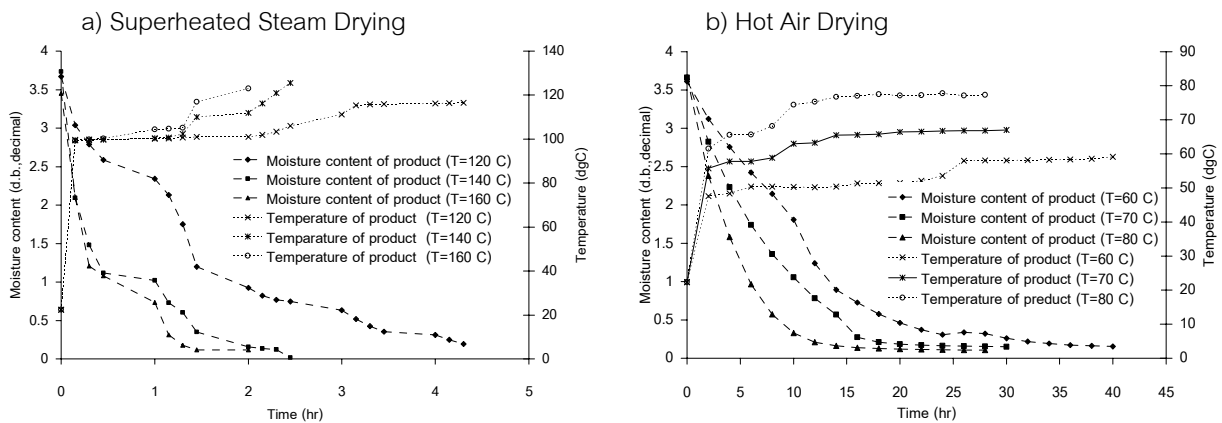


Figure 2 Change of moisture content and product temperature in longan without stone drying undergoing superheated steam and hot air

ส่วนค่า water activity มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น โดยหากค่าความชื้นลดลงค่า water activity ก็จะมีค่าลดลงตามไปด้วย (Figure 3) จากการทดลองพบว่า ค่า water activity จะอยู่ประมาณน้อยกว่า 0.6 ทุกการทดลอง (ที่ความชื้นสุดท้ายประมาณ 18% d.b.) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร

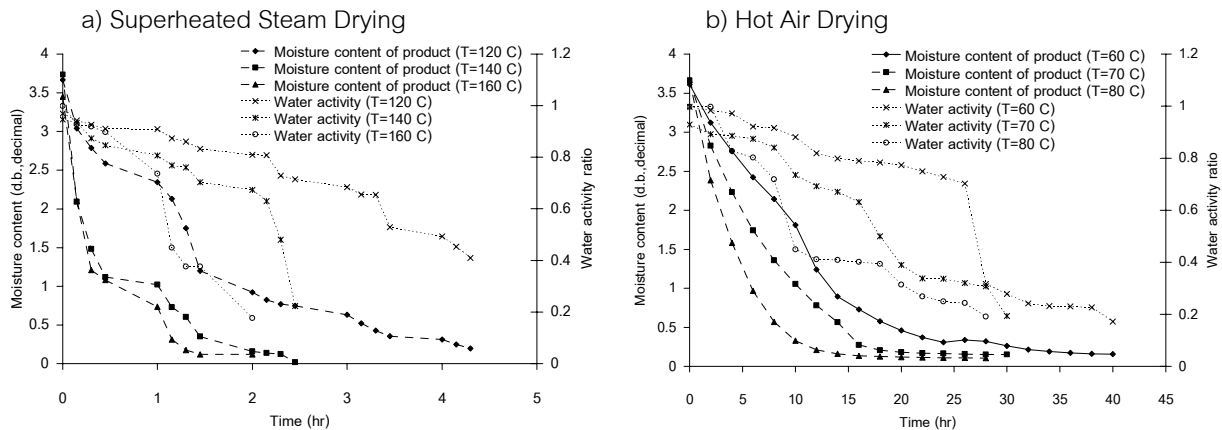


Figure 3 Change of moisture content and water activity in longan without stone drying undergoing superheated steam and hot air

วิจารณ์ผล

เมื่อทำการอบแห้งลำไยด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งค่าความสว่างของเนื้อลำไยจะมีแนวโน้มลดลงลักษณะเชิงเส้น โดยจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่อทำการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้น (Figure 1(a)) แนวโน้มของค่าความสว่างนี้คล้ายกับผลการทดลองของนักวิจัยหลายท่านที่ทำการทดลองศึกษาจลนพลศาสตร์ของการเปลี่ยนแปลงสีของผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น ผลการทดลองของ Prachayawarakorn et al. (2004) ซึ่งทดลองอบแห้งเห็ดด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 120-150 องศาเซลเซียส ผลการทดลองของ Jamradloedluk et al. (2007) ซึ่งทดลองอบแห้งทุเรียนด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งที่อุณหภูมิ 130-150 องศา

เซลเซียส และผลการทดลองอบแห้งกิวี่ด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ของ Maskan (2001) ส่วนค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงของเนื้อลำไยจะมีค่าเพิ่มสูงขึ้นแล้วลดลง โดยมีอัตราการเปลี่ยนแปลงเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิที่ใช้อบแห้งสูงขึ้น ค่าความเป็นสีแดงสูงสุด(ก่อนที่จะลดลง) มีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งลดลงการเปลี่ยนแปลงค่าสีนี้คล้ายคลึงกับผลการทดลองของ Prachayawarakorn et al. (2004) อีกเช่นกัน

ค่าความสว่างของเนื้อลำไยหลังการอบแห้งด้วยลมร้อนจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส (Figure 1(b)) โดยค่าความสว่างจะมีค่าลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นและระยะเวลาการอบแห้งเพิ่มขึ้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงของเนื้อลำไย พบว่าเมื่ออบแห้งที่อุณหภูมิ 70 และ 80 องศาเซลเซียส ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงจะเพิ่มขึ้นแล้วลดลง โดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส ที่ความชื้นสุดท้ายค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงจะลดลงต่ำที่สุด แต่ยังคงสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งซึ่งใช้ช่วงอุณหภูมิสูง ส่วนกรณีอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ค่าความสว่างมีการเปลี่ยนแปลงไม่ขึ้นอยู่กัเวลาอบแห้งโดยมีแนวโน้มค่อนข้างคงที่ ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงเพิ่มขึ้นเมื่อเวลาอบแห้งผ่านไป อย่างไรก็ตามลักษณะเส้นกราฟผลการทดลองของค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงที่อุณหภูมิอบแห้ง 60 องศาเซลเซียส มีแนวโน้มคล้ายกับการเปลี่ยนแปลงค่าความเป็นสีเหลืองของการอบแห้งผักและผลไม้ทั่วไป Mujumdar and Suvachittanont (2000) เช่น การอบแห้งกล้วย แอปเปิ้ล ด้วยลมร้อนที่อุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียส

ค่าความชื้นมีความสัมพันธ์กับค่า water activity โดยค่า water activity จะมีค่าลดลงตามการลดลงของค่าความชื้น (Figure 3) โดยค่า water activity จะลดลงเร็วเมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งเพิ่มขึ้น เพราะเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นทำให้ค่าความชื้นลดลงเร็ว เมื่อการอบแห้งสิ้นสุดลง ค่า water activity จะมีค่าต่ำกว่า 0.6 โดยจะมีค่าอยู่ในช่วง 0.4-0.6 และ 0.2-0.4 กรณีการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและลมร้อนตามลำดับ โดยค่า water activity ต่ำกว่า 0.6 ผลิตภัณฑ์จะเก็บรักษาไว้ได้นานโดยไม่เกิดเชื้อรา

สรุป

ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีแดงและค่าความเป็นสีเหลืองของเนื้อลำไยหลังการอบแห้ง จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาการอบแห้งทั้ง 2 กรณี คือ การอบแห้งด้วยลมร้อนและการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่ง โดยมีการเปลี่ยนแปลงค่าสีต่างๆ รูปแบบคล้ายกัน กล่าวคือ ค่าความสว่างจะมีค่าลดลงตามระยะเวลาอบแห้งและลดลงมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น ค่าความเป็นสีเหลืองและค่าความเป็นสีแดงมีค่าเพิ่มขึ้นแล้วลดลงเมื่อระยะเวลาอบแห้งผ่านไป โดยการเปลี่ยนแปลงจะเร็วขึ้นเมื่ออุณหภูมิอบแห้งเพิ่มขึ้น ทั้งนี้ยกเว้น กรณีผลการทดลองที่อุณหภูมิอบแห้งด้วยลมร้อน 60 องศาเซลเซียส ค่าความสว่าง ค่าความเป็นสีเหลือง และค่าความเป็นสีแดงมีแนวโน้มแตกต่างออกไป ค่าความชื้นของลำไยจะลดลงอย่างรวดเร็วเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ส่วนค่า water activity มีความสัมพันธ์กับค่าความชื้น โดยค่า water activity จะลดลงตามการลดลงของค่าความชื้น จากการทดลองพบว่า ค่า water activity จะอยู่ประมาณน้อยกว่า 0.6 ทุกการทดลอง ที่ความชื้นสุดท้ายประมาณ 18% d.b. ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์อาหาร

เอกสารอ้างอิง

- Arun S. Mujumdar and Sirikakaya Suvachittanont. 2000. Developments in drying : volume II drying of foods and agro-products. Kasetsart University Press Bangkok, Thailand.
- Jamradloedluk, J., Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S. 2007. Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip. Journal of Food Engineering. 78. pp.198-205 .
- Maskan, M. 2001. Kinetics of colour change of kiwifruits during hot air and microwave drying. Journal of Food Engineering. 48, pp. 169 -175.
- Prachayawarakorn, S., Prachayawasin, P., and Soponronnarit, S. 2004. Effective Diffusivity and Kinetics of Urease Inactivation and Color Change During Processing of Soybeans with Superheated – Steam Fluidized Bed. Drying Technology. 22, pp. 2095 – 2118.