

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 ultrasonically peeling 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 $3.48 \times 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$. 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 ฤทธิมณี

ปริญญา

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อาจารย์ ดร. พิไลรัก อินธิปัญญา

อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

อาจารย์ ดร. พิชญา บุญประสม พูลลาภ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

อาจารย์ ดร. ธนะชัย พันธุ์เกษมสุข

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยต่อพฤติกรรม
การอบแห้งและคุณภาพของลำไย ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ตอนการทดลอง ได้แก่ ตอนที่ 1 ศึกษาผล
ของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยสด ตอนที่ 2 ศึกษาผล
ของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติ
ของลำไยอบแห้ง และตอนที่ 3 ศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อ
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา ในการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์
กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยสดนั้น ใช้ระยะเวลาในการเตรียมลำไยด้วยวิธีอัล
ตราซาวด์กำลังสูงที่ระยะเวลา 10, 20 และ 30 นาทีโดยใช้ระบบอัลตราโซนิกแบบโพรบ
(ultrasonic probe system) ที่มีกำลัง 130 วัตต์ และความถี่ 20 กิโลเฮิร์ตซ์ โดยทำการเปรียบเทียบ
กับลำไยสดหั่นควบคุมกับลำไยที่ผ่านการเตรียมด้วยโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ที่มีความเข้มข้น
ร้อยละ 0.2 ด้วยลำไย 100 กรัม เป็นเวลา 5 นาที ส่วนการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูง
ในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติของลำไยอบแห้ง โดยนำไป
อบแห้งด้วยตู้อบแห้งลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส ความเร็วลมที่ 0.5 เมตร/วินาที และอบ
จนกระทั่งน้ำหนักของตัวอย่างคงที่ และการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียม
ลำไยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา โดยจะทำการเก็บลำไย

อบแห้งเป็นระยะเวลา 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง และทำการวิเคราะห์ผลทุก 2 อาทิตย์ตลอดการเก็บรักษา

จากการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณภาพของลำไยสด พบว่าการประยุกต์ใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาที สามารถยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสในลำไยสดได้มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ส่วนค่าเอนเตอร์แอคติวิตี ค่าความชื้น และค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ของลำไยสดที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับลำไยชุดควบคุม แต่ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้และค่าความเป็นกรดค้างไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับลำไยชุดควบคุม สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในลำไยสดในทุกชุดการทดลองพบเอทานอลเป็นปริมาณมากที่สุด

ในการศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อคุณลักษณะของการอบแห้งและคุณสมบัติของลำไยอบแห้ง พบว่าระยะเวลาการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยมีผลต่อลำไยอบแห้งโดยเฉพาะที่เวลา 30 นาที รูปแบบโมเดลในการอบแห้งลำไยพบว่าการของ Page เหมาะสมที่สุดด้วยค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ปรับแล้วสูงที่สุดที่ 0.9457-0.9908 และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองต่ำที่สุดที่ 0.0121 ถึง 0.0418 ค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของลำไยอบแห้งมีค่าอยู่ระหว่าง 6.04×10^{-10} ถึง 3.48×10^{-9} ตารางเมตร/วินาที ลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงใช้ระยะเวลาทั้งหมดในการอบแห้งสั้นกว่าลำไยชุดควบคุม จากนั้นทำการศึกษาลักษณะการหดตัวของลำไยอบแห้ง โดยศึกษาความสัมพันธ์กับความชื้นได้ค่าประสิทธิภาพการพยากรณ์ที่ปรับแล้วที่ 0.7938 ถึง 0.9603 และค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยกำลังสองที่ 0.0469 ถึง 0.0674 ซึ่งการหดตัวมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างของลำไย

ส่วนลักษณะของตัวอย่างลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงที่ระยะเวลาต่างกันนั้น พบว่า ในการเพิ่มระยะเวลาการประยุกต์ใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงมีผลทำให้เพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของลำไยอบแห้ง และทำให้การหดตัวของลำไยเปลี่ยนแปลงไปไม่มาก สารประกอบระเหยง่ายที่ให้กลิ่นรสในลำไยอบแห้งพบเอทานอล อะซิทัลดีไฮด์ เอทิลอะซิเตต 1-บิวทานอล และ ทรานส์เบต้าไอโซมิโน ในการศึกษาค่าคุณภาพด้านเคมี พบว่า ค่าเอนเตอร์แอคติวิตี ค่าความชื้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ของลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีค่าลดลงอย่างมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) กับลำไยชุดควบคุม แต่ค่าความเป็นกรดค้างมีค่าสูงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับลำไยชุดควบคุม การเพิ่มขึ้นของระยะเวลาที่ใช้ในการเตรียมลำไยด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงมีผลให้ค่าเอนเตอร์แอคติวิตี ค่าความชื้น ค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้และค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ลดลง แต่

แต่ค่าความเป็นกรดต่างเพิ่มสูงขึ้น ส่วนค่าความแน่นเนื้อ ค่าสี L^* และ b^* เพิ่มขึ้นเมื่อระยะเวลาการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงเพิ่มขึ้น แต่ค่า a^* ลดลง ร้อยละของการยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดสและเปอร์ออกซิเดสในลำไยอบแห้งด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงที่ 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 ลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาทีนั้น ผู้ทดสอบชิมให้การยอมรับในคุณลักษณะทางประสาทสัมผัสมากที่สุด

การศึกษาผลของการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงในการเตรียมลำไยที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของลำไยในระหว่างการเก็บรักษา พบว่า ในระหว่างการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 เดือนที่อุณหภูมิห้อง มีค่าความแน่นเนื้อของลำไยอบแห้งทุกชุดการทดลองมีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ส่วนค่าสี L^* a^* ค่าดัชนีสีน้ำตาลมีค่าเพิ่มขึ้น แต่ค่า b^* มีค่าลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($P \leq 0.05$) ในระหว่างการเก็บรักษา โดยลำไยอบแห้งที่ผ่านการเตรียมด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 30 นาทีมีสีเหลืองทองของลำไยมากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับชุดการทดลองอื่นๆ และมีค่าการดูดกลืนแสงลดลงน้อยที่สุด การเตรียมลำไยด้วยอัลตราซาวด์กำลังสูงเป็นเวลา 10, 20 และ 30 นาทีสามารถยับยั้งเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส และเปอร์ออกซิเดส ในลำไยอบแห้งตลอดการเก็บรักษาได้ดีกว่าลำไยชุดควบคุมและลำไยที่ผ่านการแช่ด้วยโพแทสเซียมเมตาไบซัลไฟต์ ระยะเวลาเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของค่าออกเตอร็อกซิเดติวิตี และค่าความชื้น และมีผลต่อการลดลงของค่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ ค่าปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ และค่าความเป็นกรดต่าง

ดังนั้นการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงมีประสิทธิภาพที่ช่วยลดกิจกรรมของเอนไซม์ การหาค่าเวลาที่ใช้ในการอบแห้ง ความชื้น และค่าออกเตอร็อกซิเดติวิตี อีกทั้งยังช่วยเพิ่มค่าสัมประสิทธิ์การแพร่ของน้ำ และอัตราการอบแห้งได้ และยังช่วยปรับปรุงให้คุณภาพของลำไยอบแห้งดีขึ้น จะเห็นได้ว่าการใช้อัลตราซาวด์กำลังสูงมีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้ในทางอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก