

ธีรพัฒน์ ทวีปรีक्षा : การออกแบบตาข่ายโฟมเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมสำหรับฝรั่งโดยใช้วิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (DESIGNING OF ECO- FRIENDLY FOAM NET FOR GUAVA USING FINITE ELEMENT METHOD (FEM)).

อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ตติยา ตรงสถิตกุล, 79 หน้า.

คำสำคัญ : บรรจุภัณฑ์ ประสิทธิภาพการกันกระแทก การทดสอบการตก การจำลอง ระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์

ตาข่ายโฟมกันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งผลิตจากน้ำยางธรรมชาติ ได้รับการพัฒนาขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบป้องกันสำหรับบรรจุภัณฑ์ผลิตผลสดเพื่อแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม แม้ว่าการศึกษาก่อนหน้านี้แสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการกันกระแทกของมันเป็นเทียบเท่ากับตาข่ายโฟมเชิงพาณิชย์ แต่ความหนาแน่นที่สูงกว่าของยางธรรมชาติเป็นความท้าทายที่สำคัญสำหรับการใช้งานจริง งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของบรรจุภัณฑ์โฟม ในขณะที่ยังคงรักษาความสามารถในการป้องกันไว้ วัตถุประสงค์หลักคือการศึกษาว่าตัวแปรโครงสร้างความหนาแน่นของโฟม จำนวนเส้นใย และเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย ที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพการกันกระแทก โดยใช้การวิเคราะห์โดยโปรแกรมการจำลองเพื่อลดความเสียหายทางกลต่อผลิตผลสด

ฝรั่ง กลมสาเลี (250 กรัม) ซึ่งเป็นตัวแทนของผลไม้ทรงกลมและไวต่อแรงกระแทก ได้รับการเลือกเป็นแบบจำลองสำหรับการศึกษานี้ การจำลองด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ได้ดำเนินการโดยใช้แบบจำลอง คอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบ ที่สร้างขึ้นในโปรแกรม SolidWorks® และวิเคราะห์ในโปรแกรม ANSYS® โมดูลexplicit dynamics การจำลองสามชุดได้ดำเนินการเพื่อสำรวจผลกระทบของตัวแปรการออกแบบที่แตกต่างกัน: ชุดแรกเปรียบเทียบฝรั่งที่ไม่มีการป้องกัน (ไม่มีบรรจุภัณฑ์) กับโฟมทางการค้า (โฟมพอลิเอทิลีนแบบขยายหรืออีพีอีโฟม) ชุดที่สองตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงจำนวนเส้นใย (25, 20 และ 15 เส้นใย) และเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย (2.5, 3.5 และ 4.5 มิลลิเมตร.) และชุดที่สามประเมินความหนาแน่นของโฟมในสามระดับ (420, 397 และ 345 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร) ใช้ความสูงในการตก 100 และ 200 มิลลิเมตร. ขึ้นอยู่กับตัวแปรที่ศึกษา

ผลการจำลองเผยให้เห็นว่าฝรั่งที่บรรจุภัณฑ์โฟมมีระดับความเครียดทางกลสูงสุด ในขณะที่บรรจุภัณฑ์โฟมยางธรรมชาติ ที่มีจำนวนเส้นใยมากขึ้นและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใยใหญ่กว่าช่วยปรับปรุงการลดแรงกระแทกอย่างมีนัยสำคัญ ในทางตรงกันข้าม การลดความหนาแน่นของโฟมนำไปสู่ประสิทธิภาพการดูดซับแรงกระแทกที่ลดลง ความเครียดสูงสุดทางกลถูกใช้เป็นตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลัก โดยค่าที่ต่ำกว่าบ่งบอกถึงประสิทธิผลการกันกระแทกที่ดีกว่า

สุดท้ายนี้ วิทยานิพนธ์นี้ให้ข้อมูลเชิงลึกที่เกี่ยวกับการออกแบบบรรจุภัณฑ์โพลิมางธรรมชาติ ชับแรงกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมโดยใช้การออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบและการจำลองระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ วิธีการนี้ให้การวิเคราะห์ที่เร็วกว่าและมีประสิทธิภาพมากกว่าวิธีการทดลองแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ การศึกษายังเน้นย้ำถึงอิทธิพลการออกแบบที่สำคัญของจำนวนเส้นใย เส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นใย และความหนาแน่นของบรรจุภัณฑ์โพลิมางธรรมชาติ ต่อประสิทธิภาพทางกลและประสิทธิภาพการดูดซับแรงกระแทกของโพลิมางบรรจุภัณฑ์กันกระแทกซึ่งสนับสนุนศักยภาพของมันในฐานะทางเลือกที่ยั่งยืนแทนบรรจุภัณฑ์โพลิมางสังเคราะห์



สาขาวิชาวิศวกรรมพอลิเมอร์

ปีการศึกษา 2567

ลายมือชื่อนักศึกษา

Theerapat Tanedachai

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

T. Ingsutitkul

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

Sup-ya

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

Keerti Aulakh

THEERAPAT TAWEEBRAKSA: DESIGNING OF ECO- FRIENDLY FOAM NET FOR GUAVA USING FINITE ELEMENT METHOD (FEM). THESIS ADVISOR: ASSOC. PROF. TATIYA TRONGSATITKUL, Ph.D., 79 PP.

Keyword: Packaging/ Cushion performance/ Drop test/ Simulation/ finite element method

An eco-friendly cushion foam net fabricated from natural rubber latex (NRL) has been developed as a protective component for fresh-produce packaging to address environmental concerns. Although previous studies demonstrated that its cushioning performance is comparable to commercial foam nets, the higher density of natural rubber presents a significant challenge for practical implementation. This research aims to use finite element simulation to optimize the weight of NRL foam cushions while maintaining their protective capabilities. The primary objective is to investigate how structural parameters foam density, filament number, and filament diameter affect cushioning performance, using simulation-based analysis to minimize mechanical damage to fresh produce.

A *Glom Sali* guava (250 g), representing a typical spherical and impact-sensitive fruit, was selected as the model for this study. Finite Element Method (FEM) simulations were performed using CAD models generated in SolidWorks® and analyzed in ANSYS® explicit dynamics. Three sets of simulations were conducted to explore the effects of different design parameters: the first compared unprotected guavas (without packaging) to those cushioned with commercial Expanded polyethylene (EPE) foam; the second examined variations in filament number (25, 20, and 15 filaments) and filament diameter (2.5, 3.5, and 4.5 mm); and the third evaluated foam density at three levels (420, 397, and 345 kg/m³). Drop heights of 100 mm and 200 mm were used depending on the variable under study.

Simulation results revealed that guavas without cushioning experienced the highest stress levels, while natural rubber latex foam (NRLF) cushions with higher filament numbers and larger filament diameters significantly improved impact mitigation. In

contrast, reductions in foam density led to decreased shock-absorbing performance. Maximum stress was used as the primary performance indicator, with lower values indicating better cushioning effectiveness.

Finally, this thesis provides valuable insight into the design of environmentally friendly impact-absorbing foam packaging using computer-aided design and FEM simulations. This approach offers faster and more efficient analysis than traditional experimental methods. Furthermore, the study highlights the significant influence of filament number, filament diameter, and foam density on the mechanical performance and impact absorption efficiency of NRLF cushions, supporting their potential as a sustainable alternative to synthetic foam packaging.



School of Polymer Engineering
Academic Year 2024

Student's Signature

Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

Co-Advisor's Signature

Theerapat Taveedee
T. Taveedee
S. S.
Keerti Aulakh