

Thesis Title Effects of High Power Ultrasonic Pretreatment on Drying Behaviour and Quality of Longan

Author Miss Thanyanun Rithmanee

Degree Doctor of Philosophy (Food Science and Technology)

Thesis Advisory Committee	Dr. Pilairuk Intipunya	Advisor
	Dr. Pichaya Boonprasom Poonlarp	Co-advisor
	Dr. Tanachai Pankasemsuk	Co-advisor

ABSTRACT

This research study was aimed to investigate the effect of high power ultrasonic pretreatment on drying behaviour and quality of longan. The study consisted of 3 main experiments, namely 1) study on effects of high power ultrasonic pretreatment on qualities of fresh longan, 2) study on effects of high power ultrasonic pretreatment on drying characteristics and properties of dried longan, and 3) study on effects of high power ultrasonic pretreatment on quality changes of dried longan during storage. The study on effect of high power ultrasonic pretreatment on qualities of fresh longan was conducted by ultrasonication of peeled longan flesh for 10, 20, and 30 min using a high intensity ultrasonic processor with ultrasonic probe system at 130 W and low frequency (20 kHz). KMS pretreatment was applied by soaking 100 g longan flesh in 100 ml KMS solution at 0.2% concentration for 5 min. The fresh longan without pretreatment was used as control sample. Effects of high power ultrasonic pretreatment on drying characteristics and properties of dried longan was investigated during hot air drying at 60°C and air velocity of 0.5 m/s. The study on effect of high power ultrasonic pretreatment on quality changes of dried longan during 4 months storage at ambient temperature was studied. Dried longan was analyzed every 2 weeks during storage.

From the study on effect of high power ultrasonic pretreatment on qualities of fresh longan, it was found that the high power ultrasonic pretreatment had significant effects on structures, chemical properties (water activity, moisture content, total soluble solids, titratable acidity and pH), activities of PPO and POD in fresh longan. The ultrasonic pretreatment longan had significantly different structures and properties as compared to control and KMS pretreated samples ($P \leq 0.05$). However, only titratable acidity and pH values were not significantly different amongst all samples ($P > 0.05$). From the analysis of volatile compounds, the highest normalized amount of volatile compounds in all fresh longan samples was found to be ethanol.

The study on effects of high power ultrasonic pretreatment on drying characteristics and properties of dried longan revealed that ultrasonic pretreatment of longan could shorten the drying time significantly as compared to those of the control samples. The longer ultrasonication time, shorter is the drying time to reach the final moisture content of about 14%. Drying kinetics were studied from the experimental results of moisture content and time. Kinetic models were fitted to the data and it was found that Page model gave the best fitting result with the highest adjusted R^2 (0.9457-0.9908) and the lowest RMSE of 0.0121-0.0418. The effective moisture diffusivity during drying of longan were in the range of 6.04×10^{-10} to 3.48×10^{-9} m^2/s . High power ultrasonic pretreatment increased the effective moisture diffusivity of longan during the hot air drying and reduced the total processing time required for drying. For shrinkage modeling of dried longan, linear and exponential functions were used to relate shrinkage with the moisture content (kg/kg dry solid) with adjusted R^2 ranging from 0.7938 to 0.9603, and RMSE of 0.0469-0.0674. Shrinkage of dried longan increased with the amount of water removed, leading to change in shape and decrease in volume.

The morphological changes of longan dried by different ultrasonication time of pretreatment was expected showed that an increase time to pretreatment would result in a higher value of the effective moisture diffusivity and the results indicate that the amount of shrinkage is reduced in dried longan. Many volatile compounds were produced during drying especially ethanol, acetaldehyde, ethyl acetate, 1-Butanol and trans- β -ocimene were identified in the dried longan. Chemical qualities, such as water activity, moisture content, total soluble solids and titratable acidity of the ultrasonic

pretreated dried longan samples were significantly lower, whereas their pH were higher than those of the control samples ($P \leq 0.05$). Increase in ultrasonication time resulted in decreases of water activity, moisture content, total soluble solid content, and titratable acidity, but an increase of pH. The firmness, lightness (L^*), and yellowness (b^*) values increased and redness (a^*) values decreased when the sample was pretreated with increasing ultrasonication time. The application of high power ultrasonic pretreatment for 10, 20, and 30 min could reduce PPO activity by 49.99, 57.18, and 70.68%, and POD activity by 47.63, 86.16, and 94.06%, respectively. The PPO and POD activities were significantly decreased with increasing ultrasonication time ($P \leq 0.05$). Panelists were most satisfied with sensory properties of the dried longan with 30 min of high power ultrasonic pretreatment.

From the study on effects of high power ultrasonic pretreatment on quality changes of dried longan during storage, it was found that the firmness of all dried longan pretreated with high power ultrasound decreased significantly during storage ($P \leq 0.05$). The L^* , a^* value and browning index (BI) of all samples increased whereas their b^* values decreased significantly during storage ($P \leq 0.05$). The 30 min ultrasonic pretreated had the highest in b^* value (most yellow). Therefore, the ultrasonication time of 30 min could enhance the preservation of the color of dried longan better than other conditions. The increase of absorbance of the ultrasonic pretreated-dried samples was less than that of the control and KMS pretreated samples. The application of high power ultrasonic pretreatment for 10, 20 and 30 min markedly reduced PPO and POD activities in dried longan during storage at room temperature and were less than those of the control and KMS treated samples. Increase in storage time resulted in increase of water activity and moisture content and decreases of total soluble solid content, titratable acidity and pH for all samples.

Hence, high power ultrasonic pretreatment could effectively decrease enzymatic activity, off-flavor aromatic changes, shrinkage, total processing time, moisture content and water activity and increase effective moisture diffusivity, drying rate, and improving qualities of the dried longan. Therefore, this technology can be beneficial for industrial applications.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

ผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยต่อ
พฤติกรรมการอบแห้งและคุณภาพของลำไย

ผู้เขียน

นางสาวธัญนันท์ ฤทธิ์มี

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร. พิไกรก อินธิปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

อาจารย์ ดร. พิชญา บุญประสม พุลลาภ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. ธนชาต พันธ์เกยมสุข

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยต่อพฤติกรรมการอบแห้งและคุณภาพของลำไย ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ตอนการทดลอง ได้แก่ ตอนที่ 1 ศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยสด ตอนที่ 2 ศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติของลำไยอบแห้ง และตอนที่ 3 ศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา ในการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา ในการศึกษาผลของการใช้อัลตราโซนิกแบบโพร์บ (ultrasonic probe system) ที่มีกำลัง 130 วัตต์ และความถี่ 20 กิโลเฮิรต โดยทำการเปรียบเทียบ กับลำไยสดชุดควบคุณกับลำไยที่ผ่านการเตรียมด้วยโพแทสเซียมเมต้าไบแซลไฟต์ที่มีความเข้มข้นร้อยละ 0.2 ด้วยลำไย 100 กรัม เป็นเวลา 5 นาที ส่วนการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติของลำไยอบแห้ง โดยนำไปอบแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมที่ 0.5 เมตร/วินาที และอบจนกระทั้นน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ และการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา โดยทำการเก็บลำไย

อบแห้งเป็นระยะเวลา 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง และทำการวิเคราะห์ผลทุก 2 อาทิตย์ตลอดการเก็บรักษา

จากการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยสด พบว่าการประยุกต์ใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาที สามารถยับยั่งเงินไขม์โพลีฟิโนลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดตในลำไยสดได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยโพแทสเซียมเมต้าไนซ์ไฟฟ์ ส่วนค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความชื้น และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของลำไยสดที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับลำไยชุดควบคุม แต่ค่าปริมาณกรดที่ไทเรตได้และค่าความเป็นกรดด่างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลำไยชุดควบคุม สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในลำไยสดในทุกชุดการทดลองพบอ่อนล้าเป็นปริมาณมากที่สุด

ในการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติของลำไยอบแห้ง พบว่าระยะเวลาการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยมีผลต่อลำไยอบแห้งโดยเฉพาะที่เวลา 30 นาที รูปแบบโนเมเดลในการอบแห้งลำไยพบว่า สมการของ Page เหมาะสมที่สุดด้วยค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ปรับแล้วสูงที่สุดที่ 0.9457-0.9908 และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองตัวที่สุดที่ 0.0121 ถึง 0.0418 ค่าลัม珀รัลที่การแพร่ของลำไยอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.04×10^{-10} ถึง 3.48×10^{-9} ตารางเมตร/วินาที ลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงใช้ระยะเวลาทั้งหมดในการอบแห้งสั้นกว่าลำไยชุดควบคุม จากนั้นทำการศึกษาหาสมการการหาผลตัวของลำไยอบแห้ง โดยศึกษาความสัมพันธ์กับความชื้นได้ค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ปรับแล้วที่ 07938 ถึง 0.9603 และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองที่ 0.0469 ถึง 0.0674 ซึ่งการหาผลตัวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของลำไย

ส่วนลักษณะของตัวอย่างลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงที่ระยะเวลาต่างกันนั้น พบว่า ในการเพิ่มระยะเวลาการประยุกต์ใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงมีผลทำให้เพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของลำไยอบแห้ง และทำให้การหาผลตัวของลำไยเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในลำไยอบแห้งพบอ่อนล้า อะซิทอลดีไฮด์ เอทิลอะซิเทต 1-บิวทานอล และ ทรานส์เบต้าโอลิมีน ในการศึกษาค่าคุณภาพด้านเคมี พบว่า ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความชื้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าปริมาณกรดที่ไทเรตได้ของลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีค่าลดลงอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับลำไยชุดควบคุม แต่ค่าความเป็นกรดด่างมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุม การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมลำไยด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีผลให้ค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ ค่าความชื้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าปริมาณกรดที่ไทเรตได้ลดลง แต่

แต่ค่าความเป็นกรดค่างเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่าความแน่นเนื้อ ค่าสี L* และ b* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเตรียมด้วยอัลตราชาวด์กำลังสูงเพิ่มขึ้น แต่ค่า a* ลดลง ร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์โพลี-ฟีโนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสในลำไยอบแห้งด้วยอัลตราชาวด์กำลังสูงที่ 10, 20 และ 30 นาที สามารถยับยั้งเอนไซม์ PPO ได้ที่ร้อยละ 49.99, 57.18, และ 70.68 และยับยั้งเอนไซม์ POD ได้ร้อยละ 47.63, 86.16 และ 94.06 ตามลำดับ การทดสอบชิมพบว่า ลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราชาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาทีนั้น ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

การศึกษาผลของการใช้อัลตราชาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือนที่ อุณหภูมิห้อง มีค่าความแน่นเนื้อของลำไยอบแห้งทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสี L* a* ค่าดัชนีสีน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่า b* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา โดยลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราชาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาทีมีสีเหลืองทองของลำไยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ และมีค่าการดูดกลืนแสงลดลงน้อยที่สุด การเตรียมลำไยด้วยอัลตราชาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาทีสามารถยับยั้งเอนไซม์โพลี-ฟีโนอลออกซิเดส และเปอร์ออกซิเดส ในลำไยอบแห้ง ตลอดการเก็บรักษาได้ดีกว่าลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยโพแทสเซียมเมต้าไบชัลไฟต์ ระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าวาอเตอร์แอคติวิตี้ และค่าความชื้น และมีผลต่อการลดลงของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าปริมาณกรดที่ไทเรตได้ และค่าความเป็นกรดค่าง

ดังนั้นการใช้อัลตราชาวด์กำลังสูงมีประสิทธิภาพที่ช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ การทดสอบเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ความชื้น และค่าวาอเตอร์แอคติวิตี้ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ และอัตราการอบแห้งได้ และยังช่วยปรับปรุงให้คุณภาพของลำไยอบแห้งดีขึ้น จะเห็นได้ว่า การใช้อัลตราชาวด์กำลังสูงมีประสิทธิ์ต่อการประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก