



RSU

**Proceedings of RSU
National Research Conference 2016**

ISBN 978-616-7687-92-6

**เอกสารประกอบ
การประชุมวิชาการระดับชาติ
มหาวิทยาลัยรังสิต ประจำปี 2559**

29 เมษายน 2559

สาขากลุ่มวิชา
แพทยศาสตร์ วิทยาศาสตร์กายภาพ และวิทยาศาสตร์สุขภาพ
วิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี
สถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์
วิจัยพัฒนาการเรียนการสอน
วิจัยสถาบัน

การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้

Development of Cushioning Material from Chaff Mixed Sponge Rubber for Transportation of Nam-Dok-Mai Mango

สุวิมล เทียกทุม* และ หทัยนุช จันทชัยภูมิ

Suwimon Theakthum* and Hathainuch Janchaiyaphoom

สาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต คณะเทคโนโลยีการเกษตรและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

83 หมู่ 11 ถนนสระบุรี-หล่มสัก ตำบลสะเดียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ 67000

Department of Production Engineering, Agricultural Technology and Industrial Technology Faculty, Phetchabun Rajabhat University.

83 Moo. 11, Saraburi – Sak Road, Sadiang, Mueang Phetchabun District, Phetchabun 67000

*Corresponding author, E mail: mapheangvan@gmail.com

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ สำหรับใช้เป็นทางเลือกของวัสดุกันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแทนการใช้โฟมพอลิสไตรีน และเป็นการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ประโยชน์อีกด้วย โดยผู้วิจัยได้ทำผลิตวัสดุกันกระแทกด้วยกระบวนการแบบดันก้อน ซึ่งมีการควบคุมตัวแปร ได้แก่ ปริมาณและขนาดของแกลบ ปริมาณน้ำยางพารา ปริมาณสารเคมี เวลาผลิต ความเร็วรอบ และอุณหภูมิ จากนั้นจึงได้ทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหด เพอร์เซ็นต์การคืนตัว เนื่องจากแรงอัด และเปอร์เซ็นต์การกระเด็นตัวของวัสดุกันกระแทกที่ผลิตขึ้นมา ซึ่งจากการวิจัยพบว่าวัสดุกันกระแทกที่มีปริมาณแกลบ 30 กรัมของส่วนผสมทั้งหมด เป็นสูตรที่ดีที่สุดในการผลิต โดยมี เพอร์เซ็นต์การหดตัวเท่ากับ 19.96% เพอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดเท่ากับ 18% และเปอร์เซ็นต์การกระเด็นตัวเท่ากับ 48.16% จากผลการทดสอบโดยรวมจึงสรุปได้ว่าวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติที่ผู้วิจัยพัฒนามานี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง แต่เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ พบว่าไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากมีต้นทุนการผลิตสูงกว่าโฟมพอลิสไตรีนมาก

คำสำคัญ: การขนส่ง แกลบ ขางพารา วัสดุกันกระแทก

Abstract

The objective of this study to development of cushioning material form chaff mixed with sponge rubber latex for transportation of Nam-Dok-Mai mango, for the choice of cushioning material, which is environmental

friendly instead of using polystyrene foam by using remaining agricultural material. The cushioning material by using Dunlop process that included the following variables: the quantity and size of the chaff, quantity of rubber latex, quantity of chemical, production time, speed and temperature. Then the performance test of the cushioning material were conducted as follows: the external physical characteristics, density, percentage of shrinkage, ability to endure compression force and impact protection properties. Overall performance tests showed that the cushioning material combination sponge and the chaff that the researchers developed were powerful and can be used but analysis of economic value was found that it is not worth the investment because the cost of production is higher than the polystyrene.

Keywords: transportation, chaff, rubber tree, cushioning materials

1. บทนำ

มะม่วงพันธุ์น้ำดอกไม้เป็นผลไม้ที่ประเทศไทยประสบความสำเร็จในการส่งออกมากที่สุด ซึ่งอธิบดีกรมส่งเสริมการเกษตรเปิดเผยถึงการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้ของไทยปี 2557 มูลค่าสูงถึง 3,000 ล้านบาท ปริมาณกว่า 7 หมื่นตัน (ศูนย์บริการข้อมูลและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ, 2558) และเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภคทั่วโลก โดยเฉพาะประเทศญี่ปุ่นและจีน จากการศึกษากระบวนการส่งออกมะม่วงน้ำดอกไม้ พบปัญหาสำคัญในการส่งออกคือผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้มีรอยช้ำ และเน่าเสียระหว่างการขนส่ง ซึ่งเกิดจากแรงกระแทก การเสียดสี การกดทับ จึงเป็นผลทำให้ผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้คุณภาพต่ำลง ดังนั้นจึงควรเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมสำหรับใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่อผลมะม่วงระหว่างการขนส่ง ซึ่งปัจจุบันนิยมใช้วัสดุกันกระแทกที่ผลิตจากโฟมพอลิสไตรีน ซึ่งย่อยสลายได้ยาก จึงก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนั้นจึงควรเลือกใช้วัสดุกันกระแทกที่สามารถย่อยสลายได้ง่ายเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เช่น วัสดุกันกระแทกจากก้านใบจาก (อดุลย์ คล้ายหนู, 2545) วัสดุกันกระแทกจากเชือกกล้วย ผักตบชวา กระดาษลูกฟูกหน้าเดียว

กระดาษลูกฟูกสองผนังแบบใหม่และแบบที่ใช้แล้ว (สุกักตต์ สายกันทร, 2550) วัสดุกันกระแทกจากเศษกระดาษลูกฟูก (นิมิต iverseptur, 2551) วัสดุกันกระแทกจากขี้เลื่อยผสม แป้งมันสำปะหลัง และน้ำยางพารา (วิญญู ศรีเดช และเถวียน วิทยา, 2551) วัสดุกันกระแทกจากยางพองน้ำ (วราวุธ สุขมาก, 2552) วัสดุกันกระแทกจากกระดาษฝอย (ทรงธรรม ไชยพงษ์, 2552) วัสดุกันกระแทกจากใบสับปะรด (หทัยกาญจน์ ไบนานา, 2552) วัสดุกันกระแทกจากเชื้อเห็ดราผสมเชื้อเห็ด (ณัฐพงศ์ ขุนอาสา, 2553) วัสดุกันกระแทกย่อยสลายจากแป้งมันสำปะหลัง (วิระศักดิ์ เลิศศิริโยธิน, 2554) และวัสดุกันกระแทกจากเส้นใยปาล์ม (สิทธิพงศ์ สารวงศ์ และวิญญู ศรีเดช, 2554)

นอกจากนี้วัสดุกันกระแทกที่ใช้ในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้มีความเป็นวัสดุที่หาได้ในท้องถิ่นราคาถูก มีปริมาณมาก เป็นวัสดุที่เหลือใช้ และสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เป็นต้น ซึ่งวัสดุที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในการผลิตวัสดุกันกระแทก คือ แกลบ ที่เป็นวัสดุจากธรรมชาติ เหลือใช้จากการผลิตข้าวสาร และเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม นอกจากนี้การใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมยังส่งผลต่อการส่งออกผลผลิตมะม่วงน้ำดอกไม้ไปยังต่างประเทศอีกด้วย เช่น ญี่ปุ่น เป็นต้น

เนื่องจากประเทศญี่ปุ่นเป็นประเทศที่ให้ความสำคัญต่อสิ่งแวดล้อม ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงมีเป้าหมายในการพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากเกลบสำหรับใช้ในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้เพื่อทดแทนวัสดุที่ผลิตจากโฟมที่ย่อยสลายยาก โดยผลิตด้วยกระบวนการแบบดันล้อน คือกระบวนการผลิตยางพาราด้วยกระบวนการทางเคมี ทำให้เกิดฟองยางคล้ายวิปิ้งครีม จากนั้นนำมาเทลงแบบหล่อขึ้นรูปนำไปอบด้วยความร้อนจนยางสุก นำฟองน้ำยางออกจากแม่พิมพ์ นำไปล้างสารเคมีออกไม่ให้มีกลิ่นเหม็นของสารเคมี แล้วอบให้แห้ง โดยในกระบวนการผลิตแบบดันล้อนนั้นผู้วิจัยจะมีการควบคุมตัวแปร ได้แก่ ปริมาณและขนาดของเกลบ ปริมาณน้ำยางพารา ปริมาณสารเคมี เวลาผลิต ความเร็วรอบการปั่นน้ำยาง อุณหภูมิอบด้วยความร้อน และอุณหภูมิการอบแห้ง โดยอ้างอิง จากสูตรการทำยางฟองน้ำของภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาวัสดุกันกระแทกซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมที่ผลิตจากเกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติสำหรับการใช้ในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้

2. เพื่อทดสอบคุณสมบัติของวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมา ได้แก่ การทดสอบเปอร์เซ็นต์การหด (Percent shrinkage) เปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัด (Compression set) และเปอร์เซ็นต์การกระเด้งตัว (Rebound resilience) ของวัสดุกันกระแทกที่ผลิตจากเกลบผสมฟองน้ำยางธรรมชาติ

3. อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนนี้เป็นกำหนดยาละเอียดของประชากร ตัวแปรที่ศึกษารวมถึงรายละเอียดของการดำเนินงานที่สำคัญดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทางแนวคิดด้านวัสดุวิศวกรรม เพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐานและนำมาใช้อ้างอิงในงานวิจัย สืบหาและรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้ในการผลิตวัสดุกันกระแทก

3.2 ขอบเขตการศึกษาประกอบด้วย ขอบเขตด้านเนื้อหา คือการศึกษาปริมาณเกลบสดบดละเอียดที่มีผลต่อลักษณะทางกายภาพของวัสดุกันกระแทกที่ทำจากเกลบผสมฟองน้ำยาง ขอบเขตด้านประชากรคือปริมาณเกลบสดบดละเอียด โดยกำหนดประชากรด้วยการทดลองผลิตวัสดุกันกระแทกที่มีปริมาณเกลบผสมอยู่ในสามชนิดทั้งหมด 3 สูตร คือ 30g 40g และ 50g โดยเกลบจะมีขนาด 0.5 ไมครอน ซึ่งเตรียมโดยการนำเกลบสดมาใส่เครื่องบดละเอียดที่มีตะแกรงร่อนเพื่อให้ได้ขนาดของอนุภาคที่สม่ำเสมอ และมีการควบคุมความชื้นของเกลบสดที่นำไปใช้ผลิต โดยการวัดด้วยเครื่องวัดความชื้นให้มีความชื้นอยู่ระหว่าง 8-12% ส่วนขอบเขตด้านตัวแปร ได้แก่ ตัวแปรต้น คือปริมาณเกลบสดบดละเอียดจำนวน 30g 40g และ 50g ที่นำมาผสมกับน้ำยางพารา ตัวแปรตามคือลักษณะทางกายภาพของแผ่นกันกระแทกที่ทำจากเกลบสดบดละเอียดที่มีปริมาณแตกต่างกัน ประกอบด้วย เปอร์เซ็นต์การหดตัว เปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดและเปอร์เซ็นต์การกระเด้งตัวของวัสดุกันกระแทกจากเกลบสดผสมยางพารา โดยมีสมมติฐานการวิจัยคือ เกลบสดบดละเอียดผสมกับน้ำยางพาราสามารถผลิตเป็นวัสดุกันกระแทกได้

3.3 ศึกษาและออกแบบกรรมวิธีในการผลิตวัสดุกันกระแทกที่ผลิตจากวัสดุเกลบและน้ำยางพาราในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้

3.4 วัสดุอุปกรณ์ประกอบด้วย น้ำยางพารา แกลบสด บดละเอียด สารเคมีในการทำยางพองน้ำ เครื่องตีฟอง แม่พิมพ์ในการขึ้นรูปแผ่นวัสดุกันกระแทก

3.5 ทดสอบคุณสมบัติของวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมา ได้แก่ การทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัวตามมาตรฐานการทดสอบ ASTM D1055 ส่วนการทดสอบการคืนตัวเนื่องจากแรงอัด จะใช้มาตรฐาน ASTM D395 สำหรับเปอร์เซ็นต์การกระเดื่องตัวจะทดสอบตามมาตรฐาน ASTM-D2632 ซึ่งชิ้นงานตัวอย่างได้ถูกเตรียมและทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญของหน่วยงานทดสอบยางโดยเฉพาะ ณ ภาควิชาเทคโนโลยียางและพอลิเมอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

3.6 วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบ

3.7 สรุปผลการศึกษาวิจัย รวบรวมปัญหา อุปสรรค และข้อเสนอแนะ

4. ผลการวิจัย

ในส่วนของการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมจากแกลบผสมฟองน้ำยางพารา สำหรับใช้ในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้ มีรายละเอียดดังนี้

4.1 ผลการออกแบบกรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางพารา

สำหรับกรรมวิธีการผลิตในวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจะแบ่งออกเป็น 3 สูตรการทดลองโดย แบ่งตามปริมาณของแกลบบดขนาด 0.5 ไมครอน คือ 30g 40g และ 50g ส่วนปริมาณส่วนผสมอื่นๆ เช่น น้ำยางพารา และ สารเคมีต่างๆ เป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงส่วนผสมที่ใช้สำหรับการผลิตวัสดุกันกระแทกจากวัสดุแกลบ

ประเภทวัสดุ	น้ำหนักเปียก (g)		
	สูตร 1	สูตร 2	สูตร 3
แกลบสดบดละเอียด	30	40	50
น้ำยางพารา (60% NR latex ZA)	334	334	334
Potassium - oleate solution 10%	3.0	3.0	3.0
Sulfur dispersion 50%	8.0	8.0	8.0
Zinc - N - diethyl dithiocarbamate d. 50%	4.0	4.0	4.0
Zinc - 2-mercaptobenzothiazole d. 50%	4.0	4.0	4.0
Wing stay L dispersion 50%	4.0	4.0	4.0
Zinc Oxide dispersion 50%	20.0	20.0	20.0
Diphenyl guanidine dispersion 33%	6.0	6.0	6.0
Sodium silicofluoride dispersion 20%	12.0	12.0	12.0

สำหรับกรรมวิธีในการผลิตจะเริ่มจากการเตรียมแกลบบด น้ำยางพารา และสารเคมี ในปริมาณที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 จากนั้นเริ่มทำการปั่นน้ำยางพารา แล้วผสมแกลบบดละเอียดและสารเคมีต่างๆ ลงในเครื่องผสมวัตถุดิบ จากนั้นจึงนำส่วนผสมที่ปั่นเข้าด้วยกันไปเทลงในแม่พิมพ์ แล้วทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 30 นาที จากนั้นนำไปนึ่งในหม้อไอน้ำที่อุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที เพื่อให้วัสดุกันกระแทกเกิดการคงรูป จากนั้นแกะชิ้นงานกันกระแทกออกจากแม่พิมพ์ จากนั้นนำชิ้นงานกันกระแทกไปอบแห้งที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 20 นาที เพื่อไล่ความชื้นออก โดยกระบวนการผลิตจะมีการควบคุมตัวแปรต่างๆ ได้แก่ ปริมาณของแกลบบด ขนาดของแกลบบด ปริมาณน้ำยางพารา ปริมาณสารเคมีต่างๆ ที่ใส่ลงไปในส่วนผสม

เวลาในการผลิต ความเร็วรอบในการปั่นส่วนผสม และ อุณหภูมิที่ใช้ในการอบเพื่อไล่ความชื้น เป็นต้น

4.2 ผลการพัฒนาวัสดุกันกระแทกที่ทำจากเกล็ดผสม ฟองน้ำยางพารา

สำหรับผลการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจาก เกล็ดผสมฟองน้ำยางพาราในวิจัยครั้งนี้ จะพัฒนาให้มี ลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีขนาด 25 x 30 x 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งผลจากการทดลองผลิตโดยแบ่ง ออกเป็น 3 สูตร ผู้วิจัยได้พิจารณาลักษณะกายภาพ ภายนอก ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงลักษณะทางกายภาพภายนอกของวัสดุกัน กระแทกจากเกล็ดผสมยางฟองน้ำที่พัฒนาขึ้นมา

สูตรที่	ลักษณะกายภาพภายนอก	ความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม	ความสม่ำเสมอของรูพรุน	ผิวไม่ขรุขระ	มีความยืดหยุ่น
1		✓	✓	✓	✓
2		✓	✓	✓	✓
3		✓	✓	✓	✓

ผลการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเกล็ด สำหรับใช้ในการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้สีทอง จาก การพิจารณาลักษณะทางกายภาพภายนอกของวัสดุกัน

กระแทกที่ได้พัฒนาขึ้นมาทั้ง 3 สูตรนี้ พบว่าทั้ง 3 พบว่ามีความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม ผิวภายนอก ของเนื้อวัสดุเรียบไม่ขรุขระ และมีความยืดหยุ่น ดังนั้น ผู้วิจัยจึงได้ทำการผลิตวัสดุกันกระแทกทั้ง 3 สูตร สำหรับใช้ในการทดสอบสมบัติต่างๆ ต่อไป

4.3 ผลการทดสอบคุณสมบัติวัสดุกันกระแทกที่ทำจาก เกล็ดผสมฟองน้ำยางพารา

4.3.1 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัว

จากการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัวของ จะ อ้างอิงมาจากวิธีการทดสอบ ASTM D 1055 โดยใช้จำนวนชิ้นงานทดสอบสูตรละ 5 ชิ้นงาน ได้ผล การทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัว (Percent shrinkage) เป็นดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัวของวัสดุ กันกระแทกจากเกล็ดผสมฟองน้ำยางที่พัฒนาขึ้นมา

สูตรที่	ค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์ การหดตัว(%)
1	19.96
2	15.07
3	12.08

จากกระบวนการผลิตวัสดุกันกระแทกจากเกล็ด ผสมฟองน้ำยาง จะสังเกตเห็นได้ว่าชิ้นงานที่ผลิตขึ้นมา จะมีการหดตัวเล็กน้อย ซึ่งส่งผลรูปทรงและความเรียบ ผิด ดังนั้นผู้วิจัยจึงจำเป็นต้องทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์ การหดตัวของชิ้นงานกันกระแทกจากเกล็ดที่ พัฒนาขึ้นมาทั้ง 3 สูตร จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์ การหดตัวพบว่า วัสดุกันกระแทกจากเกล็ดสูตรที่ 1 ที่ มีส่วนผสมเกล็ดบดละเอียด 30 g มีเปอร์เซ็นต์การหด ตัวค่าเฉลี่ยเท่ากับ 19.96% วัสดุกันกระแทกสูตรที่ 2 ที่มี ส่วนผสมเกล็ดบดละเอียด 40 g มีเปอร์เซ็นต์การหดตัว ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 15.07% และวัสดุกันกระแทกสูตรที่ 3 ที่

มีส่วนผสมเกลือบดละเอียด 50 g มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวค่าเฉลี่ยเท่ากับ 12.08% เมื่อเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์การหดตัวของชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูงที่สุด รองลงมาคือชิ้นงานสูตรที่ 2 และชิ้นงานสูตรที่ 3 มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวต่ำที่สุด

4.3.2 ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัด (Compression set)

จากการทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดของวัสดุกันกระแทกจากเกลือบที่พัฒนาขึ้นมา ทดสอบตามมาตรฐาน ASTM D395 โดยนำชิ้นงานทดสอบมาทดสอบด้วยเครื่องกดอัดให้มีความหนาลดลง 50% ของความหนาเดิม แล้วนำไปเข้าตู้อบที่อุณหภูมิ $(70 \pm 1)^{\circ}\text{C}$ เป็นเวลา 22 ชั่วโมง นำออกจากตู้อบ และขึ้นทดสอบ ออกจากเครื่องกดอัด วางทิ้งไว้ 30 นาที แล้วจึงวัดความหนาของชิ้นทดสอบ ซึ่งได้ผลการทดสอบ ดังตารางที่ 4

จากผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดของวัสดุกันกระแทกทั้ง 3 สูตร พบว่าวัสดุกันกระแทกสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมเกลือบด 30 g มีความสามารถในการทนแรงกดเฉลี่ยเท่ากับ 18% วัสดุกันกระแทกสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมเกลือบด 40 g มีความสามารถในการทนแรงกดเฉลี่ยเท่ากับ 79.85% และวัสดุกันกระแทกสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมเกลือบดละเอียด 50 g มีความสามารถในการทนแรงกดเฉลี่ยเท่ากับ 31.39% เมื่อเปรียบเทียบค่าเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดของชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 1 เปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดน้อยที่สุด แสดงว่า Elastomer มีการหดตัวน้อยที่สุดเมื่อถูกกด

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัด (Compression set) ของชิ้นงาน

สูตรที่	ครั้งที่	ความหนาเริ่มต้นของชิ้นงานตัวอย่าง (mm)	ความหนาหลังจากอัดทิ้งไว้ 30 นาที (mm)	Compression (%)	การคืนตัวเนื่องจากแรงอัด (%)
1	1	23.20	20.50	19.57	
	2	23.10	20.70	17.52	18.00
	3	23.00	20.70	16.91	
2	1	20.40	11.00	85.45	
	2	20.50	12.40	72.97	79.85
	3	20.00	11.40	81.13	
3	1	20.70	17.00	32.74	
	2	21.60	18.00	29.51	31.39
	3	21.30	17.50	31.93	

4.3.3 การทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระเดັงตัว (Rebound resilience)

จากการทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระเดັงตัวของวัสดุกันกระแทกจากเกลือบผสมฟองน้ำยาง จะอ้างอิงมาจากมาตรฐานการทดสอบ ASTM-D2632 ซึ่งได้ผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระเดັงตัว เป็นดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงผลการทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัว (Rebound resilience) ของชิ้นงาน

สูตรที่	ครั้งที่	มุมที่เพนดูลัม กระด้งกลับ (องศา)	Rebound resilience (%)	ค่าเฉลี่ย Rebound resilience (%)
1	1	31.00	48.77	48.16
	2	31.00	48.77	
	3	31.00	48.77	
	4	30.00	45.74	
	5	31.00	48.77	
2	1	31.00	48.77	50.01
	2	31.00	48.77	
	3	32.00	51.87	
	4	31.00	48.77	
	5	32.00	51.87	
3	1	29.00	42.81	41.67
	2	29.00	42.81	
	3	28.00	39.96	
	4	29.00	42.81	
	5	28.00	39.96	

จากผลการทดสอบทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวของชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 สูตร โดยชิ้นงานทดสอบทุกชิ้นมีปริมาณเท่ากัน พบว่าวัสดุกันกระแทกสูตรที่ 1 ที่มีส่วนผสมแกลบบด 30 g มีเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวเฉลี่ยเท่ากับ 48.16% วัสดุกันกระแทกสูตรที่ 2 ที่มีส่วนผสมแกลบบด 40 g มีเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวเฉลี่ยเท่ากับ 50.01% และวัสดุกันกระแทกสูตรที่ 3 ที่มีส่วนผสมแกลบบด 50 g มีเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวเฉลี่ยเท่ากับ 41.67% เมื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวของชิ้นงานทดสอบทั้ง 3 สูตร พบว่าชิ้นงานตัวอย่างสูตรที่ 2 มีเปอร์เซ็นต์การกระด้งตัวดีที่สุด

5. การอภิปรายผล

ผลการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากแกลบผสมฟองน้ำยางที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมานั้น เป็นดังนี้

5.1 เมื่อพิจารณาลักษณะทางกายภาพภายนอกเมื่อผ่านการขึ้นรูปของวัสดุกันกระแทกทั้ง 3 สูตร พบว่ามีความเป็นเนื้อเดียวกันของส่วนผสม เมื่อสัมผัสผิวจะนุ่มและมีความยืดหยุ่น

5.2 เมื่อพิจารณาการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหดตัวของวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าเฉลี่ย 19.96%, 15.07% และ 12.08% ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกัน แสดงว่าการหดตัวที่ไม่แตกต่างกันมากนัก และค่าเปอร์เซ็นต์การหดจากการทดสอบถือว่าอยู่ในเกณฑ์สูง แสดงว่าวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมีความหนาแน่นต่ำ ซึ่งมีการเชื่อมต่อของโครงสร้างในลักษณะหลวม ทำให้เกิดการฉีกขาดหรือเสียหายของโครงสร้างได้ง่าย จึงส่งผลให้มีเปอร์เซ็นต์การหดตัวสูง นอกจากนี้ผู้วิจัยใช้วิธีการในการให้ความร้อนเป็นแบบนิ่ง จึงส่งผลให้วัสดุกันกระแทกมีการหดตัวสูงกว่าวิธีการให้ความร้อนแบบอบ

5.3 เมื่อพิจารณาการทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดของวัสดุกันกระแทกทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 18%, 79.85% และ 31.39% ตามลำดับ หากค่าในการทดสอบที่ได้มีค่าสูงจะถือว่าไม่ดีต่อการนำไปใช้เป็นวัสดุกันกระแทก เนื่องจาก Elastomer มีการหดตัวมากเมื่อถูกกด วัสดุจึงคืนตัวได้ยาก ดังนั้นการคืนตัวเนื่องจากแรงอัดดีที่สุดคือสูตรที่มีส่วนผสมของแกลบอยู่ 30 g เพราะมีค่าน้อยที่สุด ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี รองลงมาคือสูตรที่มีแกลบ 50 g ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และสูตรที่มีเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดอยู่ในเกณฑ์ไม่ดี คือ สูตรที่มีแกลบ 40 g เพราะค่าการทดสอบสูงมาก

5.4 เมื่อพิจารณาการทดสอบเปอร์เซ็นต์การกระเดิงตัวของวัสดุกันกระแทกทั้ง 3 สูตร พบว่ามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 48.16%, 50.01% และ 41.67% ตามลำดับ ซึ่งเปอร์เซ็นต์การกระเดิงตัวเปรียบเสมือนอัตราส่วนของแรงคืนกลับที่มีต่อแรงกด หากค่าเปอร์เซ็นต์การกระเดิงตัวใกล้เคียง 100% แสดงว่าวัสดุกันกระแทกดังกล่าวมีการคืนกลับได้ดีจึงถือว่ามีความเหมาะสม แต่เมื่อพิจารณาผลการทดสอบของทั้ง 3 สูตรแล้วนั้น ค่าที่ได้อยู่ในเกณฑ์ไม่ดี แสดงว่าการกระเดิงตัวกลับได้ไม่ดี หากมีสิ่งของใดๆ มาตกทับก็จะไม่กระเด็นตัวมากนัก ซึ่งเหมาะกับการนำไปใช้เป็นวัสดุกันกระแทกสำหรับผลไม้ เพื่อไม่ให้ผิวของผลไม้เสียหายเนื่องจากการกระเดิงตัวของวัสดุกันกระแทก

6. บทสรุป

งานวิจัยเป็นการพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเกล็ดผสมฟองน้ำยางธรรมชาติ โดยใช้กระบวนการผลิตแบบดันล๊อป ที่มีการควบคุมปริมาณและขนาดของเกล็ด ปริมาณน้ำยางพารา ปริมาณสารเคมี เวลาผลิต ความเร็วรอบ และอุณหภูมิ เพื่อให้ได้วัสดุกันกระแทกขึ้นมา โดยผู้วิจัยได้ทำการผลิตและทดสอบคุณสมบัติของวัสดุกันกระแทกที่มีปริมาณเกล็ดผสมอยู่ในส่วนผสมทั้งหมด 3 สูตร คือ 30g 40g และ 50g โดยทำการทดสอบเปอร์เซ็นต์การหด (Percent shrinkage) เปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัด (Compression set) และเปอร์เซ็นต์การกระเดิงตัว (Rebound resilience) จากผลการทดสอบคุณสมบัติของวัสดุค่าเปอร์เซ็นต์การหดและเปอร์เซ็นต์การกระเดิงตัวของวัสดุทดสอบมีค่าใกล้เคียงกัน ส่วนค่าเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดมีค่าที่แตกต่างกันมาก จึงนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อหาสูตรที่ดีที่สุดในการผลิตเป็นวัสดุกันกระแทก นอกจากนี้การทดสอบเปอร์เซ็นต์การคืนตัวเนื่องจากแรงอัดยังถูกกำหนดไว้ในมาตรฐาน มอก. 173-2519 เกี่ยวกับการตรวจสอบคุณภาพของโฟมยาง

ผู้วิจัยจึงใช้เป็นหัวข้อสำคัญในการพิจารณา จึงพบว่าวัสดุกันกระแทกที่มีปริมาณเกล็ด 30 กรัมของส่วนผสมทั้งหมด เป็นสูตรที่ดีที่สุด เพราะหากมีค่ายิ่งต่ำยิ่งดี เพราะแสดงว่า Elastomer มีการหดตัวต่ำมากเมื่อถูกแรงกด ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติที่ดีของวัสดุกันกระแทก แสดงว่าโครงสร้างจะมีความยืดหยุ่น สามารถนำไปใช้งานได้จริง แต่มีข้อเสียคือ ไม่ก่อให้เกิดความคุ้มค่าในการลงทุน เนื่องจากต้นทุนการผลิตวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมาเปรียบเทียบกับผลิตวัสดุโฟมพอลิสไตรีนที่ชาวสวนมะม่วงน้ำดอกไม้ใช้ในการขนส่งกันอยู่ในปัจจุบัน พบว่าวัสดุกันกระแทกที่พัฒนาขึ้นมาต้นทุนการผลิต 9,997 บาทต่อลูกบาศก์เมตร ส่วนโฟมพอลิสไตรีนมีต้นทุนการผลิตเพียง 1,260 บาทต่อลูกบาศก์เมตร (วราวุธ สุขมาก, 2552) จะเห็นได้ว่าวัสดุกันกระแทกที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมา ยังไม่สามารถแข่งขันกับโฟมพอลิสไตรีนที่ใช้เป็นวัสดุกันกระแทกในปัจจุบันได้

7. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณทุนวิจัยเพื่อพัฒนาชุมชนและท้องถิ่น มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประจำปี 2558

8. เอกสารอ้างอิง

- นิรมล วีระเทพสุภรณ์. (2551). การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากเศษกระดาษถูกฟูกเพื่อการขนส่งมะม่วงน้ำดอกไม้, ปริญาญวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สาขาวิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกษตร คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.
- วราวุธ สุขมาก. (2552). การพัฒนาวัสดุกันกระแทกจากยางพองน้ำ, ปริญาญวิทยาศาสตร์

มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีบรรณกิจ
มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

ณัฐพงศ์ ขุนอาสา. (2553). การพัฒนาแผ่นกันกระแทกจากเยื่อหุ้มเมล็ดพืชเพื่อป้องกันความเสียหายของพืชผล. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรณกิจ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. กรุงเทพฯ.

ทรงธรรม ไชยพงษ์. (2552). การพัฒนาวัสดุกันน้ำจากกระดาษฟอยเพื่อปกป้องผลไม้จากการกระแทกและการจำแนกและการเจริญเติบโตของผลมะพร้าวอ่อนด้วยสมบัติทางกายภาพ, เชิงกล, สรีรวิทยา และเสียง. ปริญญานิพนธ์ปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

วิญญู ศรีเดช และเถียน วิทยา. (2551). ผลิตภัณฑ์จากกระดาษสำหรับบรรจุภัณฑ์จากเยื่อไม้มันสำปะหลัง และน้ำยางพารา. รายงานการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.). มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์. สงขลา.

วิระศักดิ์ เลิศศิริโยธิน. (2554). การพัฒนากรรมวิธีการผลิตวัสดุกันกระแทกย่อยสลายได้ในธรรมชาติจากแป้งมันสำปะหลัง. รายงานการวิจัยที่ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ 2548. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. นครราชสีมา.

ศุภกิตต์ สายสุนทร. (2550). วิธีการทดสอบเพื่อประเมินความซ้ำของแอปเปิ้ลจากการกระแทกและเปรียบเทียบวัสดุกันน้ำ. ปริญญา

ปรัชญาคุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ.

ศูนย์บริการข้อมูลและเศรษฐกิจระหว่างประเทศ (2558). เกษตรค้า: มรดกไทยจากอดีตสู่ปัจจุบัน. (ออนไลน์). แหล่งที่มา: <http://www.mfa.go.th/business/ta/news/84156144.html>. 1 มีนาคม 2559.

สิทธิพงศ์ สาธิตพงศ์และวิญญู ศรีเดช. (2554). การปรับปรุงวัสดุกันกระแทกเยื่อขึ้นรูปจากเส้นใยปาล์มสำหรับบรรจุ. บทความการประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 47: สาขาอุตสาหกรรมเกษตร. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. หน้า 331-338.

หทัยกาญจน์ ไบนานา. (2552). การศึกษาและพัฒนาบรรจุภัณฑ์กันกระแทกเครื่องแก้วจากกระดาษรีไซเคิลและเส้นใยธรรมชาติ. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพฯ.

อดุลย์ คล้ายหนู. (2545). การทดลองผลิตวัสดุกันกระแทกประเภทขึ้นจากก้านใบเพื่อการบรรจุภัณฑ์. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาอุตสาหกรรมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. กรุงเทพฯ.

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานิพนธ์ต้นฉบับ

1. อาจารย์ พิเศษ วีระกบุตร	Raffles International College
2. พันตำรวจโท ดร. พงษ์ธร วัฒนศิริ	กระทรวงยุติธรรม
3. ศาสตราจารย์ กิตติคุณ ดร. สุเทพ เชาวลิค	ข้าราชการบำนาญ
4. รองศาสตราจารย์ ดร. จุฬา เทียนไทย	ข้าราชการบำนาญ
5. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คณพล จันทร์หอม	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
6. นาย กรณ์ท์ ภูงาม	ตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย
7. รองศาสตราจารย์ ดร. สาโรจน์ ศิริคันสนียกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนาวัฒน์ สิริวัฒน์ธนกุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
9. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประมุข กระจุกสุขสถิตย์	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
10. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยะ กิตติภาดากุล	มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
11. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนิสร ปทุมมานนท์	มหาวิทยาลัยขอนแก่น
12. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ณัฐกร สงคราม	มหาวิทยาลัยเจ้าคุณลาดกระบัง
13. ดร. ปณายุ ไชยรัตนานนท์	มหาวิทยาลัยเจ้าคุณลาดกระบัง
14. ดร. จิระศักดิ์ สารรัตน์	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
15. ดร. สุธี วังเตื่อย	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
16. ดร. อรุณ ฤกษ์เขต	มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
17. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชลธิศา สุขเกษม	มหาวิทยาลัยทักษิณ
18. รองศาสตราจารย์ ดร. ปิยะบุตร วานิชพงษ์พันธุ์	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
19. ดร. วิชพร เทียบจตุรัส	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร
20. รองศาสตราจารย์ ภาวดี สมภักดี	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
21. รองศาสตราจารย์ สมชาติ แตรตุลาการ	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
22. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วิภาดา พรตกุลวานิช	มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
23. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. จิตินัน บุญภาพ คอมม่อน	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
24. ดร. กรรภิรมย์ โกมลารชุน	มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
25. รองศาสตราจารย์ ดร. นิรัช สุดสังข์	มหาวิทยาลัยนเรศวร
26. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อภิญา วงศ์พิริโยธา	มหาวิทยาลัยมหาสารคาม
27. ศาสตราจารย์ รังสรรค์ ตั้งตรงจิตร	มหาวิทยาลัยมหิดล
28. รองศาสตราจารย์ ทันตแพทย์ ดร. ชลธชา ห้านิรัตติ์	มหาวิทยาลัยมหิดล
29. รองศาสตราจารย์ ดร. นพวรรณ ภูมาลา มอราเลส	มหาวิทยาลัยมหิดล
30. รองศาสตราจารย์ ดร. สุณีย์ กัลยะจิตร	มหาวิทยาลัยมหิดล

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานิพนธ์ต้นฉบับ (ต่อ)

31. รองศาสตราจารย์ ทนตแพทยหญิง นาฏยา วงษ์ป่าน	มหาวิทยาลัยมหิดล
32. รองศาสตราจารย์ เบญจลักษณ์ ผลรัตน์	มหาวิทยาลัยมหิดล
33. รองศาสตราจารย์ ปราณี ภิญโญชีพ	มหาวิทยาลัยมหิดล
34. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชานุช ปลื้มปิติวิริยะเวช	มหาวิทยาลัยมหิดล
35. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุรพงษ์ เลิศสิทธิชัย	มหาวิทยาลัยมหิดล
36. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อริศรา เล็กสรรเสริญ	มหาวิทยาลัยมหิดล
37. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อาทร สรรพานิช	มหาวิทยาลัยมหิดล
38. อาจารย์ ทนตแพทยหญิง จิตารีย์ จิรัชญญาณัญ	มหาวิทยาลัยมหิดล
39. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมบูรณ์ สารสิทธิ์	มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
40. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวิเทพ มุสิกะป่าน	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
41. ดร. อรอุมา เจริญสุข	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
42. ดร. อธิพัทธ์ สุวทันพรกุล	มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
43. รองศาสตราจารย์ ดร. สกนธ์ ภู่งามดี	มหาวิทยาลัยศรีปทุม
44. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สืบพงศ์ เผ่าไทย	มหาวิทยาลัยศิลปากร
45. รองศาสตราจารย์ ดร. ชัยสิทธิ์ คำนกิตติกุล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
46. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. น้ำฝน ไส้ตั่ว ไกล	มหาวิทยาลัยศิลปากร
47. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เอกนถน บางท่าไม้	มหาวิทยาลัยศิลปากร
48. อาจารย์ สืบสกุล ศรีณพภูมิ	มหาวิทยาลัยศิลปากร
49. ดร.อาภาศิริ สุวรรณานนท์	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต
50. รองศาสตราจารย์ ดร. ทวีศักดิ์ จินดานุรักษ์	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
51. รองศาสตราจารย์ ดร. สดดา วัจนะสาริกกุล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
52. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รวณัญช์ ไรจนพล	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
53. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิดา เข้มขันติถาวร	มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาราช
54. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พันตำรวจโท ดร. กฤษณพงศ์ พุทธระกุล	โรงเรียนนายร้อยตำรวจ
55. นาง สุวลักษณ์ อะมะวัลย์	ศูนย์วิจัยพืชไร่ระยอง
56. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปริญญา สงวนศักดิ์	สถาบันการจัดการปัญญาภิวัฒน์
57. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปราโมทย์ ลือนาม	สถาบันบัณฑิตพัฒนบริหารศาสตร์
58. ศาสตราจารย์ เกษักรหญิง ดร. เพ็ญศรี ทองนพเนื้อ	มหาวิทยาลัยรังสิต
59. ศาสตราจารย์ ทนตแพทยหญิง ละอองทอง วัชรากัย	มหาวิทยาลัยรังสิต
60. รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา จันทรประเสริฐ	มหาวิทยาลัยรังสิต

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานิพนธ์ต้นฉบับ (ต่อ)

61. รองศาสตราจารย์ ดร. กาญจนา สุริยะพรหม	มหาวิทยาลัยรังสิต
62. รองศาสตราจารย์ ดร. ชาติชาย ตระกูลรังสี	มหาวิทยาลัยรังสิต
63. รองศาสตราจารย์ ดร. คงพร สุวรรณกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
64. รองศาสตราจารย์ ดร. พงษ์จันทร์ อยู่แพทย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
65. รองศาสตราจารย์ ดร. พินิจ งามสม	มหาวิทยาลัยรังสิต
66. รองศาสตราจารย์ ดร. ไพบุลย์ กวินเลิศวัฒนา	มหาวิทยาลัยรังสิต
67. รองศาสตราจารย์ ดร. วลัยพร นันทสุกวัฒน์	มหาวิทยาลัยรังสิต
68. รองศาสตราจารย์ ดร. วิมล ชอบชื่นชม	มหาวิทยาลัยรังสิต
69. รองศาสตราจารย์ ดร. โอภาส จุฑาเทพ	มหาวิทยาลัยรังสิต
70. รองศาสตราจารย์ ยุพกนิษฐ์ พ่วงวีระกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
71. รองศาสตราจารย์ วิทยากร เชียงกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
72. รองศาสตราจารย์ สมาน เสงงาม	มหาวิทยาลัยรังสิต
73. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เกรียงศักดิ์ อุดมสินโรจน์	มหาวิทยาลัยรังสิต
74. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธำรงศักดิ์ เพชรเลิศอนันต์	มหาวิทยาลัยรังสิต
75. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฉลองรัฐ เอมมาลย์ชลมารค	มหาวิทยาลัยรังสิต
76. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชาญชัย จิตรเหล้าอาพร	มหาวิทยาลัยรังสิต
77. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ฐิติ วิทยสธระ	มหาวิทยาลัยรังสิต
78. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธนวรรณ อัสวไพบุลย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
79. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นฤพนธ์ ไชยยศ	มหาวิทยาลัยรังสิต
80. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. บุญศรี สุขเขียว	มหาวิทยาลัยรังสิต
81. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปถมพร ตุกปลั่ง	มหาวิทยาลัยรังสิต
82. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พนิดา สามพรานไพบุลย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
83. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มงคล เทียนประเทืองชัย	มหาวิทยาลัยรังสิต
84. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัชชัย แสงอุดม	มหาวิทยาลัยรังสิต
85. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รัตพงษ์ สอนสุภาพ	มหาวิทยาลัยรังสิต
86. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุจภา แพ่งเกษร	มหาวิทยาลัยรังสิต
87. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วราพร ลักษณะณมัย	มหาวิทยาลัยรังสิต
88. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วลัยภรณ์ นาคพันธุ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
89. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วุฒิพงษ์ ชินศรี	มหาวิทยาลัยรังสิต
90. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สมชาย เล็กเจริญ	มหาวิทยาลัยรังสิต

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานิพนธ์ต้นฉบับ (ต่อ)

91. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิริพร สุภราทิพย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
92. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อวิรุทธิ์ เจริญทรัพย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
93. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อุบล สรรพชัยพงษ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
94. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กนกพร อนันต์ชื่นสุข	มหาวิทยาลัยรังสิต
95. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กิตติสาร วาณิชยานนท์	มหาวิทยาลัยรังสิต
96. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธรรมศักดิ์ เอื้อรักสกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
97. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ชัยพร พานิชรุทติวงศ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
98. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประไพศรี ธรรมวิริยะวงศ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
99. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มานะ เงินศรีสุข	มหาวิทยาลัยรังสิต
100. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ มุกดา โค้วกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
101. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ศิริวรรณ วาสุกรี	มหาวิทยาลัยรังสิต
102. ดร. กฤษณิกร เจริญกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
103. ดร. กำจร แซ่เจียง	มหาวิทยาลัยรังสิต
104. ดร. จิรัชฌา วิเชียรปัญญา	มหาวิทยาลัยรังสิต
105. ดร. เฉลิมพร เข็นเอือก	มหาวิทยาลัยรังสิต
106. ดร. ธนาวรรณ อัครราชันย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
107. ดร. นริศรา ภาควิธี	มหาวิทยาลัยรังสิต
108. ดร. นิภาพร เฉลิมนิรันดร์	มหาวิทยาลัยรังสิต
109. ดร. พรรณรัตน์ วรรณสวัสดิ์กุล เกติข	มหาวิทยาลัยรังสิต
110. ดร. พัชรหทัย จารุทวีผลนุกุล	มหาวิทยาลัยรังสิต
111. ดร. พันธุ์ศักดิ์ ไทยสิทธิ	มหาวิทยาลัยรังสิต
112. ดร. พิพัฒน์พงศ์ วัฒนวันชู	มหาวิทยาลัยรังสิต
113. ดร. พิษณุ มนต์ปิติ	มหาวิทยาลัยรังสิต
114. ดร. ไพศาล งามจรรยาภรณ์	มหาวิทยาลัยรังสิต
115. ดร. วัลลภา เฉลิมวงศาเวช	มหาวิทยาลัยรังสิต
116. ดร. ศรีสมร พุ่มสะอาด	มหาวิทยาลัยรังสิต
117. ดร. ศิริพร ศรีพิบูลย์	มหาวิทยาลัยรังสิต
118. ดร. สมบูรณ์ อเนกฤทธิ์มงคล	มหาวิทยาลัยรังสิต
119. ดร. สุธารทิพย์ เรืองประภาวุฒิ	มหาวิทยาลัยรังสิต
120. ดร. สุรพล ศรีวิทยา	มหาวิทยาลัยรังสิต

รายชื่อผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณานิพนธ์ต้นฉบับ (ต่อ)

- | | |
|---|-------------------|
| 121. ทนดแพทย์หญิง ดร. สุปราณี เบ็ญจสุพัฒน์นันท์ | มหาวิทยาลัยรังสิต |
| 122. อาจารย์ จิรพร รักษาพล | มหาวิทยาลัยรังสิต |
| 123. อาจารย์ รพีพิมล ไชยเสนาะ | มหาวิทยาลัยรังสิต |
| 124. อาจารย์ วาจิวิมล เคชเกตุ | มหาวิทยาลัยรังสิต |
| 125. อาจารย์ สุเมธ ผ่องพรรณแข | มหาวิทยาลัยรังสิต |