



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยาง
ธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดใน
ประเทศไทย

โดย ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ และคณะ

17 ธันวาคม 2557

สัญญาเลขที่ RDG5550117

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

คณะผู้วิจัย	สังกัด
1.รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2. ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
3. อาจารย์ธวัชชัย ขาดีตำนาน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ
สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย

โครงการสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

รหัสโครงการ	RDG5550117
ชื่อแผนงานวิจัย	การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย
หัวหน้าแผนงานวิจัย	ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ
หน่วยงาน	คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โทรศัพท์	02 797 9999 ต่อ 1810
โทรสาร	02 579 2111
E-mail	fengssr@ku.ac.th
ระยะเวลาการวิจัย	1 ปี 9 เดือน (กันยายน 2555 – พฤษภาคม 2557)

ชื่อโครงการภายใต้แผนงานวิจัย

โครงการย่อยที่ 1	การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าคุณ ทหารลาดกระบัง
โครงการย่อยที่ 2	การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ใน อุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
โครงการย่อยที่ 3	การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้ งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ หัวหน้าโครงการ อาจารย์ธวัชชัย ชาดิ์ดำนานู คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

โครงการสนับสนุนโดยสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

ในการที่จะนำไก่อมาแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้นั้น จะต้องผ่านกระบวนการการตีขนไก่ โดยใช้ยางถอนขนไก่ (Picking Finger) ที่ติดอยู่กับหน้างานของเครื่องตีขน และหมุนด้วยความเร็วรอบที่เหมาะสมกับขนาดของไก่เพื่อถอนขนทั้งตัว อย่างไรก็ตาม ยางถอนขนไก่มักจะถูกนำเข้าจากต่างประเทศ ทำให้ผู้ประกอบการต้องเสียค่าใช้จ่ายในการนำเข้าเป็นจำนวนมากต่อปี อย่างไรก็ตาม จากการสำรวจและรวบรวมปัญหาการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ในโรงงานต่างๆ พบว่า ปัญหาหลักได้แก่ การฉีกขาด (Tearing) และสึกหรอ (Wear) ของยางถอนขนไก่มาก่อนระยะเวลาอันควร ทำให้ผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิตต้องมีการหยุดตรวจสอบเพื่อเปลี่ยนยางถอนขนไก่นี้ทุกวัน และทำการตรวจสอบและดัดตัวที่มีการฉีกขาดและชำรุดออกจากนั้นทำการใส่ยางตัวใหม่ และประกอบกลับเข้าไปในเครื่องตีขนไก่ ทำให้ผลผลิตของการผลิตไก่สดต่อวันลดลงไปจากแผนที่วางไว้ ดังนั้น หากมีการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ให้มีความทนทานต่อการฉีกขาดและสึกหรอได้ จะเป็นทางหนึ่งที่จะเป็นการเพิ่มอัตราการถอนขนไก่ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดทั้งในระดับประเทศและนานาชาติได้

ดังนั้น แผนงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ที่เน้นการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ และการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมทั้งในประเทศ และสามารถส่งออกเพื่อนำรายได้แก่ประเทศได้ ฉะนั้น แผนงานวิจัยนี้จึงประกอบด้วยโครงการวิจัยย่อย 3 โครงการ ได้แก่

โครงการที่ 1 โครงการการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด

โครงการที่ 2 โครงการการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด

โครงการที่ 3 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่

ผลการศึกษสามารถสรุปได้ดังนี้

1. สูตรยางถนนทนไก่อ

งานวิจัยโครงการย่อยที่ 1 เป็นการพัฒนสูตรยางถนนทนไก่อที่ทำจากยางธรรมชาติให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพการถนนทนไก่อสูงมีสมบัติที่ดีและทนทาน โดยเน้นศึกษาปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อสมบัติของยางถนนทนไก่อได้แก่ผลของอัตราส่วนของยางธรรมชาติอย่างสังเคราะห์ (100/0, 90/10, 80/20, 70/30) ผลของเกรดยางสังเคราะห์ BR-01, BR-150L, S-SBR ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติมเขม่าดำและซิลิกา รวมทั้งผลของการใช้สารเติมแต่งเช่นหินภูเขาไฟ (Pumice) และ Biocide จากผลการทดลองสามารถสรุปผลการศึกษาดังนี้

- จากการนำผลิตภัณฑ์ยางถนนทนไก่อเชิงพาณิชย์จากต่างประเทศ มาทดสอบสมบัติเชิงกล และสมบัติทางความร้อนด้วยเทคนิค TGA ทำให้สามารถกำหนดเป้าประสงค์ (Benchmarks) และทราบองค์ประกอบทางเคมีเบื้องต้น คือใช้สารตัวเติมประมาณ 40 phr และมียางหลักเป็นยางธรรมชาติ (NR)

- ในการศึกษาชนิดและสัดส่วนยางธรรมชาติอย่างสังเคราะห์ ได้แก่ BR-01, BR-150L, และ S-SBR ที่อัตราส่วน NR/SR = 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 พบว่า เมื่อเพิ่มสัดส่วนยางสังเคราะห์ในยางธรรมชาติ ทำให้สมบัติเชิงกลของยางผสมสูตรลดลงเล็กน้อย ได้แก่ ความแข็งแรงดึง (Tensile strength), เปอร์เซ็นต์การยืด ณ จุดขาด (%Elongation at break), ความแข็งแรงฉีกขาด (Tear strength) เมื่อพิจารณาชนิดของยางสังเคราะห์แต่ละชนิดได้แก่ BR-01, BR-150L, และ S-SBR ที่สัดส่วนเท่ากัน พบว่าให้สมบัติต่างกันเล็กน้อย BR-150L ให้ความแข็งแรงดึงและเปอร์เซ็นต์การยืดสูงกว่า แต่ S-SBR ให้ความแข็งแรงฉีกขาดสูงกว่า เมื่อเพิ่มสัดส่วนยางสังเคราะห์ในยางธรรมชาติ ความร้อนสะสมแตกต่างกันเล็กน้อย แต่ความทนทานต่อการขัดถูดีขึ้นอย่างมาก โดยเฉพาะยาง BR-150L และ BR-01 การใช้ยาง BR-150L ผสมใน NR ทำให้สมบัติความต้านทานการพังอดีขึ้นอย่างมีนัย

- ในการศึกษาผลของสารตัวเติมเขม่าดำ N330 และซิลิกาชนิดตกตะกอน 255G ปริมาณ 30-50 phr รวมทั้งใช้สารตัวเติมผสมเขม่าดำ-ซิลิกา อย่างละ 20 phr พบว่าการเพิ่มปริมาณสารตัวเติมทำให้ประสิทธิภาพการเสริมแรงเพิ่มขึ้น โดยเฉพาะความสามารถในการทนต่อการฉีกขาด (Tear strength) อย่างไรก็ตาม การใช้สารตัวเติมที่ปริมาณ 50 phr ทำให้ความทนทานต่อการเสียดสี (Abrasion resistance) ลดลง

- งานวิจัยนี้ได้ทดลองใช้หินภูเขาไฟหรือพัมมิช (Pumice) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานยางถนนทนไก่อ ทำให้ประสิทธิภาพการขัดถูดีขึ้น โดยทดลองใส่หินภูเขาไฟหรือพัมมิชปริมาณ 0, 3 และ 5 phr ทดแทนส่วนของสารตัวเติมซิลิกา ที่ควบคุมปริมาณให้คงที่ที่ 40 phr พบว่าการใช้พัมมิชทำให้สมบัติของยางแตกต่าง

เล็กน้อย เมื่อเพิ่มปริมาณพืชมึขพบว่า การเชื่อมโยงเร็วกว่าซิลิกา นอกจากนี้ทำให้สมบัติเชิงกลแตกต่างกันไปเช่น ยางมีความแข็งแรงมากขึ้นแต่ทำให้ความแข็งแรงของยางผสมสูตรลดลงเล็กน้อย

- จากผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli*, *M. luteus*, *B. subtilis*, *S. aureus* และ *Pse. aeruginosa* ของตัวอย่างยางผสมสูตร NR70/BR30 และ NR100 ที่ใส่และไม่ใส่ Biocide รายงานในรูปแบบที่ตัวอย่างสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ (Clear zone diameter) พบว่าการใช้ Biocide ทำให้ยางมีความสามารถในการยับยั้งจุลินทรีย์ได้ดี พบว่าทั้งตัวอย่างที่ใส่ Biocide มีขนาด Clear zone ใหญ่กว่า ตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่ Biocide ในทุกเชื้อ โดยการใช้ยางหลักเป็นยางผสม NR70/BR30 มีขนาด Clear zone ที่ใหญ่กว่าตัวอย่างยางธรรมชาติชนิดเดียว

- จากการวิเคราะห์ต้นทุน ทดลองฉีดตัวอย่างจริง และการเปรียบเทียบสมบัติต่างๆ กับยางถอนชนไก่เชิงพาณิชย์จากต่างประเทศ และเทียบกับร่างมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ลูกยางถอนชนไก่พบว่า สูตรยางที่ได้จากงานวิจัยนี้ มีต้นทุนวัตถุดิบประมาณ 72-78 บาทต่อกิโลกรัม และมีสมบัติต่างๆ เทียบเคียงกับยางถอนชนไก่จากต่างประเทศ มีความเป็นไปได้ในการผลิตเชิงพาณิชย์และสามารถใช้งานได้จริง

2. แบบยางถอนชนไก่

ยางถอนชนไก่แบบใหม่ผ่านการจำลองการใช้งานยางถอนชนไก่ด้วยเทคโนโลยีช่วยในการออกแบบทางคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดให้ยางถอนชนไก่ทำจากยางธรรมชาติ (สูตรยางที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1) เลือกใช้เอลิเมนต์รูปทรง 3 มิติ (Hex Element) ชนิดเอลิเมนต์แบบเฮอร์แมนต์เอลิเมนต์ (Hermann Element) และจำนวนเอลิเมนต์อยู่ในช่วง 15,000 - 20,000 ชิ้น เลือกใช้แบบจำลองพฤติกรรมของยางอีออกเดนส์ลำดับที่ (Ogden Degree 3) และเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของไก่กำหนดให้เคลื่อนที่ตามแกน x (300, 0, 0) กำหนดที่ปลายขาไก่เข้าชนกับยางถอนชนไก่ที่ติดตั้งกับอุปกรณ์ยึดจับยางถอนชนไก่กำหนดให้ไม่มีการเคลื่อนที่ (0, 0, 0) กำหนดที่ขอบโดยรอบของอุปกรณ์ยึดจับยางถอนชนไก่ และผลการจำลองการใช้งานยางถอนชนไก่ที่เงื่อนไขเดียวกันพบว่า ยางถอนชนไก่ต้นแบบ (แบบยางถอนชนไก่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ) มีค่าความเค้น 1.87 เมกะปาสคาล และค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง 0.371 เมกะปาสคาลซึ่งค่าดังกล่าวใช้เป็นเกณฑ์ตั้งต้นในการพิจารณาเลือกแบบยางถอนชนไก่แบบใหม่ และยางถอนชนไก่แบบใหม่ที่ 02 มีค่าความเค้น 1.09 เมกะปาสคาล และค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง 0.268 เมกะปาสคาลซึ่งเปรียบเทียบแล้วยางถอนชนไก่แบบใหม่ที่ 02 มีค่าความเค้นและค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรงลดลงร้อยละ 41.71 และ 27.76 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับยางถอนชนไก่ต้นแบบ

3. เครื่องทดสอบประสิทธิภาพยางถอนขนไก่

แบบเครื่องทดสอบ และเครื่องทดสอบ สามารถนำไปใช้เป็นกระบวนการอ้างอิง ในการทดสอบประสิทธิภาพของลูกยางถอนขนไก่ แต่ยังพบปัญหาของวัสดุไก่ปลอม ที่นำมาติดตั้งเพื่อให้ลูกยางได้สัมผัส โดยมีการฉีกขาดที่ข้อเท้าของไก่ทำให้การทดสอบเกิดความไม่ต่อเนื่อง ซึ่งสามารถเรียนรู้เป็นแนวทางในการปรับปรุง รูปลักษณะของ ไก่ปลอม หรือ วัสดุตัวแทนไก่ให้เหมาะสมกับการทดสอบในอนาคต ทั้งนี้เครื่องทดสอบดังกล่าวมีกระบวนการทำงานที่เหมือนกับเครื่องจักรจริงทุกกระบวนการซึ่งคาดว่าจะทำให้สามารถยืนยันคุณภาพของลูกยาง ก่อนการส่งมอบไปสู่ผู้ใช้ หรือ ใช้ทดสอบในกรณีที่ผู้ประกอบการมีการปรับเปลี่ยนพัฒนา แบบชิ้นงาน หรือสูตรยางในอนาคตต่อไป

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมการแปรรูปไก่ในประเทศไทยเพื่อเป็นอาหารสำหรับผู้บริโภคนั้น จะต้องผ่านกระบวนการถอนขนไก่ออกจากตัวไก่ โดยกระบวนการนี้ประกอบด้วย ยางถอนขนไก่ซึ่งถูกยึดติดกับจานที่อยู่บนเครื่องถอนขนไก่ โดยยางถอนขนไก่นี้มียางธรรมชาติเป็นส่วนประกอบหลักเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความยืดหยุ่นและทนแรงดึงได้ในขณะที่ตัวยางกระทบกับไก่ ทำให้สามารถใช้ในการถอนขนไก่ให้หลุดจากตัวไก่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามยางถอนขนไก่ที่มีคุณภาพดีมักจะเป็นผลิตภัณฑ์ที่ถูกนำเข้าจากต่างประเทศ และมีราคาค่อนข้างสูง เนื่องจากผู้ผลิตยางถอนขนไก่ในประเทศยังขาดองค์ความรู้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังนั้น แผนงานวิจัยนี้จึงเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ที่เน้นการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ และการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมทั้งในประเทศและนานาชาติ โดยมีโครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัย จำนวน 3 โครงการได้แก่ โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด และโครงการย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่า โครงการวิจัยย่อยที่ 1 ได้สูตรยางNR/BR-150L อัตราส่วน 70/30 ที่ทำให้ความทนทานต่อการขัดถูและความต้านทานการขยายรอยแตกจากการพับงอซึ่งเป็นสูตรยางที่เหมาะสมที่ใช้ผลิตยางถอนขนไก่ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่ากับผลิตภัณฑ์ที่ใช้ต่างประเทศ โครงการวิจัยย่อยที่ 2 ได้รูปแบบยางถอนขนไก่ที่ผ่านการวิเคราะห์ความแข็งแรงด้วยโปรแกรมวิเคราะห์ความแข็งแรงทางวิศวกรรม และโครงการวิจัยย่อยที่ 3 ได้เครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่แบบสถิตยศาสตร์ ซึ่งใช้ทดสอบการทำงานของยางถอนขนไก่ที่ได้สูตรและการออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกัน ซึ่งทำให้ได้องค์ความรู้สำหรับการออกแบบสูตรยาง การออกแบบรูปทรงที่เหมาะสมของยางถอนขนไก่ รวมถึงเครื่องจักรที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งจะเป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาการแปรรูปและเพิ่มมูลค่ายางธรรมชาติในอุตสาหกรรมอาหารและปศุสัตว์ได้ในอนาคต

คำสำคัญ : อุตสาหกรรมแปรรูปไก่ ยางถอนขนไก่ สูตรยาง การวิเคราะห์ความแข็งแรง เครื่องทดสอบ

Abstract

Currently, defeathering is one of the conventional processes widely used in poultry industry. In this production technique, the rubber picking fingers are attached with the rotational circular fixture plates installed in the defeathering machine in production lines. These rubber fingers are mainly made of natural rubber based compounding which can provide more flexibility with high abrasion and crack resistance so defeathering can be effectively performed. Nevertheless, in Thailand poultry industry, there is lack of design and manufacturing technologies for good quality rubber picking finger products; as a result, these products are usually imported with relatively high costs from other countries such as Israel and France. Therefore, in this research, the development plan of natural rubber picking finger products used in Thai poultry industry was proposed to gain the fundamental knowledge of finger raw material and compounding, finger design and its manufacturing as well as the prototype of the defeathering testing machine. The research plan consists of three subprojects as follows: study of rubber formulas for high efficient natural rubber picking fingers used in poultry industry, design and manufacturing of the natural rubber picking finger products used in Thai poultry industry and the design and manufacturing of the performance testing apparatus for rubber picking fingers. The results show that the NR/BR-150L with the 70/30 ratio can provide comparable abrasion and crack resistance associated with finger bending with the imported products. The picking fingers with novel spiral and neck design were also obtained and then were produced using molds through part strength analysis with modern computational simulation techniques such as finite element analysis as well as mold design and production tools, respectively. Subsequently, the defeathering testing machine was developed to test the durability of rubber picking fingers developed in this research plan. Consequently, it can be seen that knowledge gained from this research work for poultry and food industries leads to the domestic rubber product development in order to increase the value of natural rubber as the product, not only as raw material, so Thai rubber product industry can compete in the international market in the near future.

Keywords: Poultry industry, rubber picking finger, rubber compounding, strength analysis, and defeathering testing machine.

รายงานผลการดำเนินงาน

งานวิจัยนี้เสนอจะพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ที่เน้นการศึกษาสูตรยางสำหรับยางนอนขุ่นไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ และการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่

ฉะนั้น แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย จึงประกอบไปด้วย โครงการวิจัยย่อย 3 โครงการ ได้แก่

- โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางนอนขุ่นไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด
หัวหน้าโครงการ รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด
คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระเจ้าเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
- โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด
หัวหน้าโครงการ ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- โครงการย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่
หัวหน้าโครงการ อาจารย์ธวัชชัย ชาดิ์ดำนาน
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ผลการดำเนินการ

ผลการดำเนินการโครงการวิจัยย่อยต่างๆ สามารถสรุปได้ดังนี้

โครงการย่อยที่ 1 โครงการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถนนทนไถ่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไถ่สด

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสูตรยางถนนทนไถ่ที่ทำจากยางธรรมชาติ สำหรับโรงงานแปรรูปไถ่ในประเทศไทย โดยเน้นการใช้วัตถุดิบในประเทศให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีประสิทธิภาพการถนนทนไถ่ และสมบัติที่ดีที่เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้

ผลการศึกษาพบว่า

การใช้ยางสังเคราะห์บางชนิดผสมกับยางธรรมชาติทำให้สมบัติของยางผสมสูตรดีขึ้นโดยเฉพาะสูตรยาง NR/BR-150L อัตราส่วน 70/30 ที่ทำให้ความทนทานต่อการขัดถู (Abrasion resistance) และความต้านทานการขยายรอยแตกจากการพับงอ (Ross flex cracking) การเพิ่มปริมาณสารตัวเติมเคมีดำ N-330 และซิลิกา 255G ในช่วง 30-50 phr ทำให้ประสิทธิภาพการเสริมแรงเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะความสามารถในการทนต่อการฉีกขาด (Tear strength) แต่การใช้สารตัวเติมปริมาณมากทำให้สมบัติบางประการลดลง การใช้หินภูเขาไฟ 0-5 phr ทำให้สมบัติเชิงกลของยางผสมสูตรลดลง การเพิ่ม Biocide ในสูตรทำให้มีประสิทธิภาพการยับยั้งจุลินทรีย์ดี จากงานวิจัยนี้ทำให้ทราบสูตรยางที่เหมาะสมที่ใช้ผลิตยางถนนทนไถ่ที่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าต่างประเทศ และผ่านมาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) ยางถนนทนไถ่

โครงการย่อยที่ 2 โครงการการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถนนทนไถ่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไถ่สด

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถนนทนไถ่ที่ทำจากยางธรรมชาติให้มีคุณภาพและใช้ในกระบวนการถนนทนไถ่ในอุตสาหกรรมแปรรูปไถ่สดได้

ผลการศึกษาพบว่า

จากผลการทดสอบการใช้งานยางถนนทนไถ่กับเครื่องทดสอบยางถนนทนไถ่ที่ได้จากโครงการที่ 3 พบว่ายางถนนทนไถ่แบบใหม่มีค่าเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่าแบบเก่า 7.83 เท่า ซึ่งยางถนนทนไถ่ทั้งสองผลิตจากสูตรยางชนิดเดียวกัน ดังนั้น พื้นที่สัมผัสของยางถนนทนไถ่แบบใหม่มีค่ามากกว่าแบบเก่า และการปรับตั้งค่าเครื่องจักรที่ใช้ทดสอบเหมือนกัน ขนาดของยางถนนทนไถ่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นแรงในการสัมผัสระหว่างยางถนนทนไถ่กับไถ่จะมีค่าใกล้เคียงกัน จากความสัมพันธ์ทั้งสองจะได้ว่าความเค้นของยางถนนทนไถ่แบบใหม่มีค่าน้อยกว่าแบบเก่าสอดคล้องกับการจำลองการใช้งาน ดังนั้น ผลการจำลองการใช้งานยางถนนทนไถ่ในงานวิจัยนี้มีความน่าเชื่อถือได้

โครงการย่อยที่ 3 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานตามเงื่อนไขของการควบคุมของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ โดยสร้างเป็นเครื่องต้นแบบเพื่อการทดสอบการใช้อย่างถอนขนไก่ในสภาพจริงเท่านั้น

ผลการศึกษาพบว่า

ได้แบบและเครื่องทดสอบที่สามารถใช้งาน ตามเงื่อนไขของการถอนขนไก่ในสภาพจริงได้เช่น ระบบการจับยึดไก่(ระบบกลไกการจับยึด) ระบบการฉีดน้ำใส่ไก่(อุณหภูมิจาก) ระบบการจับยึดลูกยาง(ระบบกลไกการจับยึด) และระบบการตีไก่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้ทดสอบการทำงานของยางถอนขนไก่ที่ได้ออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกัน

สรุปผลการดำเนินงาน

แผนงานวิจัย “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ที่เน้นการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ และการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ โดยมีวัตถุประสงค์หลักของแผนงานวิจัยเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริงในอุตสาหกรรมที่มีคุณภาพและสามารถใช้ได้จริงในอุตสาหกรรม

จากผลการวิจัยที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1, 2 และ 3 สามารถนำมาบูรณาการและทำการทดสอบแบบ Non-Load และแบบมี Load ได้แก่

1. ยางถอนขนไก่ Duram
2. ยางถอนขนไก่สูตรใหม่(สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2)
3. ยางถอนขนไก่สูตร 1(สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)
4. ยางถอนขนไก่สูตร 2(สูตรยางถอนขนไก่ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2)
5. ยางถอนขนไก่สูตร 3(สูตรยางถอนขนไก่ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)

ซึ่งผลการวิจัยเป็นดังนี้ นักวิจัยได้นำยางถอนขนไก่สูตร 2(สูตรยางถอนขนไก่ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2) มาทดสอบเปรียบเทียบกับยางถอนขนไก่จากผู้ผลิตต่างประเทศ (Duram) พบว่า ค่าเปอร์เซ็นต์เฉลี่ยการสูญเสียน้ำหนักของสูตรยางที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 มีค่าน้อยกว่า 2.23 เท่าของสูตรยางจากผู้ผลิตต่างประเทศ ดังนั้น ค่าความทนต่อการเสียดสี (Abrasion Resistance) ของสูตรยางที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 มีประสิทธิภาพดีกว่าสูตรยางที่ได้จากผู้ผลิตต่างประเทศ

และเมื่อนำยางถอนขนไก่สูตรใหม่ (สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2) มาทดสอบเปรียบเทียบกับยางถอนขนไก่สูตร 1(สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)พบว่า ยางถอนขนไกรูปแบบที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2 มีค่าเฉลี่ยเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนักมากกว่ารูปแบบเหมือนผู้ผลิตต่างประเทศ 7.83 เท่า

ดังนั้น จากความสัมพันธ์ดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่า พื้นที่ในการสัมผัสของรูปแบบยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2 มีค่ามากกว่ารูปแบบของผู้ผลิตต่างประเทศ และจากผลการปรับตั้งค่าเครื่องจักรที่เหมือนกัน โดยขนาดของยางถอนขนไก่มีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้น แรงในการสัมผัสระหว่างยางถอนขนไกับไก่จะมีค่าใกล้เคียงกัน จากความสัมพันธ์ทั้ง 2 จะได้ว่า ค่าความเค้นของรูปแบบยางถอนขนไก่ของโครงการย่อยที่ 2 มีค่าน้อยกว่ารูปแบบของผู้ผลิตต่างประเทศ ซึ่งสอดคล้องกับผลการจำลองการใช้งานด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้ การทดสอบยางถอนขนไกดังกล่าว จะต้องใช้เครื่องทดสอบที่ได้จากโครงการย่อยที่ 3 เพื่อให้สามารถกำหนดเงื่อนไขในการทดสอบยางถอนขนไกรูปแบบและทุกสูตรยางด้วยเงื่อนไขเดียวกันได้

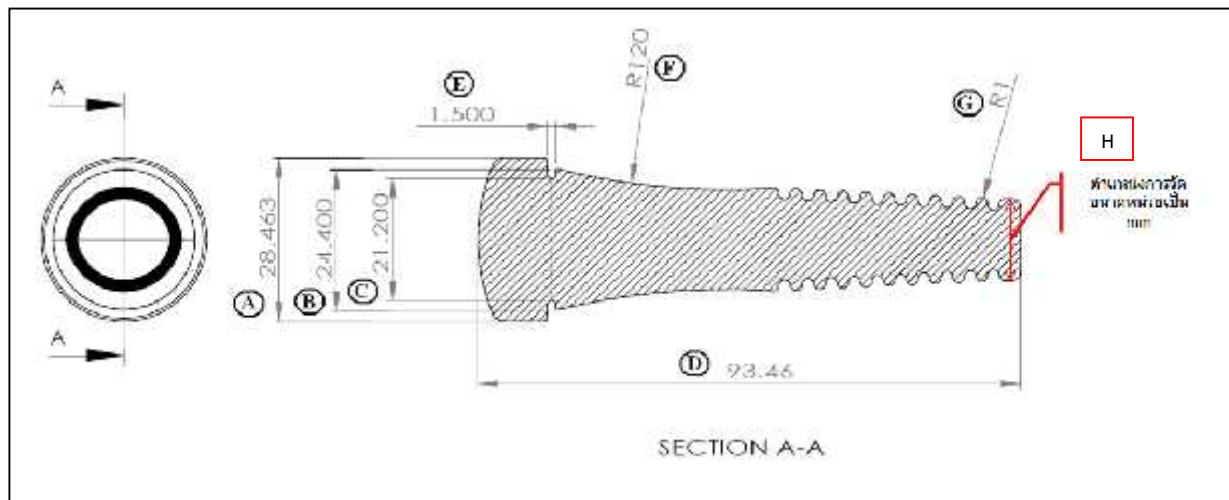
ภาคผนวก ก

แผนการทดสอบและวิธีการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ

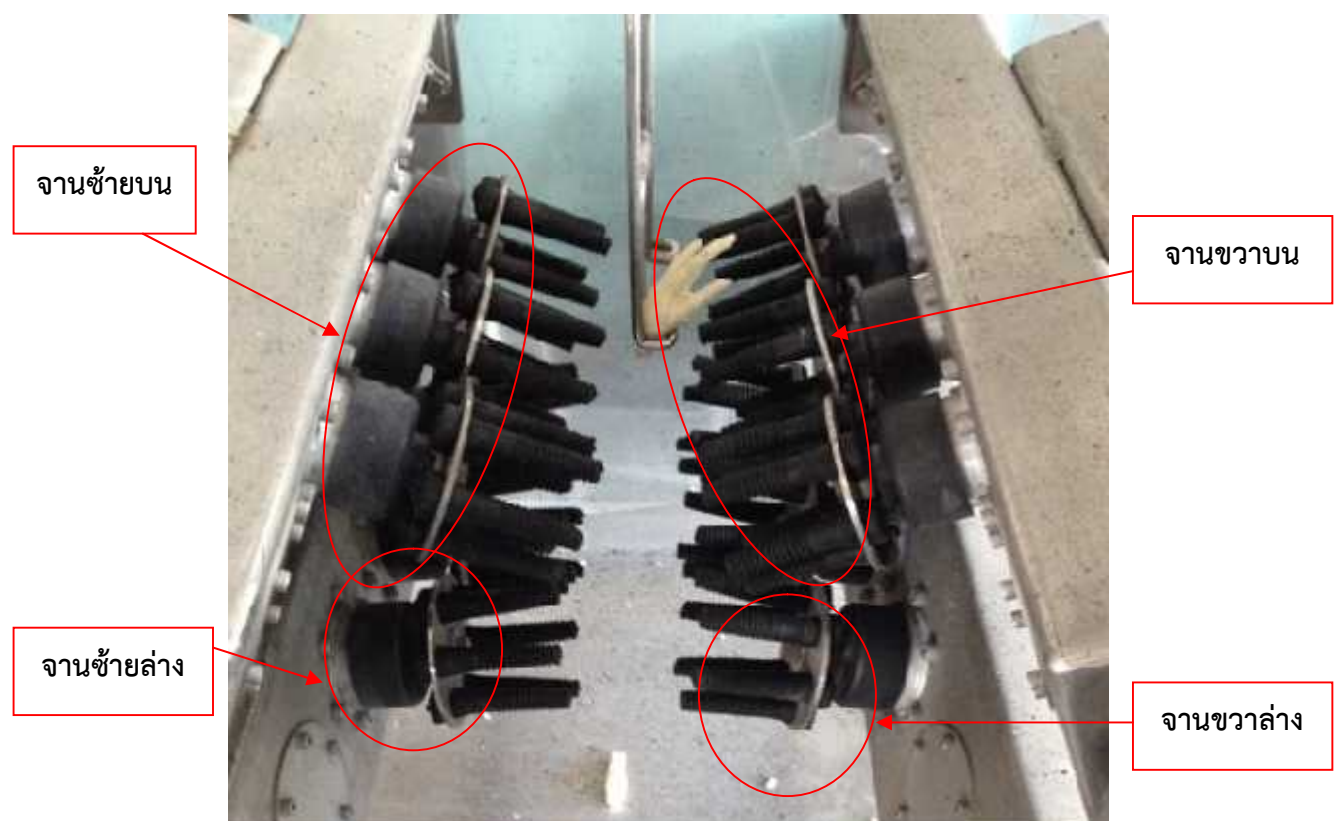
แผนการทดสอบและวิธีการทดสอบยางถนนไนท์กับเครื่องทดสอบ

1. ทดสอบแบบ NON-LOAD (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)
 - 1.1 ติดตั้งยางถนนไนท์เข้ากับเครื่องทดสอบ
 - 1.2 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์ก่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check)
 - 1.3 เปิดเครื่องทดสอบเพื่อหมุนยางถนนไนท์โดยไม่ใส่ LOAD (ไม่ติดตั้งไนท์)
 - 1.4 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์หลังการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) ซึ่งกำหนดบันทึกค่าทุกวันจนครบ 7 วันการทดสอบ
 - 1.5 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล
2. ทดสอบแบบมี LOAD(ระยะเวลา 21 วันทดสอบ) ได้แก่ ยางถนนไนท์ DURUM ยางถนนไนท์สูตรใหม่ (สูตรยางที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2) ยางถนนไนท์สูตร 1(สูตรยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการและแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน) และยางถนนไนท์สูตร 3(สูตรยางถนนไนท์ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)
 - 2.1 ติดตั้งไนท์ที่ผลิตจาก PU เพื่อใช้สำหรับทดสอบ เข้ากับเครื่องทดสอบ
 - 2.2 ตั้งค่าระยะการกระทำระหว่างยางถนนไนท์กับไนท์ PU (LOAD)
 - 2.3 ติดตั้งยางถนนไนท์ (DURUM) เข้ากับเครื่องทดสอบ
 - 2.4 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์ก่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบ
 - 2.5 เปิดเครื่องทดสอบเพื่อหมุนยางถนนไนท์
 - 2.6 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์หลังการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบซึ่งกำหนดบันทึกค่าทุกวันจนครบ 7 วันการทดสอบ
 - 2.7 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล

โดยมีวิธีการวัดขนาดยางถอนขนไก่ที่ใช้ในการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 38 ซึ่งวัดตามตำแหน่งงานของเครื่องทดสอบ แสดงดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 ตำแหน่งในการวัดขนาดยางถอนขนไก่ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 2 การแสดงตำแหน่งงานของเครื่องทดสอบ

ภาคผนวก ข

ผลการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ

ตารางสรุปผลการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ

จากการทดสอบยางถอนขนไก่ กับเครื่องทดสอบ ซึ่งตัวอย่างยางถอนขนไก่ที่ใช้ ได้แก่ ยางถอนขนไก่ที่ได้จากต่างประเทศ (Duram) ยางถอนขนไก่สูตรใหม่ (สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2) ยางถอนขนไก่สูตร 1(สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)และยางถอนขนไก่สูตร 3(สูตรยางถอนขนไก่ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน) โดยผลการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 1 และลักษณะการสึกหรอของยางถอนขนไก่ที่ใช้ในการทดสอบ ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ

ชั้นที่	DURAM				ยางถอนขนไก่สูตร 1				ยางถอนขนไก่สูตร 3				ยางถอนขนไก่สูตรใหม่				หมายเหตุ
	น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				
	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	
1	30.6	30.6	0.0	0.0	32.2	32.0	0.2	0.6	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
2	30.4	30.4	0.0	0.0	32.0	31.8	0.2	0.6					29.2	29.2	0.0	0.0	
3	30.0	30.0	0.0	0.0	31.8	31.8	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
4	30.6	30.6	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0					29.2	29.0	0.2	0.7	
5	30.2	30.0	0.2	0.7	33.0	33.0	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.0	29.0	0.0	0.0	
6	30.4	30.2	0.2	0.7	31.8	31.6	0.2	0.6					29.2	28.8	0.4	1.4	
7	30.2	29.4	0.8	2.6	32.4	31.6	0.8	2.5	32.2	31.8	0.4	1.2	29.2	28.6	0.6	2.1	
8	30.4	29.6	0.8	2.6	32.0	31.4	0.6	1.9	32.2	31.6	0.6	1.9	29.2	28.6	0.6	2.1	
9	31.0	29.8	1.2	3.9	32.4	31.8	0.6	1.9	32	31.8	0.2	0.6	29.2	28.4	0.8	2.7	
10	30.4	29.6	0.8	2.6	33.2	32.4	0.8	2.4	32.6	32	0.6	1.8	29.2	28.6	0.6	2.1	
11	30.4	29.8	0.6	2.0	32.0	31.6	0.4	1.3	32.6	32.4	0.2	0.6	29.2	28.6	0.6	2.1	

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบยางถนอมน้ำหนักกับเครื่องทดสอบ (ต่อ)

ชั้นที่	DURAM				ยางถนอมนไก้สูตร 1				ยางถนอมนไก้สูตร 3				ยางถนอมนไก้สูตรใหม่				หมายเหตุ
	น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				
	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	
12	30.4	29.6	0.8	2.6	32.0	31.6	0.4	1.3	32.4	32	0.4	1.2	29.2	28.4	0.8	2.7	
13	30.4	30.2	0.2	0.7	32.0	32.0	0.0	0.0					29.2	29.2	0.0	0.0	
14	30.2	30.2	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
15	30.4	30.4	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
16	30.4	30.4	0.0	0.0	31.8	31.8	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
17	30.4	30.4	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0					29.2	29.0	0.2	0.7	
18	30.4	30.2	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
19	30.2	30.0	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
20	30.2	30.2	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
21	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
22	30.2	30.2	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
23	30.4	30.4	0.0	0.0	31.8	31.6	0.2	0.6	33.2	33.2	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
24	30.2	30.0	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
25	30.4	30.2	0.2	0.7	32.4	32.4	0.0	0.0	32.8	32.6	0.2	0.6	29.2	29.0	0.2	0.7	
26	30.4	30.4	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
27	30.4	30.2	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
28	30.2	30.2	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบยางถนอมขนไก่อกับเครื่องทดสอบ (ต่อ)

ชั้นที่	DURAM				ยางถนอมขนไก่อสูตร 1				ยางถนอมขนไก่อสูตร 3				ยางถนอมขนไก่อสูตรใหม่				หมายเหตุ
	น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				
	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	
29	30.4	30.4	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
30	30.2	30.2	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.4	29.2	0.2	0.7	
31	30.4	30.2	0.2	0.7	33.0	33.0	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
32	30.2	30.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2				29.2	29.0	0.2	0.7	
33	30.4	30.4	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
34	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	29.2				29.2	28.8	0.4	1.4	
35	30.8	30.8	0.0	0.0	33.2	33.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	
36	30.4	30.4	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2				29.2	29.0	0.2	0.7	
37	30.4	30.4	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
38	30.2	30.2	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2				29.2	29.0	0.2	0.7	
39	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
40	30.4	30.2	0.2	0.7	32.2	32.0	0.2	0.6	29.2				29.2	29.0	0.2	0.7	
41	30.2	30.0	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
42	30.6	30.6	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
43	30.0	30.0	0.0	0.0	32.0	32.0	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	
44	30.2	30.0	0.2	0.7	32.0	32.0	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	ขาด
45	30.4	30.4	0.0	0.0	32.4	32.2	0.2	0.6	32	32	0.0	0.0	29.4	28.4	1.0	3.4	ขาด
46	30.4	30.2	0.2	0.7	33.0	32.8	0.2	0.6	32.6	32.4	0.2	0.6	29.2	26.0	3.2	11.0	ขาด

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบยางถนอขนไ้กับเครื่องทดสอบ (ต่อ)

ชั้นที่	DURAM				ยางถนอขนไ้สูตร 1				ยางถนอขนไ้สูตร 3				ยางถนอขนไ้สูตรใหม่				หมายเหตุ
	น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				น้ำหนัก (กรัม)				
	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	
47	30.2	30.2	0.0	0.0	33.2	33.2	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.8	ขาด
48	30.6	30.2	0.4	1.3	31.8	31.8	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	ขาด
49	30.4	30.2	0.2	0.7	32.6	32.6	0.0	0.0	32.2	32	0.2	0.6	29.2	23.0	6.2	21.2	
50	30.8	30.6	0.2	0.6	32.8	32.6	0.2	0.6	29.2				29.0	0.2	0.7	ขาด	
51	30.8	30.6	0.2	0.6	32.0	31.8	0.2	0.6	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	
52	30.4	30.4	0.0	0.0	32.4	32.2	0.2	0.6	29.2				24.6	4.6	15.8	ขาด	
53	30.4	30.2	0.2	0.7	32.2	32.2	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
54	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.0	0.2	0.6	29.2				28.8	0.4	1.4	ขาด	
55	30.2	30.2	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0	32.6	32.4	0.2	0.6	29.4	29.0	0.4	1.4	ขาด
56	30.4	30.2	0.2	0.7	32.6	32.6	0.0	0.0	29.2				29.2	0.0	0.0	ขาด	
57	30.4	30.2	0.2	0.7	32.6	32.6	0.0	0.0	33	33	0.0	0.0	29.2	29.2	0.0	0.0	ขาด
58	30.6	30.4	0.2	0.7	32.4	32.4	0.0	0.0	29.0				28.8	0.2	0.7	ขาด	
59	30.6	30.4	0.2	0.7	32.4	32.4	0.0	0.0	32.6	32.6	0.0	0.0	29.0	28.0	1.0	3.4	ขาด
60	30.2	30.0	0.2	0.7	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2				29.2	0.0	0.0	ขาด	
61	30.6	30.4	0.2	0.7	32.0	32.0	0.0	0.0	33	33	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	
62	30.2	30.0	0.2	0.7	32.6	32.4	0.2	0.6	32.4	32.4	0.0	0.0	29.4	28.8	0.6	2.0	
63	30.2	30.2	0.0	0.0	32.4	32.0	0.4	1.2	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	
64	30.4	30.4	0.0	0.0	32.8	32.6	0.2	0.6	32.2	32.2	0.0	0.0	29.2	28.8	0.4	1.4	

ตารางที่ 1 สรุปผลการทดสอบยางถนอมน้ำหนักกับเครื่องทดสอบ (ต่อ)

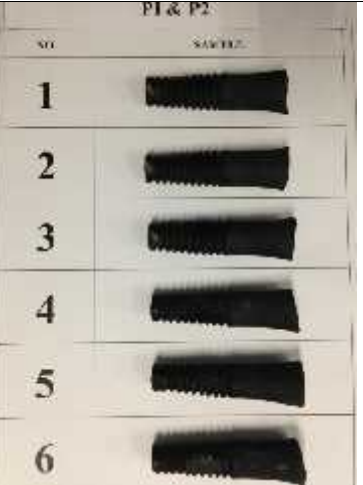
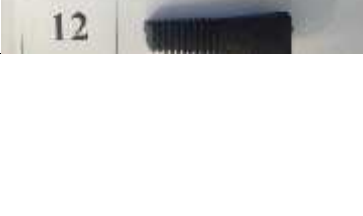
ชั้นที่	DURAM				ยางถนอมนไก้สูตร 1				ยางถนอมนไก้สูตร 3				ยางถนอมนไก้สูตรใหม่				หมายเหตุ
	น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				น้ำหนััก (กรัม)				
	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	ก่อน	หลัง	Dif	%	
65	30.2	30.2	0.0	0.0	33.0	32.8	0.2	0.6	31.8	31.8	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
66	30.6	30.4	0.2	0.7	32.2	32.0	0.2	0.6	33	32.8	0.2	0.6	29.2	28.8	0.4	1.4	
67	30.2	30.0	0.2	0.7	32.0	32.0	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0	29.2	29.0	0.2	0.7	
68	30.4	30.4	0.0	0.0	32.8	32.8	0.0	0.0					29.2	29.0	0.2	0.7	
69	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	32.2	32.2	0.0	0.0	29.4	28.8	0.6	2.0	
70	30.4	30.4	0.0	0.0	32.4	32.4	0.0	0.0					29.4	11.2	18.2	61.9	
71	30.4	30.4	0.0	0.0	32.2	32.0	0.2	0.6	32.4	32.4	0.0	0.0	29.6	29.0	0.6	2.0	
72	30.4	30.2	0.2	0.7	32.0	32.0	0.0	0.0	29.2				28.8	0.4	1.4		
Average	30.4	30.2	0.2	0.5	32.3	32.2	0.1	0.3	32.5	32.5	0.1	0.2	29.2	28.5	0.7	2.4	
Max	31.0	30.8	1.2	3.9	33.2	33.2	0.8	2.5	33.2	33.2	0.6	1.9	29.6	29.2	18.2	61.9	14.0
Min	30.0	29.4	0.0	0.0	31.8	31.4	0.0	0.0	31.8	31.6	0.0	0.0	29.0	11.2	0.0	0.0	0.0
S.D.	0.8				0.6				0.5				7.8				

ทั้งนี้ สามารถทำการสรุปค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ได้จากการทดสอบยางถอนขนไก่ ได้แก่ ยางถอนขนไก่ที่ได้จากต่างประเทศ (Duram) ยางถอนขนไก่สูตรใหม่ (สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 2) ยางถอนขนไก่สูตร 1(สูตรยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการย่อยที่ 1 และแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน)และยางถอนขนไก่สูตร 3(สูตรยางถอนขนไก่ที่ใช้ในโรงงานและแบบ+แม่พิมพ์ที่ใช้ในโรงงาน) ดังแสดงในตารางที่ 2

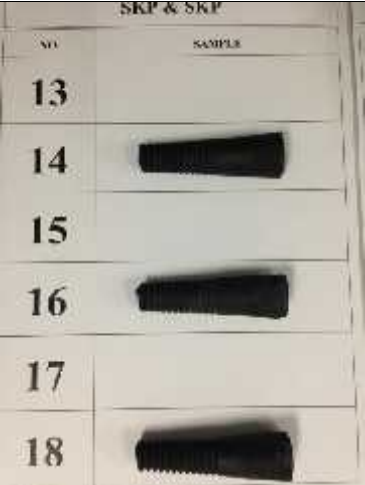
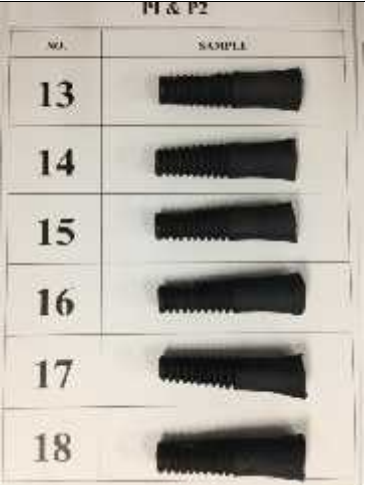
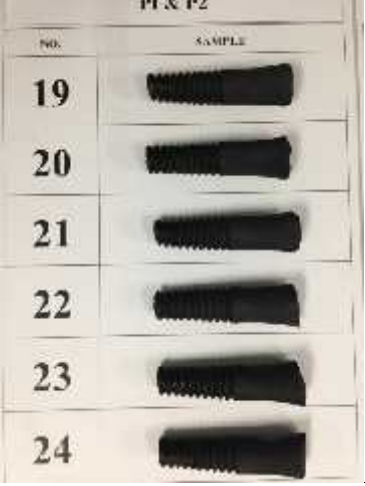
ตารางที่ 2 สรุปค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

	ค่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียเฉลี่ย Average weight loss (%)	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (SD.)
Duram	0.5	0.8
สูตรเก่า รูปแบบเก่า	0.2	0.5
สูตรใหม่ รูปแบบเก่า	0.3	0.6
สูตรใหม่ รูปแบบใหม่	2.4	7.8

ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนขนไก่ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนขนไก่สูตร 1	ยางถนนขนไก่สูตร 3	ยางถนนขนไก่สูตรใหม่
จานขวานบน 1				
				
				
				
				
				
จานขวานบน 2				
				
				
				

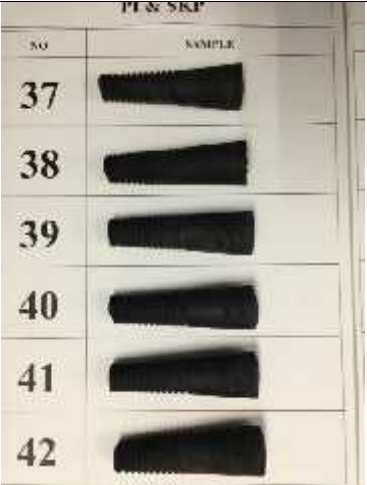
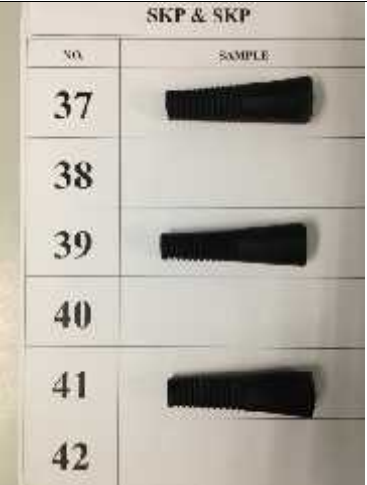
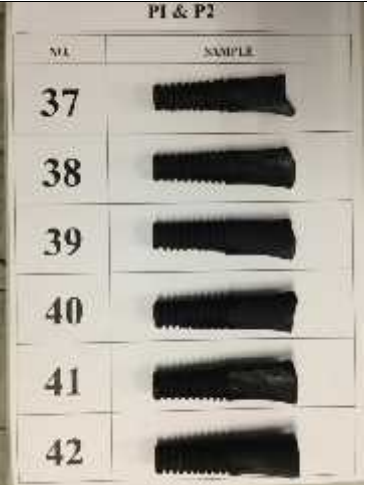
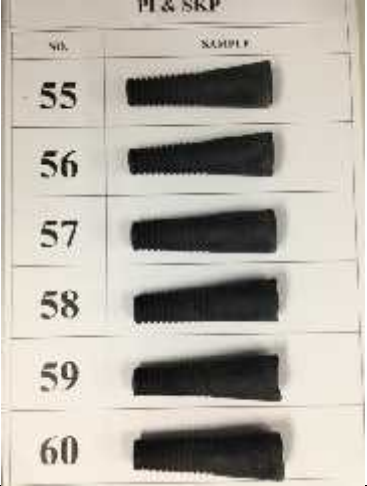
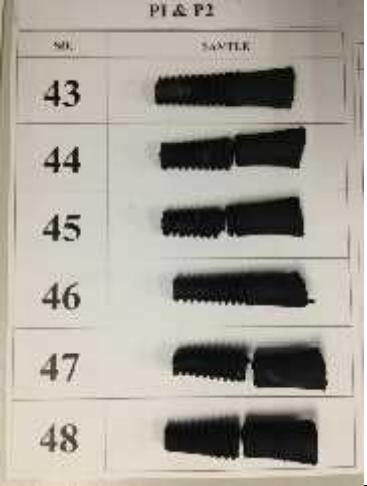
ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนบนไม้ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (ต่อ)

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนบนไม้สูตร 1	ยางถนนบนไม้สูตร 3	ยางถนนบนไม้สูตรใหม่
จานขวบน 3				
จานขาล่าง 1				

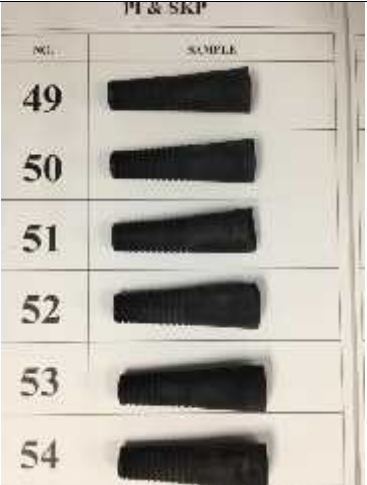
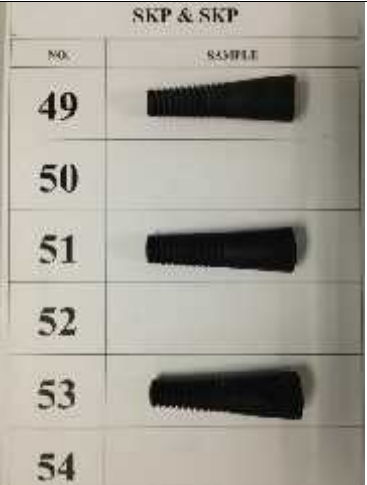
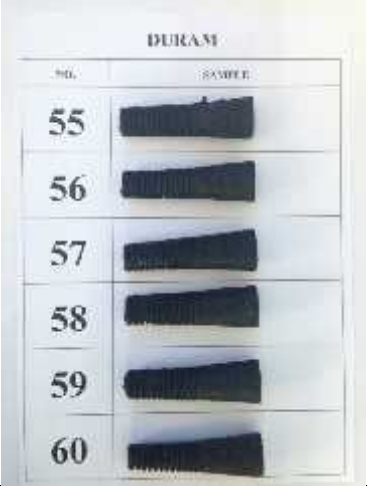
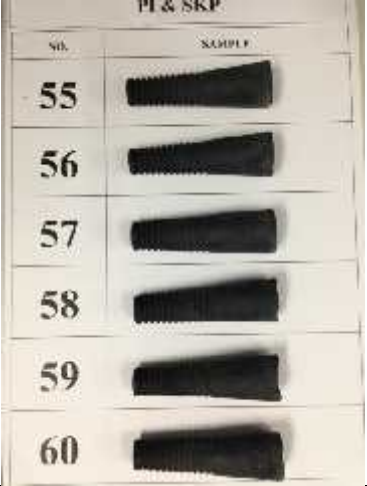
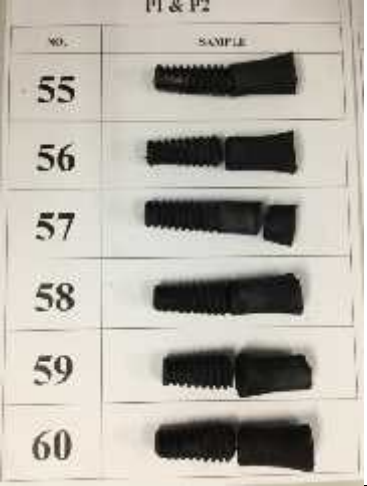
ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนบนไม้ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (ต่อ)

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนบนไม้สูตร 1	ยางถนนบนไม้สูตร 3	ยางถนนบนไม้สูตรใหม่																																																																
จานขวาล่าง 2	<table><tr><th colspan="2">DURAM</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>26</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>28</td><td></td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr></table>	DURAM		NO.	SAMPLE	25		26		27		28		29		30		<table><tr><th colspan="2">PI & SKP</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>26</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>28</td><td></td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr></table>	PI & SKP		NO.	SAMPLE	25		26		27		28		29		30		<table><tr><th colspan="2">SKP & SKP</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>26</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>28</td><td></td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr></table>	SKP & SKP		NO.	SAMPLE	25		26		27		28		29		30		<table><tr><th colspan="2">PI & P2</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>25</td><td></td></tr><tr><td>26</td><td></td></tr><tr><td>27</td><td></td></tr><tr><td>28</td><td></td></tr><tr><td>29</td><td></td></tr><tr><td>30</td><td></td></tr></table>	PI & P2		NO.	SAMPLE	25		26		27		28		29		30	
	DURAM																																																																			
	NO.	SAMPLE																																																																		
	25																																																																			
	26																																																																			
	27																																																																			
28																																																																				
29																																																																				
30																																																																				
PI & SKP																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
25																																																																				
26																																																																				
27																																																																				
28																																																																				
29																																																																				
30																																																																				
SKP & SKP																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
25																																																																				
26																																																																				
27																																																																				
28																																																																				
29																																																																				
30																																																																				
PI & P2																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
25																																																																				
26																																																																				
27																																																																				
28																																																																				
29																																																																				
30																																																																				
จานขวาล่าง 3	<table><tr><th colspan="2">DURAM</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>31</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td></td></tr></table>	DURAM		NO.	SAMPLE	31		32		33		34		35		36		<table><tr><th colspan="2">PI & SKP</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>31</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td></td></tr></table>	PI & SKP		NO.	SAMPLE	31		32		33		34		35		36		<table><tr><th colspan="2">SKP & SKP</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>31</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td></td></tr></table>	SKP & SKP		NO.	SAMPLE	31		32		33		34		35		36		<table><tr><th colspan="2">PI & P2</th></tr><tr><th>NO.</th><th>SAMPLE</th></tr><tr><td>31</td><td></td></tr><tr><td>32</td><td></td></tr><tr><td>33</td><td></td></tr><tr><td>34</td><td></td></tr><tr><td>35</td><td></td></tr><tr><td>36</td><td></td></tr></table>	PI & P2		NO.	SAMPLE	31		32		33		34		35		36	
	DURAM																																																																			
	NO.	SAMPLE																																																																		
	31																																																																			
	32																																																																			
	33																																																																			
34																																																																				
35																																																																				
36																																																																				
PI & SKP																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
31																																																																				
32																																																																				
33																																																																				
34																																																																				
35																																																																				
36																																																																				
SKP & SKP																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
31																																																																				
32																																																																				
33																																																																				
34																																																																				
35																																																																				
36																																																																				
PI & P2																																																																				
NO.	SAMPLE																																																																			
31																																																																				
32																																																																				
33																																																																				
34																																																																				
35																																																																				
36																																																																				

ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนไนท์ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (ต่อ)

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนไนท์สูตร 1	ยางถนนไนท์สูตร 3	ยางถนนไนท์สูตรใหม่
จานซ้ายบน 1				
จานซ้ายบน 2				

ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนบนไม้ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (ต่อ)

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนบนไม้สูตร 1	ยางถนนบนไม้สูตร 3	ยางถนนบนไม้สูตรใหม่
จานซ้ายบน 3				
จานซ้ายล่าง 1				

ตารางที่ 3 ลักษณะการสึกหรอของยางถนนบนไม้ที่ทำการทดสอบกับเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ (ต่อ)

ลักษณะจาน	DURAM	ยางถนนบนไม้สูตร 1	ยางถนนบนไม้สูตร 3	ยางถนนบนไม้สูตรใหม่
จานซ้ายล่าง 2				
จานซ้ายล่าง 3				

แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ
สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย
สัญญาเลขที่ RDG5550117
ร่างรายงานฉบับสมบูรณ์

ส่วนที่ 1 ข้อมูลโครงการ

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

โครงการ การศึกษาสูตรยางสำหรับยางนอนขุ่นไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด

ชื่อผู้รับทุน นายอิทธิพล แจ่มชัด

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

โครงการ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด

ชื่อผู้รับทุน ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

โครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางนอนขุ่นไก่

ชื่อผู้รับทุน นายธวัชชัย ชาติตำนาน

โครงการเริ่มเมื่อวันที่ 1 กันยายน 2555 สิ้นสุดวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2556

รวมเวลาที่ทำวิจัยทั้งสิ้น 12 เดือน

ส่วนที่ 2 รายงานเนื้อหา

ในส่วนรายงานเนื้อหา รวบรวมรายงานฉบับสมบูรณ์ ประกอบด้วย โครงการวิจัยย่อยที่ 1 โครงการการศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด โครงการวิจัยย่อยที่ 2 โครงการการออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด โครงการย่อยที่ 3 โครงการการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ และผลการบูรณาการของแผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ซึ่งมีรายละเอียดดังแสดงต่อไปนี้

1. สรุปงานก่อนหน้า

ในแผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย ประกอบไปด้วยโครงการวิจัยย่อยภายใต้แผนงานวิจัย ดังนี้ โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด และโครงการย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่

โดยรายงานความก้าวหน้ารอบ 6 เดือนนั้น ในภาพรวมพบว่า ในโครงการที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด ได้ผลการศึกษาสัดส่วนของยาง NR/BR ผลของเกรดยาง BR และผลของยาง SBR และอยู่ในระหว่างศึกษาผลกระทบของปริมาณสารตัวเติม ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกใช้พิจารณาเป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบสูตรยางที่เหมาะสมในการผลิตยางถอนขนไก่ได้ สำหรับในโครงการที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด ได้มีการเก็บข้อมูลของความเสียหายที่เกิดขึ้นของยางถอนขนไก่ที่ใช้ในสถานประกอบการ และมุ่งเน้นไปที่การออกแบบรูปทรงและขนาดของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ โดยพิจารณาถึงคุณสมบัติเชิงกลของยางต้นแบบ และสถานะเงื่อนไขการใช้งานจริง รวมถึงมีการศึกษาความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ต้นแบบ เพื่อเตรียมที่จะใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่จริง หลังจากที่ได้สูตรยางจากโครงการที่ 1 และสำหรับในโครงการที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ ได้ทำการศึกษาเก็บข้อมูลทางเทคนิคของส่วนประกอบหลักของเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ และอยู่ในระหว่างการออกแบบเครื่องต้นแบบ เพื่อใช้ในการทดสอบผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้ จากโครงการที่ 1 และ 2 ต่อไป

ในส่วนของผลการดำเนินงานทั้งหมดในโครงการนี้ ได้สรุปไว้ในโครงการที่ 1 ดังแสดงในตารางที่ 1 สรุปความก้าวหน้าและผลการดำเนินโครงการทั้งหมด

2. ความก้าวหน้าในงวดนี้

สรุปความก้าวหน้ารายงานฉบับสมบูรณ์และผลการดำเนินโครงการทั้งหมด ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 สรุปความก้าวหน้ารายงานฉบับสมบูรณ์และผลการดำเนินโครงการทั้งหมด

ประเภท	โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถนนชนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถนนชนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถนนชนไก่
ผลที่ได้รับ	1. ทราบผลการศึกษาอัตราส่วนของยางธรรมชาติต่ออย่างสังเคราะห์ (100/0, 90/10, 80/20, 70/30) ผลของเกรดยางสังเคราะห์ BR-01, BR-150L, S-SBR 2. ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติม (Fillers) ได้แก่ซิลิกาชนิดตกตะกอน (Precipitated Silica Hisil[®] 255G) และเขม่าดำ (Carbon black, CB N330) ปริมาณ 30, 40, 50 phr รวมทั้งสารตัวเติมผสมกัน (Mixed filler CB/Silica) ปริมาณ 20/20 phr (รวม 40 phr) 3. ทราบผลการศึกษาการใช้สารเติมแต่งได้แก่หินภูเขาไฟ (0-5 phr) และ ผลของสารป้องกันจุลินทรีย์ (Biocide)	1. ได้แบบยางถนนชนไก่แบบใหม่ที่ผ่านการออกแบบด้วยองค์ความรู้ด้านวิศวกรรม 2. ได้แม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปยางถนนชนไก่แบบใหม่ที่ได้ออกแบบไว้ในโครงการนี้ 3. ได้ขึ้นงานยางถนนชนไก่ที่ได้จากโครงการนี้	1. ได้แบบและเครื่องทดสอบที่สามารถใช้งาน ตามเงื่อนไขของการถนนชนไก่ในสภาพจริงได้เช่น ระบบการจับยึดไก่(ระบบกลไกการจับยึด) ระบบการฉีดน้ำใส่ไก่ (อุณหภูมิต่ำ) ระบบการจับยึดลูกยาง(ระบบกลไกการจับยึด) และระบบการตีไก่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้ทดสอบการทำงานของยางถนนชนไก่ที่ได้ออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกัน 2. ได้องค์ความรู้สำหรับกระบวนการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของยางถนนชนไก่

ตารางที่ 1 สรุปความก้าวหน้าร่างรายงานฉบับสมบูรณ์และผลการดำเนินโครงการทั้งหมด (ต่อ)

ประเภท	โครงการย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่
การวิเคราะห์	ผลการวิเคราะห์ที่ได้ประกอบด้วย การศึกษาปัจจัยและอัตราส่วนของยางธรรมชาติ (NR) ตัวอย่างสังเคราะห์บิวตะไดอิน (BR) ผลของชนิดยางสังเคราะห์ ได้แก่ BR-01, BR-150L และ S-SBR ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติม (Fillers) ได้แก่ ซิลิกาชนิดตกตะกอน (Silica Hsil [®] 255G) และเขม่าดำ (Carbon black, CB N330) รวมถึงผลของการใช้สารเติมแต่ง ได้แก่ หินภูเขาไฟ (0-5 phr) และ ผลของสารป้องกันจุลินทรีย์ (Biocide)	ได้ผลการจำลองการใช้งานของยางถอนขนไก่ต้นแบบและยางถอนขนไก่แบบใหม่ โดยตัวแปรในการออกแบบ คือ รูปร่างของลำตัวยางถอนขนไก่และรูปร่างร่องถอนขนของยางถอนขนไก่ ผลการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ รวมถึงได้แม่พิมพ์ที่ใช้ในการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่	เครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ได้ถูกออกแบบและผลิต โดยมีระบบในการทำงานหลักดังแสดงในผลที่ได้รับข้างต้น ซึ่งประกอบด้วยระบบชุดควบคุมไฟฟ้า ระบบชุดต้นกำลัง ระบบส่งกำลัง ระบบปรับมุมของชุดตีขนไก่ และระบบชุดตีไก่
การสังเคราะห์	ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการนี้เป็นยางที่มีส่วนประกอบหลักของยางธรรมชาติ ซึ่งมีคุณสมบัติที่เหมาะสมในการผลิตยางถอนขนไก่ที่มีประสิทธิภาพสูงได้	รูปร่างและลักษณะของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้ออกแบบ รวมถึงแม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิตนำมาซึ่งผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่มีคุณภาพและความทนทานต่อการใช้งานได้ดี	เครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ มีระบบที่ครอบคลุมและเหมาะสมในการทดสอบผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ ได้เป็นที่น่าพอใจในระดับหนึ่ง หากมีการพัฒนาต่อไป ด้วยงบประมาณและระยะเวลาที่เพียงพอในอนาคต ก็จะได้เครื่องทดสอบที่มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ตารางที่ 1 สรุปความก้าวหน้ารายงานฉบับสมบูรณ์และผลการดำเนินโครงการทั้งหมด (ต่อ)

ประเภท	โครงการย่อยที่ 1 การศึกษา สูตรสำหรับยางถอนขน ไก่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจาก ยางธรรมชาติสำหรับ อุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 2 การ ออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ ยางถอนขนไก่ที่ใช้ใน อุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	โครงการย่อยที่ 3 การ ออกแบบและสร้างเครื่อง ทดสอบประสิทธิภาพการใช้ งานของผลิตภัณฑ์ยางถอน ขนไก่
ปัญหา อุปสรรค และ วิธีการแก้ไข	ปัญหา อุปสรรค: มีความ ล่าช้าในการประสานงานของ การทดสอบวัสดุ วิธีการแก้ไข: ได้เร่งรัดใน การประสานงาน และ สื่อสารให้มีประสิทธิภาพ มากขึ้น	ปัญหา อุปสรรค: ความล่าช้า ในการจำลองรูปร่างของ ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ รวมถึงผลิตภัณฑ์ในการ ออกแบบแม่พิมพ์ วิธีการแก้ไข: ได้ทำการเร่งรัดใน กิจกรรมในส่วนนี้อย่างใกล้ชิด	ปัญหา อุปสรรค: มีความ ล่าช้าในการจัดสรรงบ ครุภัณฑ์ทำให้ไม่สามารถวาง แผนการออกแบบและผลิต เครื่องทดสอบฯ ได้อย่างมี ประสิทธิภาพ วิธีการแก้ไข: ได้ทำการ ประสานระหว่างหน่วยงาน ผู้ให้ทุน และผู้ออกแบบและ ผลิตเครื่องทดสอบฯ ให้ ปรับเปลี่ยนแผนดำเนินการให้ สอดคล้องกับแผนงานที่วางไว้ ในเบื้องต้น

โครงการวิจัยย่อยที่ 1

โครงการ การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถนนทนไถ่ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไม้เสียด
ชื่อผู้รับทุน นายอิทธิพล แจ่มชัด

ผลการดำเนินการ

1.1 ผลของชนิดยางสังเคราะห์และอัตราส่วนยางธรรมชาติต่อยางสังเคราะห์ (NR/SR)

ยางธรรมชาติ (NR) มีสมบัติเชิงกลที่ดี โดยเฉพาะความแข็งแรง (Strength) และความสมบัติในการรับแรงเชิงพลวัตหรือแรงสั่น (Dynamic properties) จึงใช้ NR เป็นยางหลัก อย่างไรก็ตาม สมบัติของยางผสมสูตรสามารถปรับปรุงได้โดยยางสังเคราะห์ ได้แก่ ยาง BR เกรด BR-01 (เกรดใช้งานทั่วไป) BR-150L (เกรดพิเศษ ทนเสียดสีขีดถู) และ SBR เกรด S-SBR-1205 (เกรดพิเศษ เสี่ยงพลังงานการหมุนต่ำ) โดยศึกษาอัตราส่วนยางธรรมชาติต่อยางสังเคราะห์ (NR/SR) ในช่วง 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก) เมื่อทำการคอมเพาวด์ยางตามสูตร แล้วทำการทดสอบสมบัติต่างๆ สามารถแสดงผลการทดลองได้ดังตารางที่ 2 และ 3

จะเห็นได้ว่า เมื่อเพิ่มอัตราส่วนปริมาณยางสังเคราะห์ ทั้ง BR-01, BR-150L และ S-SBR จาก NR/SR 100/0 ถึง 70/30 (w/w) พบว่า ลักษณะการเชื่อมโยง (Cure characteristics) ของยางผสมสูตรเป็นไปตามคาด คือมีแนวโน้มเชื่อมโยงช้าลง เทียบกับสูตรที่เป็นยางธรรมชาติล้วน สังเกตจากค่าเวลาเริ่มเชื่อมโยง (Scorch time, t_{s2}) และเวลาเชื่อมโยง (Cure time, t_{c90}) ที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากโครงสร้างของ NR มี Allylic hydrogen มากกว่าในโครงสร้างของ BR และ SBR นอกจากนี้ยาง NR ยังมีโปรตีนที่ทำหน้าที่เป็นสารเร่ง (Accelerator) ตามธรรมชาติ ผลของชนิดและสัดส่วนยางธรรมชาติต่อยางสังเคราะห์ ได้แก่ BR-01, BR-150L, และ S-SBR ที่อัตราส่วน NR/SR = 100/0, 90/10, 80/20 และ 70/30 ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของยางถนนทนไถ่ แสดงดังตารางที่ 4

ตารางที่ 2 สูตรยางถนนชนไก่ที่ศึกษาในงานวิจัยนี้

Materials	Amount (phr)
NR / SR (BR-01, BR-150L หรือ S-SBR) ¹	100/0, 90/10, 80/20, 70/30
BHT	0.5
BKF	0.5
SP 222	1
ZnO	4
MA-L79	0.5
TAC' 95	1
CB N-330 หรือ Silica 255G ¹	30, 40, 50
Pumice ¹	0, 3, 5
PEG 4000 ²	2.5
SI 69 ²	1.25
OIL – A ³	5
Stearic acid	1
Biocide ¹	0, 0.15
TMTM	0.8
CBS	1
MBTS	0.8
DPG	0.8
Sulfur	1

หมายเหตุ

¹ ปัจจัยที่ศึกษา

² ใส่เฉพาะสูตรที่ใช้ซิลิกา

³ มีการเพิ่มปริมาณในบางสูตรที่ใช้สารตัวเดิมมากเพื่อให้ได้ความแข็งที่ต้องการ

ตารางที่ 3 ผลของชนิดและอัตราส่วน NR/SR ที่มีต่อลักษณะการเชื่อมโยงของยางถนนชนไก่

Item test	Unit	NR 100	BR-150L /10	BR-150L /20	BR-150L /30	S-SBR /10	S-SBR /20	S-SBR /30	BR-01 /10	BR-01 /20	BR-01 /30
ML	lb-in	3.4	3.2	3.7	2.1	3.4	4.2	1.6	4.2	4.2	4.8
MH	lb-in	16.1	15.4	16.3	14.4	15.7	16.8	13	18.7	18.5	19.9
Ts2	min	1:41	1:53	1:47	1:28	1:46	1:56	2:55	1:25	1:37	1:27
Tc90	min	2:36	2:55	2:42	2:34	2:44	3:03	4:56	2:34	2:46	2:38

ตารางที่ 4 ผลของชนิดและอัตราส่วน NR/SR ที่มีต่อสมบัติเชิงกลของยางถนนชนิด

Item test	Unit	NR 100	BR-150L /10	BR-150L /20	BR-150L /30	S-SBR /10	S-SBR /20	S-SBR /30	BR-C1 /10	BR-C1 /20	BR-C1 /30
Hardness	Shore A	57->54	56->55	56->55	54->51	59->56	58->56	57->54	60->58	59->57	61->56
Tensile strength	MPa	20.2	20.8	20.1	20.9	18.7	18.0	19.0	20.0	17.7	17.3
Elongation at break	%	550	600	600	650	550	550	600	550	550	500
300 % Modulus	MPa	9.50	8.07	7.78	5.84	8.18	8.19	7.47	8.72	7.94	8.73
Tear strength	kN/m	105.6	76.8	67.4	50.2	74.6	83.2	73.9	45.9	46.5	46.4
Specific Gravity		1.137	1.133	1.132	1.127	1.144	1.143	1.143	1.125	1.132	1.133
Tension set (%)	%	2.0	4.0	3.0	3.0	4.0	4.0	5.0	4.0	3.0	3.0
Abrasion - Volume Loss	mm ³	237	192	156	135	261	216	280	143	126	131
Cut Growth - Ross Flex	Cycles	327,999	377,042	321,550	340,955	175,512	151,808	143,497	243,123	125,647	148,626
Heat built up	°C	16.7	17.7	17.0	17.0	20.3	22.0	24.0	13.3	14.7	14.7

1.2 ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติม (Fillers)

ในการทดลองตอนนี้ ศึกษาผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติม (Fillers) ได้แก่ซิลิกาชนิดตกตะกอน (Precipitated Silica Hisil[®] 255G) และเขม่าดำ (Carbon Black, CB N330) ปริมาณ 30, 40, 50 phr รวมทั้งสารตัวเติมผสมกัน (Mixed filler CB/Silica) ปริมาณ 20/20 phr (รวม 40 phr) จากผลการทดลองตอนที่ 1 จึงทำการเลือกศึกษาเกี่ยวกับยางหลักสองชนิดคือ ยางธรรมชาติผสมยางสังเคราะห์บิวเตไดอิน (NR/BR-150L) ที่อัตราส่วน 70/30 (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก) และยางธรรมชาติล้วน (NR100) สามารถแสดงผลการทดลองได้ดังตารางที่ 5

จากตารางที่ 5 แสดงผลของสารตัวเติม (Fillers) ที่มีต่อลักษณะการเชื่อมโยง (Cure Characteristics) จะเห็นได้ว่า เมื่อใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติม ยางผสมสูตรมีการเชื่อมโยงช้าลงเล็กน้อย จากค่า Scorch Time (t_{s2}) และ Cure Time (t_{c90}) ที่เพิ่มขึ้นเล็กน้อย ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎี คือสารตัวเติมที่มีขั้ว เช่นซิลิกา สามารถดูดจับสารเคมีที่มีขั้วเช่น ZnO และตัวเร่งปฏิกิริยาเชื่อมโยง (Acceraltors) ทำให้สารเชื่อมโยงบางส่วนหายไป ไม่ทำปฏิกิริยาเชื่อมโยง เนื่องจากในงานวิจัยนี้มีการใช้ PEG (Polyethylene Glycol) ในสูตรยางที่ใช้ซิลิกาเพื่อเคลือบสารตัวเติมที่มีขั้วและป้องกันการกวนการเชื่อมโยง จึงทำให้มีการเชื่อมโยงช้าลงเพียงเล็กน้อย

ตารางที่ 5 ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติมเขม่าดำและซิลิกาที่มีต่อที่มีต่อลักษณะการเชื่อมโยงของยาง
ถนอมไนท์ ที่ใช้ยาง NR/BR-150L อัตราส่วน 70/30

Properties	Unit	NR 70 / BR 150L 30						
		C-B 30	C-B 40	C-B 50	SILICA 30	SILICA 40	SILICA 50	CB/SILICA 20/20
ML	lb-in	2.7	2.5	2.6	3.3	3.5	4.1	3.2
MH	lb-in	16.6	16.7	15.6	17.3	17.9	19.5	17.4
Ts2	mln	1.50	2.11	2.02	1.59	2.36	2.25	2.10
Tc90	mln	3.05	3.16	3.12	2.59	3.44	3.57	3.11

ตารางที่ 6 แสดงสมบัติเชิงกลของยางถนอมไนท์ที่ใช้สารตัวเติมเป็นเขม่าดำเกรด N330 และซิลิกาชนิดตกตะกอน (Precipitated Silica) เกรด 255G ปริมาณ 30-50 phr รวมทั้งใช้สารตัวเติมผสมเขม่าดำ-ซิลิกา (CB/Silica) 40 phr (อย่างละ 20 phr) พบว่าเป็นไปตามคาดคือสารตัวเติมทั้งสองเป็นสารตัวเติมชนิดเสริมแรง (Reinforcing Fillers) การเพิ่มปริมาณสารตัวเติมในช่วง 30-50 phr ทำให้ประสิทธิภาพการเสริมแรงเพิ่มขึ้นโดยเฉพาะความสามารถในการทนต่อการฉีกขาด (Tear Strength) อย่างไรก็ตาม การใช้สารตัวเติมที่ปริมาณ 50 phr ทำให้ความทนทานต่อการเสียดสี (Abrasion Resistance) ลดลง (มีปริมาตรยางที่สูงสูญหายจากการขัดถูมาก) จนเกินมาตรฐาน มอก.

ตารางที่ 6 ผลของชนิดและปริมาณสารตัวเติมเขม่าดำและซิลิกาที่มีต่อที่มีต่อสมบัติเชิงกลและสมบัติเชิงกายภาพของยางถนอมไนท์ ที่ใช้ยาง NR/BR-150L อัตราส่วน 70/30

Properties	Unit	NR 70 / BR 150L 30						
		C-B 30	C-B 40	C-B 50	SILICA 30	SILICA 40	SILICA 50	CB/SILICA 20/20
Hardness	Shore A	57->56	58->56	57->55	55->54	57->55	59->55	57->56
Tensile strength	MPa	19.1	20.4	19.9	21.7	22.8	22.4	20.9
EB	%	500	550	500	600	650	700	600
300 M	MPa	7.8	8.6	8.8	5.4	5.5	4.9	6.6
Tear strength	kN/m	47.9	51.7	49.0	52.4	57.0	79.5	48.3
SG		1.0513	1.0761	1.0916	1.0690	1.0923	1.1103	1.0848
Tension set	%	1.0	2.0	2.0	1.0	3.0	4.0	2.0
Volume Loss	mm ³	148	148	223	159	165	189	134
Ross Flex	cycles	250000	250000	250000	250000	250000	250000	250000

1.3 ผลของสารเติมแต่ง (Additives)

1.3.1 ผลของหินภูเขาไฟหรือพัมมิช (Pumice)

ในงานวิจัยตอนนี้ทำการศึกษาผลของสารเติมแต่งได้แก่หินภูเขาไฟหรือพัมมิช (Pumice) ที่เป็นวัสดุธรรมชาติ องค์ประกอบหลักคือออกไซด์ของซิลิกาและอะลูมิเนียม (Silicone and Aluminium oxide) และมีออกไซด์ของโลหะอื่น ๆ เล็กน้อยเป็นองค์ประกอบ ปัจจุบันมีการใช้ประโยชน์ Pumice เป็นสารตัวเติมหรือสารเพิ่มเนื้อ (Fillers) ราคาถูกในบางอุตสาหกรรม โดยนิยมใช้เป็นวัสดุขัด เนื่องจากหิน Pumice บดย่อยมีความคม จึงสามารถใช้ทำวัสดุขัดคุณภาพสูงได้ เช่น หินขัดกางเกงยีนส์ผ้าไน้ม (Stonewash Denim) กระดาษทราย ฯลฯ ในอุตสาหกรรมความงามเช่น สบู่ ขัดผิว มือ ข้อศอก และเท้า ในงานวิจัยนี้จึงสนใจที่จะใช้หินภูเขาไฟเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานยางถนอมขนไก่ ทำให้ประสิทธิภาพการขัดถูดีขึ้น ขัดถูทำให้ขนอ่อนของไก่หลุดอย่างรวดเร็ว โดยทดลองใส่หินภูเขาไฟหรือพัมมิชปริมาณ 0, 3 และ 5 phr ทดแทนส่วนของสารตัวเติมซิลิกา ที่ควบคุมปริมาณให้คงที่ที่ 40 phr ผลการทดลองสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 7

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่า หินภูเขาไฟหรือพัมมิช (Pumice) สามารถใส่ในสูตรยางถนอมขนไก่ เพื่อทำหน้าที่คล้ายสารตัวเติม (Filler) ที่เพิ่มประสิทธิภาพการขัดถูให้กับยางถนอมขนไก่ โดยการใช้พัมมิชแทนซิลิกาทำให้สมบัติของยางแตกต่างกันเล็กน้อย เมื่อเพิ่มปริมาณพัมมิช 0-5 phr พบว่า ลักษณะการเชื่อมโยงแตกต่างกันโดยทำให้การเชื่อมโยงเร็วกว่าซิลิกา (จากค่า t_{52} และ t_{90} สั้นกว่า) นอกจากนี้ทำให้สมบัติเชิงกลแตกต่างกันไปเช่น ยางมีความแข็งมากขึ้น (จากค่า Hardness และ Rubber modulus M100, M300) แต่ทำให้ความแข็งแรงของยางผสมสูตรลดลงจากค่า Tensile Strength, %Elongation at Break, Tear Strength ที่มีค่าลดลง ทั้งนี้เนื่องจาก Pumice มีขนาดอนุภาคที่ใหญ่กว่า พื้นที่ผิวน้อยกว่าซิลิกาชนิดตกตะกอน ทำให้มีความสามารถในการเสริมแรงน้อยกว่า

ตารางที่ 7 ผลของปริมาณหินภูเขาไฟ (Pumice) ที่มีต่อที่มีต่อลักษณะการเชื่อมโยงและสมบัติเชิงกลของยางถนนขนไก่ ควบคุมปริมาณซิลิกาที่ 40 phr

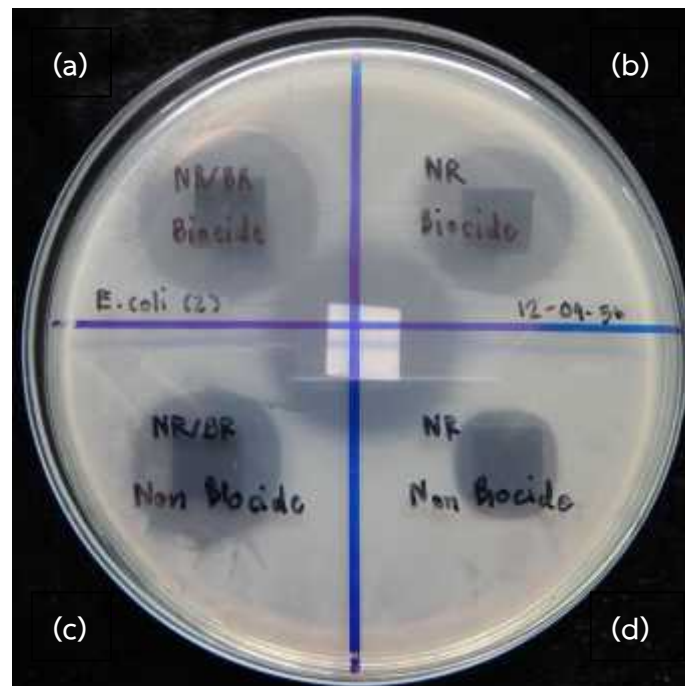
Properties	Unit	Pumice loading		
		0 phr	3 phr	5 phr
ML	lb-in	3.5	5.1	5.2
MH	lb-in	17.9	24.7	25.4
Ts2	min	2.36	1:25	1:14
Tc90	min	3.44	2:28	2:16
Hardness	Shore A	57->55	62->58	64->59
Tensile strength	MPa	23.2	16.1	16.3
Elongation at Break	%	650.0	500.0	500.0
100 % Modulus	MPa	1.9	2.0	2.3
300 % Modulus	MPa	5.6	6.8	7.5
Tear Strength	MPa	59.3	47.1	47.6
SG		1.0923	1.1189	1.1271
Tension set	%	3.0	4.0	5.0
Compression set @70 °C - 22 hrs	%	23.8	32.5	38.3

1.3.2 ผลของสารป้องกันจุลินทรีย์ (Biocide)

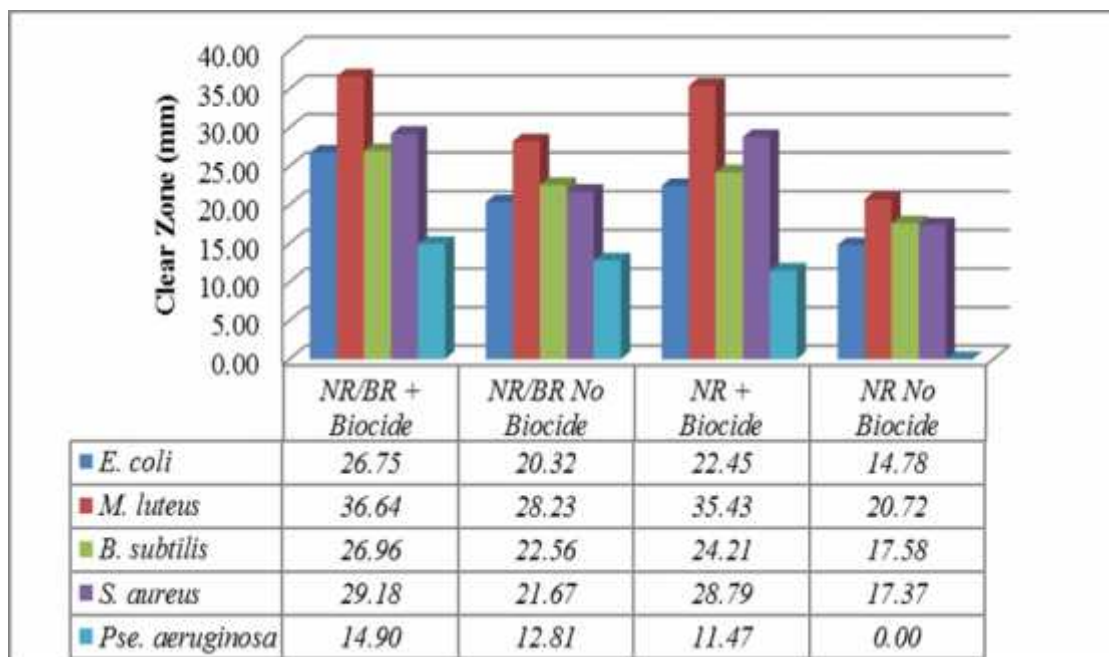
ในการใช้งานยางถนนขนไก่ มีความชื้นและมีการสัมผัสจุลินทรีย์ ดังนั้นในงานวิจัยตอนนี้จึงทำการศึกษาผลของการใส่สารป้องกันจุลินทรีย์ (Biocide) ทำการเลือกศึกษาเกี่ยวกับยางหลักสองชนิดคือ ยางธรรมชาติผสมยางสังเคราะห์บิวตะไดอิน (NR/BR-150L) ที่อัตราส่วน 70/30 (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก) และยางธรรมชาติล้วน (NR100) สามารถแสดงผลการทดลองได้ดังแสดงในรูปที่ 1

จากผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli*, *M. luteus*, *B. subtilis*, *S. aureus* และ *Pse. aeruginosa* ของตัวอย่างยางผสมสูตร NR70/BR30 และ NR100 ที่ใส่และไม่ใส่ Biocide รายงานในรูปขนาดที่ตัวอย่างสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ (Clear Zone Diameter) โดยที่แผ่นขวกลางเป็นตัวควบคุม (Control) ด้วยยาปฏิชีวนะ Gentamicin 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร จากรูปจะเห็นได้ว่าทั้งตัวอย่างยางผสม NR70/BR30 และ NR100 ที่ใส่ Biocide มีขนาด Clear Zone ใหญ่กว่า ตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่ Biocide ในทุกเชื้อ โดยการใช้ยางหลักเป็นยางผสม NR70/BR30 มีขนาด Clear Zone ที่ใหญ่กว่าตัวอย่างยางธรรมชาติชนิดเดียว NR100 ทั้งนี้เนื่องจากยางธรรมชาติมีองค์ประกอบที่ไม่ใช่ยาง (Non-rubber) ที่เป็นโปรตีน ไขมัน ฯลฯ ที่เป็นอาหารของจุลินทรีย์มากกว่า ซึ่งไม่มีในยางสังเคราะห์ ดังนั้นการใช้ยางธรรมชาติผสมยาง

สังเคราะห์จึงมีฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์มากกว่าการใช้ยาธรรมชาติชนิดเดียว



รูปที่ 1 ภาพตัวอย่างแสดงการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli* ของตัวอย่างยางผสมสูตร (a) NR70/BR30 + Biocide (b) NR100 + Biocide เทียบกับตัวอย่างที่ไม่ได้ใส่ Biocide (c) NR70/BR30 (d) NR100 โดยที่แผ่นขาวกลางเป็นตัวควบคุม (Control) ยาปฏิชีวนะ Gentamicin 100 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร



รูปที่ 2 ผลการทดสอบฤทธิ์การยับยั้งการเจริญเติบโตของแบคทีเรีย *E. coli*, *M. luteus*, *B. subtilis*, *S. aureus* และ *Pse. aeruginosa* ของตัวอย่างยางผสมสูตร NR70/BR30 และ NR100 ที่ใส่และไม่ใส่ Biocide

โครงการวิจัยย่อยที่ 2

โครงการ การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด

ชื่อผู้รับทุน ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ

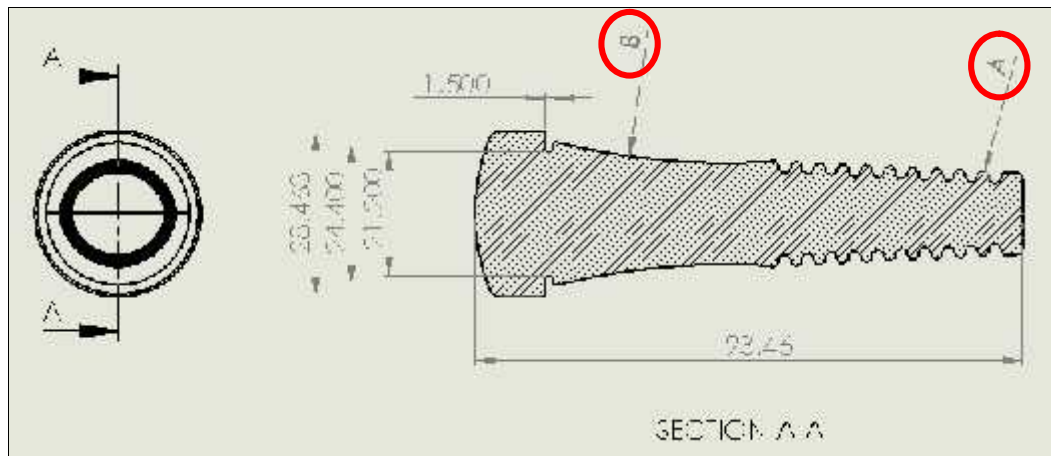
ผลการดำเนินการ

2.1 ผลการออกแบบยางถอนขนไก่

นักวิจัยจำลองการใช้งานยางถอนขนไก่แบบใหม่ ผลของค่าที่มีความสัมพันธ์สำหรับเลือกแบบยางถอนขนไก่เป็นดังตารางที่ 8 และดังแสดงในรูปที่ 3 ถึงรูปที่ 7

รัศมีลำตัวของยางถอนขนไก่

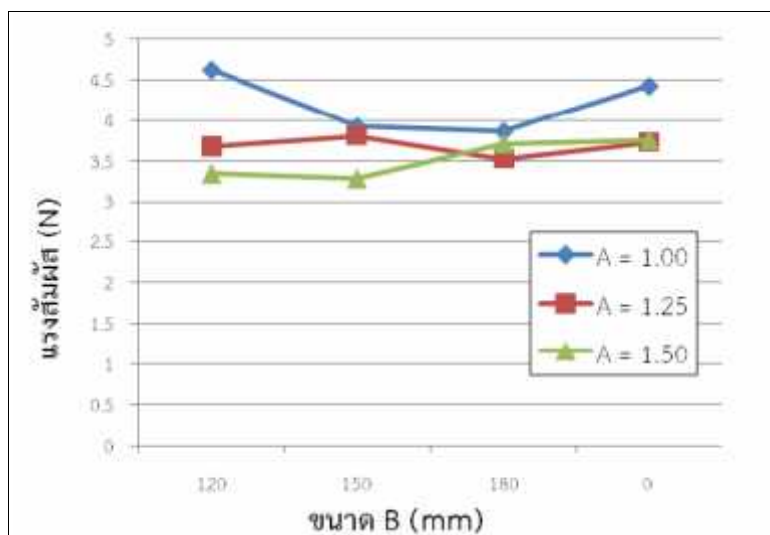
ขนาดของลายขดสำหรับถอนขนไก่



รูปที่ 3 ตัวแปร A และ B ที่ทำการวิเคราะห์รูปทรงยางถอนขนไก่

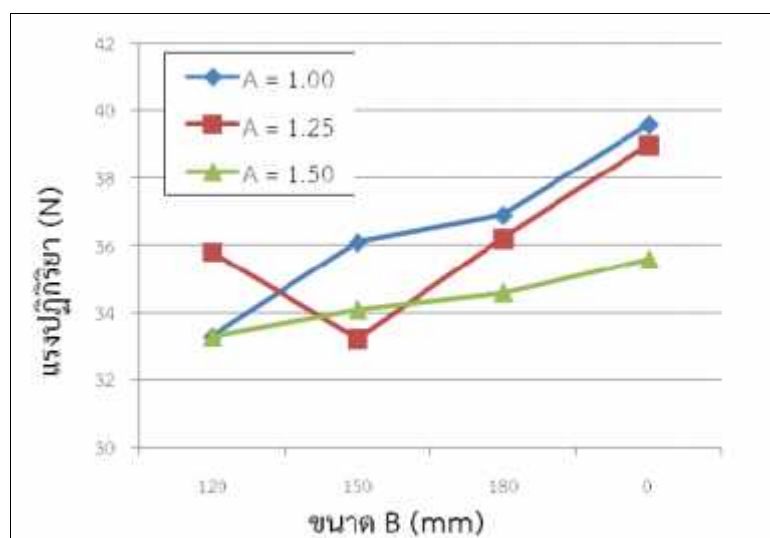
ตารางที่ 8 ผลการวิเคราะห์การใช้งานแบบจำลอง 3 มิติของยางถอนขนไก่แบบใหม่

แบบจำลอง	รัศมีลำตัว ของยาง ถอนขนไก่ (ตัวแปร A) (mm)	ขนาดของ ลายขด สำหรับถอน ขนไก่ (ตัวแปร B) (mm)	แรงการสัมผัส (N)	แรงปฏิกิริยา (N)	ความเค้น (MPa)	พลังงานสะสม ในการเปลี่ยนรูปทรง (MPa)	ปริมาตร (mm ³)
ต้นแบบ	-	-	4.24	29.80	1.87	0.371	26584.10
แบบใหม่ 01	1.00	0	4.42	39.60	1.51	0.274	28145.05
แบบใหม่ 02	1.00	120	4.62	33.3	1.09	0.268	26301.12
แบบใหม่ 03	1.00	150	3.92	36.10	1.67	0.296	26659.82
แบบใหม่ 04	1.00	180	3.86	36.90	1.32	0.357	26901.43
แบบใหม่ 05	1.25	0	3.72	39.00	1.38	0.376	27769.74
แบบใหม่ 06	1.25	120	3.67	35.80	1.37	0.229	25926.68
แบบใหม่ 07	1.25	150	3.80	33.20	1.54	0.420	26285.36
แบบใหม่ 08	1.25	180	3.52	36.20	1.32	0.373	26526.96
แบบใหม่ 09	1.50	0	3.75	35.60	1.59	0.528	27288.21
แบบใหม่ 10	1.50	120	3.34	33.30	1.80	0.559	25443.88
แบบใหม่ 11	1.50	150	3.28	34.10	1.63	0.410	25802.57
แบบใหม่ 12	1.50	180	3.71	34.60	1.30	0.223	26044.17



รูปที่ 4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงสัมผัสกับขนาดตัวแปร A และ B

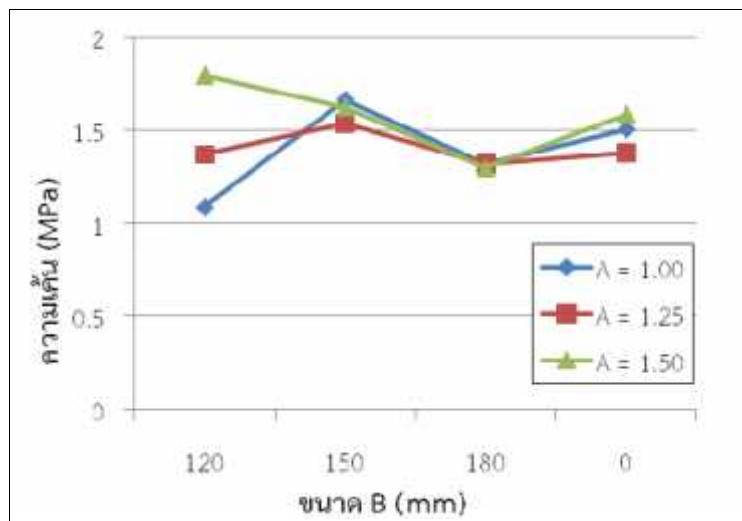
จากรูปที่ 4 เมื่อรัศมีลำตัวของยางถอนขนไก่ (ตัวแปร A) มีค่ามากขึ้นพบว่าค่าแรงสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างยางถอนขนไก่กับไก่จะมีค่าน้อยลง และขนาดของลายขดสำหรับถอนขนไก่ (ตัวแปร B) จะไม่ส่งผลเป็นนัยยะสำคัญต่อแรงสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างยางถอนขนไก่กับไก่ ซึ่งยางถอนขนไก่ต้องการให้แรงในการสัมผัสมีค่ามากเพื่อให้ขนไก่สามารถหลุดได้ง่าย ดังนั้นยางถอนขนไก่ควรมีค่าตัวแปร A เท่ากับ 1.0 มิลลิเมตร



รูปที่ 5 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงปฏิกิริยากับขนาดตัวแปร A และ B

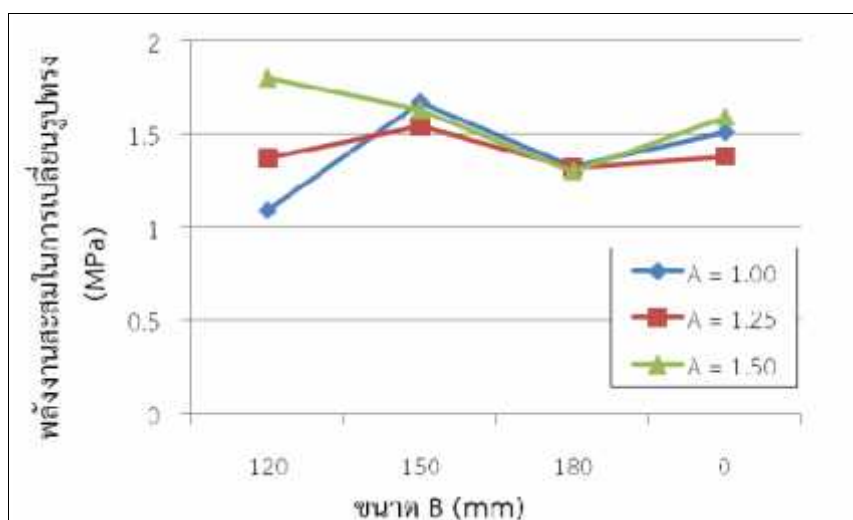
จากรูปที่ 5 เมื่อรัศมีลำตัวของยางถอนขนไก่ (ตัวแปร A) มากขึ้นแรงปฏิกิริยามีค่าลดลง และเมื่อขนาดของลายขดสำหรับถอนขนไก่ (ตัวแปร B) มีค่ามากขึ้นแรงปฏิกิริยามีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งยางถอนขนไก่

ต้องการให้แรงปฏิกิริยามีค่าน้อยเพื่อลดการเสียหายที่เกิดขึ้นกับไก่อ ดังนั้นยางถอนขนไก่อควรมีค่าตัวแปร A เท่ากับ 1.5 มิลลิเมตร และค่าตัวแปร B เท่ากับ 120 มิลลิเมตร



รูปที่ 6 ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นกับขนาดตัวแปร A และ B

จากรูปที่ 6 เมื่อตัวแปร B มีค่าตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร ส่งผลให้ตัวแปร A และ B ไม่ส่งผลที่เป็นนัยยะสำคัญต่อค่าความเค้น แต่เมื่อตัวแปร B มีค่าน้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ส่งผลให้เมื่อตัวแปร A มากขึ้นแรงค่าความเค้นจะมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งยางถอนขนไก่อต้องการให้ความเค้นมีค่าน้อยเพื่อลดการเสียหายที่เกิดขึ้นกับยางถอนขนไก่อ ดังนั้นยางถอนขนไก่อควรมีค่าตัวแปร A เท่ากับ 1 มิลลิเมตรและค่าตัวแปร B เท่ากับ 120 มิลลิเมตร



รูปที่ 7 ความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรงกับขนาดตัวแปร A และ B

จากรูปที่ 7 เมื่อตัวแปร B มีค่าตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร ส่งผลให้ตัวแปร A และ B ไม่ส่งผลที่เป็นนัยยะสำคัญต่อค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง แต่เมื่อตัวแปร B มีค่าน้อยกว่า 150 มิลลิเมตร ส่งผลให้เมื่อตัวแปร A มากขึ้นแรงค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรงจะมีค่ามากขึ้นด้วย ซึ่งยางถอนขนไก่ต้องการให้พลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรงมีค่าน้อยเพื่อลดการเสียหายที่เกิดขึ้นกับยางถอนขนไก่ ดังนั้นยางถอนขนไก่ควรมีค่าตัวแปร A เท่ากับ 1 มิลลิเมตรและค่าตัวแปร B เท่ากับ 120 มิลลิเมตร

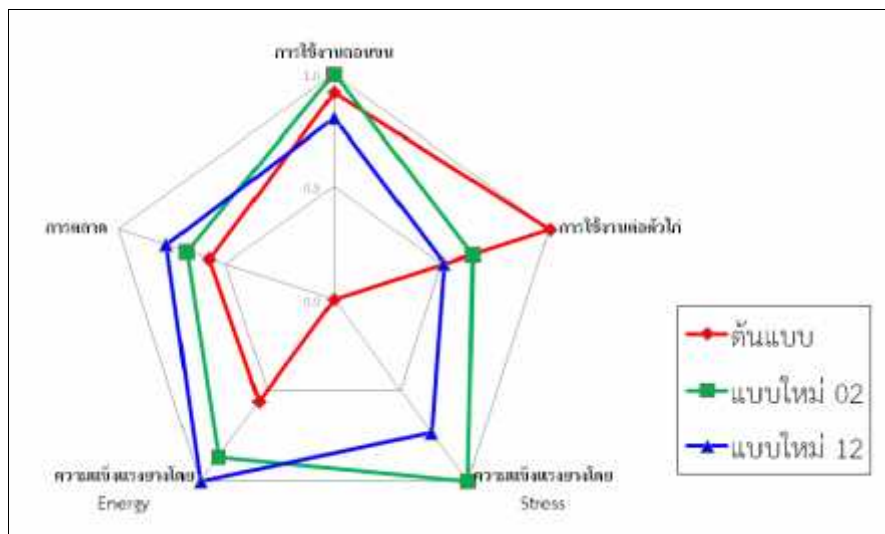
จากตารางที่ 8 ผลการใช้งานยางถอนขนไก่ นักวิจัยจัดรูปผลการจำลองใหม่เพื่อการเปรียบเทียบความสามารถการใช้งานของยางถอนขนไก่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 9

ตารางที่ 9 ผลการวิเคราะห์การใช้งานแบบจำลอง 3 มิติของยางถอนขนไก่แบบใหม่

แบบจำลอง	แรงการ สัมผัส (N)	อัตราการ เปรียบเทียบ ค่า(Rate)	แรง ปฏิกิริยา (N)	อัตราการ เปรียบเทียบ ค่า(Rate)	ความเค้น (MPa)	อัตราการ เปรียบเทียบ ค่า(Rate)	พลังงาน สะสม ในการ เปลี่ยน รูปทรง (MPa)	อัตราการ เปรียบเทียบ ค่า(Rate)	ปริมาตร (mm ³)	อัตราการ เปรียบเทียบ ค่า(Rate)
ต้นแบบ	4.24	0.918	29.8	1.000	1.87	0.000	0.371	0.559	26584.1	0.578
แบบใหม่ 01	4.42	0.957	39.6	0.000	1.51	0.461	0.274	0.848	28145.05	0.000
แบบใหม่ 02	4.62	1.000	33.3	0.643	1.09	1.000	0.268	0.866	26301.12	0.683
แบบใหม่ 03	3.92	0.848	36.1	0.357	1.67	0.256	0.296	0.782	26659.82	0.550
แบบใหม่ 04	3.86	0.835	36.9	0.275	1.32	0.705	0.357	0.601	26901.43	0.460
แบบใหม่ 05	3.72	0.805	39	0.061	1.38	0.628	0.376	0.544	27769.74	0.139
แบบใหม่ 06	3.67	0.794	35.8	0.388	1.37	0.641	0.229	0.982	25926.68	0.821
แบบใหม่ 07	3.8	0.823	33.2	0.653	1.54	0.423	0.42	0.414	26285.36	0.689
แบบใหม่ 08	3.52	0.762	36.2	0.347	1.32	0.705	0.373	0.553	26526.96	0.599
แบบใหม่ 09	3.75	0.812	35.6	0.408	1.59	0.359	0.528	0.092	27288.21	0.317
แบบใหม่ 10	3.34	0.723	33.3	0.643	1.8	0.090	0.559	0.000	25443.88	1.000
แบบใหม่ 11	3.28	0.710	34.1	0.561	1.63	0.308	0.41	0.443	25802.57	0.867
แบบใหม่ 12	3.71	0.803	34.6	0.510	1.3	0.731	0.223	1.000	26044.17	0.778

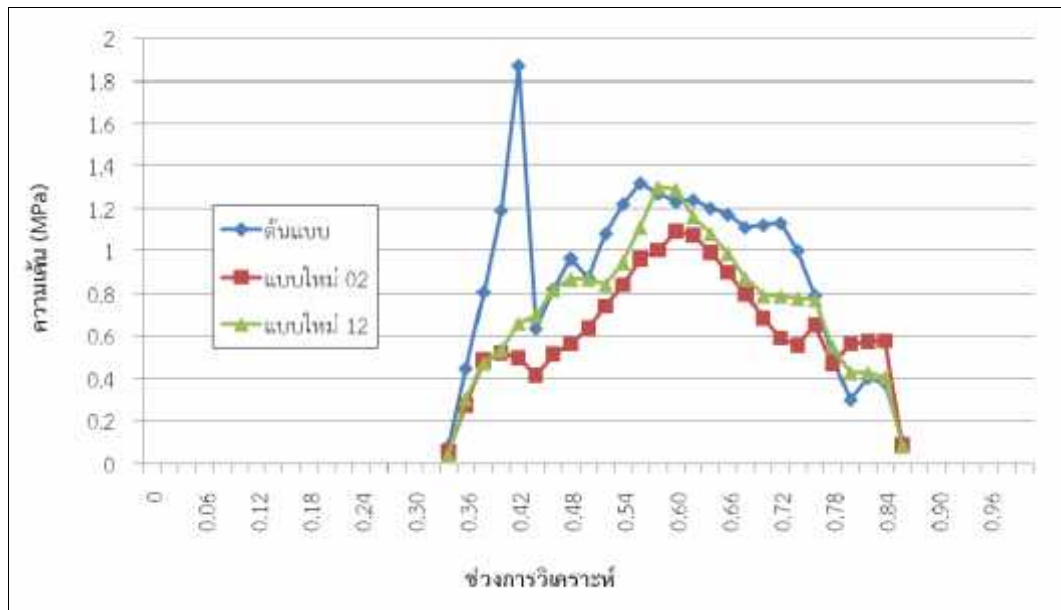
จากตารางที่ 9 เมื่อพิจารณาจากอัตราการเปรียบเทียบความสามารถใช้งานในแต่ละด้านของยางถอนขนไก่ จะเห็นได้ว่าแบบยางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12 มีความสามารถในการใช้งานดีกว่าเมื่อ

เปรียบเทียบกับยางถอนขนไก่แบบอื่นๆ และนำผลของยางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12 เปรียบเทียบกับยางถอนขนไก่ต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 8

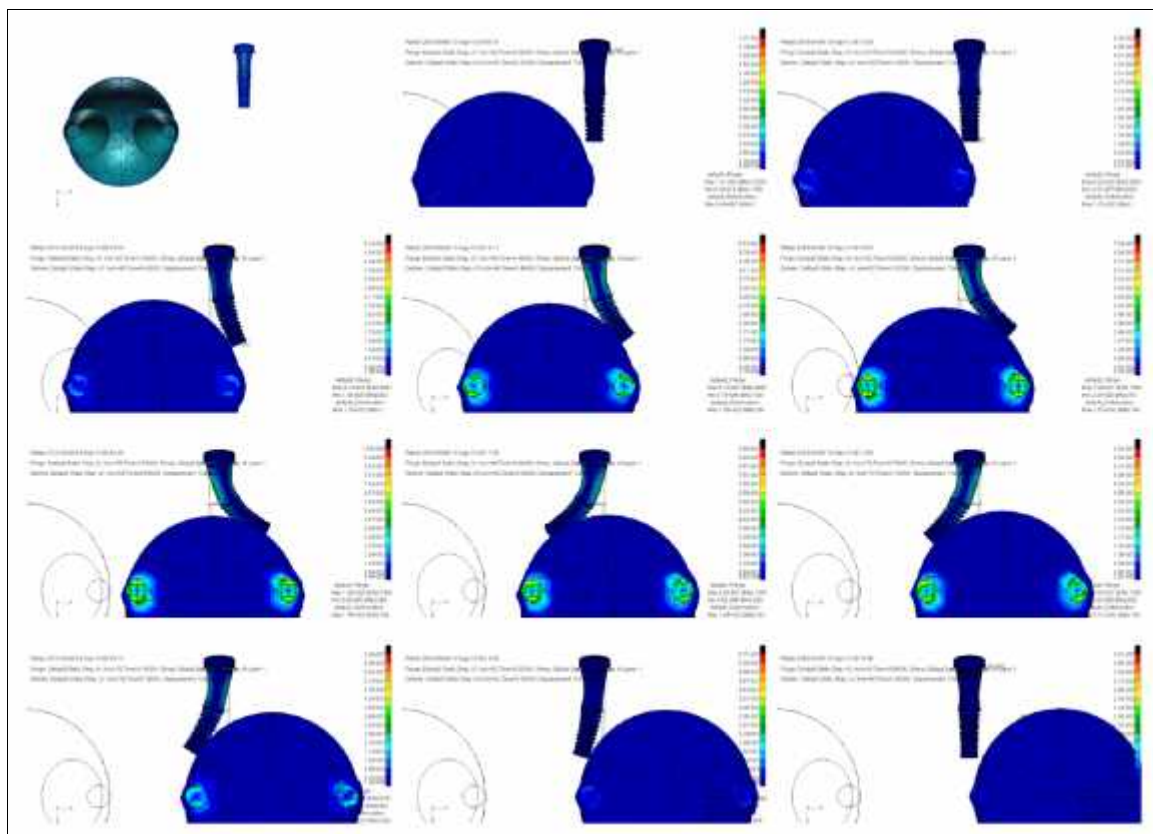


รูปที่ 9 ความสามารถในการใช้งานยางถอนขนไก่ต้นแบบและยางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12

จากรูปที่ 9 พบว่ายางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12 มีความสามารถในด้านความแข็งแรงของตัว ยางมากกว่ายางถอนขนไก่ต้นแบบ และความสามารถในด้านการใช้งานถอนขนไก่และมูลค่าทางการตลาดมีค่าใกล้เคียงกับยางถอนขนไก่ต้นแบบ แต่ความสามารถในด้านผลกระทบการใช้งานต่อตัวไก่ยางถอนขนไก่ต้นแบบ มีความสามารถมากกว่ายางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12 ซึ่งจากปัญหาการใช้งานยางถอนขนไก่ในปัจจุบันมักเกิดปัญหาการหักและเสียหายของยางถอนไก่ นักวิจัยจึงเลือกแบบยางถอนขนไก่แบบที่ 02 ที่มีความสามารถในด้านความแข็งแรงของตัวยางมากกว่ายางถอนขนไก่ต้นแบบ โดยค่าความเค้นที่เกิดขึ้นในยางถอนขนไก่เป็นดังแสดงในรูปที่ 10 ถึงรูปที่ 11 ซึ่งนักวิจัยนำแบบดังกล่าวมาทำการสร้างแม่พิมพ์และขึ้นรูปขึ้นงานต่อไป

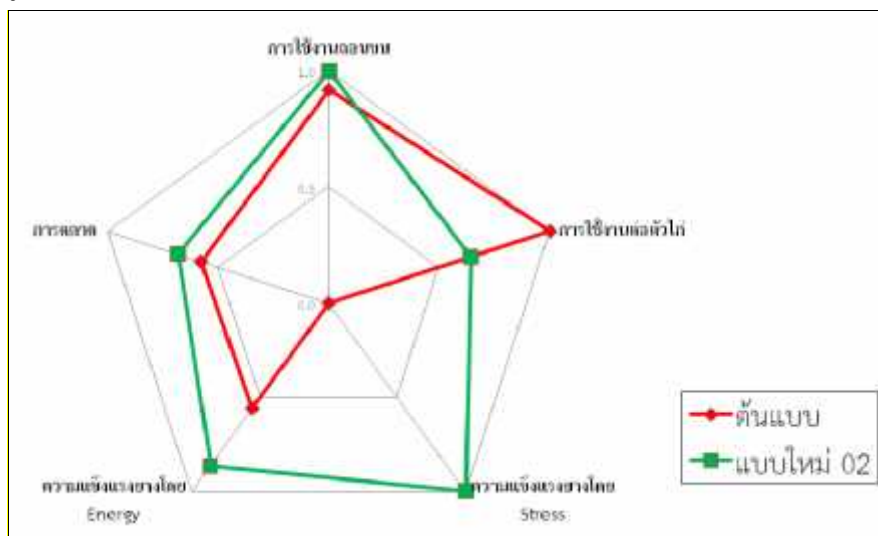


รูปที่ 10 ความเค้นที่เกิดขึ้นในยางถอนขนไก่ต้นแบบและยางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02 และ 12



รูปที่ 11 ความเค้นที่เกิดขึ้นในยางถอนขนไก่แบบใหม่ที่ 02

ยางถนอขนไก่แบบใหม่ผ่านการจำลองการใช้งานยางถนอขนไก่ด้วยเทคโนโลยีช่วยในการออกแบบทางคอมพิวเตอร์ โดยกำหนดให้ยางถนอขนไก่ทำจากยางธรรมชาติ (สูตรยางที่ได้จากโครงงานย่อยที่ 1) เลือกใช้เอลิเมนต์รูปทรง 3 มิติ (Hex Element) ชนิดเอลิเมนต์แบบเฮร์แมนต์เอลิเมนต์ (Hermann Element) และจำนวนเอลิเมนต์อยู่ในช่วง 15,000 - 20,000 ขึ้น เลือกใช้แบบจำลองพฤติกรรมของยางอีกรัดอันดับที่ (Ogden Degree 3) และเงื่อนไขการเคลื่อนที่ของไก่กำหนดให้เคลื่อนที่ตามแกน x (300, 0, 0) กำหนดที่ปลายขาไก่เข้าชนกับยางถนอขนไก่ที่ติดตั้งกับอุปกรณ์ยึดจับยางถนอขนไก่กำหนดให้ไม่มีการเคลื่อนที่ (0, 0, 0) กำหนดที่ขอบโดยรอบของอุปกรณ์ยึดจับยางถนอขนไก่ และผลการจำลองการใช้งานยางถนอขนไก่ที่เงื่อนไขเดียวกันพบว่า ยางถนอขนไก่ต้นแบบ (แบบยางถนอขนไก่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ) มีความเค้น 1.87 เมกะปาสคาล และค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง 0.371 เมกะปาสคาล ซึ่งค่าดังกล่าวใช้เป็นเกณฑ์ตั้งต้นในการพิจารณาเลือกแบบยางถนอขนไก่แบบใหม่ และยางถนอขนไก่แบบใหม่ที่ 02 มีความเค้น 1.09 เมกะปาสคาล และค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง 0.268 เมกะปาสคาล ซึ่งเปรียบเทียบแล้วยางถนอขนไก่แบบใหม่ที่ 02 มีความเค้นและค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรงลดลงร้อยละ 41.71 และ 27.76 ตามลำดับเมื่อเปรียบเทียบกับยางถนอขนไก่ต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 12 โดยมีคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ได้ ดังแสดงในตารางที่ 10 ซึ่งนักวิจัยได้นำยางถนอขนไก่แบบใหม่ที่ 02 ไปผลิตแม่พิมพ์และทำการขึ้นรูปต่อไป



รูปที่ 12 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการใช้งานยางถนอขนไก่ต้นแบบกับยางถนอขนไก่ที่ได้จากโครงการวิจัยฯ นี้

ตารางที่ 10 ผลกระทบของรูปลักษณะยางถอนขนไก่ต่อการใช้งาน และสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแผนงานวิจัย

ตัวแปร	ผลกระทบ	ความสัมพันธ์	ผลที่ได้รับ
โครงการย่อยที่ 1			
ยาง NR	การรับแรงและสมบัติเชิงพลวัต	คุณสมบัติการรับแรงและสมบัติเชิงพลวัต แปรผันตรงตามปริมาณส่วนผสมของยาง NR	ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่มีคุณสมบัติในการรับแรง และคุณสมบัติเชิงพลวัตสูง ทำให้มีความทนทานต่อการใช้งานได้ดี
ยาง BR	อายุการใช้งาน	อายุการใช้งาน แปรผันตรงตามปริมาณส่วนผสมของยาง BR	ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่มีความทนทานต่อการขัดถู ทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น
โครงการย่อยที่ 2			
A = รัศมีขีดสำหรับถอนขนไก่	แรง ปฏิ กิริ ยา และแรงสัมผัสที่เกิดขึ้นระหว่างไถ่กับยางถอนขนไก่	แรงปฏิ กิริ ยาและแรงสัมผัสแปรผันตรงตามค่า A พื้นที่สัมผัสแปรผกผันกับค่า A	เลือกใช้ค่า A=1 มิลลิเมตร เนื่องจากค่า A ที่ต่ำจะส่งผลให้มีความอ่อนตัวของขดมากกว่าค่า A ที่สูง จึงส่งผลให้แรงปฏิ กิริ ยาและแรงสัมผัสลดลง แต่จะได้พื้นที่ในการสัมผัสมากขึ้น
B = รัศมีลำตัวยางถอนขนไก่	ความแข็งแรงของยางถอนขนไก่ และ แรง ปฏิ กิริ ยา ที่เกิดขึ้นระหว่างไถ่กับยางถอนขนไก่	ค่าความเค้น ค่าพลังงานสะสมในการเปลี่ยนรูปทรง และแรงปฏิ กิริ ยา แปรผันตรงกับค่า B	เลือกใช้ B=120 มิลลิเมตร เนื่องจากค่า B ที่ต่ำจะส่งผลให้ลำตัวของยางถอนขนไก่มีความอ่อนตัวกว่า B ที่สูง

2.2 แม่พิมพ์ที่ได้จากการโครงการฯ

นักวิจัยทำการผลิตแม่พิมพ์ฉีดขึ้นรูปยางถอนขนไก่แบบจำนวน 4 หลุม โดยทำการผลิตด้วยเครื่อง CNC Makino Ke55 เครื่อง EDM JS-EDM 90A และเครื่องเจียร Okamoto ซึ่งใช้ระยะเวลาในการผลิต 14 วัน ดังแสดงในรูปที่ 13 ถึง 18 เพื่อใช้สำหรับขึ้นรูปชิ้นงานยางถอนขนไก่แบบใหม่ (แบบที่ 02) ดังแสดงในรูปที่ 19 และนำไปทดสอบต่อไป



รูปที่ 13 เครื่อง CNC Makino ke55



รูปที่ 14 เครื่อง Edm JS-edm 90A



รูปที่ 15 เครื่องเจียร Okamoto



รูปที่ 16 แม่พิมพ์ฉีดยางถนนไนท์ (1)



รูปที่ 17 แม่พิมพ์ฉีดยางถนนไนท์ (ต่อ)



รูปที่ 18 แม่พิมพ์ฉีดยางถอนขนไก่ (ต่อ)



รูปที่ 19 ชิ้นงานยางถอนขนไก่แบบใหม่ (แบบที่ 02)

โครงการวิจัยย่อยที่ 3

โครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่

ชื่อผู้รับทุน นาย รัชชัยชาติตำนาน

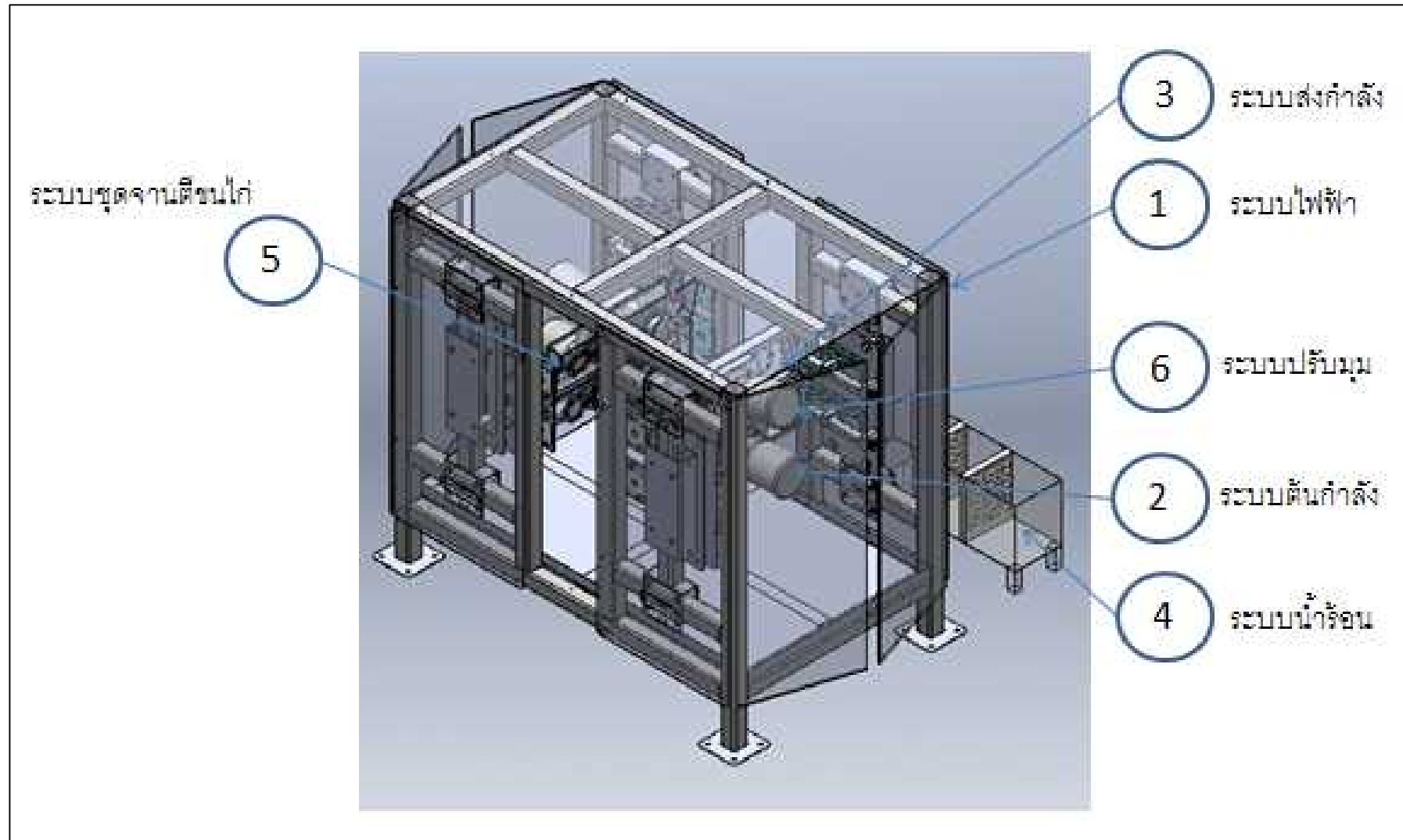
ผลการดำเนินการ

จากการศึกษากรณีศึกษาเครื่องจักรจริงทำให้ได้แบบและเครื่องทดสอบที่สามารถใช้งาน ตามเงื่อนไขของการถอนขนไก่ในสภาพจริงได้เช่น ระบบการจับยึดไก่(ระบบกลไกการจับยึด) ระบบการฉีบน้ำใส่ไก่(อุณหภูมิต่ำ) ระบบการจับยึดลูกยาง(ระบบกลไกการจับยึด) และระบบการตีไก่ ได้อย่างมีประสิทธิภาพและสามารถใช้ทดสอบการทำงานของยางถอนขนไก่ที่ได้ออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกัน และยังต้องค้ำความรู้สำหรับกระบวนการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของยางถอนขนไก่

โดยได้แบบและเครื่องทดสอบที่สามารถใช้งาน ตามเงื่อนไขของการถอนขนไก่ในสภาพจริงได้ดังแสดงในรูปที่ 20-26 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

- 1.ระบบการจับยึดไก่ (ระบบกลไกการจับยึด) ใช้อุปกรณ์เดียวกันเหมือนการทำงานจริง
- 2.ระบบการฉีบน้ำใส่ไก่ (อุณหภูมิต่ำ) มีน้ำร้อนอุณหภูมิ 50-70 องศาเซลเซียสพ่นในกระบวนการ
- 3.ระบบการจับยึดลูกยาง (ระบบกลไกการจับยึด) ใช้ขนาดจานแบน 6 รู และสามารถใส่จานเหล็กหล่อได้
- 4.ระบบการตีไก่ สามารถปรับระยะชุดจานตีขนไก่ตามแนวตั้งและแนวนอน (แกน x และ แกน y) ให้เหมาะสมกับไก่ขนาด 2.4 กิโลกรัม และปรับมุมในการตีขนไก่ได้มากกว่า 45 องศา
5. ระบบไฟฟ้า ใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อให้เหมาะสมกับมอเตอร์ 3 เฟส 380 โวลต์ 960 รอบต่อนาที (เป็นแบบเดียวกับที่ใช้ในเครื่องจริง) และ สะดวกในการติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรม
6. ระบบต้นกำลังและส่งกำลัง ใช้ระบบเฟืองในการส่งกำลัง (เป็นระบบเดียวกับเครื่องจริง)

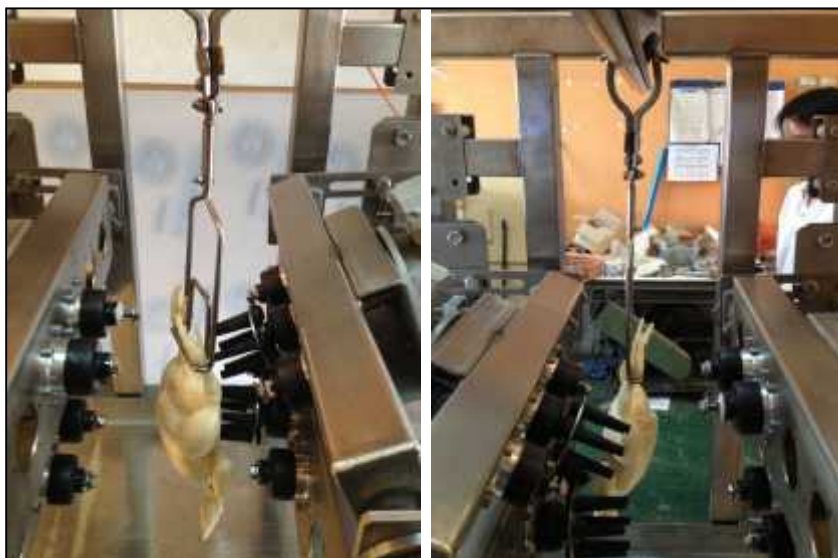
โดยเครื่องทดสอบนี้สามารถใช้ทดสอบการทำงานของยางถอนขนไก่ที่ได้ออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกัน และยังต้องค้ำความรู้สำหรับกระบวนการศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพและคุณภาพของยางถอนขนไก่



รูปที่ 20 ลักษณะต้นแบบของเครื่องทดสอบ และระบบย่อยต่างๆในการทำงาน



รูปที่ 21 ต้นแบบของเครื่องทดสอบ



รูปที่ 22 ระบบจับยึดไก่



รูปที่ 23 ระบบการฉีดน้ำใส่ไก่



รูปที่ 24 ระบบการจับยึดลูกยาง



รูปที่ 25 ระบบการตีตัวไก่



รูปที่ 26 ระบบไฟฟ้า และ ระบบต้นกำลังและส่งกำลัง

และเครื่องทดสอบดังกล่าวจะถูกนำไปใช้เป็นกระบวนการอ้างอิง ในการทดสอบประสิทธิภาพของลูกยางถอนขนไก่ เนื่องจากเครื่องทดสอบดังกล่าวมีกระบวนการทำงานที่เหมือนกับเครื่องจักรจริงทุกกระบวนการซึ่งคาดว่าจะทำให้สามารถยืนยันคุณภาพของลูกยาง ก่อนการส่งมอบไปสู่ผู้ใช้ หรือ ใช้ทดสอบในกรณีที่ผู้ประกอบการมีการปรับเปลี่ยน พัฒนา แบบชิ้นงาน หรือ สูตรยางในอนาคตต่อไป

ผลการบูรณาการของแผนงาน การพัฒนาผลิต

จากผลการวิจัยโครงการย่อยทั้ง 3 ของแผนงานวิจัย “การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย” พบว่า โครงการย่อยที่ 1 ได้สูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ โครงการย่อยที่ 2 ได้ชิ้นงานยางถอนขนไก่ และแม่พิมพ์ที่ใช้ในการผลิต และโครงการย่อยที่ 3 ได้เครื่องทดสอบยางถอนขนไก่ และในขณะนี้คณะผู้วิจัยฯ ได้ทำการนำผลงานดังกล่าวข้างต้น ในแต่ละโครงการย่อยทั้ง 3 โครงการ มาบูรณาการและทดสอบชิ้นงานยางถอนขนไก่ที่ผลิตจากสูตรยางข้างต้น และนำไปทดสอบกับเครื่องทดสอบที่ออกแบบและผลิตได้ในแผนงานนี้ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว โดยดำเนินการตามแผนการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 11 และได้ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 12 – 14 และดังแสดงในรูปที่ 27 - 78

แผนการทดสอบ

ตารางที่ 11 รายละเอียดการปฏิบัติงานตามแผนการทดสอบยางถอนขนไก่กับเครื่องทดสอบ

รายละเอียดการปฏิบัติงาน	สัปดาห์ที่/2557						
	1	2	3	4	5	6	7
	10-16 ก.พ.	17-23 ก.พ.	24 ก.พ.-2 มี.ค.	3-9 มี.ค.	10-16 มี.ค.	17-23 มี.ค.	24-30 มี.ค.
1. เคลื่อนย้าย ติดตั้งเครื่องทดสอบ	→						
2. การทดสอบที่ (1)		→	→				
3. การทดสอบที่ (2.1)			→	→			
4. การทดสอบที่ (2.2)					→	→	
5. สรุปผลการทดสอบและสรุปโครงการ						→	→



รูปที่ 27 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 28 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 29 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 30 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 31 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 32 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 33 การติดตั้งเครื่องทดสอบ



รูปที่ 34 การทดสอบระบบเครื่องทดสอบกับไก่ทดสอบ



รูปที่ 35 การทดสอบระบบเครื่องทดสอบกับไก่ทดสอบ



รูปที่ 36 การทดสอบระบบเครื่องทดสอบกับไก่ทดสอบ

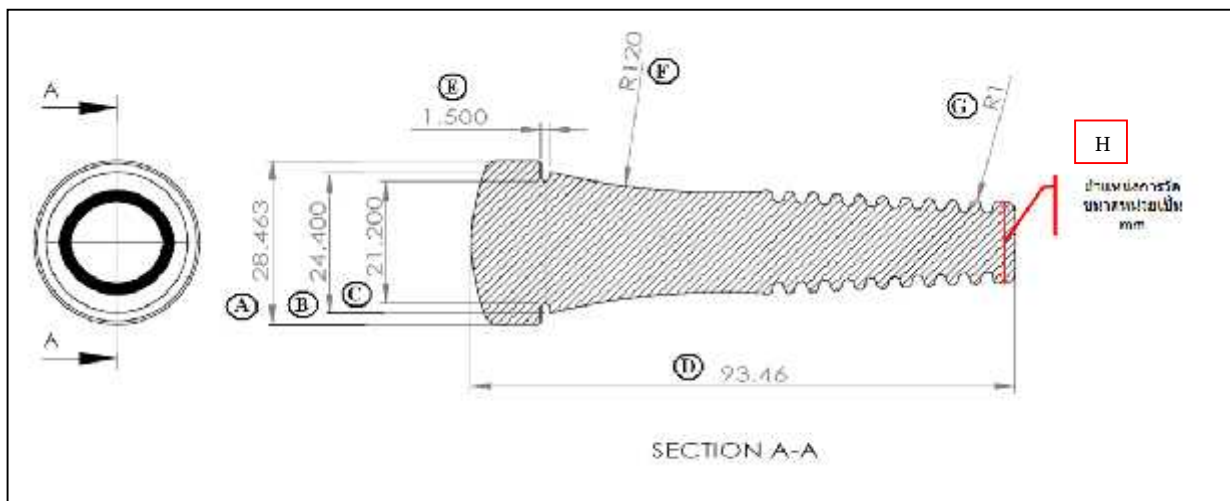


รูปที่ 37 การทดสอบระบบเครื่องทดสอบกับไฟทดสอบ

วิธีการทดสอบ

1. ทดสอบแบบ Non-Load (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)
2. ทดสอบแบบมี Load (ระยะเวลา 14 วันทดสอบ)
 - 2.1 ยางถนนไนท์ DURAM (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)
 - 2.2 ยางถนนไนท์ที่ได้จากผลการออกแบบและผลิตของโครงการ

โดยมีวิธีการวัดขนาดยางถนนไนท์ที่ใช้ในการทดสอบ แสดงดังรูปที่ 38 ซึ่งวัดตามตำแหน่งงานของเครื่องทดสอบ แสดงดังรูปที่ 39



รูปที่ 38 ตำแหน่งในการวัดขนาดยางถนนไนท์ที่ใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 39 การแสดงตำแหน่งงานของเครื่องทดสอบ

1. ทดสอบแบบ Non-Load (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)

- 1.1 ติดตั้งยางถนบนไก่อเข้ากับเครื่องทดสอบ
- 1.2 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนบนไก่อ่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check)
- 1.3 เปิดเครื่องทดสอบเพื่อหมุนยางถนบนไก่อ โดยไม่ใส่ Load (ไม่ติดตั้งไก่อ)
- 1.4 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนบนไก่อหลังการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) ซึ่งกำหนดบันทึกค่าทุกวันจนครบ 7 วันการทดสอบ
- 1.5 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล



รูปที่ 40 ยางถนบนไก่อ



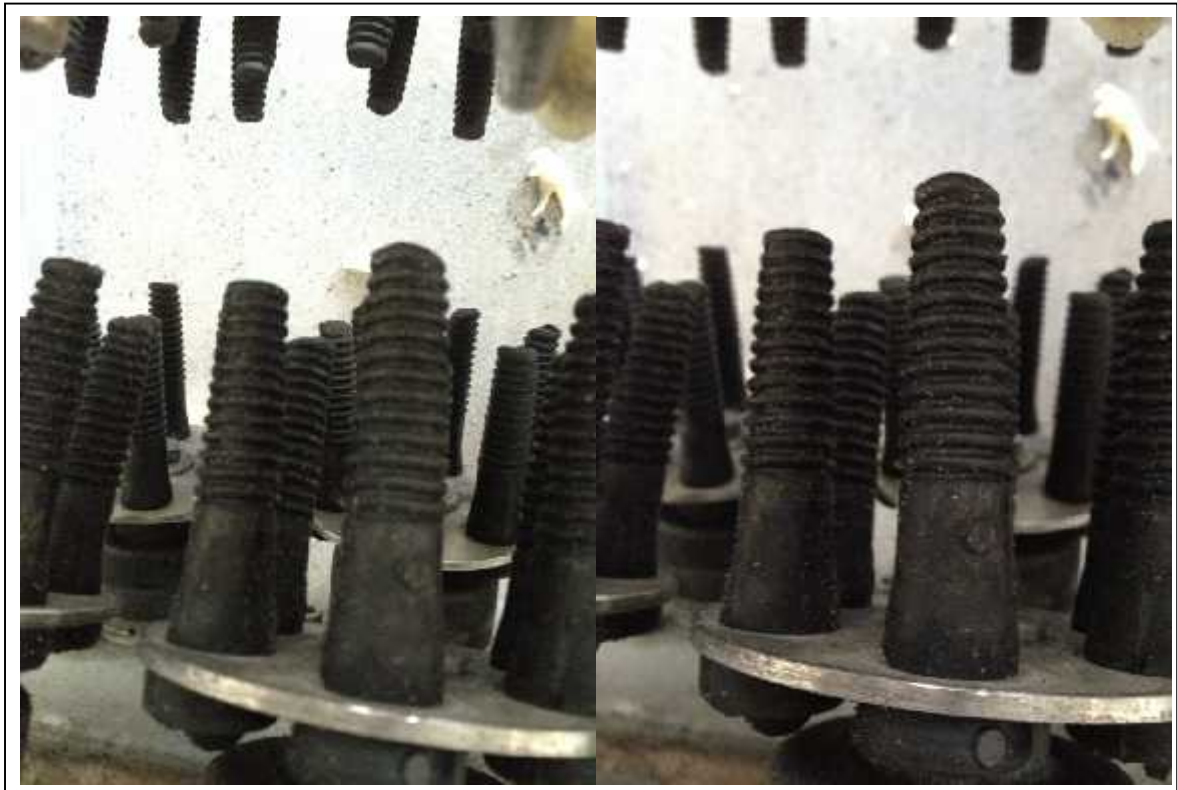
รูปที่ 41 ยางถนบนไก่อ



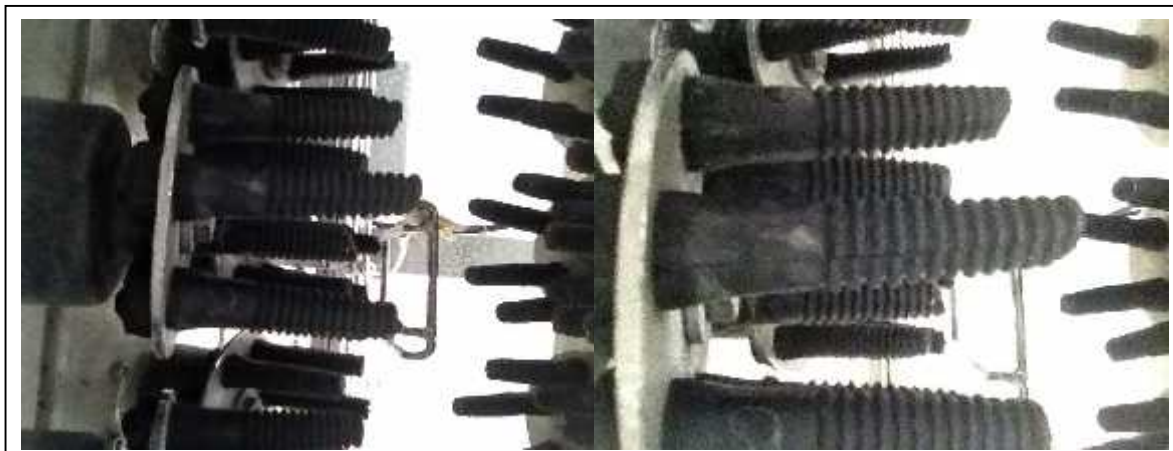
รูปที่ 42 ยางถนนขนไก่



รูปที่ 43 ยางถนนขนไก่



รูปที่ 44 ยางถนนไนท์



รูปที่ 45 ยางถนนไนท์

ตารางที่ 12 น้ำหนักและขนาดของยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการก่อนทดสอบและหลังทดสอบ

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขบับน 1	1	28.8	28.8	0	14.05
	2	28.8	28.8	0	14.06
	3	28.8	28.8	0	14.08
	4	28.8	28.8	0	14.08
	5	28.8	28.8	0	14.08
	6	29.0	29	0	14.08
งานขบับน 2	7	28.6	28.6	0	14.08
	8	28.8	28.8	0	14.10
	9	28.8	28.8	0	14.08
	10	29.0	29	0	14.10
	11	28.8	28.8	0	14.08
	12	28.6	28.6	0	14.09
งานขบับน 3	13	28.8	28.8	0	14.10
	14	28.8	28.8	0	14.09
	15	29.0	29	0	14.03
	16	28.8	28.8	0	14.08
	17	28.8	28.8	0	14.13
	18	28.8	28.8	0	14.09

ตารางที่ 12 น้ำหนักและขนาดของยางถนนไก่ที่ได้จากโครงการก่อนทดสอบและหลังทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขวาล่าง 1	19	28.8	28.8	0	14.08
	20	28.8	28.8	0	14.09
	21	28.8	28.8	0	14.08
	22	28.8	28.8	0	14.09
	23	28.8	28.8	0	14.14
	24	28.8	28.8	0	14.06
งานขวาล่าง 2	25	28.8	28.8	0	14.04
	26	28.8	28.8	0	14.05
	27	28.8	28.8	0	14.06
	28	28.8	28.8	0	14.07
	29	28.8	28.8	0	14.10
	30	28.6	28.6	0	14.12
งานขวาล่าง 3	31	28.8	28.8	0	14.02
	32	28.8	28.8	0	14.09
	33	28.8	28.8	0	14.10
	34	28.8	28.8	0	14.13
	35	28.8	28.8	0	14.09
	36	28.8	28.8	0	14.10

ตารางที่ 12 น้ำหนักและขนาดของยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการก่อนทดสอบและหลังทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 1	37	28.8	28.8	0	14.10
	38	28.8	28.8	0	14.53
	39	28.8	28.8	0	14.55
	40	28.8	28.8	0	14.63
	41	28.8	28.8	0	14.63
	42	28.8	28.8	0	14.76
งานซ้ายบน 2	43	28.8	28.8	0	14.04
	44	28.8	28.8	0	14.05
	45	28.8	28.8	0	14.06
	46	28.6	28.6	0	14.07
	47	28.8	28.8	0	14.10
	48	28.8	28.8	0	14.12
งานซ้ายบน 3	49	28.8	28.8	0	14.02
	50	28.8	28.8	0	14.09
	51	28.8	28.8	0	14.10
	52	28.6	28.6	0	14.13
	53	28.8	28.8	0	14.09
	54	28.8	28.8	0	14.10

ตารางที่ 12 น้ำหนักและขนาดของยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการก่อนทดสอบและหลังทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 1	55	28.4	28.4	0	14.05
	56	28.4	28.4	0	14.06
	57	27.8	27.8	0	14.08
	58	27.8	27.8	0	14.08
	59	27.8	27.8	0	14.08
	60	28.2	28.2	0	14.08
งานซ้ายล่าง 2	61	28.6	28.6	0	14.08
	62	28.6	28.6	0	14.10
	63	28.6	28.6	0	14.08
	64	29.2	29.2	0	14.10
	65	27.8	27.8	0	14.08
	66	28.8.	28.8.	0	14.09
งานซ้ายล่าง 3	67	28.4	28.4	0	14.10
	68	28.4	28.4	0	14.09
	69	28.4	28.4	0	14.03
	70	28.6	28.6	0	14.08
	71	28.2	28.2	0	14.13
	72	28.2	28.2	0	14.09

2 ทดสอบแบบมี Load (ระยะเวลา 14 วันทดสอบ)

2.1 ยางถนนไนท์ DURAM (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)

- 2.1.1 ติดตั้งไนท์ที่ผลิตจาก PU เพื่อใช้สำหรับทดสอบ เข้ากับเครื่องทดสอบ
- 2.1.2 ตั้งค่าระยะการกระทำระหว่างยางถนนไนท์กับไนท์ PU (Load)
- 2.1.3 ติดตั้งยางถนนไนท์ (DURAM) เข้ากับเครื่องทดสอบ
- 2.1.4 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์ก่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบ
- 2.1.5 เปิดเครื่องทดสอบเพื่อหมุนยางถนนไนท์
- 2.1.6 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนนไนท์หลังการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบ ซึ่งกำหนดบันทึกค่าทุกวันจนครบ 7 วันการทดสอบ
- 2.1.7 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขบับน 1	1	29.6	29.2	0.4	16.42
	2	28.6	28.4	0.2	16.64
	3	28.0	27.6	0.4	14.55
	4	29.4	29.2	0.2	14.44
	5	28	28	0	14.44
	6	28.8	28.6	0.2	14.03



รูปที่ 46 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขวบน 2	7	29.4	29	0.4	14.67
	8	29.2	29	0.2	14.67
	9	28.6	28.2	0.4	14.81
	10	28.6	28.4	0.2	14.90
	11	28.6	28.4	0.2	14.75
	12	28.8	28.6	0.2	14.68



รูปที่ 47 ยางถอนขนไก่ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขวบน 3	13	28.8	28.8	0	14.65
	14	29.2	29	0.2	14.69
	15	28.6	28.6	0	14.85
	16	28.6	28.6	0	14.99
	17	28.4	28.4	0	14.52
	18	28	28.2	0.2	14.40



รูปที่ 48 ยางถอนขนไก่ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขาล้าง 1	19	28.4	28.4	0	14.75
	20	28.4	28.4	0	14.90
	21	28.8	28.8	0	14.56
	22	29.2	29	0.2	14.80
	23	28	28	0	14.71
	24	28.6	28.2	0.4	14.77



รูปที่ 489ยางถอนขนไก่ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขาล้าง 2	25	28.4	28.2	0.2	14.56
	26	28	28	0	14.59
	27	28.8	28.6	0.2	14.69
	28	28	28	0	14.91
	29	28.2	28	0.2	14.61
	30	28.4	28.4	0	14.69



รูปที่ 50 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขาล้าง 3	31	28.4	28.4	0	14.79
	32	28.2	28.2	0	14.90
	33	28.2	28.2	0	14.58
	34	28.6	28.2	0.4	14.88
	35	28.4	28.4	0	14.87
	36	28.4	28.4	0	14.62



รูปที่ 51 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 1	37	28	27.8	0.2	14.59
	38	28.6	28.6	0	14.90
	39	28.6	28.2	0.4	14.98
	40	29	29	0	14.62
	41	28.6	28.2	0.4	14.53
	42	28.6	28.2	0.4	14.79



รูปที่ 52 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 2	43	28	28	0	14.50
	44	27.8	27.8	0	14.44
	45	27.8	27.8	0	14.51
	46	28.4	28.2	0.2	14.68
	47	28.2	28	0.2	14.63
	48	28.4	28.2	0.2	14.66



รูปที่ 53 ยางถอนขนไก่ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 3	49	28.4	28.4	0	14.66
	50	28.8	28	0.8	14.36
	51	28.4	28.4	0	14.65
	52	28.4	28.4	0	14.90
	53	28.2	28	0.2	14.43
	54	28.4	28	0.4	14.44



รูปที่ 54 ยางถอนขนไก่ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 1	55	28.4	28.4	0	14.51
	56	28.4	28.4	0	14.53
	57	27.8	27.8	0	14.55
	58	27.8	27.8	0	14.63
	59	27.8	27.8	0	14.63
	60	28.2	28.2	0	14.76



รูปที่ 55 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 2	61	28.6	28.6	0	14.61
	62	28.6	28.6	0	13.99
	63	28.6	28.6	0	14.67
	64	29.2	29.2	0	14.72
	65	27.8	27.6	0.2	14.56
	66	28.8.	28.8.	0	14.67



รูปที่ 56 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 13 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ DURAM ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 3	67	28.4	28.4	0	14.45
	68	28.4	28.2	0.2	14.89
	69	28.4	28.2	0.2	14.44
	70	28.6	28.4	0.2	14.59
	71	28.2	28.2	0	14.25
	72	28.2	28.2	0	14.64



รูปที่ 57 ยางถนนไนท์ DURAM หลังการทดสอบ (ต่อ)



รูปที่ 58 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 59 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 60 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 61 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 62 การทดสอบแบบมี Load กับยางถนนวนไก่อ่ DURAM



รูปที่ 63 การทดสอบแบบมี Load กับยางถนนวนไก่อ่ DURAM



รูปที่ 64 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



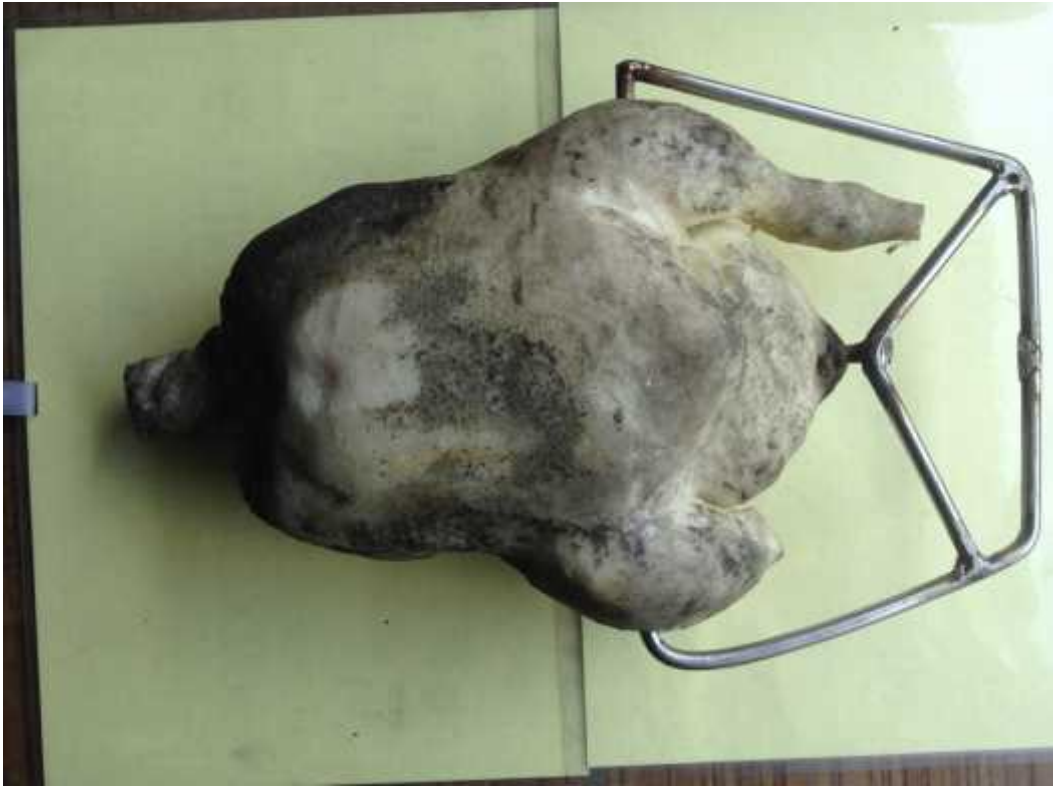
รูปที่ 65 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 66 การทดสอบแบบมี Load กับยางถอนขนไก่ DURAM



รูปที่ 67 ไม้ที่ใช้ในการทดสอบกับยางถอนขนไก่ DURAM



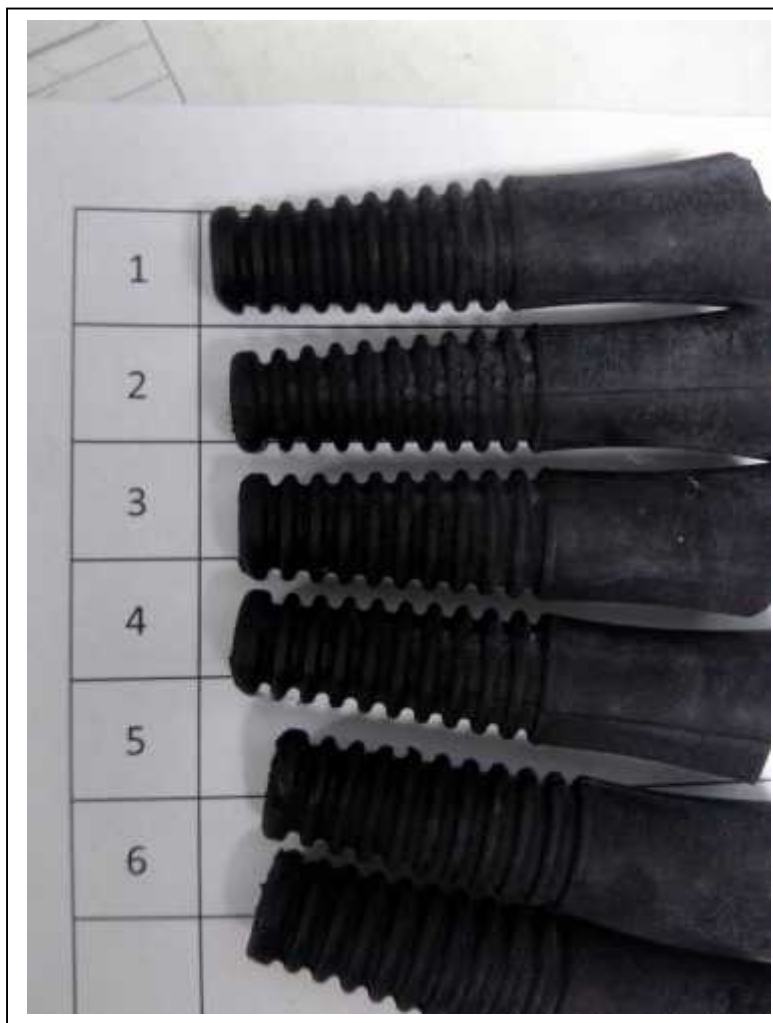
รูปที่ 68 ไก่ที่ใช้ในการทดสอบกับยางถอนขนไก่ DURAM

2.2 ยางถนอมชนไก่ที่ได้จากการออกแบบและผลิตในโครงการวิจัยนี้ (ระยะเวลา 7 วันทดสอบ)

- 2.2.1 ติดตั้งไก่ที่ผลิตจาก PU เพื่อใช้สำหรับทดสอบ เข้ากับเครื่องทดสอบ
- 2.2.2 ตั้งค่าระยะการกระทำระหว่างยางถนอมชนไก่กับไก่ PU (Load)
- 2.2.3 ติดตั้งยางถนอมชนไก่ (DURAM) เข้ากับเครื่องทดสอบ
- 2.2.4 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนอมชนไีก่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบ
- 2.2.5 เปิดเครื่องทดสอบเพื่อหมุนยางถนอมชนไก่
- 2.2.6 บันทึกค่าการเสียรูปทรงของยางถนอมชนไีก่อนการใช้งาน โดยวิธีการถ่ายรูป (Visual Check) และการวัดค่าโดยใช้เวอร์เนียตามเอกสารตรวจสอบ ซึ่งกำหนดบันทึกค่าทุกวันจนครบ 7 วันการทดสอบ
- 2.2.7 รวบรวมข้อมูลและสรุปผล

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถนนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขบับน 1	1	28.8	28.8	0	14.05
	2	28.8	28.8	0	14.06
	3	28.8	28.8	0	14.08
	4	28.8	28.8	0	14.08
	5	28.8	28.8	0	14.08
	6	29	28.8	0.2	14.08



รูปที่ 69 ยางถนนไก่ที่ได้จากโครงการหลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถนนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขบavn 2	7	28.6	28.4	0.2	14.08
	8	28.8	28.6	0.2	14.10
	9	28.8	28.6	0.2	14.08
	10	29	28.6	0.4	14.10
	11	28.8	28.4	0.4	14.08
	12	28.6	28.6	0	14.09



รูปที่ 70 ยางถนนไก่ที่ได้จากโครงการหลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขวบบน 3	13	28.8	28.4	0.4	14.10
	14	28.8	28.4	0.4	14.09
	15	29	28.2	0.8	14.03
	16	28.8	28.2	0.6	14.08
	17	28.8	28.4	0.4	14.13
	18	28.8	28.4	0.4	14.09



รูปที่ 71 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขวาล้าง 1	19	28.8	28.8	0	14.08
	20	28.8	28.8	0	14.09
	21	28.8	28.6	0.2	14.08
	22	28.8	28.6	0.2	14.09
	23	28.8	28.8	0	14.14
	24	28.8	28.6	0.2	14.06



รูปที่ 72 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักชิ้นงาน			ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่ปลายยางถอนขนไก่ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	
งานขาล้าง 2	25	28.8	28.6	0.2	14.04
	26	28.8	28.6	0.2	14.05
	27	28.8	28.6	0.2	14.06
	28	28.8	28.6	0.2	14.07
	29	28.8	28.6	0.2	14.10
	30	28.6	28.6	0	14.12



รูปที่ 73 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 43 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานขาล้าง 3	31	28.8	28.6	0.2	14.02
	32	28.8	28.6	0.2	14.09
	33	28.8	28.6	0.2	14.10
	34	28.8	28.6	0.2	14.13
	35	28.8	28.6	0.2	14.09
	36	28.8	28.6	0.2	14.10



รูปที่ 74 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 1	37	28.8	28.4	0.4	14.05
	38	28.8	28.6	0.2	14.06
	39	28.8	28.6	0.2	14.08
	40	28.8	28.6	0.2	14.08
	41	28.8	28.8	0	14.08
	42	28.8	28.6	0.2	14.08



รูปที่ 75 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 2	43	28.8	28.4	0.4	14.08
	44	28.8	28.4	0.4	14.10
	45	28.8	28.2	0.6	14.08
	46	28.6	28.2	0.4	14.10
	47	28.8	28.2	0.6	14.08
	48	28.8	28.6	0.2	14.09



รูปที่ 76 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายบน 3	49	28.8	28.4	0.4	14.10
	50	28.8	28.2	0.6	14.09
	51	28.8	28.2	0.6	14.03
	52	28.6	28.2	0.4	14.08
	53	28.8	28.6	0.2	14.13
	54	28.8	28.4	0.4	14.09



รูปที่ 77 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนไนท์ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 1	55	28.4	28.4	0	14.05
	56	28.4	28.4	0	14.06
	57	27.8	27.8	0	14.08
	58	27.8	27.8	0	14.08
	59	27.8	27.8	0	14.08
	60	28.2	28.2	0	14.08



รูปที่ 78 ยางถนนไนท์ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถนนโกที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถนนโก ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 2	61	28.6	28.6	0	14.08
	62	28.6	28.6	0	14.10
	63	28.6	28.6	0	14.08
	64	29.2	29.2	0	14.10
	65	27.8	27.6	0.2	14.08
	66	28.8.	28.8.	0	14.09



รูปที่ 79 ยางถนนโกที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)

ตารางที่ 14 น้ำหนักและขนาดยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ ก่อนและหลังการทดสอบ (ต่อ)

ลักษณะงาน	ชั้นที่	น้ำหนักและขนาดชิ้นงาน			
		ก่อนการทดสอบ (กรัม)	หลังการทดสอบ (กรัม)	น้ำหนักที่สูญเสีย (%)	ขนาดเส้นผ่าน ศูนย์กลางที่ปลาย ยางถอนขนไก่ ตำแหน่ง H (มิลลิเมตร)
งานซ้ายล่าง 3	67	28.4	28.4	0	14.10
	68	28.4	28.2	0.2	14.09
	69	28.4	28.2	0.2	14.03
	70	28.6	28.4	0.2	14.08
	71	28.2	28.2	0	14.13
	72	28.2	28.2	0	14.09



รูปที่ 80 ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการ หลังการทดสอบ (ต่อ)



รูปที่ 81 ไก่ที่ใช้ในการทดสอบกับยางถอนขนไก่ที่ได้จากแผนงานวิจัยนี้



รูปที่ 81 ไก่ที่ใช้ในการทดสอบกับยางถอนขนไก่ที่ได้จากแผนงานวิจัยนี้

สรุปผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้จากแผนงานวิจัยนี้ กับผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ (Duram)

จากผลการทดสอบที่ได้นำเสนอข้างต้น คณะผู้วิจัยสามารถสรุปผลการทดสอบการใช้งานผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้จากแผนงานวิจัยนี้ กับผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้จากต่างประเทศ (Duram) ได้โดยพิจารณาจากการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบที่ออกแบบและผลิตไว้ภายใต้แผนงานวิจัยนี้ โดยใช้ตัวแปรของน้ำหนักยางถอนขนไก่ที่สูญเสีย และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายยางถอนขนไก่ ทั้งแบบมีภาระ (Load) และไม่มีภาระ (Non-Load) สรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้จากการวิจัยและพัฒนาสูตรยาง รูปทรง และผ่านการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบที่ออกแบบและผลิตไว้ภายใต้แผนงานวิจัยนี้ จะเห็นได้ว่า ยางถอนขนไก่ที่ได้จากโครงการนี้มีจุดเด่นของการไม่เกิดการปนเปื้อนของสีจากยางถอนขนไก่ไปยังตัวไก่ ในขณะที่ยางถอนขนไก่ที่นำเข้าจากต่างประเทศมีการปนเปื้อนของสีติดที่ไก่ทดสอบ อีกทั้งประสิทธิภาพการใช้งานมีความใกล้เคียงกับยางถอนขนไก่ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ในด้านความแข็งแรงและการใช้งาน รวมถึงไม่พบการแตกหักในขอบเขตของการศึกษาวิจัยนี้ อย่างไรก็ตาม ผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ได้จากแผนการวิจัยนี้ ควรมีการนำไปทดสอบในการใช้งานจริงในโรงงานถอนขนไก่ เพื่อที่จะขยายผลการศึกษาในการปรับปรุงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ให้ดียิ่งขึ้นและสามารถใช้ได้จริงในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคต

ตารางแผนงานในการดำเนินกิจกรรม

2.3 ตารางแผนงานการดำเนินงานวิจัย ดังแสดงในตารางที่ 15

ตารางที่ 15 แผนงานการดำเนินงานวิจัย

กิจกรรม	โครงการวิจัยย่อยที่ 1	โครงการวิจัยย่อยที่ 2	โครงการวิจัยย่อยที่ 3
	รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด	ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ	อาจารย์ รัชชัยชาติ ตันบุญ
โครงการวิจัยย่อยที่ 1			
1. ศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของยางถอนขนไก่ที่ขายในตลาด	100%		
2. ออกแบบสูตรเบื้องต้น ทดลองผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “สัดส่วนของยาง NR/BR”	100%		
3. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของเกรดยาง BR”	100%		
4. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของยาง SBR”	100%		
5. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของชนิดและปริมาณ Fillers”	100%		
โครงการวิจัยย่อยที่ 2			
1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและบริเวณที่เกิดความเสียหายผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบงานวิศวกรรม วิเคราะห์ และการผลิตผลิตภัณฑ์ยางและทำการออกแบบการทดลองในโครงการวิจัยนี้		100%	
2. ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุยางที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่กรณีศึกษาที่ใช้เป็นต้นแบบ และวัสดุยางธรรมชาติที่ได้พัฒนาในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกันนี้		100%	
3. สร้างแบบจำลอง 3 มิติของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ		100%	
4. ศึกษาความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ต้นแบบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์		100%	
5. สร้างแบบจำลอง 3 มิติของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่พัฒนารูปร่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 5 รูปแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ		100%	
โครงการวิจัยย่อยที่ 3			
1. เก็บและรวบรวมข้อมูลเฉพาะและเชิงลึก			100%
2. ศึกษารายละเอียดและสร้าง แนวคิดในการออกแบบ			100%
3. สังเคราะห์แบบให้มีความเป็นไปได้มากที่สุด			100%
4. ออกแบบ จากการเลือก แนวคิดในการออกแบบที่ดีที่สุด			100%
5. จำลอง และทดสอบ ในคอมพิวเตอร์			100%

2.4 ตารางแสดงผลที่ได้รับจากการดำเนินโครงการ ดังแสดงในตารางที่ 16

ตารางที่ 16 ผลที่ได้รับจากการดำเนินโครงการ

กิจกรรม	โครงการวิจัยย่อยที่ 1	โครงการวิจัยย่อยที่ 2	โครงการวิจัยย่อยที่ 3
	รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด	ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ	อาจารย์ รัชชัยชาติตำนาน
โครงการวิจัยย่อยที่ 1			
1. ศึกษาสมบัติต่าง ๆ ของยางถอนขนไก่ที่ขายในตลาด	100%		
2. ออกแบบสูตรเบื้องต้น ทดลองผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “สัดส่วนของยาง NR/BR”	100%		
3. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของเกรดยาง BR”	100%		
4. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของยาง SBR”	100%		
5. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัย “ผลของชนิดและปริมาณ Fillers”	100%		
6. ผสม ขึ้นรูปตัวอย่าง และทดสอบสมบัติ เพื่อศึกษาปัจจัยผลของปริมาณสารขัดถู	100%		
โครงการวิจัยย่อยที่ 2			
1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและบริเวณที่เกิดความเสียหายผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่และการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยการออกแบบงานวิศวกรรม วิเคราะห์ และการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง และการออกแบบการทดลองในโครงการวิจัยนี้		100%	
2. ทำการทดสอบคุณสมบัติเชิงกลของวัสดุยางที่ใช้ทำผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่กรณีศึกษาที่ใช้เป็นต้นแบบ และวัสดุยางธรรมชาติที่ได้พัฒนาในโครงการวิจัยอื่นในแผนการวิจัยเดียวกันนี้		100%	
3. สร้างแบบจำลอง 3 มิติของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ต้นแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ		100%	
4. ศึกษาความแข็งแรงของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ต้นแบบด้วยระเบียบวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์		100%	
5. สร้างแบบจำลอง 3 มิติของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่พัฒนารูปร่างจากผลิตภัณฑ์ต้นแบบจำนวน 5 รูปแบบด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบ		100%	
โครงการวิจัยย่อยที่ 3			
1. เก็บและรวบรวมข้อมูลเฉพาะและเชิงลึก			100%
2. ศึกษารายละเอียดและสร้าง แนวคิดในการออกแบบ			100%
3. สังเคราะห์แบบให้มีความเป็นไปได้มากที่สุด			100%
4. ออกแบบ จากการเลือก แนวคิดในการออกแบบที่ดีที่สุด			100%
5. จำลอง และทดสอบ ในคอมพิวเตอร์			100%

แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ
สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย
สัญญาเลขที่ RDG5550117
ร่างรายงานสรุปฉบับสมบูรณ์

ผลสำเร็จของงาน เมื่อเทียบกับเป้าหมายของแผนงานและโครงการเมื่อเสร็จสิ้นทั้งหมด

ชื่อแผนงาน/โครงการวิจัยย่อย	ชื่อหัวหน้าแผนงาน/ โครงการวิจัยย่อย	ความก้าวหน้าของงาน (%)
โครงการวิจัยย่อยที่ 1 การศึกษาสูตรยางสำหรับยางถอนขนไก่ ประสิทธิภาพสูงที่ทำจากยางธรรมชาติสำหรับอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มชัด	100%
โครงการวิจัยย่อยที่ 2 การออกแบบและผลิตผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ ใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สด	ผศ.ดร.ศุภสิทธิ์ รอดขวัญ	100%
โครงการวิจัยย่อยที่ 3 การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบประสิทธิภาพ การใช้งานของผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่	อาจารย์ วัชชัยชาติตำนาน	100%
แผนงาน การพัฒนาผลิตภัณฑ์ยางถอนขนไก่ที่ทำจากยางธรรมชาติ สำหรับใช้ในอุตสาหกรรมแปรรูปไก่สดในประเทศไทย	ค ำ แ ฉ ลี ย คิ ต เ ป็ น เปอร์เซ็นต์	100%