



<https://li01.tci-thaijo.org/index.php/pajrmu/index>

บทความวิจัย

ผลของเทคโนโลยีเฮอร์เดิลในการยืดอายุการเก็บรักษาถั่วลิสงป่น

วัชร เทพโยธิน^{1*} และ สุรพล ใจวงศ์ษา²

¹สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000 ประเทศไทย

²สาขาวิชาพืชศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 หมู่ 17 ตำบลพิชัย อำเภอเมือง จังหวัดลำปาง 52000 ประเทศไทย

ข้อมูลบทความ	บทคัดย่อ
Article history รับ: 29 ธันวาคม 2567 แก้ไข: 3 มีนาคม 2568 ตอบรับการตีพิมพ์: 10 พฤษภาคม 2568 ตีพิมพ์ออนไลน์: 13 พฤษภาคม 2568 คำสำคัญ ถั่วลิสงป่น กรรมวิธี อายุการเก็บรักษา เทคโนโลยีเฮอร์เดิล	ถั่วลิสงป่นเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงที่นิยมใช้ในการประกอบอาหาร ซึ่งส่วนใหญ่แปรรูปจากถั่วลิสงที่บดพร่องหรือแตกหัก หากมีการผลิตหรือการเก็บรักษาที่ไม่เหมาะสมอาจก่อให้เกิดการปนเปื้อนของสารพิษจากเชื้อราที่อันตรายต่อผู้บริโภค งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาถั่วลิสงป่นโดยใช้เทคโนโลยีเฮอร์เดิล (Hurdle Technology) ซึ่งเป็นการใช้หลายกรรมวิธีร่วมกันในการยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์และป้องกันการเสื่อมสภาพของอาหาร โดยเริ่มจากการเตรียมถั่วลิสงจากโรงงานกะเทาะ ถ้าง และอบแห้งที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง จากนั้นอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส นาน 25 นาที และบดด้วยเครื่องบดในระยะเวลา 15, 20, 25 และ 30 วินาที พบว่า การบด 15 วินาที มีความเหมาะสมที่สุด เนื่องจากถั่วลิสงป่นมีความชื้นร้อยละ 1.58 ปริมาณน้ำอิสระ 0.192 และเพอร์ออกไซด์ 0.89 มิลลิกรัมต่อ กิโลกรัม ต่อมาศึกษาอายุการเก็บรักษาถั่วลิสงป่นในบรรจุภัณฑ์ต่างๆ ระยะเวลา 30, 60 และ 90 วัน โดยใช้ 5 กรรมวิธีการบรรจุ พบว่าการใช้บรรจุภัณฑ์แบบที่ 3 (บรรจุถุง 2 ชั้น PET/PE และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบซิปล็อก) สามารถรักษาคุณภาพได้ดีที่สุด โดยมีความชื้น น้ำอิสระ เพอร์ออกไซด์ และสารอะฟลาทอกซินในระดับต่ำ และตรวจไม่พบจุลินทรีย์ในผลิตภัณฑ์ ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ถุงฟอยล์อะลูมิเนียมแบบซิปล็อกมีประสิทธิภาพในการป้องกันความชื้น ก๊าซ กลิ่น น้ำมัน และแสง ช่วยถนอมและยืดอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่นได้ยาวนาน

บทนำ

ถั่วลิสง (Peanut หรือ groundnut) อาจเรียกว่า ถั่วดิน ถั่วซูด หรือถั่วยี่สง เป็นพืชล้มลุกที่เป็นพืชไร่ตระกูลถั่ว (Leguminosae) มีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Arachis hypogaea* L. เป็นถั่วเมล็ดแห้ง (Legume) ซึ่งมีน้ำมันสูง จัดอยู่ในกลุ่มพืชน้ำมันที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ เป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งของอาหารประเภทโปรตีนประมาณร้อยละ 25-30 ไขมันร้อยละ 45-50 และคาร์โบไฮเดรตร้อยละ 20 (Butsalee et al., 2023) โดยในปัจจุบันสำนักงานเกษตรจังหวัดลำปางได้ส่งเสริมให้เกษตรกรในพื้นที่ 5 อำเภอ คือ อำเภอเสริมงาม อำเภอแม่ทะ อำเภอเมืองปาน อำเภอแจ้ห่ม และอำเภอเถิน รวมเนื้อที่ 17,000 ไร่ ปลูกถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 เพื่อให้เข้ากับสถานการณ์ที่เกิดขึ้น เนื่องจากพืชตระกูลถั่วจะใช้น้ำในการเพาะปลูกน้อย เมื่อเปรียบเทียบกับปลูกข้าว นอกจากนี้ยังเป็นการเพิ่มผลผลิตถั่วให้เพียงพอแก่ความต้องการภายในประเทศ ซึ่งในปัจจุบันประเทศไทยต้องนำเข้าถั่วจากต่างประเทศมากถึง 93,000 ตันต่อปี และได้นำผลผลิตไปจำหน่ายให้กับทางโรงงานกะเทาะเปลือกถั่วลิสง ซึ่งโรงงานกะเทาะเปลือกถั่วลิสงพบว่ามีผลผลิตถั่วลิสงที่ผ่านการกะเทาะเปลือกแล้วเกิดการแตกหักเป็นจำนวนมาก

ทำให้ไม่สามารถจำหน่ายถั่วลิสงในราคาเดียวกับถั่วลิสงเมล็ดดีได้ โดยถั่วลิสงแตกหักจะมีราคาที่ถูกกว่าถั่วลิสงเมล็ดดี ซึ่งในปัจจุบันจำนวนถั่วลิสงแตกหักส่งผลกระทบต่อทางโรงงานกะเทาะเปลือกถั่วลิสงเป็นอย่างมากทางโรงงานจะนำถั่วลิสงที่แตกหักมาทำการบดละเอียดเพื่อจำหน่ายเป็นวัตถุดิบที่ใช้สำหรับปรุงอาหาร ซึ่งจำหน่ายในราคาที่ค่อนข้างต่ำจึงส่งผลกระทบต่อกำไรของทางโรงงาน (Thai Agricultural Standard TAS 4702-2014, 2014)

อย่างไรก็ตาม ในถั่วลิสงโดยเฉพาะถั่วลิสงป่นมีข้อจำกัดที่สำคัญคือ การเกิดสารพิษที่เรียกว่า สารอะฟลาทอกซิน จากเชื้อรา *Aspergillus flavus* และ *A. Parasiticus* ปนเปื้อนตั้งแต่ช่วงระยะที่ปลูกในแปลง การเก็บเกี่ยว การตากแห้ง รวมทั้งระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งเป็นสารพิษร้ายแรงต่อสุขภาพและชีวิตของผู้บริโภคทั้งมนุษย์และสัตว์เลี้ยงโดยตรงอย่างเฉียบพลัน หากได้รับในปริมาณสูงและอาจเป็นสาเหตุสำคัญทำให้เกิดโรคมะเร็งที่ตับ หัวใจ และสมอง ทั้งนี้ ขึ้นอยู่กับการกำหนดมาตรฐานในแต่ละประเทศ (Thai Agricultural Standard TAS 4702-2014, 2014) ปัจจุบันสำคัญที่มีผลต่อการเจริญของเชื้อรารวมถึงการสร้างสารพิษอะฟลาทอกซินได้แก่อุณหภูมิและความชื้น โดยช่วงเหมาะสมคือ 27-43 องศา

*Corresponding author

E-mail address: tapyotin@rmu.ac.th (W. Thepyothin)

Online print: 13 May 2025 Copyright © 2025. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2025.9>

เซลเซียส และความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 70-90 ซึ่งเป็นสภาวะสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย (Thitipetchrakul et al., 2015)

เทคโนโลยีฮาร์ดเดิล (Hurdle technology) เป็นการใช้เทคนิคการถนอมอาหารหลายวิธี เช่น การล้าง การอบแห้ง รวมถึงการใช้เทคโนโลยีด้านบรรจุภัณฑ์ มาใช้ร่วมกันอย่างเหมาะสมในการแปรรูปอาหาร เพื่อป้องกันการเสื่อมเสียของอาหาร (Food spoilage) โดยเน้นการควบคุมการเจริญของจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดโรค (Pathogen) ควบคุมจุลินทรีย์ที่ทำให้เกิดการเสื่อมเสีย (Microbial spoilage) และปฏิกิริยาเคมีที่ทำให้อาหารเสื่อมคุณภาพ (Pornchaloempong & Rattanapanone, 2010) เทคโนโลยีนี้ยังให้ความสำคัญกับการเก็บรักษาคุณภาพทางประสาทสัมผัสและคุณค่าทางโภชนาการของอาหาร รวมทั้งความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์ของการผลิตอาหารและการขนส่งอีกด้วย การเสื่อมคุณภาพของอาหารอาจเกิดขึ้นได้ในหลายขั้นตอนตั้งแต่เริ่มเก็บเกี่ยววัตถุดิบจนถึงการนำอาหารมาบริโภค เช่น ในช่วงการเจริญของพืชหรือสัตว์ สภาวะในการเก็บเกี่ยวหรือการฆ่าสัตว์ การเก็บรักษาวัตถุดิบที่ได้จากพืชหรือสัตว์ การขนส่ง การพัฒนาสูตรของผลิตภัณฑ์ กระบวนการผลิต การบรรจุ การจำหน่าย การเก็บรักษาภายในครัวเรือน และการนำไปบริโภค (Leistner & Gould, 2002) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงยึดอายุการเก็บรักษาถั่วลิสงป่นโดยใช้เทคโนโลยีฮาร์ดเดิล มีทั้งการล้าง การอบแห้ง การบด และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ในการเก็บรักษา

วิธีการวิจัย

การเตรียมถั่วลิสงบดพร้อม

การเตรียมถั่วลิสงบดพร้อมเพื่อพัฒนาเป็นถั่วลิสงป่นบรรจุของทำการเลือกซื้อถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 แบบบดพร้อมแต่ผ่านมาตรฐาน มกษ. 4702-2557 จากการกะเทาะเปลือกของโรงงานชาญพิชผล จังหวัดลำปาง โดยทางโรงงานจะคัดแยกถั่วมีตำหนิออกจากเมล็ดถั่วลิสงที่ไม่มีตำหนิ มีราคาช่วง 40 - 60 บาท ส่วนตำหนิที่มีการคัดแยกออกมีราคาช่วง 30 - 35 บาท ซึ่งตำหนิที่คัดแยกประกอบด้วยเมล็ดที่มีแมลงเจาะ จุดดำ ผิวสีเข้ม ผิวถลอก เมล็ดเล็ก เมล็ดเริ่มงอก และแตกหัก ดังแสดงใน Figure 1 จากนั้นนำเมล็ดถั่วลิสงที่บดพร้อม ทำการคัดตำหนิต่าง ๆ ประกอบด้วยเมล็ดที่มีแมลงเจาะ จุดดำ และผิวสีเข้ม อีกครั้ง ดังแสดงใน Figure 2 และเข้าสู่กระบวนการเตรียมเมล็ดถั่วลิสงบดพร้อมก่อนทำการผลิต ดังแสดงใน Figure 3

การผลิตถั่วลิสงป่น

นำถั่วลิสงที่ผ่านการอบแห้ง 2 อุณหภูมิ คือ ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 6 ชั่วโมง แล้วนำมาทำให้สุกด้วยการอบที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 25 นาที จากนั้นทำถั่วลิสงป่นด้วยการบดจำนวน 4 ระยะเวลาการบด ซึ่งใช้ระยะเวลาในการบดที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 1 และวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพเคมี และจุลินทรีย์



Figure 1 Peanut defects sorting at Chan Phitphon factory, Lampang Province.



Figure 2 Defective peanuts separated from shelling plant (a) Undesirable defects include severely shrunken kernels, dirt-contaminated kernels, and split or broken kernels with abnormal odors or colors. These defects pose a high risk for fungal toxin contamination. (b) Desirable defects include small kernels, as well as split or broken kernels, which pose a low risk for fungal toxin contamination.



Figure 3 Process of preparing defective peanuts before ground dried peanut manufacturing; (a) Sorting defective kernels; (b) Defective kernels removal; (c) Washing to clean sorted kernels; (d) Draining excess water; (e) Arranging cleaned kernels on a tray; (f) Drying at 60°C for 6 hours and (g) Packing in bags for storage and further processing

Table 1 Different methods of making ground dried peanut

Methods	Drying 1 (°C/hr)	Drying 2 (°C/min)	Grinding time (s)
1	60/6	150/25	15
2	60/6	150/25	20
3	60/6	150/25	25
4	60/6	150/25	30

การวิเคราะห์คุณภาพทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

1. การวิเคราะห์หาปริมาณความชื้น ตามวิธี Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005) ด้วยการชั่งตัวอย่าง ถั่วลิสงป่น 5 กรัม ใส่ในกระป๋องอลูมิเนียมที่อบและชั่งน้ำหนักไว้แล้ว นำไปอบในตู้อบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 6 ชั่วโมง กระทั่งน้ำหนักคงที่ จำนวน 3 ซ้ำ นำไปคำนวณหาปริมาณความชื้น ดังสมการ

$$\text{ปริมาณความชื้น (\%)} = \frac{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} - \text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)} \times 100}{\text{น้ำหนักตัวอย่างก่อนอบ (กรัม)}}$$

2. การวิเคราะห์หาปริมาณน้ำอิสระด้วยเครื่องวัดปริมาณน้ำอิสระ รุ่น GBX: FA-st/1, Frances นำตัวอย่างถั่วลิสงป่นแต่ละกรรมวิธีวัดค่าปริมาณน้ำอิสระ (a_w) บรรจุไม่น้อยกว่าครึ่งลงในภาชนะใส่ตัวอย่าง และนำตัวอย่างลงในหลุม ปิดฝาครอบ กดปุ่มอ่านเครื่องหมุน เพื่ออ่านค่า รอกะทั่งเครื่องทำงานเสร็จ จะมีเสียงเตือน

จากนั้นจดบันทึกค่าที่ได้ จำนวน 3 ซ้ำ เพื่อเปรียบเทียบปริมาณน้ำอิสระ (a_w) แต่ละกรรมวิธี

3. การวิเคราะห์หาปริมาณเปอร์ออกไซด์ (Peroxide value) ตามวิธี American Oil Chemists' Society (AOCS). (1997) ชั่งตัวอย่างถั่วลิสงป่น 5 กรัม ใส่ใน Erlenmeyer flask ขนาด 250 มิลลิลิตร เติมน้ำสารละลายฟอสฟอรัสคลอโรฟอร์ม (3:2) 30 มิลลิลิตร เติมน้ำสารละลายโพแทสเซียมไอโอไดต์อิมิต 0.5 มิลลิลิตร เขย่าสารละลายเป็นเวลา 1 นาที ในที่มืด และเติมน้ำกลั่นทันที 30 มิลลิลิตร ไทเทรตด้วยสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตความเข้มข้น 0.01 นอร์มอล กระทั่งสารละลายเป็นสีเหลืองอ่อนและเติมน้ำกลั่น 1% ปริมาตร 2 มิลลิลิตร และไทเทรตต่อกระทั่งสีน้ำเงินจางหาย ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ คำนวณค่าเปอร์ออกไซด์ ดังสมการ

$$\text{Peroxide Value (milliequivalents peroxide/1000 g sample)} = \frac{(S-B) \times N \times 1000}{\text{Sample (g)}}$$

เมื่อ S = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรตตัวอย่าง (มิลลิลิตร)

B = ปริมาตรสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟตที่ใช้ในการไทเทรต blank (มิลลิลิตร)

N = ความเข้มข้นของสารละลายโซเดียมไทโอซัลเฟต (นอร์มอล)

4. การวิเคราะห์ค่าสี (L^* , b^* , a^*) ด้วยเครื่องวัดสี (Colorimeter) โดยค่าความสว่าง (L^*) (ค่า 0-100 โดย 0 หมายถึงวัตถุสีเข้ม, 100 หมายถึง วัตถุมีสีอ่อน) ค่าสี a^* คือวัตถุสีแดง (+) วัตถุสีเขียว (-) และค่าสี b^* คือ วัตถุสีเหลือง (+) วัตถุน้ำเงิน (-) เพื่อเปรียบเทียบสีของถั่วลิสงป่นในแต่ละกรรมวิธี ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

5. การวิเคราะห์หาปริมาณสารอะฟลาทอกซิน ตามวิธีของชุดตรวจสอบ Screen EZ® Aflatoxin ELISA Kit ของบริษัทสยามอินเตอร์คอวลิตี จำกัด (ประเทศไทย) ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

6. การวิเคราะห์หาปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และ ยีสต์และรา ตามวิธีของ (AOAC, 1990) และกรมอนามัย (Food Sanitation Division, Department of Health, 1999) ทำการตรวจนับจุลินทรีย์แบบ spread plate method ลงบนอาหารแข็ง Tryptic Soy Agar (TSA) ที่เติม NaCl ความเข้มข้นร้อยละ 5 บ่มที่อุณหภูมิ 35 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และ Potato Dextrose Agar (PDA) ที่เติม NaCl ความเข้มข้นร้อยละ 5 บ่มที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 สัปดาห์ ทำการวัดค่า 3 ซ้ำ

การนำถั่วลิสงป่นที่ผ่านการคัดเลือกตามเวลาการบดบรรจุในบรรจุภัณฑ์เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาของถั่วลิสงป่น

นำถั่วลิสงป่นที่ผ่านการคัดเลือกตามระยะเวลาการบดมาบรรจุในบรรจุภัณฑ์ต่างกัน 5 กรรมวิธี ดังแสดงใน Table 2 และนำถั่วลิสงป่นที่บรรจุแต่ละกรรมวิธีเก็บรักษาจำนวน 0, 30, 60 และ 90 วัน และทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์

Table 2 Packaging methods used for the storage of ground dried peanut

Method	Package
1	Packaged in a small two-layer PET/PE bag
2	Packaged in a small two-layer PET/PE bag and then packed in kraft paper
3	Packaged in a small two-layer PET/PE bag and then packed in a foil bag
4	Packaged in a small two-layer PET/PE bag and then packed in a clear zip-lock bag
5	Ground roasted peanuts from retail stores (PP plastic bags commonly used for packaging in the market)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

วางแผนการทดลองแบบ Complete Randomized Design, (CRD) (Burakorn et al., 2022) ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนของข้อมูล (Analysis of variance; ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างของตัวอย่างด้วยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ระดับความเชื่อมั่น 95%

ผลและวิจารณ์ผลการวิจัย

ผลการเตรียมถั่วลิสงบดพร้อมเพื่อพัฒนาเป็นถั่วลิสงป่นบรรจุของ

จากการเตรียมถั่วลิสงบดพร้อมเพื่อพัฒนาถั่วลิสงป่นบรรจุของระหว่างการอบแห้งถั่วลิสงที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 0 - 6 ชั่วโมง ได้ทำการหาร้อยละความชื้นและ a_w แสดงให้เห็นดังแสดงใน Figure 4 และ Figure 5 พบว่าเวลาอบนาน 6 ชั่วโมงมีผลทำให้ความชื้นของเมล็ดถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 ลดลงจากร้อยละ 11.39 เหลือร้อยละ 4.40 และมีค่า a_w ต่ำกว่า 0.6 และเมื่อนำเมล็ดถั่วลิสงบดพร้อมจากโรงงาน ผ่านกระบวนการเตรียมก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิตถั่วลิสงป่น ด้วยการอบแห้งเป็นเวลา 5 และ 6 ชั่วโมงทำการตรวจเชื้อจุลินทรีย์ทั้งหมดพบว่า มีจำนวนเชื้อจุลินทรีย์ต่ำกว่ามาตรฐาน ดังแสดงใน Table 3 และพบว่าเมล็ดถั่วลิสงหากไม่มีการ

ดำเนินการใด ๆ ภายใน 10 วัน จะมีปริมาณอะฟลาทอกซินเกินมาตรฐาน มกษ. 4702-2557 และการอบแห้งเป็นเวลานาน 6 ชั่วโมงนั้น มีประสิทธิภาพพอเพียงในการลดการเกิดอะฟลาทอกซินในเมล็ดถั่วลิสงบดพร้อมได้ (Table 4) จากการศึกษาของ Jantsarakhu et al., (2014) พบว่าการอบแห้งถั่วลิสงด้วยเครื่องอบแห้งแบบกระบะสลับทิศทางลมร้อนที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 ชั่วโมงสามารถลดความชื้นของถั่วลิสงพันธุ์ไทนาน 9 จากร้อยละ 25.9 เหลือร้อยละ 6.7 และยังคงรักษาความออกของเมล็ดได้ที่ร้อยละ 80 จากการศึกษาของ Chalad & Khongsai, (2012) ทำการแยกจุลินทรีย์และตรวจหาสารพิษอะฟลาทอกซิน จากอาหารที่จำหน่ายในจังหวัดตรัง จำนวน 10 ชนิด โดยเก็บตัวอย่างทั้งหมด 100 ตัวอย่างประกอบด้วย เต้าหู้ยี้ เต้าเจี้ยว ซีอิ๊ว ถั่วลิสงแห้ง ถั่วลิสงป่น พริกแห้ง พริกป่น หอม กระเทียม และเครื่องแกง ผลการวิจัยพบว่า จุลินทรีย์ทั้งหมดที่แยกได้มี 15 สายพันธุ์ ประกอบด้วย แบคทีเรีย 3 สกุล ได้แก่ *Bacillus*, *Staphylococcus* และ *Pediococcus* และเชื้อรา 4 สกุล ได้แก่ *Aspergillus*, *Fusarium*, *Syncephalastrum* และ *Penicillium* โดยพบว่าในตัวอย่างอาหารถั่วลิสงป่น มีปริมาณจุลินทรีย์สูงสุด ได้แก่ แบคทีเรีย (7.6×10^6 CFU/g) และเชื้อรา (5.3×10^6 CFU/g)

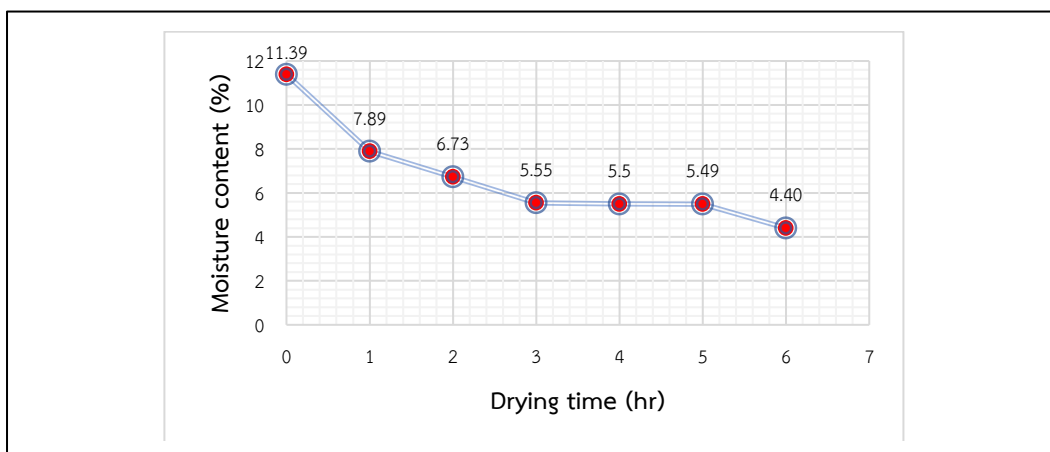


Figure 4 The relationship between drying time (0 - 6 hours) and moisture content (%).

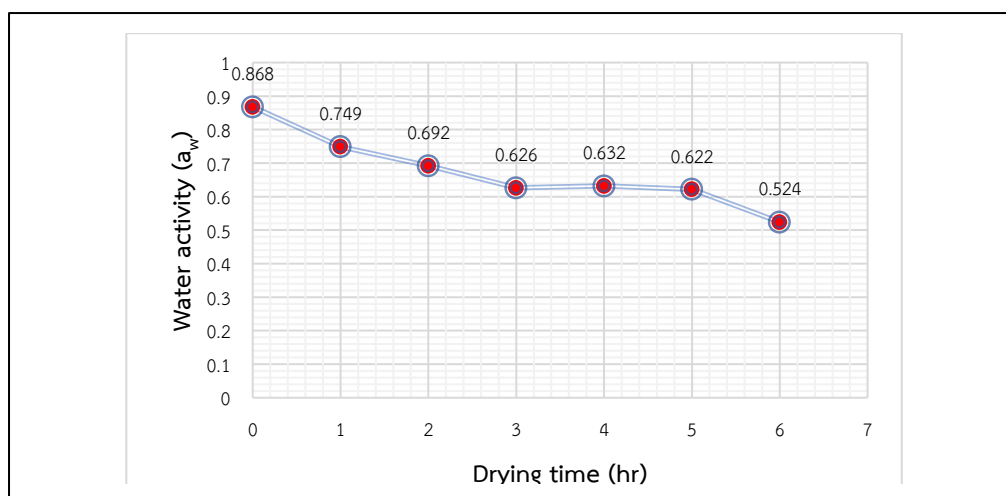


Figure 5 The relationship between drying time (0 - 6 hr) and a_w (water activity).

Table 3 Microbial analysis of ground dried peanut after drying process

Methods	Total microbial level (CFU/g)		
	0 day	5 days	10 days
Normal			
Total plate count	94.8	471	6.31×10^4
Yeast and Mold	≤ 5	33	106
Drying for 5 hrs			
Total plate count	ND	16	258
Yeast and Mold	ND	≤ 8	35
Drying for 6 hrs			
Total plate count	ND	ND	ND
Yeast and Mold	ND	ND	ND

ND represented for not detected.

Table 4 Aflatoxin levels of defective peanuts that meet the TIS 4702-2557 standard after drying process

Methods	Aflatoxin level (ppb)		
	0 day	5 days	10 days
Normal	ND	ND	43.19 ± 0.15
Drying for 5 hrs	ND	ND	11.23 ± 0.07
Drying for 6 hrs	ND	ND	ND

ND represented for not detected. Mean values $\pm$ standard deviation of determinations for triplicatesamples.

ผลการศึกษาคูณภาพทางด้านกายภาพ และเคมี

จากการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ของถั่วลิสงป่น จำนวน 4 กรรมวิธี พบว่า กรรมวิธีที่ 1 (การบด 15 วินาที) นำมาวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ คือ การวัดค่าสี

ระบบ L* a* และ b* โดยมีค่าสี L* อยู่ที่ 66.18 เป็นค่าความสว่าง ค่าสี a* อยู่ที่ 7.94 โดยจะค่อนข้างไปทางสีแดง และค่า b* อยู่ที่ 26.39 โดยจะค่อนข้างไปทางสีเหลือง การบด 15 วินาที ให้ความละเอียดพอสมควร และประหยัดเวลา คุณภาพทางด้านเคมี มีปริมาณความชื้นและ

ปริมาณน้ำอิสระต่ำเสี่ยงต่อการเกิดจุลินทรีย์น้อย (Mantadilog et al., 2012) ซึ่งมีความชื้นร้อยละ 1.58 และประมาณน้ำในอาหารที่ 0.192 และการศึกษาของ (Butsalee et al., 2023) มีปริมาณเพอร์ออกไซด์ต่ำที่ 1.4 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัม เสี่ยงต่อการเหม็นหืนได้น้อยกว่า ส่วน Notification of the Ministry of Public Health (No. 421), (2021) กำหนดให้มีค่าเพอร์ออกไซด์ได้ไม่เกิน 10 มิลลิกรัมสมมูลต่อกิโลกรัม ดังแสดงใน Table 5 นอกจากนี้ ถั่วลิสงป่นเป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วลิสงอีกรูปแบบหนึ่ง โดยนำถั่วลิสงมาผ่านการอบระเหยความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส การอบสุกที่อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส และบดให้มีขนาดเล็กเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบในอาหาร ซึ่งมีกลิ่นรสเฉพาะตัว เมื่อนำไปใส่ในอาหารจะทำให้รสชาติอาหารดียิ่งขึ้น โดยถั่วลิสงป่นมักมีปัญหาจากการเสื่อมเสียคุณภาพเนื่องจากการเกิดกลิ่นหืน (Rancidity) ปัจจัยที่ทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่น ได้แก่ แสง อุณหภูมิ ออกซิเจน ประเภทของไขมันชนิดไม่อิ่มตัว เอนไซม์ไลเปสและลิพอกซิเดส การลดกลิ่นหืนจึงเป็นสิ่งจำเป็นในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่นให้ถูกวิธี (Joboon et al., 2011) ซึ่งถั่วลิสงป่นเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีการปนเปื้อนจากสารอะฟลาทอกซินสูง เนื่องจากส่วนใหญ่ ผู้ผลิตไม่มีการควบคุม

คุณภาพด้านวัตถุุดิบ และมีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากถั่วลิสงมีน้ำมันสูง เกิดการหืนได้ง่ายโดยเฉพาะการใช้เครื่องบดที่ไม่มีประสิทธิภาพมีผลทำให้สูญเสียเกิดเป็นน้ำมันออกมาจากเมล็ดถั่วลิสงได้ (Tangpradit, 2002) สำหรับการศึกษาวิจัยครั้งนี้ได้ทำการศึกษาระบวนการผลิตที่มีผลต่อคุณภาพผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่น โดยมีการศึกษาอยู่ 4 ระยะเวลาการบด คือ การบดถั่วลิสงด้วยเครื่องบดเป็นเวลา 15, 20, 25 และ 30 วินาที พบว่า ปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระ มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยการบดระยะเวลา 15 วินาที มีปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระสูงที่สุดแต่ไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ส่วนค่าเพอร์ออกไซด์ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Joboon et al., (2011) ได้ศึกษาการผลิตถั่วลิสงป่นลดไขมัน พบว่าสภาวะที่เหมาะสมสำหรับการผลิตถั่วลิสงป่นลดไขมัน คือระยะเวลาในการคั่ว 20 นาที ที่ระดับแรงดัน 160 บาร์โดย ปริมาณน้ำมันในถั่วลิสงป่นร้อยละ 32.54 และ ค่าสีในระบบ CIE lab ของถั่วลิสงป่นลดไขมัน คือ L^* , a^* , b^* และ ΔE^* เท่ากับ 73.52, 6.06, 17.76 และ 26.38 ตามลำดับ งานวิจัยนี้จึงทำการเลือกระยะเวลาการบด 15 วินาที เพื่อนำไปเก็บรักษาจำนวน 90 วัน ต่อไป

Table 5 Physicochemical properties of ground dried peanut

Physicochemical properties	Grinding time (s)			
	15 (Method 1)	20 (Method 2)	25 (Method 3)	30 (Method 4)
Color				
L^*	66.18±0.40 ^c	69.63±0.32 ^a	65.39±0.31 ^d	68.99±0.42 ^b
a^*	7.94±0.29 ^b	7.30±0.14 ^c	9.14±0.06 ^a	7.29±0.15 ^c
b^*	26.39±0.34 ^d	27.22±0.24 ^c	29.01±0.16 ^a	27.95±0.24 ^b
Moisture (%)	1.58±0.07 ^{ab}	1.64±0.04 ^a	1.50±0.04 ^b	1.28±0.10 ^c
a_w	0.192±0.01 ^a	0.176±0.01 ^b	0.175±0.01 ^b	0.128±0.00 ^c
Peroxide value (milligrams of equivalent oxygen peroxide per kilogram) ^{ns}	0.89±0.40 ^a	0.99±0.41 ^a	0.97±0.72 ^a	0.91±0.83 ^a

Mean values ± standard deviation of determinations for triplicate samples. Values with the different superscripts in each row are significantly different ($p < 0.05$).

ผลการศึกษาระบบบรรจุภัณฑ์และอายุการเก็บรักษาของผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่น

จากการศึกษาระบบบรรจุภัณฑ์แต่ละชนิดที่ใช้ในการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่นทั้ง 5 กรรมวิธี ดังแสดงใน Table 2 ทำการวิเคราะห์คุณภาพทางด้านกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์ พบว่า กรรมวิธีที่ 3 คือ บรรจุลง 2 ชั้น ขึ้นในสัมผัสถั่วลิสงป่นโดยตรงเป็นบรรจุภัณฑ์ประเภท 2 ชั้น คือ PET/PE ชั้นนอกคือถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบ ซิปล็อกเป็นบรรจุภัณฑ์ที่สามารถเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ถั่วลิสงป่นได้ดีที่สุด ซึ่งพลาสติก PET (Polyethylene terephthalate) มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซได้ดีมาก และป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ดี มีความใสและความเหนียวสูง สามารถใช้เคลือบกับโอของอะลูมิเนียมได้ ประกอบกับถุงพลาสติก PE (Polyethylene) ซึ่งมีคุณสมบัติ เป็นฉนวนไฟฟ้าที่ดี มีความเหนียว และทนทานต่อแรงดึงปานกลาง ฝึกขาดยาก พวกที่มีความหนาแน่นต่ำ จะใสมาก ป้องกันความชื้นไม่ให้ผ่านเข้าออกได้ (Davivongs et al., 2022) เมื่อทำการเก็บรักษาและตรวจวิเคราะห์ทุก 30 วัน เป็นเวลา 0, 30, 60 และ 90 วัน ดังแสดงใน Table 6, 7 และ 8 พบว่า มีปริมาณความชื้น ปริมาณน้ำอิสระ ปริมาณเพอร์ออกไซด์ ปริมาณสารอะฟลาทอกซิน และปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ยีสต์และรา ซึ่งถ้าปริมาณความชื้นและปริมาณน้ำอิสระต่ำ เสี่ยงต่อการเกิดจุลินทรีย์ได้น้อย (Puttame & Chitphuthanakul, 2022) ปริมาณเพอร์ออกไซด์ต่ำมีความเสี่ยงต่อการเกิดกลิ่นน้อยที่สุด (Thai

Agricultural Standard TAS 4702-2014, 2014) มาตรฐานสินค้าเกษตรกำหนดให้ปริมาณอะฟลาทอกซินทั้งหมดในถั่วลิสงต้องไม่เกิน 20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม Pramotnuang, et al., (2023) กล่าวว่า ถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบ ซิปล็อก มีคุณสมบัติในการป้องกันทั้งความชื้น ป้องกันการซึมผ่านของก๊าซ กลิ่น น้ำมัน และแสงได้ดีเยี่ยม ทำให้สามารถป้องกัน และถนอมผลิตภัณฑ์บรรจุอยู่ ภายในได้ยาวนาน การศึกษาของ Saowana et al., (2013) ได้ตรวจหาสารอะฟลาทอกซินในเครื่องปรุงรสต่าง ๆ ที่เป็นส่วนประกอบของอาหาร จำนวน 39 ตัวอย่างที่ผลิตในชุมชนจังหวัด นครราชสีมา พบเครื่องปรุงรสที่มีส่วนประกอบของถั่วลิสงป่นมีปริมาณสารอะฟลาทอกซิน 16.09 ไมโครกรัม/กิโลกรัม ซึ่งมีปริมาณไม่เกินค่ามาตรฐาน (ไม่เกิน 20 ไมโครกรัม/กิโลกรัม) แม้จะมีปริมาณไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน แต่หากบริโภคเป็นประจำจะเกิดการสะสมในร่างกาย และอาจนำไปสู่การเป็นมะเร็งตับในที่สุดได้ ดังนั้นควรมีการประชาสัมพันธ์ให้ทั้งผู้ผลิตและผู้บริโภคได้รับทราบเกี่ยวกับโทษของสารอะฟลาทอกซินที่จะมีต่อร่างกาย เพื่อให้ผู้ผลิตตระหนักในการป้องกันการปนเปื้อนของเชื้อราที่จะสร้างสารอะฟลาทอกซิน ส่วนผู้บริโภคก็ต้องระมัดระวังตนเองด้วยการเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ที่สะอาดปลอดภัย โดยเฉพาะถ้าเลือกบริโภคผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการรับรองคุณภาพมาตรฐานจากหน่วยงานของรัฐก็จะปลอดภัยมากยิ่งขึ้น

Table 6 Chemical quality of ground dried peanut at different storage times

Number of days	Package				
	Method 1	Method 2	Method 3	Method 4	Method 5
Moisture content (%)					
0 day	1.580±1.11 ^C	1.580±1.11 ^B	1.580±1.11 ^C	1.580±1.11 ^C	1.580±1.11 ^C
30 days	1.74±0.05 ^{aC}	1.58±0.09 ^{bB}	1.59±0.04 ^{bC}	1.63±0.03 ^{bB}	1.84±0.11 ^{aB}
60 days	3.14±0.34 ^{aB}	2.01±0.13 ^{bA}	1.61±0.02 ^{cB}	1.64±0.02 ^{cB}	1.93±0.06 ^{bCB}
90 days	3.17±0.08 ^{aA}	2.01±0.02 ^{bA}	1.73±0.08 ^{cA}	1.83±0.15 ^{cA}	2.05±0.06 ^{bA}
Water activity (a_w)					
0 day	0.119±0.00 ^D	0.119±0.00 ^D	0.119±0.00 ^D	0.119±0.00 ^D	0.119±0.00 ^D
30 days	0.369±0.01 ^{aC}	0.268±0.01 ^{cC}	0.234±0.12 ^{dC}	0.267±0.01 ^{cC}	0.335±0.02 ^{bC}
60 days	0.484±0.00 ^{aB}	0.416±0.01 ^{bB}	0.327±0.02 ^{dB}	0.353±0.00 ^{cB}	0.353±0.00 ^{cB}
90 days	0.573±0.01 ^{aA}	0.423±0.01 ^{bA}	0.368±0.00 ^{cA}	0.395±0.00 ^{bA}	0.420±0.00 ^{bA}
Peroxide value (milligrams per kilogram)					
0 day	0.89±0.26 ^D	0.89±0.26 ^D	0.89±0.26 ^D	0.89±0.26 ^D	0.89±0.26 ^D
30 days	4.64±0.81 ^{aC}	2.09±0.10 ^{bC}	1.56±0.19 ^{bC}	2.15±0.19 ^{bC}	4.83±0.30 ^{aC}
60 days	5.53±0.30 ^{bB}	4.46±0.11 ^{cB}	3.66±0.11 ^{dB}	4.40±0.20 ^{cB}	5.93±0.12 ^{aB}
90 days	8.80±0.20 ^{aA}	7.93±0.23 ^{bA}	6.40±0.20 ^{cA}	8.06±0.30 ^{bA}	8.60±0.20 ^{aA}
Aflatoxin level (microgram per kilogram)					
0 day	ND	ND	ND	ND	35.18±0.01
30 days	ND	ND	ND	ND	45.65±0.02
60 days	8.67±0.01	10.96±0.01	3.52±0.01	5.67±0.01	-

Mean values ± standard deviation of determinations for triplicate samples. a, b, c different superscript letters for each parameter in a row indicate significant difference at $p \leq 0.05$. A, B, C different superscript letters for each parameter in a column indicate significant difference at $p \leq 0.05$. ND represented for not detected.

Table 7 Microbial analysis of ground dried peanut at different storage times

Microbial quality	Method				
	1	2	3	4	5
0 day					
Total plate count (CFU/g)	ND	ND	ND	ND	ND
Yeast and Mold (CFU/g)	ND	ND	ND	ND	ND
30 days					
Total plate count (CFU/g)	ND	ND	ND	ND	ND
Yeast and Mold (CFU/g)	ND	ND	ND	ND	ND
60 days					
Total plate count (CFU/g)	1.6×10^5	1.6×10^5	1.2×10^5	1.4×10^5	2×10^5
Yeast and Mold (CFU/g)	≤ 2	≤ 3	≤ 6	≤ 3	≤ 4
90 days					
Total plate count (CFU/g)	1.7×10^5	2.8×10^5	1.7×10^5	2.7×10^5	3.4×10^5
Yeast and Mold (CFU/g)	≤ 19	≤ 19	≤ 15	≤ 35	≤ 51

ND represented for not detected.

Table 8 Physical quality of ground dried peanut at different storage times

Number of days	Method				
	1	2	3	4	5
L*					
0 day	62.83±1.08 ^B	62.83±1.08 ^B	62.83±1.08 ^B	62.83±1.08 ^C	62.83±1.08 ^C
30 days ^{ns}	65.77±0.86 ^B	66.36±1.49 ^{AB}	60.42±18.89 ^C	65.47±1.84 ^B	65.04±1.37 ^B
60 days	68.62±0.53 ^{aA}	67.81±1.67 ^{bA}	67.16±0.78 ^{bA}	66.09±0.86 ^{cB}	68.48±1.43 ^{dA}
90 days	67.97±1.00 ^{cdA}	68.54±0.79 ^{cA}	66.96±1.61 ^{dA}	70.04±2.03 ^{bA}	73.90±0.43 ^{aC}
a*					
0 day	7.93±0.16 ^B	7.93±0.16 ^B	7.93±0.16 ^B	7.93±0.16 ^B	7.93±0.16 ^B
30 days	9.03±0.52 ^{aA}	8.50±0.83 ^{abA}	7.97±0.81 ^{cB}	8.47±0.58 ^{aBA}	8.91±0.17 ^{aA}
60 days	7.76±0.49 ^{bB}	7.97±0.81 ^{bB}	7.84±0.59 ^{bB}	8.06±0.06 ^{bAB}	8.69±0.29 ^{aA}
90 days	7.94±0.52 ^{bB}	7.98±0.81 ^{bB}	8.46±1.61 ^{abA}	8.46±0.58 ^{abA}	8.65±0.14 ^{aA}
b*					
0 day	26.35±0.39 ^C	26.35±0.39 ^B	26.35±0.39 ^C	26.35±0.39 ^B	26.35±0.39 ^B
30 days ^{ns}	28.25±1.19 ^A	25.34±5.95 ^C	25.10±8.04 ^C	26.97±0.62 ^B	24.95±0.71 ^C
60 days	27.76±0.49 ^{bBC}	27.97±0.81 ^{bA}	27.84±0.59 ^{bB}	28.06±0.06 ^{bA}	28.69±0.29 ^{aA}
90 days	27.94±0.52 ^{bB}	27.98±0.81 ^{bA}	28.46±1.61 ^{abA}	28.46±0.58 ^{abA}	28.65±0.14 ^{aA}

Mean values ± standard deviation of determinations for triplicate samples. a, b, c different superscript letters for each parameter in a row indicate significant difference at $p \leq 0.05$. A, B, C different superscript letters for each parameter in a column indicate significant difference at $p \leq 0.05$. ns not significant difference at $p > 0.05$.

สรุปผลการวิจัย

การศึกษาการยืดอายุการเก็บรักษาถั่วลิสงป่น โดยเลือกถั่วลิสงป่นที่ผ่านการบดระยะเวลา 15 วินาที บรรจุตามกรรมวิธีที่ 3 คือ การบรรจุถุง 2 ชั้น PET/PE และถุงอะลูมิเนียมฟอยล์แบบซิปล็อก โดยใช้เทคโนโลยีเฮิร์ดเดิล (Hurdle Technology) เหมาะสมที่สุด ด้วยการนำถั่วลิสงบดพร้อมผ่านมาตรฐาน มกษ. 4702-2557 ทำการคัดแยกตำหนิ ประกอบด้วยเมล็ดที่มีแมลงเจาะ จุดดำ ผิวสีเข้ม ผิวถลอก เมล็ดเล็ก เมล็ดเริ่มงอก และแตกหัก ร่วมกับการล้าง การอบแห้ง การบด และการเลือกใช้บรรจุภัณฑ์ ช่วยให้ปริมาณความชื้นและปริมาณอะฟลาทอกซินลดลง จึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการนำถั่วลิสงบดพร้อมไปใช้ประโยชน์และเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับถั่วลิสงบดพร้อมที่มีราคาตกต่ำ และมีความปลอดภัยต่อผู้บริโภค

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สำนักงานพัฒนาการวิจัยการเกษตร (มหาชน) และ หน่วยวิจัยและพัฒนาด้านการบริหารเทคโนโลยีและนวัตกรรมกรมการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่สนับสนุนทุนวิจัย และ สาขาอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่ให้ความอนุเคราะห์ในด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ในการปฏิบัติการวิจัยในครั้งนี้

References

- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (1990). *Official method of analysis*. 15th ed. Virginia, USA: Association of Official Analytical Chemists.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). (2005). *Official methods of analysis*. 18th ed. Washington D. C., USA: Association of Official Analytical Chemists.
- American Oil Chemists' Society (AOCS). (1997). *Official methods and recommended practices*. 4th ed. Champaign Illinois, USA: American Oil Chemists' Society.
- Burakorn, J., Pinthong, P., & Aimkaew, M. (2022). Development of healthy whey protein drinks. *Journal of Science and Technology*, 24(1), 54–61. (in Thai)
- Butsalee, P., Thasedom, T., & Plangruksa, W. (2023). The development of peanut products in value added toraise community income of Thai ban agricultural group of hoothamnop sub-district, pakham district, Buriram Province. *NRRU Community Research Journal*, 17(2), 28–41. doi: 10.14456/nrru-rdi.2023.18 (in Thai)
- Chalad, C., & Khongsai, S. (2012). Microorganisms and aflatoxin in food sold in Trang province. *Research Journal of Rajamangala University of Technology Srivijaya*, 4(2), 56–69. (in Thai)
- Davivongs, K., Potchanasin, C., Athipanyakul, T., & Nantajit, C. (2022). Consumers' knowledge, attitudes and willingness

to pay for bio-plastic packaging. *Journal of Applied Economics and Management Strategy*, 10(2), 1-18. (in Thai)

- Department of Agricultural Extension. (2014) *Peanut cultivation cooperative agricultural*. Bangkok, Thailand: Printing House. (in Thai)
- Food Sanitation Division, Department of Health. (1999). *Manual for food and water analysis for officials*. 2nded. Bangkok, Thailand: Veterans Organization Printing House. (in Thai)
- Jantsarakhu, W., Asawang, S., Timinkul, K., Yothathul, T., Jantongon, P., & Amreuk S. (2014). *The improvement and Development of Batch type Dryer Alternate with Hot air flow for Peanuts Drying* (Report No. 112, 1 – 13).Agricultural Engineering Research Center, Thailand: Khon Kaen University.
- Joboon, K., Chompreeda, P., & Haruthaithanasan V. (2011). Process Development of Reduced Fat Ground Peanut Product in Small Package. *Proceedings of the 12th Khon Kaen University Graduate Research Conference*. (p.784-792). Khon Kaen, Thailand: Graduate School Khon Kaen University. (in Thai)
- Leistner, L., & Gould, G.W. (2002). *Hurdle technologies: combination treatments for food stability, safety, and quality*. New York, USA: Springer.
- Mantadilog, W., Srirang, S., Praditdoun, S., & Haruthaithanasan V. (2012). Development of coco-peanut butter. *Proceedings of the 30th Kasetsart University Annual Conference: Economics and Business Administration, Social Sciences, Education, Humanities, Environment, Home Economics, Agro-Industry, Science, Engineering*. (p. 457-463). Bangkok: Kasetsart University. (in Thai)
- Notification of the Ministry of Public Health (No. 421) B.E. (2021). *Issued under the Food Act B.E. 1979 regarding oils and fats*. Accessed November 15, 2024. Retrieved from https://exfood.fda.moph.go.th/law/data/announ_moph/P421.pdf
- Pomchaloempong, P., & Rattanapanone, N. (2010). *Hurdle technology*. Accessed November 15, 2024. Retrieved from <https://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1824/hurdle-technology>
- Pramotmuang, M., Sukonthachai, T., & Ananwettayanon, C. (2023). The development of contemporary packaging to increasing of remaining agricultural community: A case study of community enterprise applications Amphoe Doem Nang Buat Suphanburi. *Journal of Fine Arts Research and Applied Arts*, 10(1), 182-199. (in Thai)
- Puttame, K., & Chitphuthanakul, S. (2022). Effect of antioxidants

- and package on shelf-life of fried durian stick product. *Ramphaiphanee Research Journal*, 13(3), 162-169. (in Thai)
- Saowana, T. Thawatsin, A., & Ruenthongdee, P. (2013). *Detections of aflatoxin in raw materials for foods and drinks producing by communities*. (Report No. SUT1-104-53-24-1 4). Nakorn-Ratchasima, Thailand: Microbiology Department, Suranaree University. (in Thai)
- Tangpradit, P. (2002). *Development of the production process and ground peanut products for commercial use*. (Master's Thesis). Bangkok. Kasetsart University. (in Thai)
- Thai Agricultural Standard TAS 4702-2014. (2014). *Peanut kernel: maximum level of aflatoxin* ICS 67.080.10. Accessed November 15, 2024. Retrieved from <https://bcglobal.bryantchristie.com/marketinfo/reports/peanut%20aflatoxin%20limits/Thai%20Agricultural%20Standard%20TAS%204702-2014%20Peanut%20Kernel%20Maximum%20Level%20of%20Aflatoxin%20as%20a%20Mandatory%20Standard.pdf> (in Thai)
- Thitipetchrakul, S., Somyurasap, K., Sastrin, K., Boonyaprapapand, P., & Mekha, N. (2015). Contamination in edible nut products. *Bulletin of the Department of Medical Sciences Journal*, (Spec. 2), 244–253. (in Thai)

Research article

Effects of hurdle technology on the shelf-life extension of ground dried peanut

Watcharee Thepyothin^{1*} and Suraphon Chaiwongsar²

¹*Department of Food Science and Technology, Faculty of Science and Agriculture Technology Rajamangala University of Technology Lanna Lampang 200 Moo 17, Pichai, Mueang, Lampang 52000, Thailand*

²*Department of Plant Science, Faculty of Science and Agriculture Technology Rajamangala University of Technology Lanna Lampang 200 Moo 17, Pichai, Mueang, Lampang 52000, Thailand*

ARTICLE INFO**Article history**

Received: 29 December 2024

Revised: 3 March 2025

Accepted: 10 May 2025

Online published: 13 May 2025

Keyword

ground dried peanut

processing methods

shelf life

hurdle technology

ABSTRACT

Ground dried peanut, derived from ground peanuts, is a common food ingredient. Defective peanuts, such as broken or split kernels, are often used in its production. However, improper processing and storage can lead to contamination by fungal toxins, posing health risks to consumers. This study aimed to extend the shelf life of ground peanuts by employing Hurdle Technology, a method that combines multiple preservation techniques to inhibit microbial growth and prevent food deterioration. Peanuts obtained from a shelling plant were washed, dried at 60°C for 6 hours, and then further dried at 150°C for 25 minutes. The dried peanuts were subsequently ground for varying durations, 15, 20, 25, and 30 seconds, corresponding to four different treatments. The results indicated that the first treatment, involving a 15-second grind, yielded the most favorable results. This treatment produced ground dried peanuts with a moisture content of 1.58%, a water activity (aw) of 0.192, and a peroxide value of 0.89 milligram per kilogram. Subsequently, the shelf life of the ground peanuts was evaluated over storage periods of 30, 60, and 90 days using five different packaging methods. Method 3, which involved double-layer packaging (an inner PET/PE layer and an outer aluminum foil zip-lock bag), was the most effective in maintaining product quality. This method successfully preserved low levels of moisture, water activity, peroxide value, and aflatoxins, with no microbial contamination detected in the stored products. These findings demonstrate that aluminum foil zip-lock packaging is highly effective at preventing the permeation of moisture, gases, odors, oils, and light, thereby extending the shelf life of ground peanuts and preserving their overall quality.

*Corresponding author

E-mail address: tapyotin@rmutl.ac.th (W. Thepyothin)

Online print: 13 May 2025 Copyright © 2025. This is an open access article, production, and hosting by Faculty of Agricultural Technology, Rajabhat Maha Sarakham University. <https://doi.org/10.14456/paj.2025.9>